

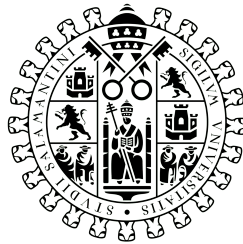
---

# HERRAMIENTA PARA EL MODELADO Y LA SIMULACIÓN DE MOVILIDAD URBANA

---

TRABAJO DE FIN DE GRADO SOBRE EL MODELADO Y LA SIMULACIÓN DE MOVILIDAD  
URBANA CON LA HERRAMIENTA SUMO

## ANEXO II: REQUISITOS



VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA

DANIEL HERAS QUESADA

*Universidad de Salamanca*

---

ANA BELÉN GIL GONZÁLEZ

*Universidad de Salamanca*

5 DE JULIO DE 2023

# Índice

|                                          |           |
|------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Introducción</b>                   | <b>4</b>  |
| <b>2. Participantes del proyecto</b>     | <b>5</b>  |
| <b>3. Análisis del problema</b>          | <b>6</b>  |
| <b>4. Actores</b>                        | <b>7</b>  |
| <b>5. Objetivos</b>                      | <b>9</b>  |
| <b>6. Requisitos de información</b>      | <b>11</b> |
| <b>7. Requisitos no funcionales</b>      | <b>14</b> |
| <b>8. Requisitos funcionales</b>         | <b>15</b> |
| 8.1. Casos de uso . . . . .              | 15        |
| 8.2. Construir red de carriles . . . . . | 16        |
| 8.3. Generar simulación . . . . .        | 21        |
| 8.4. Iniciar simulación . . . . .        | 24        |
| 8.5. Mostrar resultados . . . . .        | 25        |

## Índice de figuras

|    |                                        |    |
|----|----------------------------------------|----|
| 1. | Diagrama de actores. . . . .           | 7  |
| 2. | Diagrama general del sistema . . . . . | 15 |
| 3. | Casos de uso A . . . . .               | 16 |
| 4. | Casos de uso B . . . . .               | 21 |
| 5. | Casos de uso C . . . . .               | 24 |
| 6. | Casos de uso D . . . . .               | 25 |

## Índice de cuadros

|     |                                                              |    |
|-----|--------------------------------------------------------------|----|
| 1.  | Participante Daniel Heras Quesada . . . . .                  | 5  |
| 2.  | Participante Ana Belén Gil González . . . . .                | 5  |
| 3.  | Actor usuario . . . . .                                      | 7  |
| 4.  | Actor SUMO . . . . .                                         | 7  |
| 5.  | Actor Leaflet API . . . . .                                  | 8  |
| 6.  | Actor Netgenerate . . . . .                                  | 8  |
| 7.  | Actor Randomtrips . . . . .                                  | 8  |
| 8.  | Actor Duarouter . . . . .                                    | 8  |
| 9.  | Objetivo distribución de los nodos de intersección . . . . . | 9  |
| 10. | Objetivo gestión de los carriles . . . . .                   | 9  |
| 11. | Objetivo gestión de la configuración . . . . .               | 10 |
| 12. | Objetivo gestión de la simulación . . . . .                  | 10 |
| 13. | Objetivo Visualización de los resultados . . . . .           | 11 |
| 14. | IRQ Datos de los sitios de la ciudad . . . . .               | 11 |
| 15. | IRQ Datos de las intersecciones generadas . . . . .          | 12 |
| 16. | IRQ Datos de los carriles . . . . .                          | 12 |
| 17. | IRQ Datos de configuración . . . . .                         | 13 |
| 18. | IRQ Gráficos y mapas de visualización de los datos . . . . . | 13 |
| 19. | NFR Adaptabilidad . . . . .                                  | 14 |
| 20. | NFR Extensibilidad . . . . .                                 | 14 |
| 21. | NFR Seguridad de los datos . . . . .                         | 14 |
| 22. | NFR Bajo acoplamiento . . . . .                              | 15 |
| 23. | CU Elegir opciones de simulación . . . . .                   | 17 |
| 24. | CU Construir red de carriles . . . . .                       | 18 |
| 25. | CU Generar intersecciones. . . . .                           | 19 |
| 26. | CU Calcular métricas. . . . .                                | 20 |
| 27. | CU Generar carriles. . . . .                                 | 21 |
| 28. | CU Generar ficheros SUMO. . . . .                            | 22 |
| 29. | CU Generar red.xml. . . . .                                  | 22 |
| 30. | CU Generar rou.xml. . . . .                                  | 23 |
| 31. | CU Mostrar gráfica. . . . .                                  | 24 |
| 32. | CU Mostrar gráfica. . . . .                                  | 26 |
| 33. | CU Mostrar mapa. . . . .                                     | 27 |

## **1. Introducción**

En este anexo se encuentra la documentación sobre los requisitos del proyecto, así como los objetivos del mismo. Se ha empleado UML para los diagramas de casos de uso y se ha estructurado la definición de requisitos, objetivos y casos de uso en tablas ordenadas.

## 2. Participantes del proyecto

Cuadro 1: Participante Daniel Heras Quesada

| <b>Participante</b> | <b>Daniel Heras Quesada</b> |
|---------------------|-----------------------------|
| Organizaciones      | Universidad de Salamanca    |
| Rol                 | Desarrollador, analista     |
| Es desarrollador    | Si                          |
| Es cliente          | No                          |
| Es usuario          | No                          |

Cuadro 2: Participante Ana Belén Gil González

| <b>Participante</b> | <b>Ana Belén Gil González</b> |
|---------------------|-------------------------------|
| Organizaciones      | Universidad de Salamanca      |
| Rol                 | Tutor                         |
| Es desarrollador    | No                            |
| Es cliente          | No                            |
| Es usuario          | No                            |

### 3. Análisis del problema

El objetivo de este trabajo de fin de grado busca desarrollar un estudio sobre la mejor disposición posible de carriles de vehículos ligeros en la ciudad de Salamanca. Entendiendo vehículos ligeros como bicicletas, patines eléctricos y otros vehículos que tienen permiso para circular por un ‘carril bici’. Para ello el sistema modelará primero una serie de intersecciones basándose en puntos relevantes de la geografía y las unirá con carriles siguiendo diversas arquitecturas. Con las redes de carriles obtenidas se generará una simulación y unas gráficas para que el analista pueda tomar decisiones al respecto de qué arquitectura es mejor.

El punto central del problema consiste en equilibrar el coste de la infraestructura con la extensión y la capacidad de carga de tráfico de la misma. Como medida del coste vamos a tomar la extensión de los carriles y la capacidad la mediremos en número de vehículos que admite la red sin producir atascos y aglomeraciones.

La obtención de las redes de carriles se efectuará mediante la aplicación de un algoritmo de conexión de nodos sobre una estructura de intersecciones generada con un algoritmo de agrupación de conjuntos.

El algoritmo de agrupación de conjuntos tendrá en cuenta:

- La cercanía geográfica de los puntos entre sí.
- El valor relativo del punto dentro del conjunto, este vendrá dado por una métrica y será controlable por el analista.

Previo a la simulación de la red obtenida, se deberá poder acceder a las gráficas de los datos producidos, así como a las estructuras de datos en sí. La visualización deberá ser clara y permitir al analista estudiar el sistema antes incluso de completar la simulación.

**SUMO.** Se usará para la ejecución de la simulación. Así se visualizará el funcionamiento del sistema en tiempo real y se dispondrá de gráficas de rendimiento que cuantifiquen la situación real. Para hacer uso de este programa se emplearán herramientas de generación de configuración de simulaciones que traducirán los datos generados por los algoritmos aplicados para la obtención de redes a una configuración legible por SUMO.

4. Actores

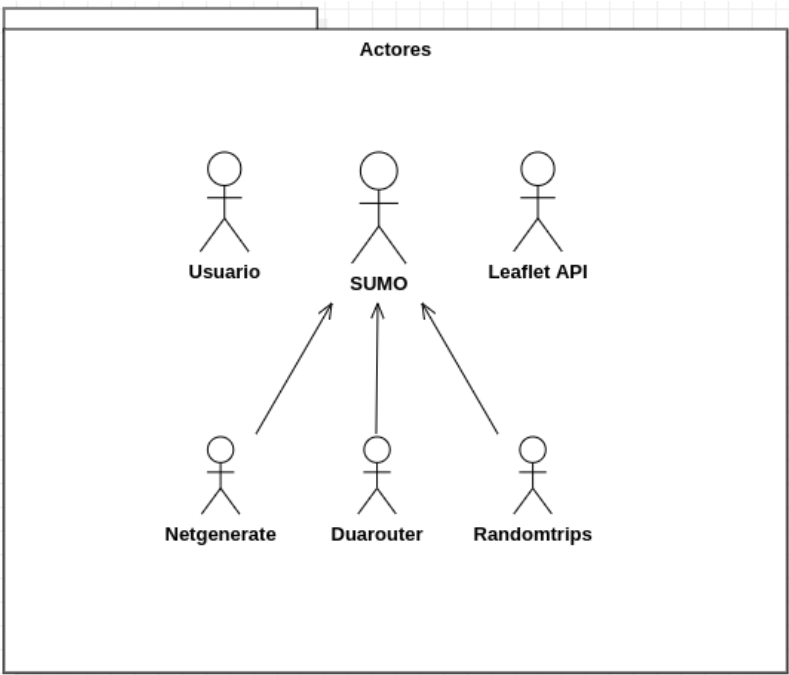


Figura 1: Diagrama de actores.

Cuadro 3: Actor usuario

|                |                                                                                                                                               |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ACT-001</b> | <b>Usuario</b>                                                                                                                                |
| Autores        | Daniel Heras Quesada                                                                                                                          |
| Fuentes        | Ana Belén Gil González                                                                                                                        |
| Descripción    | Este actor representa un usuario con conocimientos técnicos mínimos. Hace uso de las funciones del sistema a través del la línea de comandos. |

Cuadro 4: Actor SUMO

|                |                                                                                                                      |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ACT-002</b> | <b>SUMO</b>                                                                                                          |
| Autores        | Daniel Heras Quesada                                                                                                 |
| Fuentes        | Ana Belén Gil González                                                                                               |
| Descripción    | Este actor representa el sistema externo SUMO. Recibe datos del sistema principal y genera simulaciones al respecto. |

Cuadro 5: Actor Leaflet API

|                |                                                                                                                                                                                 |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ACT-003</b> | <b>Leaflet API</b>                                                                                                                                                              |
| Autores        | Daniel Heras Quesada                                                                                                                                                            |
| Fuentes        | Ana Belén Gil González                                                                                                                                                          |
| Descripción    | Este actor representa el sistema externo de Leaflet, el cual se accede desde su API. Recibe peticiones con información geográfica y genera mapas desplegados en un entorno web. |

Cuadro 6: Actor Netgenerate

|                |                                                                                                                                               |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ACT-004</b> | <b>Netgenerate</b>                                                                                                                            |
| Autores        | Daniel Heras Quesada                                                                                                                          |
| Fuentes        | Ana Belén Gil González                                                                                                                        |
| Descripción    | Este actor representa el sistema externo Netgenerate. Recibe datos del sistema principal y genera ficheros de configuración del sistema SUMO. |

Cuadro 7: Actor Randomtrips

|                |                                                                                                                                                          |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ACT-005</b> | <b>Randomtrips</b>                                                                                                                                       |
| Autores        | Daniel Heras Quesada                                                                                                                                     |
| Fuentes        | Ana Belén Gil González                                                                                                                                   |
| Descripción    | Este actor representa el sistema externo RandomTrips. Recibe datos del actor Netgenerate6 y genera ficheros de configuración de entrada al sistema SUMO. |

Cuadro 8: Actor Duarouter

|                |                                                                                                                                                        |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ACT-005</b> | <b>Duarouter</b>                                                                                                                                       |
| Autores        | Daniel Heras Quesada                                                                                                                                   |
| Fuentes        | Ana Belén Gil González                                                                                                                                 |
| Descripción    | Este actor representa el sistema externo Duarouter. Recibe datos del actor Randomtrips7 y genera ficheros de configuración de entrada al sistema SUMO. |

## 5. Objetivos

| <b>OBJ-001</b> | <b>Distribución de intersecciones</b>                                                                                                                                                                                    |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Autores        | Daniel Heras Quesada                                                                                                                                                                                                     |
| Fuentes        | Ana Belén Gil González                                                                                                                                                                                                   |
| Descripción    | El sistema deberá repartir los nodos disponibles entre la superficie limitada por las coordenadas de los puntos de entrada minimizando las distancias.                                                                   |
| Subobjetivos   | <b>[OBJ-002] Gestión de la métrica:</b> El sistema deberá calcular la métrica de cada nodo de forma individual a partir de los pesos indicados por el usuario y usarla en el proceso de obtención de las intersecciones. |
| Importancia    | Esencial                                                                                                                                                                                                                 |
| Urgencia       | Urgente                                                                                                                                                                                                                  |

Cuadro 9: Objetivo distribución de los nodos de intersección

| <b>OBJ-003</b> | <b>Gestión de carriles</b>                                                                                                       |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Autores        | Daniel Heras Quesada                                                                                                             |
| Fuentes        | Ana Belén Gil González                                                                                                           |
| Descripción    | El sistema deberá generar una red de carriles que conecten las intersecciones con la arquitectura indicada por el usuario.       |
| Subobjetivos   | <b>[OBJ-004] Opciones de arquitectura:</b> El sistema deberá ofrecer varias opciones para la arquitectura de la red de carriles. |
| Importancia    | Esencial                                                                                                                         |
| Urgencia       | Urgente                                                                                                                          |

Cuadro 10: Objetivo gestión de los carriles

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>OBJ-005</b> | <b>Gestión de configuración</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Autores        | Daniel Heras Quesada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Fuentes        | Ana Belén Gil González                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Descripción    | El sistema deberá gestionar los parámetros de configuración indicados por el usuario y usarlos de forma global en las fases del proceso que los requieran.                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Subobjetivos   | <p><b>[OBJ-006] Opción de velocidad:</b> El sistema deberá ajustar la velocidad máxima de los carriles a la indicada por el usuario.</p> <p><b>[OBJ-007] Opción de número de usuarios:</b> El sistema deberá ajustar el número de vehículos simulados al indicado por el usuario.</p> <p><b>[OBJ-008] Opción de número de nodos:</b> El sistema deberá ajustar el número de nodos de la simulación al indicado por el usuario.</p> |
| Importancia    | Importante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Urgencia       | Puede esperar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Cuadro 11: Objetivo gestión de la configuración

|                |                                                                                                                                     |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>OBJ-009</b> | <b>Simulación</b>                                                                                                                   |
| Autores        | Daniel Heras Quesada                                                                                                                |
| Fuentes        | Ana Belén Gil González                                                                                                              |
| Descripción    | El sistema deberá generar una simulación para la herramienta <i>SUMO</i> con los datos generados.                                   |
| Subobjetivos   | <b>[OBJ-010] Ejecución de la simulación:</b> El sistema deberá ejecutar la simulación generada en caso de que el usuario lo decida. |
| Importancia    | Importante                                                                                                                          |
| Urgencia       | Puede esperar                                                                                                                       |

Cuadro 12: Objetivo gestión de la simulación

| <b>OBJ-011</b> | <b>Visualización</b>                                                                                                   |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Autores        | Daniel Heras Quesada                                                                                                   |
| Fuentes        | Ana Belén Gil González                                                                                                 |
| Descripción    | El sistema deberá representar los resultados obtenidos en gráficas y mapas adecuados cuando el usuario así lo indique. |
| Subobjetivos   |                                                                                                                        |
| Importancia    | Menos importante                                                                                                       |
| Urgencia       | Puede esperar                                                                                                          |

Cuadro 13: Objetivo Visualización de los resultados

## 6. Requisitos de información

| <b>IRQ-001</b>    | <b>Datos de los sitios de la ciudad</b>                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Autores           | Daniel Heras Quesada                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Fuentes           | Ana Belén Gil González                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Dependencias      | [OBJ-001] Distribución de intersecciones<br>[OBJ-003] Gestión de la métrica                                                                                                                                                                                                               |
| Descripción       | El sistema deberá almacenar la información de los sitios o nodos de la ciudad para su posterior procesamiento.                                                                                                                                                                            |
| Datos específicos | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre</li> <li>- Longitud</li> <li>- Latitud</li> <li>- Densidad de población</li> <li>- Población total</li> <li>- Es centro educativo</li> <li>- Es centro turístico</li> <li>- Es centro deportivo</li> <li>- Es centro de barrio</li> </ul> |
| Importancia       | Esencial                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Urgencia          | Urgente                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

Cuadro 14: IRQ Datos de los sitios de la ciudad

| <b>IRQ-002</b>    | <b>Datos de las intersecciones</b>                                                            |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Autores           | Daniel Heras Quesada                                                                          |
| Fuentes           | Ana Belén Gil González                                                                        |
| Dependencias      | [OBJ-001] Distribución de intersecciones<br>[OBJ-003] Gestión de la métrica                   |
| Descripción       | El sistema deberá almacenar la información de las intersecciones calculadas por el algoritmo. |
| Datos específicos | - Longitud<br>- Latitud<br>- Métrica                                                          |
| Importancia       | Esencial                                                                                      |
| Urgencia          | Urgente                                                                                       |

Cuadro 15: IRQ Datos de las intersecciones generadas

| <b>IRQ-003</b>    | <b>Datos de los carriles</b>                                                                                        |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Autores           | Daniel Heras Quesada                                                                                                |
| Fuentes           | Ana Belén Gil González                                                                                              |
| Dependencias      | [OBJ-003] Gestión de los carriles<br>[OBJ-004] Opciones de arquitectura                                             |
| Descripción       | El sistema deberá almacenar la información de los carriles que unen las intersecciones calculadas por el algoritmo. |
| Datos específicos | - Intersección origen<br>- Intersección destino                                                                     |
| Importancia       | Esencial                                                                                                            |
| Urgencia          | Urgente                                                                                                             |

Cuadro 16: IRQ Datos de los carriles

| <b>IRQ-004</b>    | <b>Datos de configuración</b>                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Autores           | Daniel Heras Quesada                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Fuentes           | Ana Belén Gil González                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Dependencias      | [OBJ-001] Distribución de intersecciones<br>[OBJ-002] Gestión de la métrica<br>[OBJ-003] Gestión de carriles<br>[OBJ-004] Opciones de arquitectura<br>[OBJ-005] Gestión de configuración<br>[OBJ-006] Opción de velocidad<br>[OBJ-007] Opción de número de usuarios<br>[OBJ-008] Opción de número de nodos |
| Descripción       | El sistema deberá almacenar la información de la configuración indicada por el usuario.                                                                                                                                                                                                                    |
| Datos específicos | - Listado de pesos<br>- Velocidad<br>- Número de usuarios<br>- Número de nodos<br>- Arquitectura                                                                                                                                                                                                           |
| Importancia       | Esencial                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Urgencia          | Urgente                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

Cuadro 17: IRQ Datos de configuración

| <b>IRQ-005</b>    | <b>Gráficos y mapas de visualización de los datos</b>                                                          |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Autores           | Daniel Heras Quesada                                                                                           |
| Fuentes           | Ana Belén Gil González                                                                                         |
| Dependencias      | [OBJ-011] Visualización                                                                                        |
| Descripción       | El sistema deberá almacenar la información necesaria para la representación de los datos de cada subsistema.   |
| Datos específicos | - Puntos geográficos de entrada<br>- Métrica de cada punto geográfico de entrada<br>- Intersecciones generadas |
| Importancia       | Importante                                                                                                     |
| Urgencia          | No urgente                                                                                                     |

Cuadro 18: IRQ Gráficos y mapas de visualización de los datos

## 7. Requisitos no funcionales

| <b>NFR-001</b>       | <b>Adaptabilidad</b>                                                                      |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Autores              | Daniel Heras Quesada                                                                      |
| Fuentes              | Ana Belén Gil González                                                                    |
| Objetivos asociados  | [OBJ-005] Gestión de configuración                                                        |
| Requisitos asociados | [IRQ-004] Datos de configuración                                                          |
| Descripción          | El sistema deberá almacenar adaptarse al caso de estudio concreto que el usuario plantee. |
| Importancia          | Importante                                                                                |

Cuadro 19: NFR Adaptabilidad

| <b>NFR-002</b>       | <b>Extensibilidad</b>                                                                              |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Autores              | Daniel Heras Quesada                                                                               |
| Fuentes              | Ana Belén Gil González                                                                             |
| Objetivos asociados  |                                                                                                    |
| Requisitos asociados |                                                                                                    |
| Descripción          | El sistema deberá poder admitir nuevas funciones para extender su funcionalidad de forma sencilla. |
| Importancia          | Importante                                                                                         |

Cuadro 20: NFR Extensibilidad

| <b>NFR-003</b>       | <b>Seguridad de los datos</b>                                                                                          |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Autores              | Daniel Heras Quesada                                                                                                   |
| Fuentes              | Ana Belén Gil González                                                                                                 |
| Objetivos asociados  |                                                                                                                        |
| Requisitos asociados | [IRQ-001] Datos de los sitios de la ciudad<br>[IRQ-002] Datos de las intersecciones<br>[IRQ-003] Datos de los carriles |
| Descripción          | El sistema debe garantizar la integridad de los datos de entrada y salida durante todo el proceso.                     |
| Importancia          | Esencial                                                                                                               |

Cuadro 21: NFR Seguridad de los datos

|                      |                                                                                                                                                  |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>NFR-004</b>       | <b>Bajo acoplamiento</b>                                                                                                                         |
| Autores              | Daniel Heras Quesada                                                                                                                             |
| Fuentes              | Ana Belén Gil González                                                                                                                           |
| Objetivos asociados  |                                                                                                                                                  |
| Requisitos asociados | [NFR-002] Extensibilidad                                                                                                                         |
| Descripción          | El sistema deberá estructurarse con el bajo acoplamiento y la alta cohesión en mente para facilitar la extensibilidad y la migración del código. |
| Importancia          | Menos importante                                                                                                                                 |

Cuadro 22: NFR Bajo acoplamiento

## 8. Requisitos funcionales

### 8.1. Casos de uso

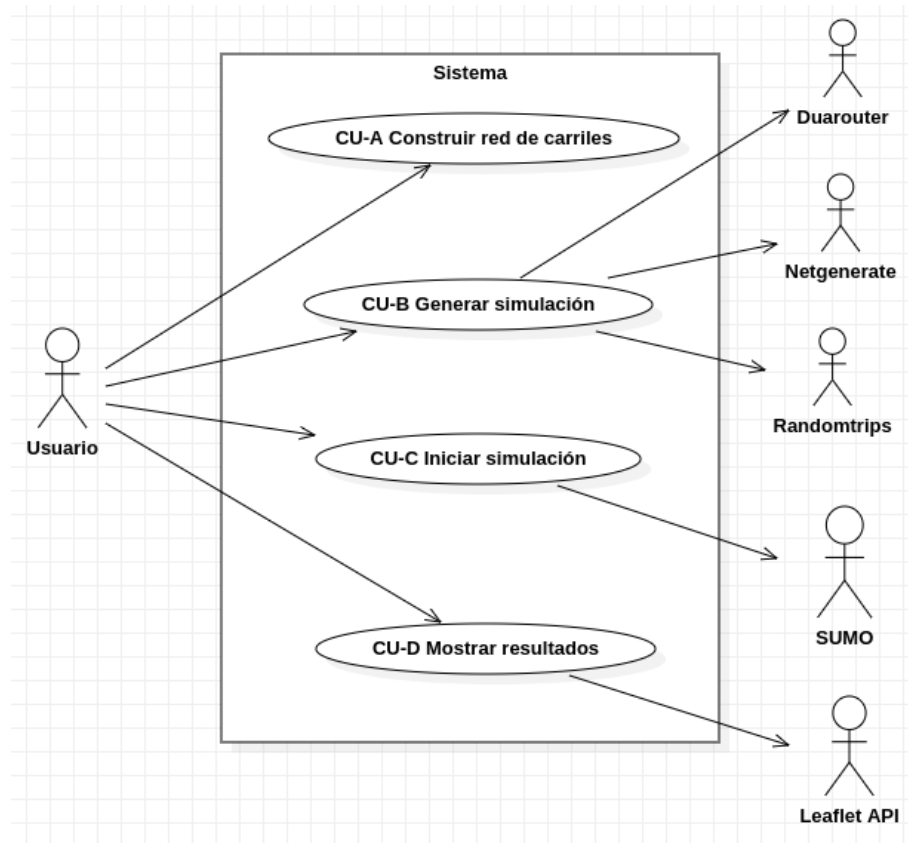


Figura 2: Diagrama general del sistema

## 8.2. Construir red de carriles

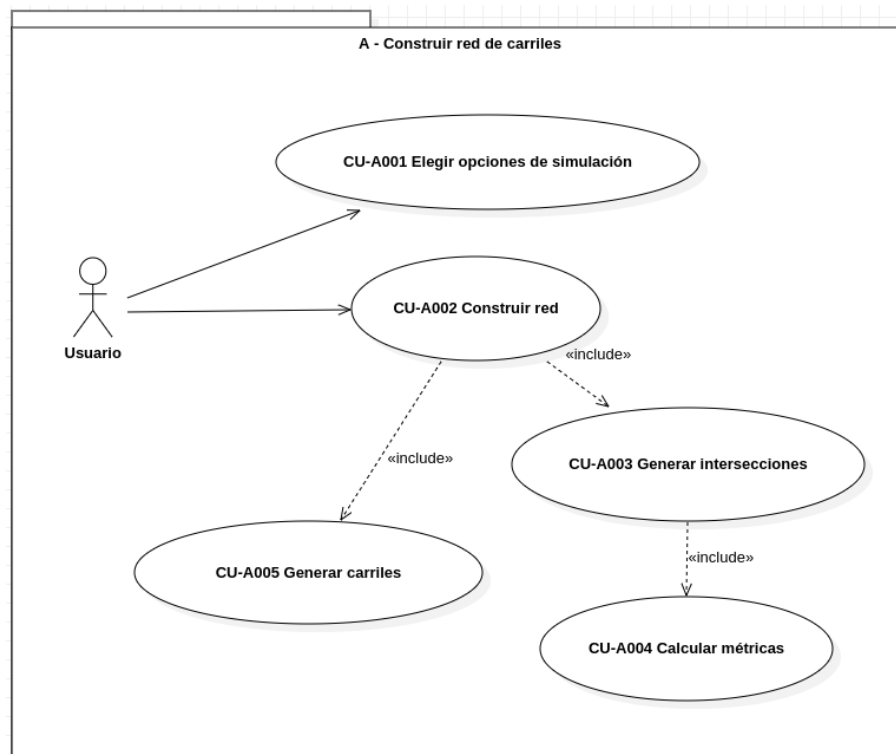


Figura 3: Casos de uso A

|                      |                                                                                             |                                                                               |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <b>CU-A001</b>       | <b>Elegir opciones de simulación</b>                                                        |                                                                               |
| Autores              | Daniel Heras Quesada                                                                        |                                                                               |
| Fuentes              | Ana Belén Gil González                                                                      |                                                                               |
| Objetivos asociados  | OBJ-005 Gestión de configuración<br>IRQ-004 Datos de configuración<br>NFR-001 Adaptabilidad |                                                                               |
| Requisitos asociados |                                                                                             |                                                                               |
| Descripción          | El actor <Usuario>selecciona la configuración de la simulación que desea generar.           |                                                                               |
| Precondición         |                                                                                             |                                                                               |
| Secuencia normal     | Paso                                                                                        | Acción                                                                        |
|                      | P1                                                                                          | El actor <Usuario>elige las opciones de ejecución pertinentes.                |
|                      | P2                                                                                          | El actor <Usuario>ejecuta el script de lanzamiento con las opciones elegidas. |
| Excepciones          | Paso                                                                                        | Acción                                                                        |
| Importancia          | Importante                                                                                  |                                                                               |
| Urgencia             | Urgente                                                                                     |                                                                               |

Cuadro 23: CU Elegir opciones de simulación

|                      |                                                                                      |                                                                                   |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>CU-A002</b>       | <b>Construir red</b>                                                                 |                                                                                   |
| Autores              | Daniel Heras Quesada                                                                 |                                                                                   |
| Fuentes              | Ana Belén Gil González                                                               |                                                                                   |
| Objetivos asociados  | OBJ-003 Gestión de carriles                                                          |                                                                                   |
| Requisitos asociados | IRQ-002 Datos de carriles                                                            |                                                                                   |
| Descripción          | El actor <Usuario>ejecuta el script principal solicitando la construcción de la red. |                                                                                   |
| Precondición         | Las opciones de configuración deben haber sido indicadas.                            |                                                                                   |
| Secuencia normal     | Paso                                                                                 | Acción                                                                            |
|                      | P1                                                                                   | El actor <Usuario>ejecuta el script de inicio.                                    |
|                      | P2                                                                                   | El sistema carga los parámetros de configuración no especificados por el usuario. |
|                      | P3                                                                                   | El sistema carga los datos de entrada de la memoria del computador.               |
|                      | P4                                                                                   | El sistema construye la red de carriles.                                          |
| Excepciones          | Paso                                                                                 | Acción                                                                            |
| Importancia          | Importante                                                                           |                                                                                   |
| Urgencia             | Urgente                                                                              |                                                                                   |

Cuadro 24: CU Construir red de carriles

|                      |                                                                                                                                   |                                                                                                      |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>CU-A003</b>       | <b>Generar intersecciones</b>                                                                                                     |                                                                                                      |
| Autores              | Daniel Heras Quesada                                                                                                              |                                                                                                      |
| Fuentes              | Ana Belén Gil González                                                                                                            |                                                                                                      |
| Objetivos asociados  | OBJ-001 Distribución de intersecciones                                                                                            |                                                                                                      |
| Requisitos asociados | IRQ-002 Datos de intersecciones<br>IRQ-003 Datos de configuración                                                                 |                                                                                                      |
| Descripción          | El sistema usa los datos de entrada para generar un conjunto de intersecciones aplicando un algoritmo de agrupación de conjuntos. |                                                                                                      |
| Precondición         | Los datos de entrada deben estar cargados en el sistema.                                                                          |                                                                                                      |
| Secuencia normal     | Paso                                                                                                                              | Acción                                                                                               |
|                      | P1                                                                                                                                | El sistema selecciona los campos relevantes del conjunto de entrada.                                 |
|                      | P2                                                                                                                                | El sistema aplica el algoritmo de agrupación de conjuntos.                                           |
|                      | P3                                                                                                                                | El sistema devuelve un conjunto de datos con las intersecciones compuestas por los grupos generados. |
| Excepciones          | Paso                                                                                                                              | Acción                                                                                               |
|                      | P1                                                                                                                                | Si los datos de entrada están desequilibrados devolverá un error.                                    |
| Importancia          | Importante                                                                                                                        |                                                                                                      |
| Urgencia             | Urgente                                                                                                                           |                                                                                                      |

Cuadro 25: CU Generar intersecciones.

|                      |                                                                                       |                                                                                                     |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>CU-A004</b>       | <b>Calcular métricas</b>                                                              |                                                                                                     |
| Autores              | Daniel Heras Quesada                                                                  |                                                                                                     |
| Fuentes              | Ana Belén Gil González                                                                |                                                                                                     |
| Objetivos asociados  | OBJ-001 Distribución de intersecciones                                                |                                                                                                     |
| Requisitos asociados | IRQ-001 Datos de sitios de la ciudad                                                  |                                                                                                     |
| Descripción          | El sistema usa los datos de entrada para calcular la métrica asociada a cada entrada. |                                                                                                     |
| Precondición         | Los datos de entrada deben estar cargados en el sistema.                              |                                                                                                     |
| Secuencia normal     | Paso                                                                                  | Acción                                                                                              |
|                      | P1                                                                                    | El sistema selecciona los campos relevantes del conjunto de entrada.                                |
|                      | P2                                                                                    | El sistema aplica la función de evaluación.                                                         |
|                      | P3                                                                                    | El sistema devuelve una estructura de datos con las evaluaciones obtenidas.                         |
| Excepciones          | Paso                                                                                  | Acción                                                                                              |
|                      | P1                                                                                    | Si uno de los campos de entrada no dispone de peso asociado en la configuración devolverá un error. |
| Importancia          | Importante                                                                            |                                                                                                     |
| Urgencia             | Urgente                                                                               |                                                                                                     |

Cuadro 26: CU Calcular métricas.

|                      |                                                                                                        |                                                                         |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>CU-A005</b>       | <b>Generar carriles</b>                                                                                |                                                                         |
| Autores              | Daniel Heras Quesada                                                                                   |                                                                         |
| Fuentes              | Ana Belén Gil González                                                                                 |                                                                         |
| Objetivos asociados  | OBJ-003 Gestión de carriles                                                                            |                                                                         |
| Requisitos asociados | IRQ-001 Datos de las intersecciones<br>IRQ-002 Datos de los carriles                                   |                                                                         |
| Descripción          | El sistema usa los datos de las intersecciones generadas para generar una red de carriles que los una. |                                                                         |
| Precondición         | Los datos de las intersecciones deben haber sido generados.                                            |                                                                         |
| Secuencia normal     | Paso                                                                                                   | Acción                                                                  |
|                      | P1                                                                                                     | El sistema aplica un algoritmo de unión de las intersecciones.          |
|                      | P2                                                                                                     | El sistema devuelve una estructura de datos con los carriles generados. |
| Excepciones          | Paso                                                                                                   | Acción                                                                  |
| Importancia          | Importante                                                                                             |                                                                         |
| Urgencia             | Urgente                                                                                                |                                                                         |

Cuadro 27: CU Generar carriles.

### 8.3. Generar simulación

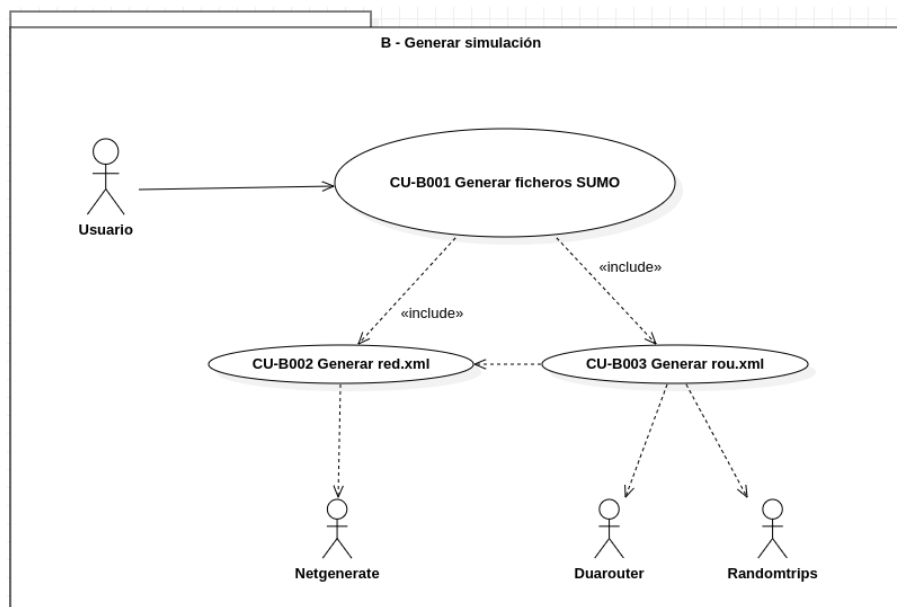


Figura 4: Casos de uso B

| <b>CU-B001</b>       | <b>Generar ficheros SUMO</b>                                                                                       |                                                                    |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Autores              | Daniel Heras Quesada                                                                                               |                                                                    |
| Fuentes              | Ana Belén Gil González                                                                                             |                                                                    |
| Objetivos asociados  | OBJ-009 Simulación                                                                                                 |                                                                    |
| Requisitos asociados |                                                                                                                    |                                                                    |
| Descripción          | El sistema usa los datos de la red generada para construir los archivos de configuración de la simulación de SUMO. |                                                                    |
| Precondición         | Los datos de las intersecciones y de los carriles deben haber sido generados.                                      |                                                                    |
| Secuencia normal     | Paso                                                                                                               | Acción                                                             |
|                      | P1                                                                                                                 | El sistema convierte los datos de carriles e intersecciones a XML. |
|                      | P2                                                                                                                 | El sistema genera los ficheros necesarios para la simulación SUMO. |
| Excepciones          | Paso                                                                                                               | Acción                                                             |
| Importancia          | Menos importante                                                                                                   |                                                                    |
| Urgencia             | Menos urgente                                                                                                      |                                                                    |

Cuadro 28: CU Generar ficheros SUMO.

| <b>CU-B002</b>       | <b>Generar red.xml</b>                                                                 |                                                             |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Autores              | Daniel Heras Quesada                                                                   |                                                             |
| Fuentes              | Ana Belén Gil González                                                                 |                                                             |
| Objetivos asociados  |                                                                                        |                                                             |
| Requisitos asociados | IRQ-003 Datos de los carriles<br>IRQ-004 Datos de configuración                        |                                                             |
| Descripción          | El sistema usa los datos de la red de carriles generada para construir un fichero XML. |                                                             |
| Precondición         | Los datos de los carriles deben haber sido generados.                                  |                                                             |
| Secuencia normal     | Paso                                                                                   | Acción                                                      |
|                      | P1                                                                                     | El sistema convierte los datos de las intersecciones a XML. |
| Excepciones          | Paso                                                                                   | Acción                                                      |
| Importancia          | Menos importante                                                                       |                                                             |
| Urgencia             | Menos urgente                                                                          |                                                             |

Cuadro 29: CU Generar red.xml.

|                      |                                                                                                                                     |                                                                                                                         |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>CU-B003</b>       | <b>Generar rou.xml</b>                                                                                                              |                                                                                                                         |
| Autores              | Daniel Heras Quesada                                                                                                                |                                                                                                                         |
| Fuentes              | Ana Belén Gil González                                                                                                              |                                                                                                                         |
| Objetivos asociados  | OBJ-009 Simulación                                                                                                                  |                                                                                                                         |
| Requisitos asociados |                                                                                                                                     |                                                                                                                         |
| Descripción          | El sistema usa los datos de las intersecciones, la red de carriles y los parámetros de configuración para construir un fichero XML. |                                                                                                                         |
| Precondición         | Los datos de las intersecciones y de la red deben haber sido generados.                                                             |                                                                                                                         |
| Secuencia normal     | Paso                                                                                                                                | Acción                                                                                                                  |
|                      | P1                                                                                                                                  | El sistema genera un fichero XML con viajes aleatorios por medio del actor <Randomtrips>.                               |
|                      | P2                                                                                                                                  | El sistema genera un fichero XML con las secuencias de movimientos que implica una ruta por medio del actor <Duarouter> |
| Excepciones          | Paso                                                                                                                                | Acción                                                                                                                  |
| Importancia          | Menos importante                                                                                                                    |                                                                                                                         |
| Urgencia             | Menos urgente                                                                                                                       |                                                                                                                         |

Cuadro 30: CU Generar rou.xml.

8.4. Iniciar simulación

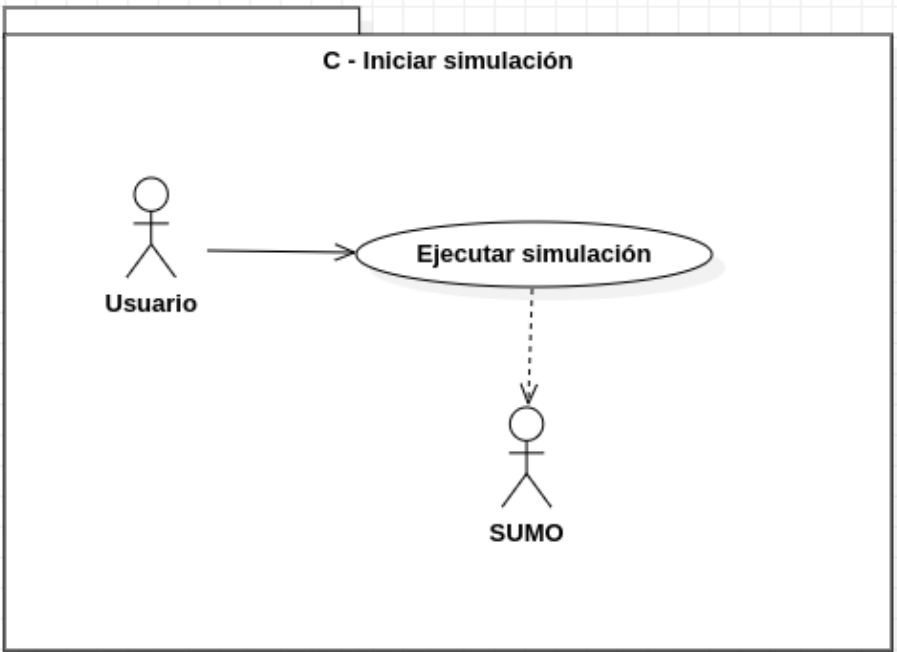


Figura 5: Casos de uso C

|                      |                                                                                    |                                                             |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| CU-C001              | Ejecutar simulación                                                                |                                                             |
| Autores              | Daniel Heras Quesada                                                               |                                                             |
| Fuentes              | Ana Belén Gil González                                                             |                                                             |
| Objetivos asociados  | OBJ-009 Simulación                                                                 |                                                             |
| Requisitos asociados |                                                                                    |                                                             |
| Descripción          | El sistema ejecuta la simulación introduciendo los ficheros XML generados en SUMO. |                                                             |
| Precondición         | Todos los ficheros de la simulación deben estar exitosamente generados.            |                                                             |
| Secuencia normal     | Paso                                                                               | Acción                                                      |
|                      | P1                                                                                 | El sistema ejecuta la simulación a través del actor <SUMO>. |
| Excepciones          | Paso                                                                               | Acción                                                      |
| Importancia          | Importante                                                                         |                                                             |
| Urgencia             | Urgente                                                                            |                                                             |

Cuadro 31: CU Mostrar gráfica.

## 8.5. Mostrar resultados

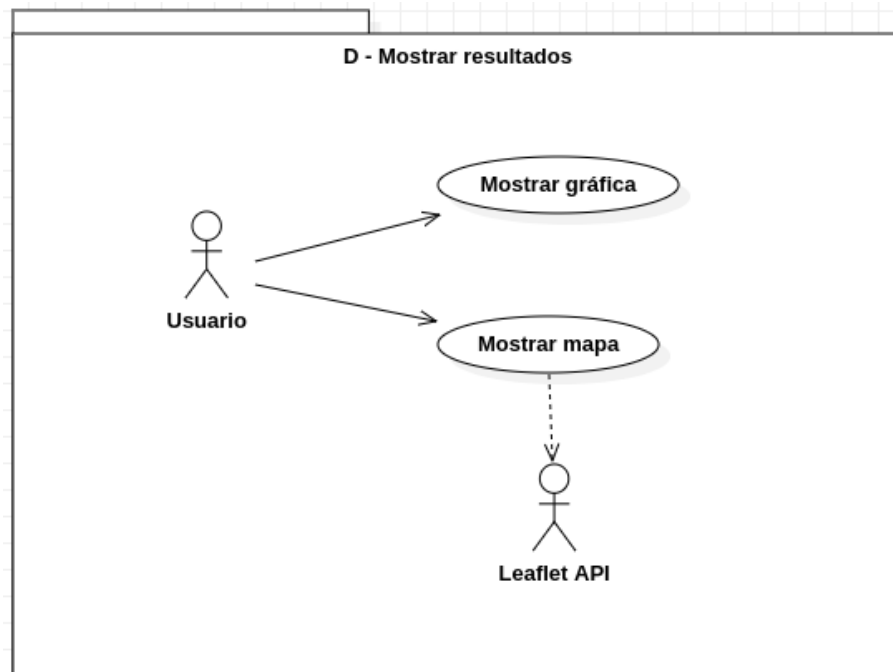


Figura 6: Casos de uso D

|                      |                                                                                                                                           |                                                             |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>CU-D001</b>       | <b>Mostrar gráfica</b>                                                                                                                    |                                                             |
| Autores              | Daniel Heras Quesada                                                                                                                      |                                                             |
| Fuentes              | Ana Belén Gil González                                                                                                                    |                                                             |
| Objetivos asociados  | OBJ-011 Visualización                                                                                                                     |                                                             |
| Requisitos asociados | IRQ-001 Datos de los sitios de la ciudad<br>IRQ-002 Datos de las intersecciones<br>IRQ-005 Gráficos y mapas de visualización de los datos |                                                             |
| Descripción          | El sistema usa los datos generados por el resto de componentes para mostrar la información ordenada.                                      |                                                             |
| Precondición         | Los datos de la gráfica solicitada deben estar disponibles.                                                                               |                                                             |
| Secuencia normal     | Paso                                                                                                                                      | Acción                                                      |
|                      | P1                                                                                                                                        | El sistema selecciona los datos relevantes.                 |
|                      | P2                                                                                                                                        | El sistema muestra una gráfica con los datos seleccionados. |
| Excepciones          | Paso                                                                                                                                      | Acción                                                      |
| Importancia          | Poco importante                                                                                                                           |                                                             |
| Urgencia             | Poco urgente                                                                                                                              |                                                             |

Cuadro 32: CU Mostrar gráfica.

|                      |                                                                                                                                           |                                                                                           |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>CU-D002</b>       | <b>Mostrar mapa</b>                                                                                                                       |                                                                                           |
| Autores              | Daniel Heras Quesada                                                                                                                      |                                                                                           |
| Fuentes              | Ana Belén Gil González                                                                                                                    |                                                                                           |
| Objetivos asociados  | OBJ-011 Visualización                                                                                                                     |                                                                                           |
| Requisitos asociados | IRQ-001 Datos de los sitios de la ciudad<br>IRQ-002 Datos de las intersecciones<br>IRQ-005 Gráficos y mapas de visualización de los datos |                                                                                           |
| Descripción          | El sistema usa los datos generados por el resto de componentes para mostrar la información en un mapa.                                    |                                                                                           |
| Precondición         | Los datos del mapa solicitado deben estar disponibles.                                                                                    |                                                                                           |
| Secuencia normal     | Paso                                                                                                                                      | Acción                                                                                    |
|                      | P1                                                                                                                                        | El sistema selecciona los datos relevantes.                                               |
|                      | P2                                                                                                                                        | El sistema genera una estructura de datos con los datos relevantes.                       |
|                      | P3                                                                                                                                        | El sistema se comunica con la API de Leaflet y abre una ventana de navegador con el mapa. |
| Excepciones          | Paso                                                                                                                                      | Acción                                                                                    |
|                      | P1                                                                                                                                        | Si no hay conexión a internet se mostrará un error en el navegador.                       |
| Importancia          | Poco importante                                                                                                                           |                                                                                           |
| Urgencia             | Poco urgente                                                                                                                              |                                                                                           |

Cuadro 33: CU Mostrar mapa.