

# Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics

*Memoria para optar al título de Ingeniero Civil en Computación*

---

Memorista:  
Manuel Olguín  
[molguin@dcc.uchile.cl](mailto:molguin@dcc.uchile.cl)

Profesora Guía:  
Sandra Céspedes  
[scespedes@ing.uchile.cl](mailto:scespedes@ing.uchile.cl)

Agosto 2017

Departamento de Ciencias de la Computación  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile

2017-08-09  
Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics

Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
Memoria para optar al título de Ingeniero Civil en Computación

---

Memorista:  
Manuel Olguín  
[molguin@dcc.uchile.cl](mailto:molguin@dcc.uchile.cl)

Profesora Guía:  
Sandra Céspedes  
[scespedes@ing.uchile.cl](mailto:scespedes@ing.uchile.cl)

Agosto 2017  
Departamento de Ciencias de la Computación  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile

# Integrantes

Memorista:  
Manuel Olguín, DCC

Profesora Guía:  
Sandra Céspedes, DIE

Comisión:  
Javier Bustos, DCC  
Nancy Hitschfeld, DCC



## Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics

2017-08-09

Presentar miembros comisión.

Integrantes

Memorista:

Manuel Olguín, DCC



Profesora Guía:

Sandra Céspedes, DIE

Comisión:

Javier Bustos, DCC

Nancy Hitschfeld, DCC

# Organización de la defensa

## Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics

2017-08-09

Organización de la defensa

1. Objetivos

2. Motivación y Background

3. Diseño e Implementación

4. Validación y Resultados

5. Conclusiones

1. Objetivos

2. Motivación y Background

3. Diseño e Implementación

4. Validación y Resultados

5. Conclusiones

1. Objetivos

2. Motivación y Background

3. Diseño e Implementación

4. Validación y Resultados

5. Conclusiones

# Objetivos

---

2017-08-09 Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Objetivos

Objetivo principal: desarrollo de un framework de integración entre un simulador de redes, OMNeT++ y un microsimulador de tráfico, Quadstone Paramics, de tal manera que exista comunicación bidireccional entre ambos.

Objetivos

---

# Objetivos

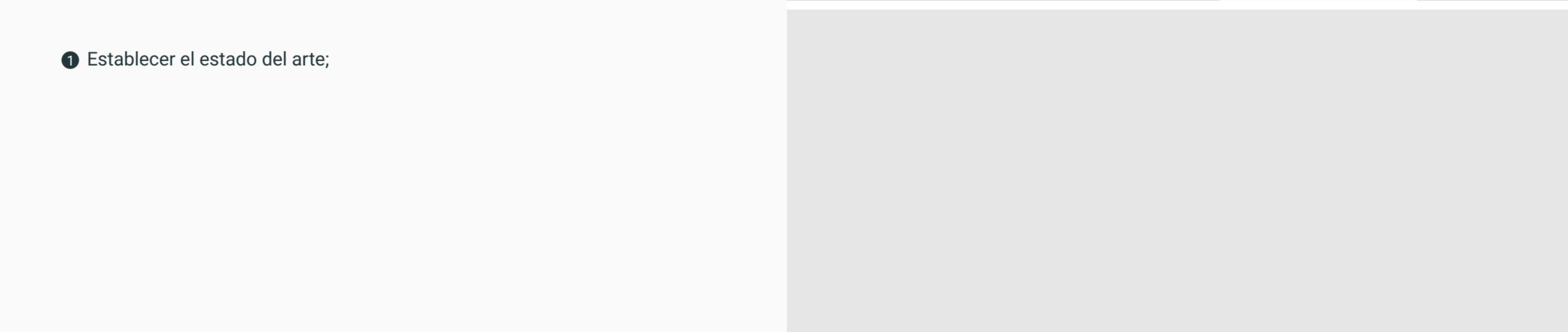
2017-08-09

Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics

└ Objetivos

Objetivos

1 Establecer el estado del arte;



# Objetivos

- ① Establecer el estado del arte;
- ② Identificar una solución viable;

2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Objetivos

Objetivos

- ① Establecer el estado del arte;
- ② Identificar una solución viable;

# Objetivos

- ① Establecer el estado del arte;
- ② Identificar una solución viable;
- ③ Diseñar la solución;

2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Objetivos



# Objetivos

- ① Establecer el estado del arte;
- ② Identificar una solución viable;
- ③ Diseñar la solución;
- ④ Implementar el mecanismo;

2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Objetivos



# Objetivos

- ① Establecer el estado del arte;
- ② Identificar una solución viable;
- ③ Diseñar la solución;
- ④ Implementar el mecanismo;
- ⑤ Validar su funcionamiento.

2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Objetivos

Objetivos

- ① Establecer el estado del arte;
- ② Identificar una solución viable;
- ③ Diseñar la solución;
- ④ Implementar el mecanismo;
- ⑤ Validar su funcionamiento.

## Motivación y Background

# ¿Qué son los Sistemas Inteligentes de Transporte?

Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Motivación v Backaround

¿Qué son los Sistemas Inteligentes de Transporte?

2017-09-00

# Sistemas Inteligentes de Transporte



**Figura 1:** Aplicaciones en un ITS (fuente: ETSI [1])

2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Motivación y Background



## Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics └ Motivación y Background

2017-08-09

Efectos bidireccionales de la integración:

Efectos bidireccionales de la integración:

## Efectos bidireccionales de la integración:

- efectos de la comunicación sobre el modelo de transporte;

2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Motivación y Background

Efectos bidireccionales de la integración:  
• efectos de la comunicación sobre el modelo de transporte;

## Efectos bidireccionales de la integración:

- efectos de la comunicación sobre el modelo de transporte;
  - efectos de la topología de la red sobre las comunicaciones.

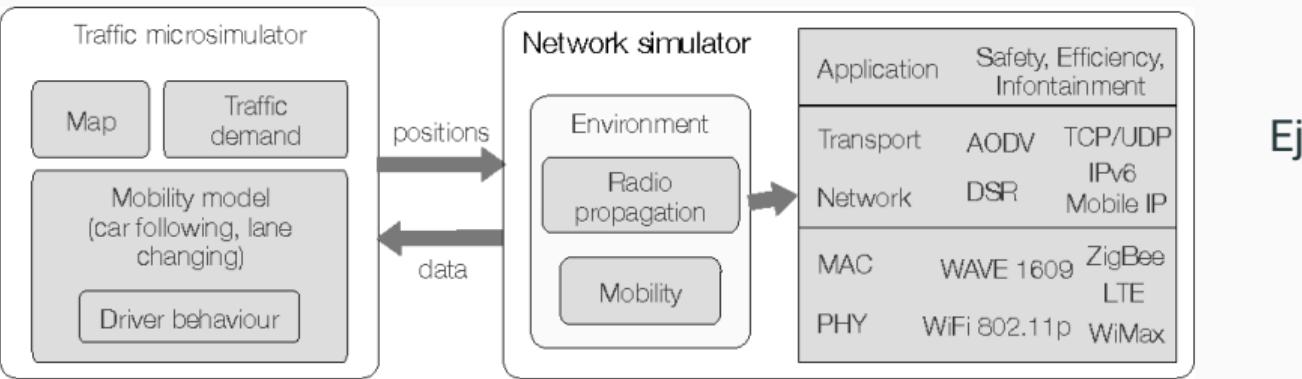
# Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics

## └ Motivación y Background

### **Procesos nacionales de la integración:**

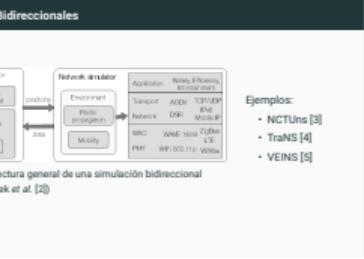
- de la comunicación sobre el modelo de transporte; y de la topología de la red sobre las comunicaciones.

# Simulaciones Bidireccionales



**Figura 2:** Arquitectura general de una simulación bidireccional  
(Grzybek et al. [2])

2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Motivación y Background



# ¿Por qué crear algo nuevo si ya existen soluciones?

Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Motivación v Backaround

¿Por qué crear algo nuevo si ya existen soluciones?

2017-09-00

# ¿Por qué crear algo nuevo si ya existen soluciones?

① Inexistencia de solución que integre Paramics:

2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Motivación y Background

¿Por qué crear algo nuevo si ya existen soluciones?

① Inexistencia de solución que integre Paramics:

# ¿Por qué crear algo nuevo si ya existen soluciones?

## ① Inexistencia de solución que integre Paramics:

- Quadstone Paramics es el simulador de preferencia del Área de Transportes del Depto. de Ing. Civil.
- Simulador de alto renombre.

2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Motivación y Background

¿Por qué crear algo nuevo si ya existen soluciones?

- ❶ Inexistencia de solución que integre Paramics:
  - Quadstone Paramics es el simulador de preferencia del Área de Transportes del Depto. de Ing. Civil.
  - Simulador de alto renombre.

# ¿Por qué crear algo nuevo si ya existen soluciones?

1

## 1 Inexistencia de solución que integre Paramics:

- Quadstone Paramics es el simulador de preferencia del Área de Transportes del Depto. de Ing. Civil.
- Simulador de alto renombre.

## 2 Necesidad de acercar los estándares en uso en Transportes y Comunicaciones.

# Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics └ Motivación y Background

2017-08-09

¿Por qué crear algo nuevo si ya existen soluciones?

- ➊ Inexistencia de solución que integre Paramics:
  - Quadstone Paramics es el simulador de preferencia del Área de Transportes del Depto. de Ing. Civil.
  - Simulador de alto renombre.
- ➋ Necesidad de acercar los estándares en uso en Transportes y Comunicaciones.

# Diseño e Implementación

---

2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Diseño e Implementación

Diseño e Implementación

Diseño e Implementación de un Framework  
Integrado para la Simulación de Sistemas  
Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Diseño e Implementación

2017-08-09

"PVEINS"

# "PVEINS"

- Paramics + OMNeT++

# "PVEINS"

# Diseño e Implementación

**“PVEINS”**

- Paramics + OMNeT++
- Arquitectura Cliente-Servidor

2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Diseño e Implementación

Diseño e Implementación

- Paramics + OMNeT++
- Arquitectura Cliente-Servidor

“PVEINS”

# Diseño e Implementación

## “PVEINS”

- Paramics + OMNeT++
- Arquitectura Cliente-Servidor
- Comunicación a través de socket

2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Diseño e Implementación

Diseño e Implementación

- “PVEINS”
- Paramics + OMNeT++
  - Arquitectura Cliente-Servidor
  - Comunicación a través de socket

# Diseño e Implementación

## “PVEINS”

- Paramics + OMNeT++
- Arquitectura Cliente-Servidor
- Comunicación a través de socket
- Plugin implementa funcionalidad para Paramics

2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Diseño e Implementación

Diseño e Implementación

“PVEINS”

- Paramics + OMNeT++
- Arquitectura Cliente-Servidor
- Comunicación a través de socket
- Plugin implementa funcionalidad para Paramics

# Diseño e Implementación

## “PVEINS”

- Paramics + OMNeT++
- Arquitectura Cliente-Servidor
- Comunicación a través de socket
- Plugin implementa funcionalidad para Paramics
- Basado en VEINS

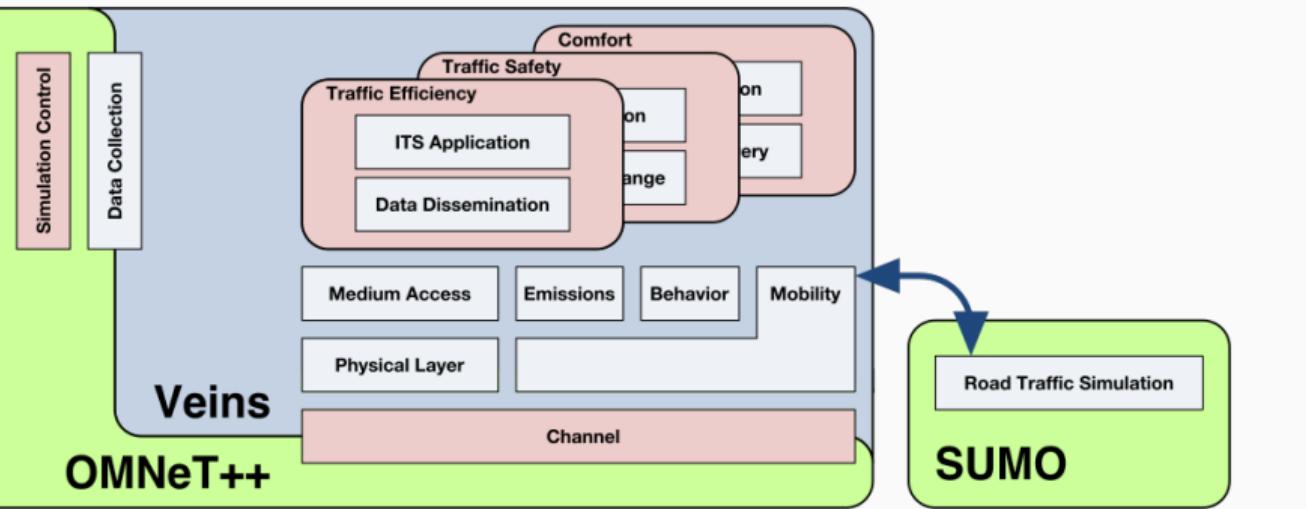
2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Diseño e Implementación

Diseño e Implementación

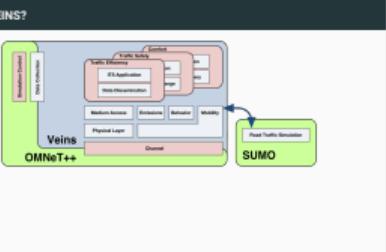
“PVEINS”

- Paramics + OMNeT++
- Arquitectura Cliente-Servidor
- Comunicación a través de socket
- Plugin implementa funcionalidad para Paramics
- Basado en VEINS

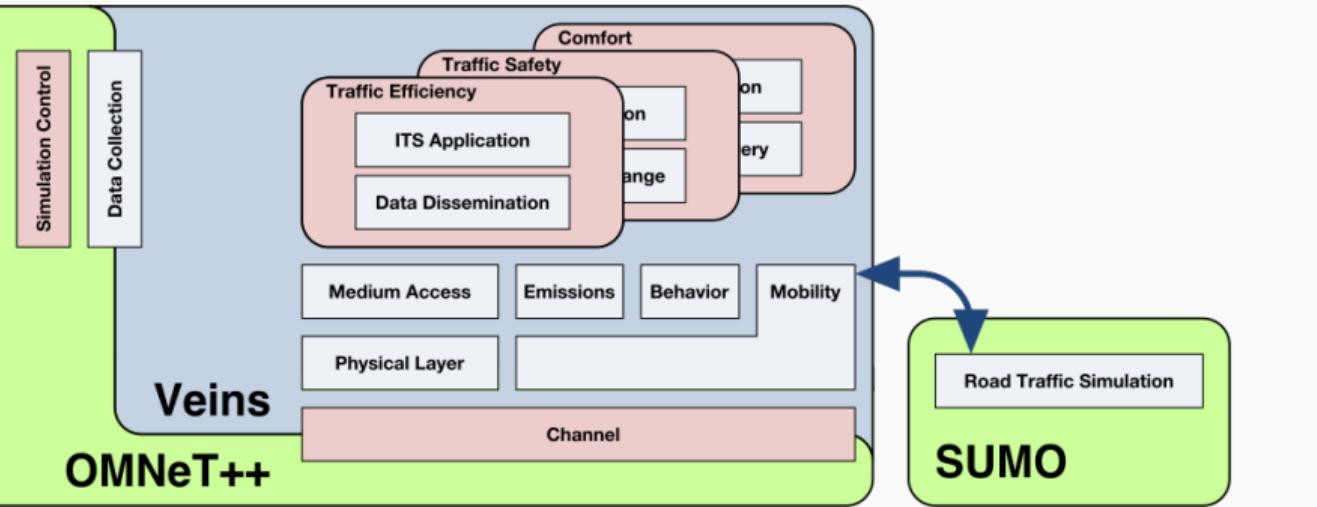
# Por qué VEINS?



2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Diseño e Implementación



# Por qué VEINS?



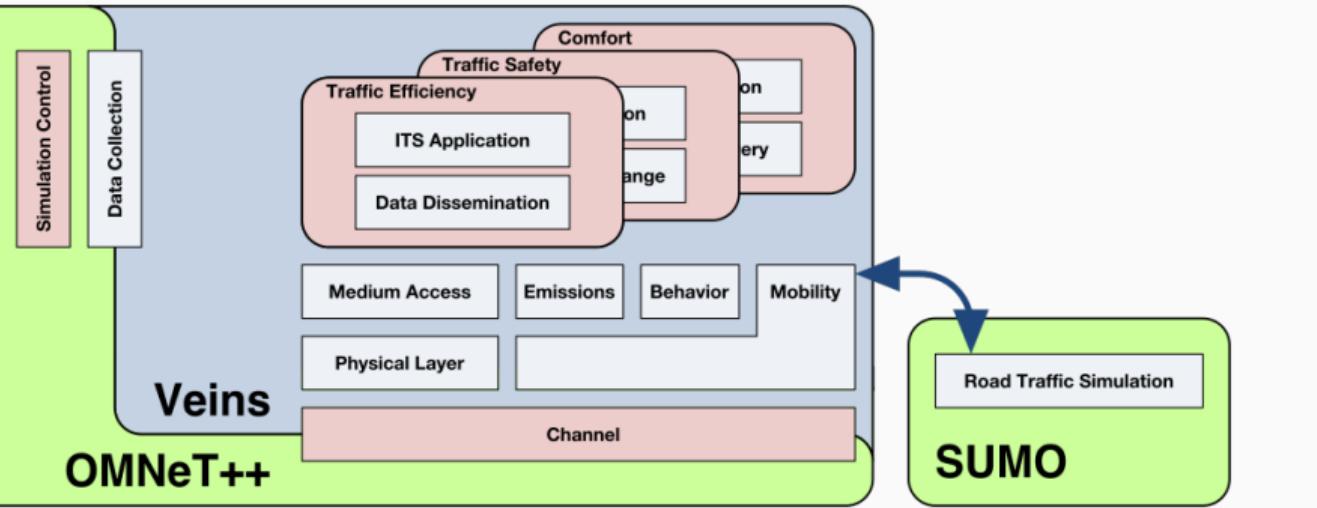
- Mayoritariamente FOSS

2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Diseño e Implementación



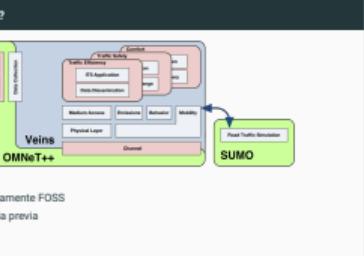
- Mayoritariamente FOSS

# Por qué VEINS?

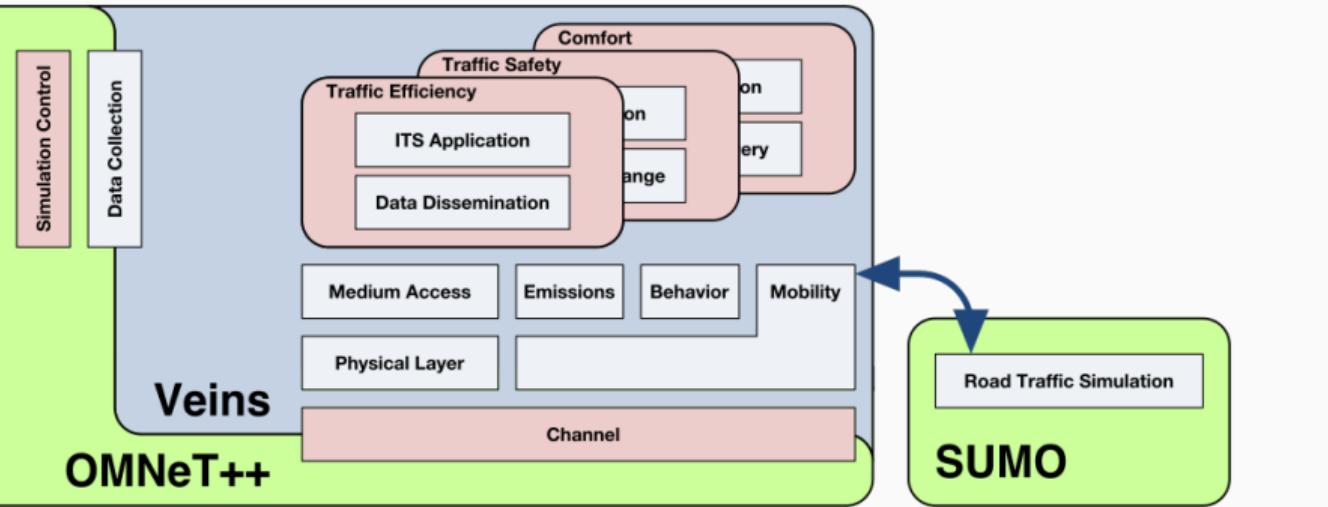


- Mayoritariamente FOSS
- Experiencia previa

2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Diseño e Implementación



## Por qué VEINS?



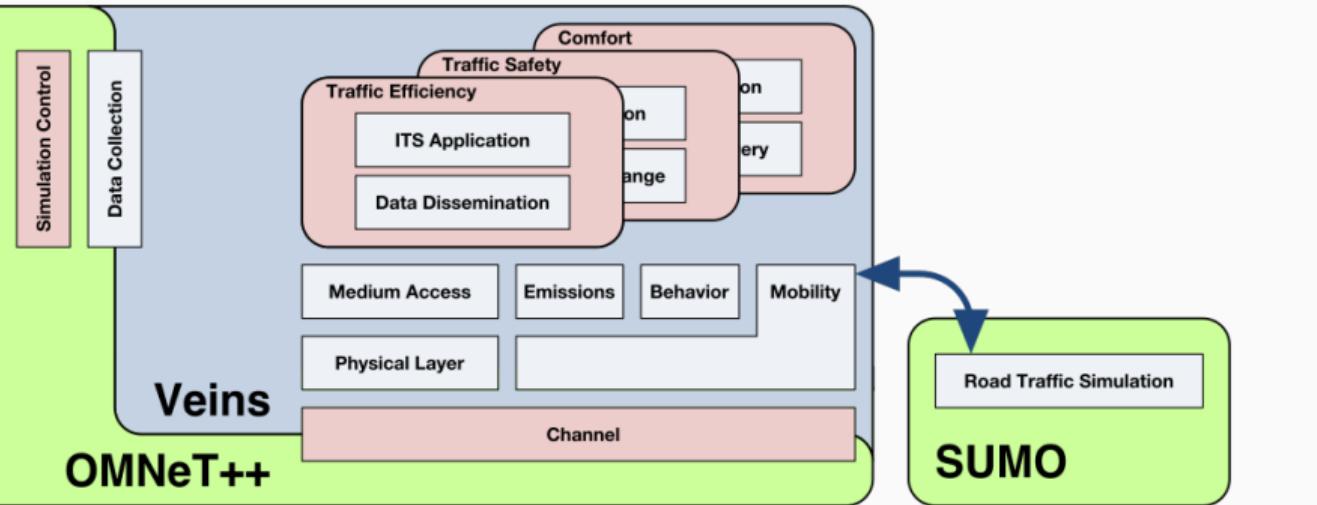
- Mayoritariamente FOSS
- Experiencia previa

- Diseño Modular

2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Diseño e Implementación



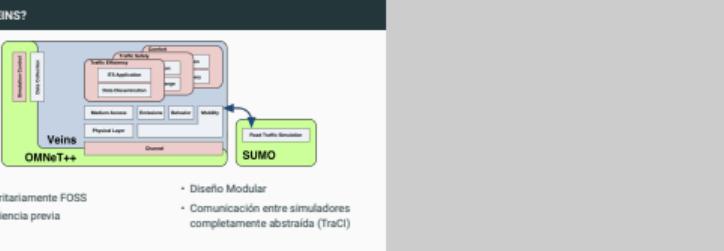
# Por qué VEINS?



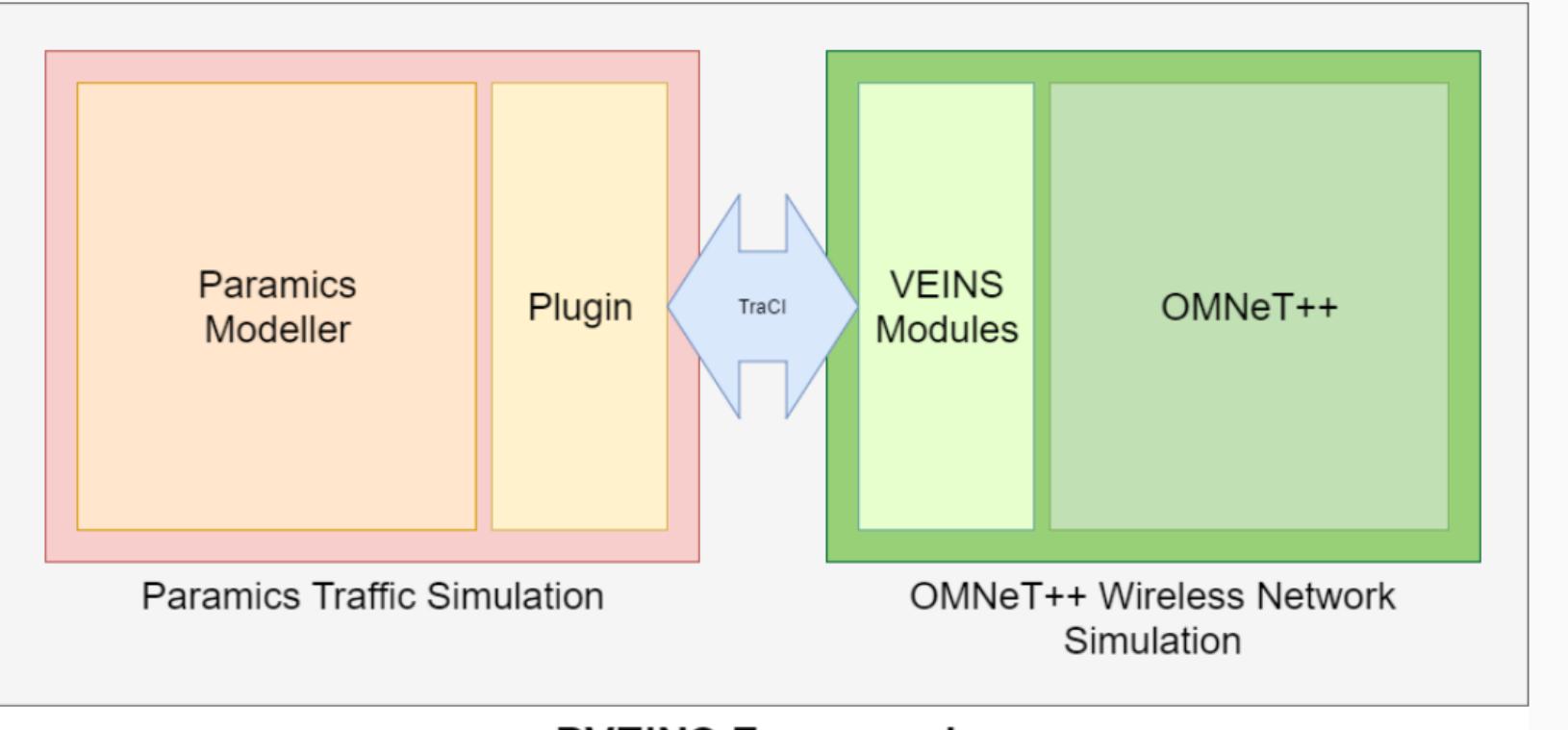
- Mayoritariamente FOSS
  - Experiencia previa
- Diseño Modular
  - Comunicación entre simuladores completamente abstraída (TraCI)

2017-08-09

Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Diseño e Implementación



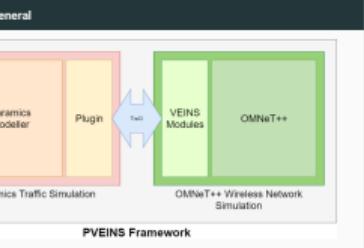
# Arquitectura General



2017-08-09

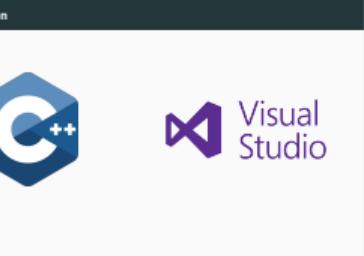
Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics

└ Diseño e Implementación

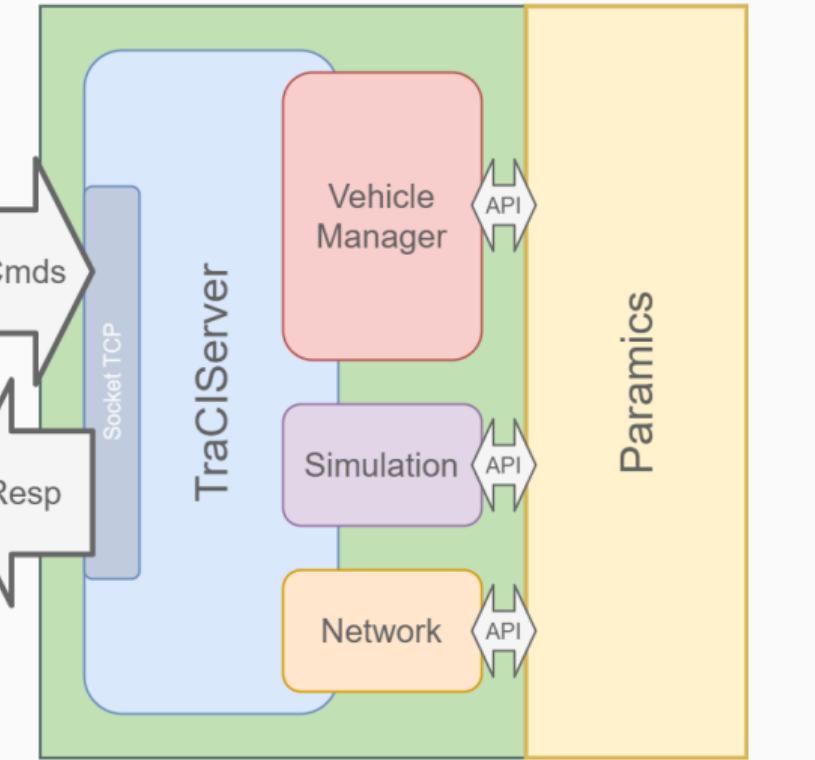




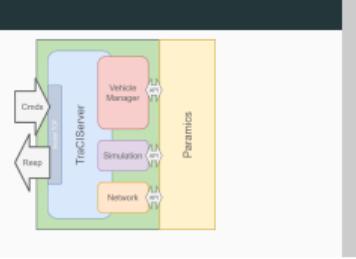
2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework  
                      Integrado para la Simulación de Sistemas  
                      Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
                      └ Diseño e Implementación



# Implementación



2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Diseño e Implementación



# Paso de Simulación

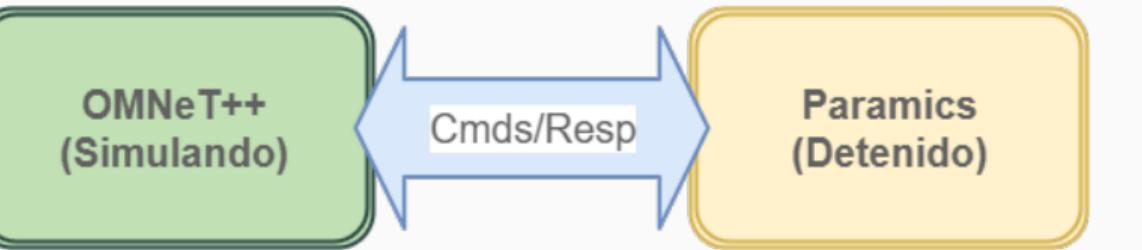
OMNeT++  
(Iniciando)

Paramics  
(Detenido)

2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Diseño e Implementación



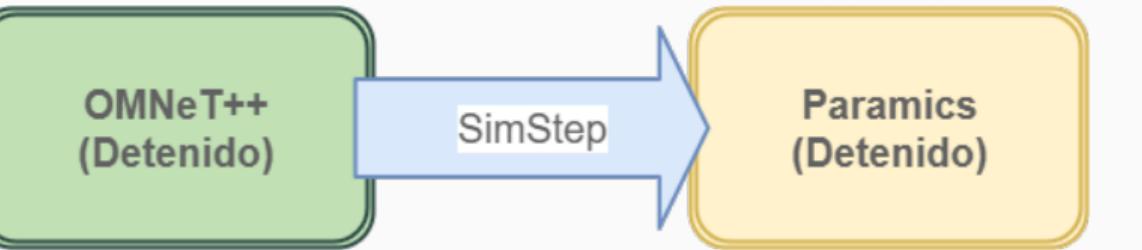
# Paso de Simulación



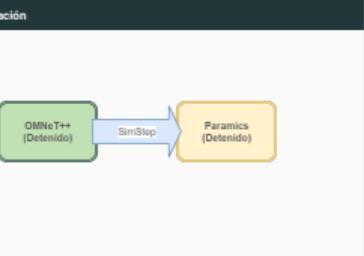
2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Diseño e Implementación



# Paso de Simulación



2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Diseño e Implementación



# Paso de Simulación

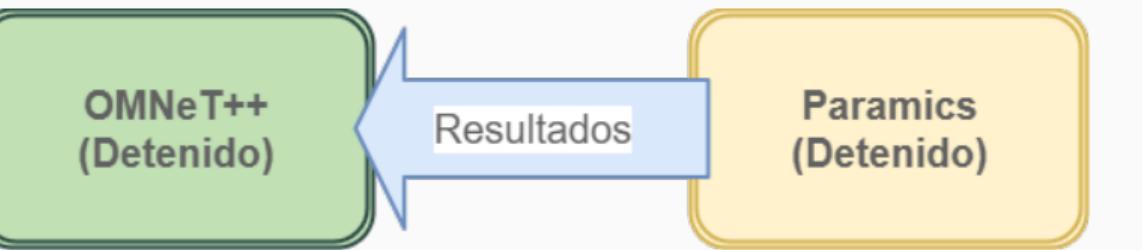
OMNeT++  
(Detenido)

Paramics  
(Simulando)

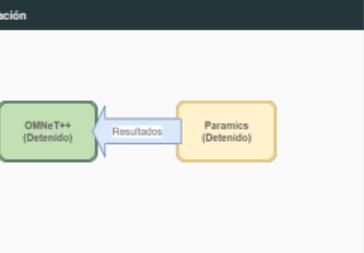
2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Diseño e Implementación



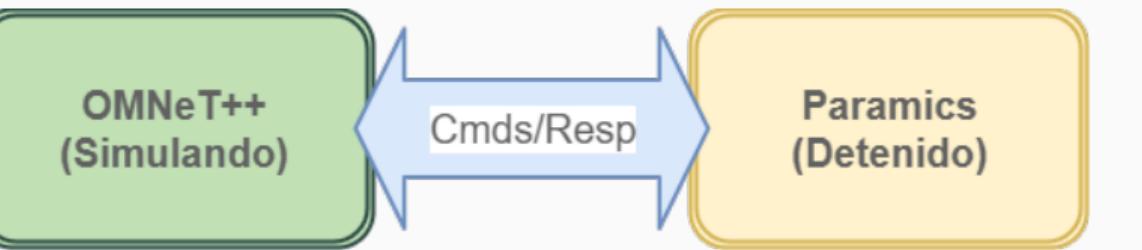
# Paso de Simulación



2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Diseño e Implementación



# Paso de Simulación



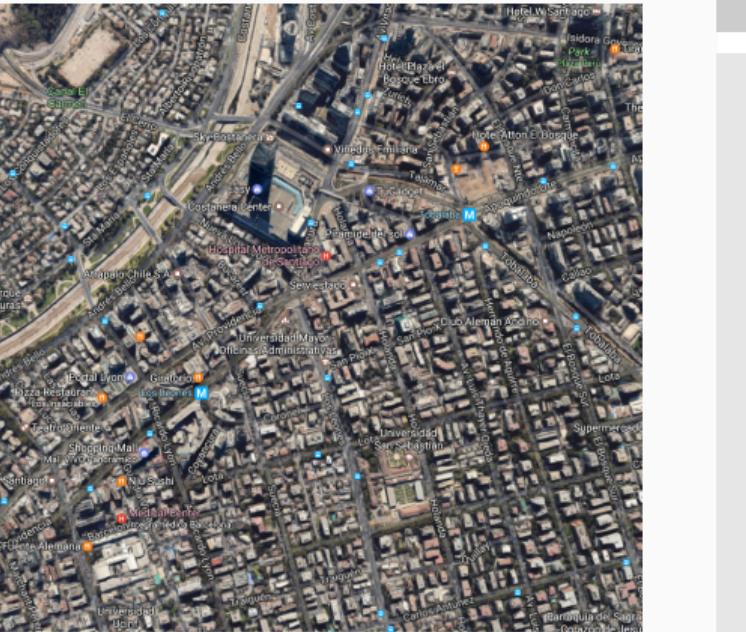
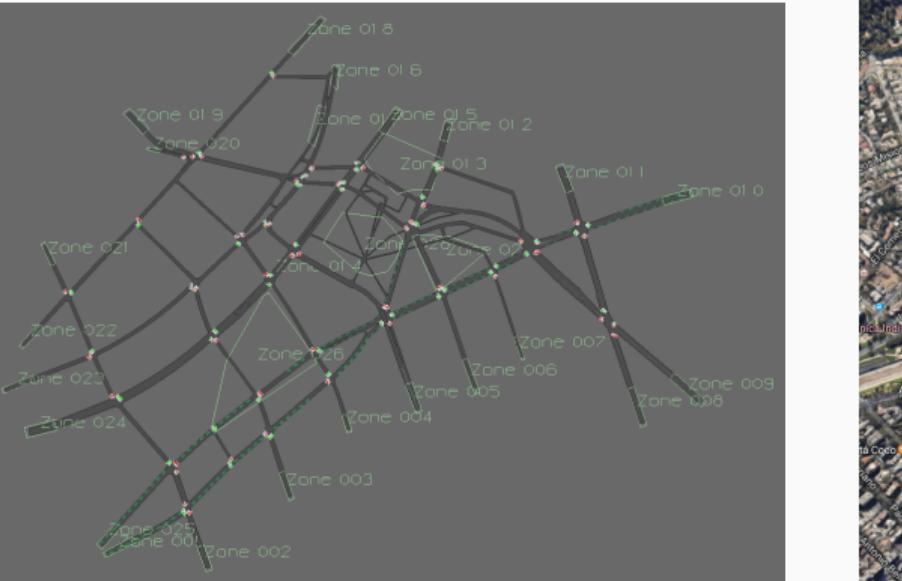
2017-08-09 Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Diseño e Implementación



## Validación y Resultados

---

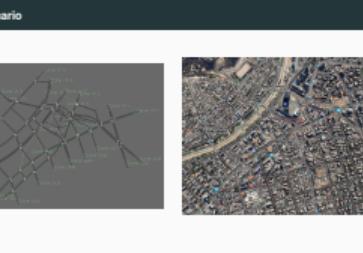
## El Escenario



# Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics

## └ Validación y Resultados

Inter  
Inter



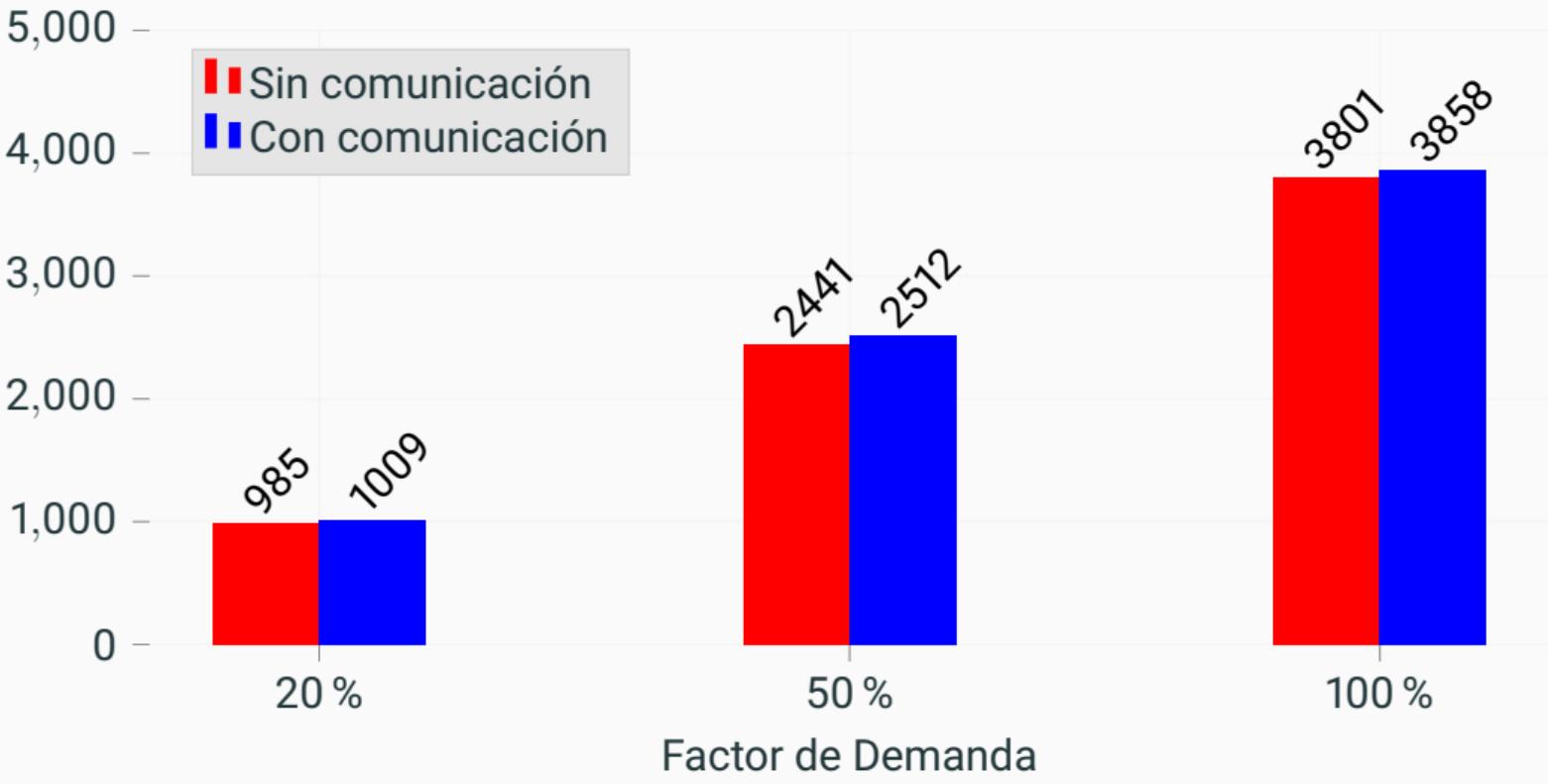
**Demo**

Diseño e Implementación de un Framework  
Integrado para la Simulación de Sistemas  
Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y  
Paramics  
└ Validación y Resultados

Demo

2017-00

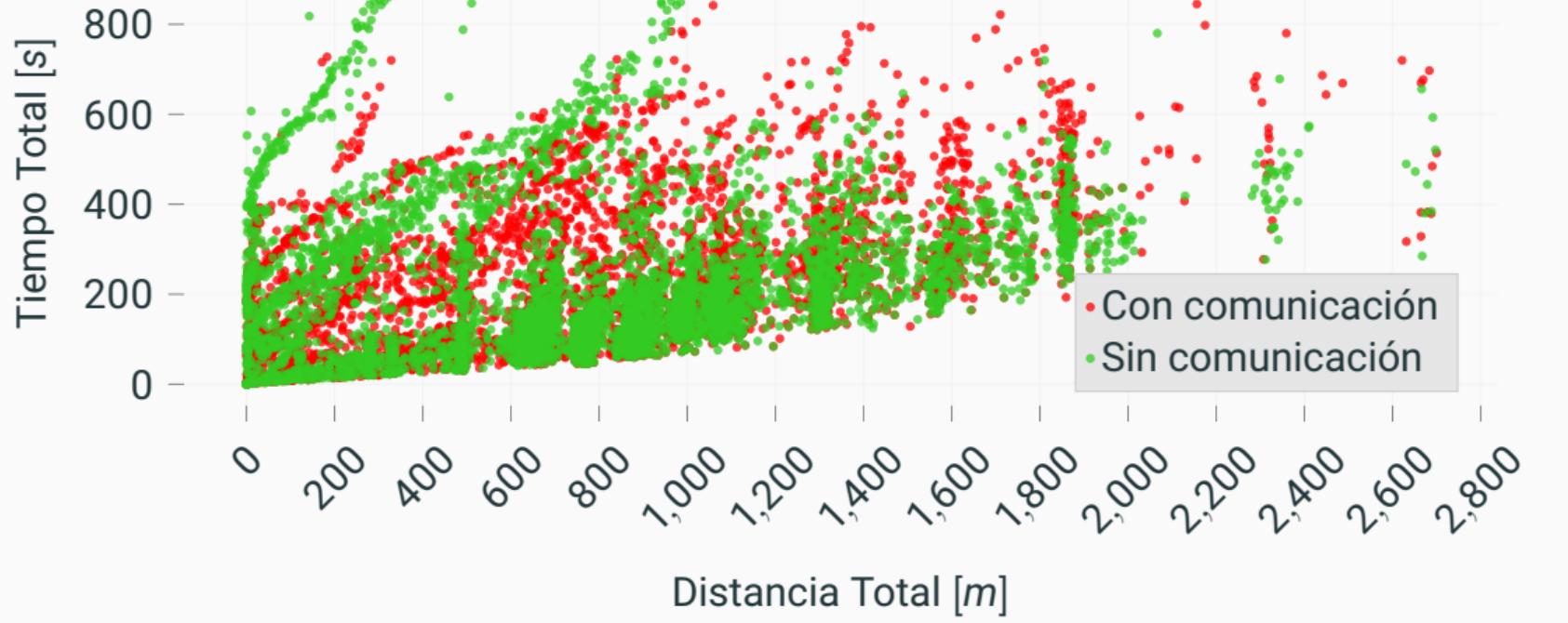
## Resultados: Nro. Vehículos que alcanzaron destino



2017-08-09  
Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Validación y Resultados



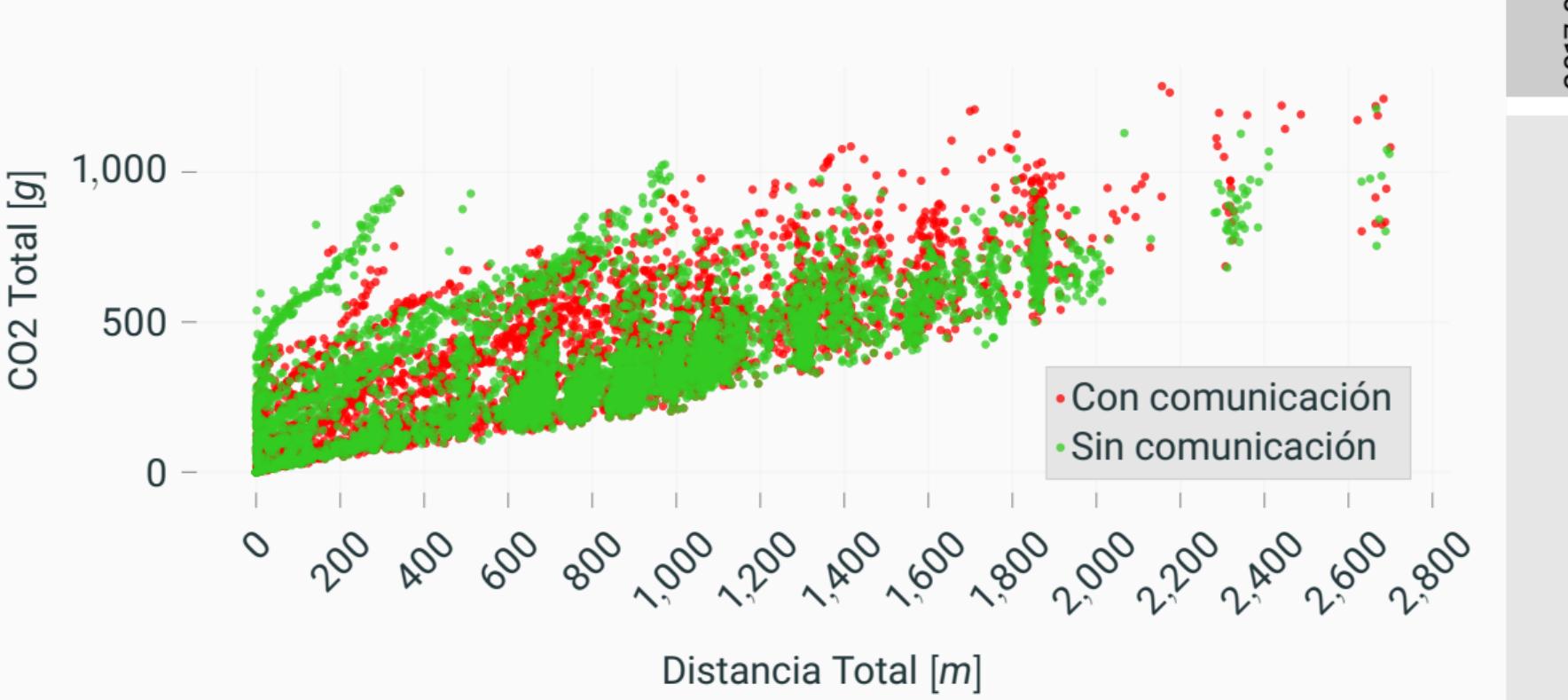
## Resultados: Distancia vs Tiempo



2017-08-09  
Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Validación y Resultados

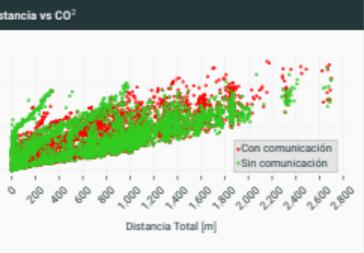


## Resultados: Distancia vs CO<sup>2</sup>

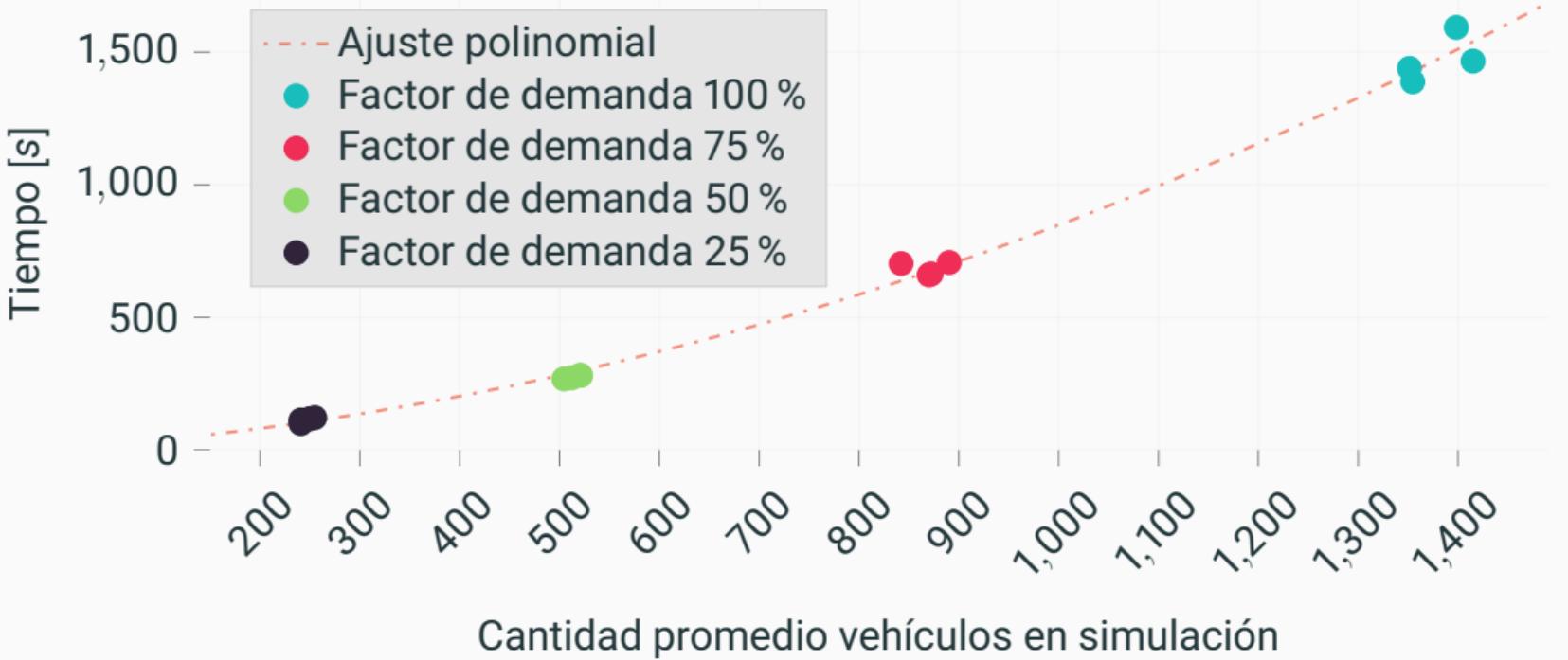


2017-08-09

Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Validación y Resultados



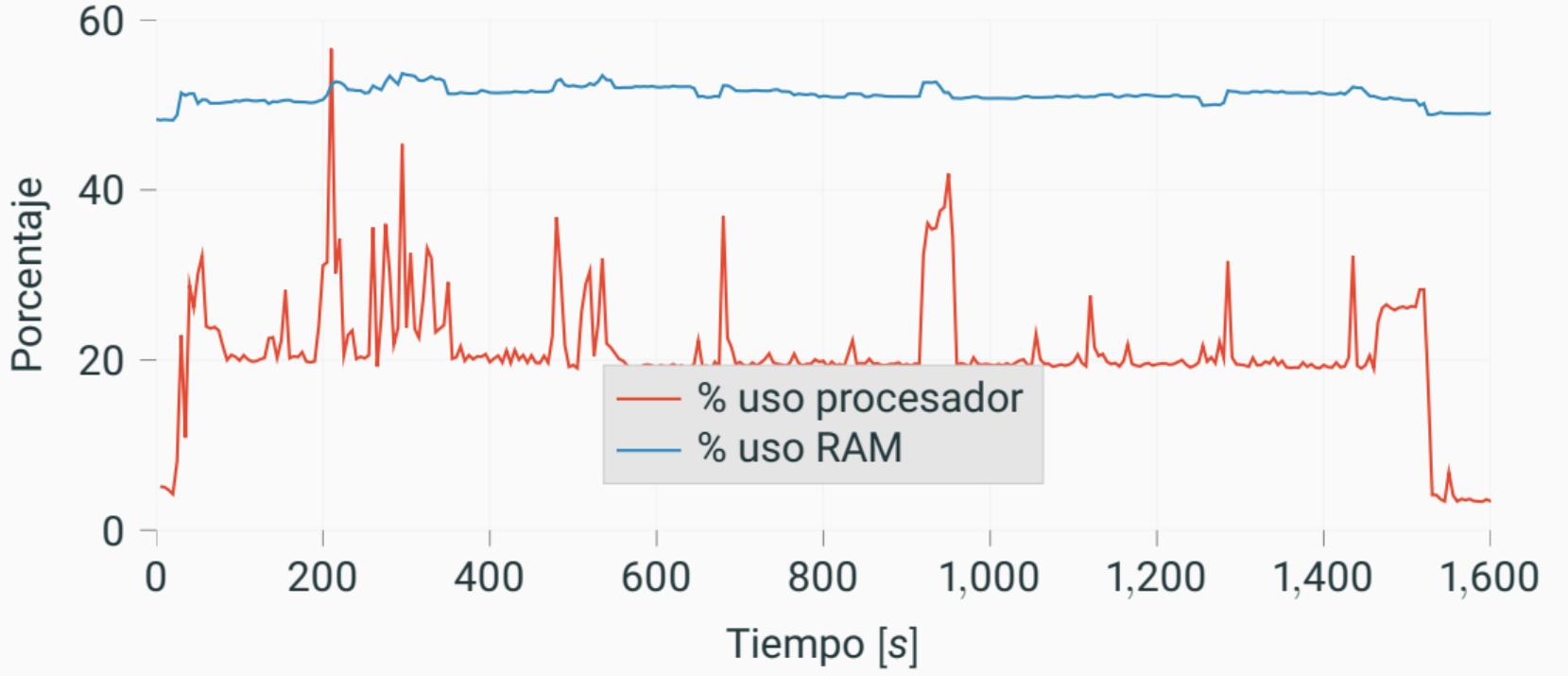
## Resultados: Duración de la Simulación



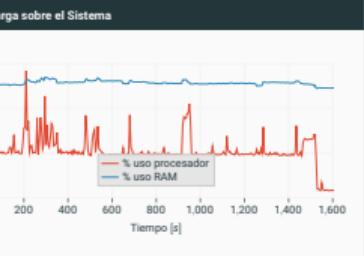
2017-08-09  
Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Validación y Resultados



## Resultados: Carga sobre el Sistema



2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Validación y Resultados



## Conclusiones

---



# Cumplimiento de Objetivos

2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Conclusiones

# Cumplimiento de Objetivos

Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Conclusiones

2017-08-09

- ① Establecer el estado del arte;



Cumplimiento de Objetivos

① Establecer el estado del arte;



# Cumplimiento de Objetivos

- ① Establecer el estado del arte; ✓
- ② Identificar una solución viable; ✓

Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Conclusiones

2017-08-09

Cumplimiento de Objetivos

- ① Establecer el estado del arte;
- ② Identificar una solución viable;



# Cumplimiento de Objetivos

- ① Establecer el estado del arte; ✓
- ② Identificar una solución viable; ✓
- ③ Diseñar la solución; ✓

Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Conclusiones

2017-08-09

Cumplimiento de Objetivos

- ① Establecer el estado del arte; ✓
- ② Identificar una solución viable; ✓
- ③ Diseñar la solución; ✓

# Cumplimiento de Objetivos

- ① Establecer el estado del arte; ✓
- ② Identificar una solución viable; ✓
- ③ Diseñar la solución; ✓
- ④ Implementar el mecanismo; ✓

Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Conclusiones

2017-08-09

Cumplimiento de Objetivos

- ① Establecer el estado del arte; ✓
- ② Identificar una solución viable; ✓
- ③ Diseñar la solución; ✓
- ④ Implementar el mecanismo; ✓

# Cumplimiento de Objetivos

- ① Establecer el estado del arte; ✓
- ② Identificar una solución viable; ✓
- ③ Diseñar la solución; ✓
- ④ Implementar el mecanismo; ✓
- ⑤ Validar su funcionamiento. ✓

Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Conclusiones

2017-08-09

Cumplimiento de Objetivos

- ① Establecer el estado del arte; ✓
- ② Identificar una solución viable; ✓
- ③ Diseñar la solución; ✓
- ④ Implementar el mecanismo; ✓
- ⑤ Validar su funcionamiento. ✓

**Gracias!**

Diseño e Implementación de un Framework  
Integrado para la Simulación de Sistemas  
Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y  
Paramics  
└ Conclusiones

2017-09-00

Gracias!

## Referencias i

-  (Jun. de 2017). European Telecommunication Standards Institute, dirección:  
<http://www.etsi.org/>.
-  A. Grzybek, M. Seredyński, G. Danoy y P. Bouvry, «Aspects and trends in realistic VANET simulations», en *2012 IEEE International Symposium on a World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM)*, jun. de 2012, págs. 1-6. doi: 10.1109/WoWMoM.2012.6263793.
-  S. Y. Wang y C. C. Lin, «NCTUns 6.0: A Simulator for Advanced Wireless Vehicular Network Research», en *2010 IEEE 71st Vehicular Technology Conference*, mayo de 2010, págs. 1-2. doi: 10.1109/VETECS.2010.5494212.

2017-08-09

## Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics

### └ Conclusiones

## Referencias i

-  (Jun. de 2017). European Telecommunication Standards Institute, dirección:  
<http://www.etsi.org/>.
-  A. Grzybek, M. Seredyński, G. Danoy y P. Bouvry, «Aspects and trends in realistic VANET simulations», en *2012 IEEE International Symposium on a World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM)*, jun. de 2012, págs. 1-6. doi: 10.1109/WoWMoM.2012.6263793.
-  S. Y. Wang y C. C. Lin, «NCTUns 6.0: A Simulator for Advanced Wireless Vehicular Network Research», en *2010 IEEE 71st Vehicular Technology Conference*, mayo de 2010, págs. 1-2. doi: 10.1109/VETECS.2010.5494212.

## Referencias ii

-  M. Piorkowski, M. Raya, A. L. Lugo, P. Papadimitratos, M. Grossglauser y J.-P. Hubaux, «TraNS: realistic joint traffic and network simulator for VANETs», *ACM SIGMOBILE mobile computing and communications review*, vol. 12, n.º 1, págs. 31-33, 2008.
-  C. Sommer, R. German y F. Dressler, «Bidirectionally Coupled Network and Road Traffic Simulation for Improved IVC Analysis», *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol. 10, n.º 1, págs. 3-15, ene. de 2011, ISSN: 1536-1233. doi: 10.1109/TMC.2010.133.
-  *Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport*, 2010 O.J. L 207/1, European Parliament, 2010.

## 2017-08-09 Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics └ Conclusiones

### Referencias ii

-  M. Piorkowski, M. Raya, A. L. Lugo, P. Papadimitratos, M. Grossglauser y J.-P. Hubaux, «TraNS: realistic joint traffic and network simulator for VANETs», *ACM SIGMOBILE mobile computing and communications review*, vol. 12, n.º 1, págs. 31-33, 2008.
-  C. Sommer, R. German y F. Dressler, «Bidirectionally Coupled Network and Road Traffic Simulation for Improved IVC Analysis», *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol. 10, n.º 1, págs. 3-15, ene. de 2011, ISSN: 1536-1233. doi: 10.1109/TMC.2010.133.
-  *Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport*, 2010 O.J. L 207/1, European Parliament, 2010.

## Referencias iii

 M. M. Mubasher y J. S. W. ul Qounain, «Systematic literature review of vehicular traffic flow simulators», en *2015 International Conference on Open Source Software Computing (OSSCOM)*, sep. de 2015, págs. 1-6. doi: [10.1109/OSSCOM.2015.7372687](https://doi.org/10.1109/OSSCOM.2015.7372687).

 C. Sommer y F. Dressler, «Progressing toward realistic mobility models in VANET simulations», *IEEE Communications Magazine*, vol. 46, n.º 11, págs. 132-137, nov. de 2008, issn: 0163-6804. doi: [10.1109/MCOM.2008.4689256](https://doi.org/10.1109/MCOM.2008.4689256).

## 2017-08-09 Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics └ Conclusiones

### Referencias iii

-  M. M. Mubasher y J. S. W. ul Qounain, «Systematic literature review of vehicular traffic flow simulators», en *2015 International Conference on Open Source Software Computing (OSSCOM)*, sep. de 2015, págs. 1-6. doi: [10.1109/OSSCOM.2015.7372687](https://doi.org/10.1109/OSSCOM.2015.7372687).
-  C. Sommer y F. Dressler, «Progressing toward realistic mobility models in VANET simulations», *IEEE Communications Magazine*, vol. 46, n.º 11, págs. 132-137, nov. de 2008, issn: 0163-6804. doi: [10.1109/MCOM.2008.4689256](https://doi.org/10.1109/MCOM.2008.4689256).

## Referencias iv

 A. Wegener, M. Piórkowski Michałand Raya, H. Hellbrück, S. Fischer y J.-P. Hubaux, «TraCI: An Interface for Coupling Road Traffic and Network Simulators», en *Proceedings of the 11th Communications and Networking Simulation Symposium*, ép. CNS '08, Ottawa, Canada: ACM, 2008, págs. 155-163, ISBN: 1-56555-318-7. DOI: 10.1145/1400713.1400740. dirección: <http://doi.acm.org/10.1145/1400713.1400740>.

2017-08-09 Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Conclusiones

Referencias iv

 A. Wegener, M. Piórkowski Michałand Raya, H. Hellbrück, S. Fischer y J.-P. Hubaux, «TraCI: An Interface for Coupling Road Traffic and Network Simulators», en *Proceedings of the 11th Communications and Networking Simulation Symposium*, ép. CNS '08, Ottawa, Canada: ACM, 2008, págs. 155-163, ISBN: 1-56555-318-7. DOI: 10.1145/1400713.1400740. dirección: <http://doi.acm.org/10.1145/1400713.1400740>.

*"Intelligent Transport Systems' or 'ITS' means systems in which information and communication technologies are applied in the field of road transport, including infrastructure, vehicles and users, and in traffic management and mobility management, as well as for interfaces with other modes of transport"*<sup>1</sup>

***"Intelligent Transport Systems' or 'ITS' means systems in which information and communication technologies are applied in the field of road transport, including infrastructure, vehicles and users, and in traffic management and mobility management, as well as for interfaces with other modes of transport"*<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup>*Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport [6]*

2017-08-09

# Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics

## └ Conclusiones

*"Intelligent Transport Systems' or 'ITS' means systems in which information and communication technologies are applied in the field of road transport, including infrastructure, vehicles and users, and in traffic management and mobility management, as well as for interfaces with other modes of transport"*<sup>1</sup>

*"Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport [6]*

## Simuladores de Transporte: Comunicaciones vs Transporte

<i>Simulator Name</i>	<i>Number of Occurrences in Literature</i>	<i>License Type</i>
VISSIM	15	Commercial Software
PARAMICS	12	Commercial Software
CORSIM	10	FOSS
AIMSUN	9	Commercial Software
SUMO	5	FOSS

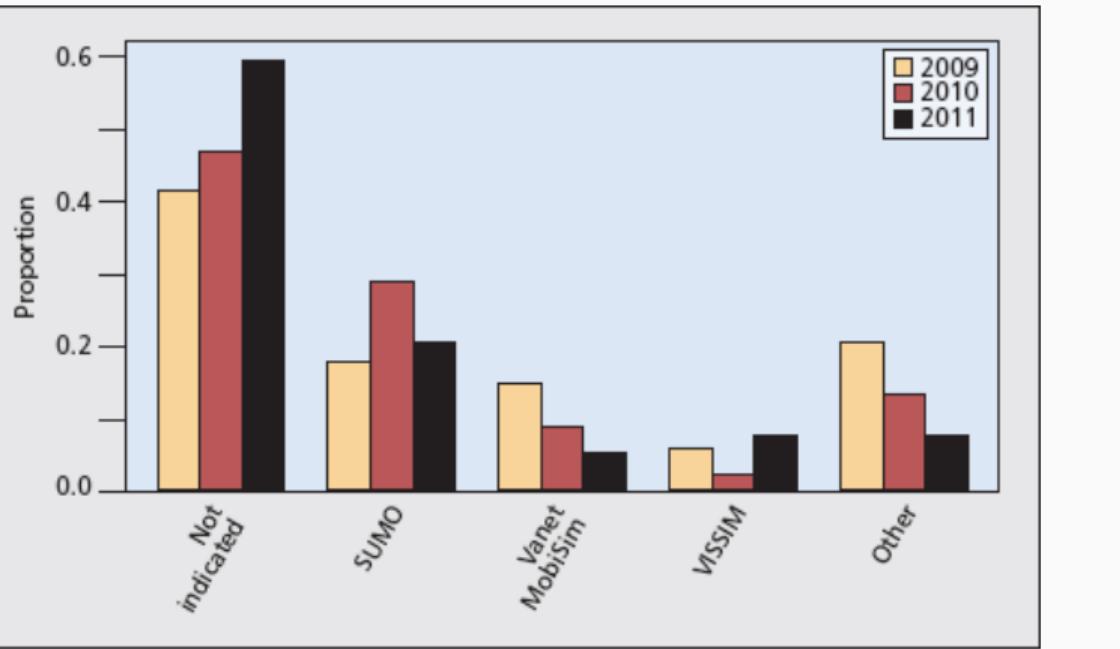
**Figura 3:** Simuladores de transporte utilizados en el área de transportes  
(Mubasher et al. [7])

2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Conclusiones

Simuladores de Transporte: Comunicaciones vs Transporte		
<i>Simulator Name</i>	<i>Number of Occurrences in Literature</i>	<i>License Type</i>
VISSIM	15	Commercial Software
PARAMICS	12	Commercial Software
CORSIM	10	FOSS
AIMSUN	9	Commercial Software
SUMO	5	FOSS

Figura 3: Simuladores de transporte utilizados en el área de transportes  
(Mubasher et al. [7])

## Simuladores de Transporte: Comunicaciones vs Transporte



**Figura 4:** Simuladores de transporte utilizados en el área de comunicaciones  
(Sommer et al. [8])

2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Conclusiones

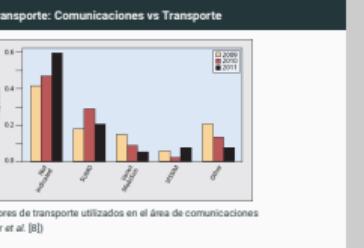


Figura 4: Simuladores de transporte utilizados en el área de comunicaciones  
(Sommer et al. [8])

# TraCI

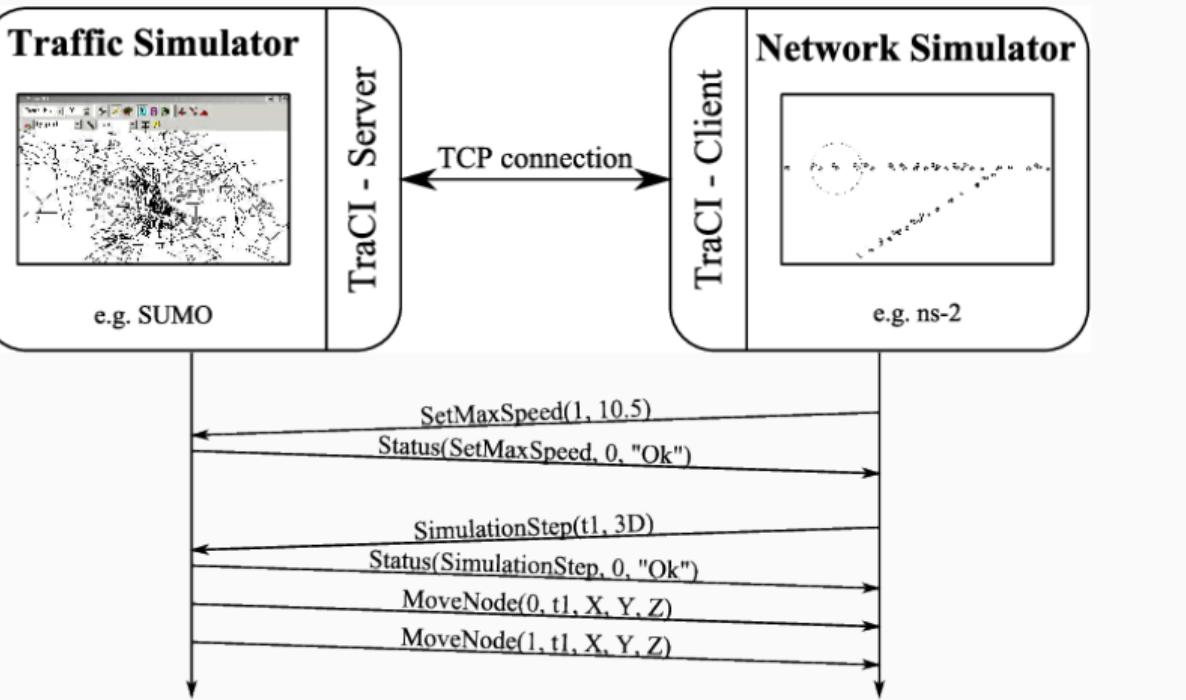


Figura 5: Arquitectura general de TraCI - Traffic Control Interface (Wegener et al. [9])

2017-08-09      Diseño e Implementación de un Framework Integrado para la Simulación de Sistemas Inteligentes de Transporte en OMNeT++ y Paramics  
└ Conclusiones

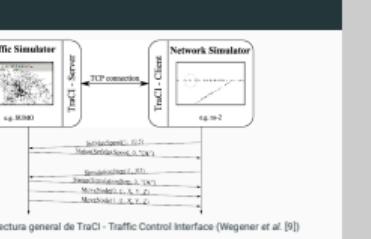


Figura 5: Arquitectura general de TraCI - Traffic Control Interface (Wegener et al. [9])