

# Title: Un estudio de modelos de desempeño para redes heterogéneas inalámbricas LTE-WiFi

**Author: HERNÁNDEZ-OCHOA, Martha María**

Editorial label ECORFAN: 607-8695  
BCONIMI Control Number: 2019-014  
BCONIMI Classification (2019): 050319-0014

Pages: 26  
RNA: 03-2010-032610115700-14

### ECORFAN-México, S.C.

143 – 50 Itzopan Street  
La Florida, Ecatepec Municipality  
Mexico State, 55120 Zipcode  
Phone: +52 1 55 6159 2296  
Skype: ecorfan-mexico.s.c.  
E-mail: contacto@ecorfan.org  
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

### Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

# Contenido

- Introducción de la problemática.
- Redes de comunicación.
- Métricas de desempeño en las redes Heterogéneas
- Modelado para redes de comunicación.
- Metodología Propuesta
- Direcciones futuras y retos de investigación.
- Conclusiones

# Introducción

3

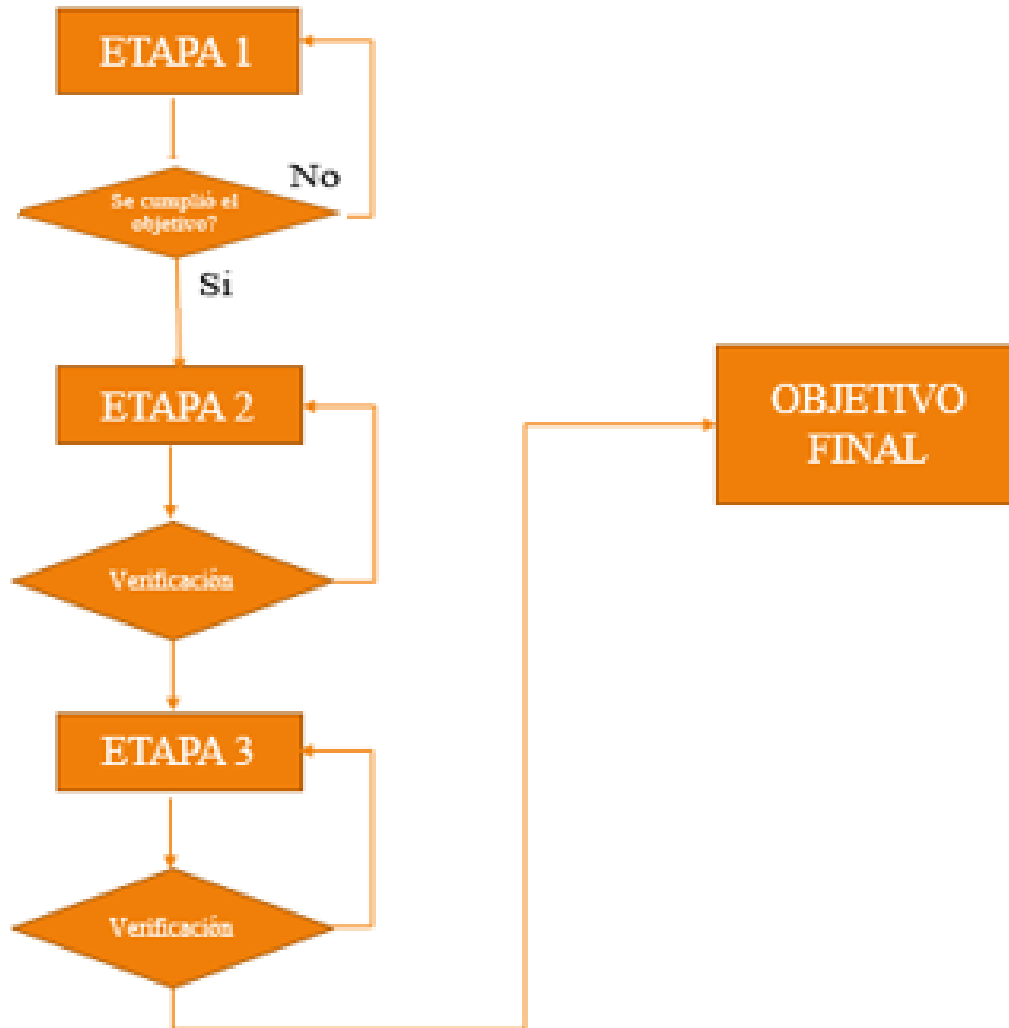
En la actualidad, la creciente demanda de información y la cantidad de usuarios conectados a las redes inalámbricas heterogéneas (en este caso nos enfocamos en LTE-WiFi) esta creciendo de forma exponencial.

Es muy importante disminuir la congestión de la red generada por esta demanda para tener un eficiente proceso de comunicación fin a fin.



# Etapas del proyecto

4



# Etapa del proyecto

- Etapa 1: Consiste en el estudio de los protocolos, métricas de desempeño, técnicas de modelado. Así como el estado del arte.
- Etapa 2: Desarrollar un modelo de desempeño fin a fin para la transmisión eficiente de información.
- Etapa 3: Considerar casos de estudios particulares para demostrar la funcionalidad de nuestra propuesta, comparando con resultados de simulación y resultados físicos de la red del CUNORTE.

# ETAPA 1

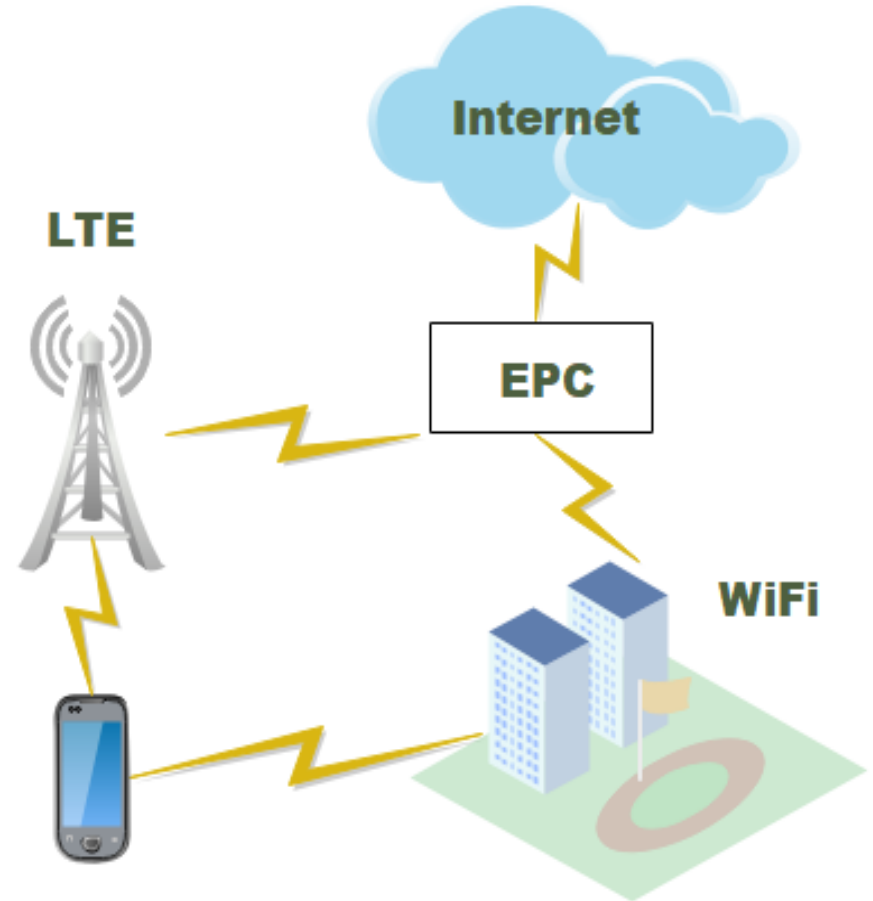
- EL objetivo principal de esta primera etapa de investigación es presentar el estado del arte de modelos de desempeño para redes inalámbricas heterogéneas LTE-WiFi y una clasificación de métricas de desempeño claves para el análisis del comportamiento en estas redes.
- Nosotros proponemos una metodología que será aplicada más adelante para este problema de investigación. Que incluirá el modelo de desempeño desarrollado en la etapa 2.

# Introducción

7

La red WiFi, en este caso es una red universitaria.

Nuestra motivación es que los estudiantes puedan tener una conexión eficiente, cuando ambas redes (LTE-WiFi) coexistan y exista una congestión en la red, en el momento que quieran hacer prácticas de laboratorio, actividades escolares, tareas, investigación, entre otros, dando prioridad a este tipo de actividades.



# Estado del Arte

Referencia	LTE	WiFi	LTE-WiFi	Métricas
Bianchi 2000		X		Rendimiento, Retardo
Duffy et al.		X		Probabilidad de colisión
Kumar 2017	X			Tasa de datos
Chaves 2013			X	Rendimiento
Baswade 2018			X	Desempeño



# Redes de Comunicación

# Sistema de Comunicación Básico

10

Haremos una analogía del sistema de comunicación básico para posteriormente ver un sistema de comunicación en las redes.

- Emisor
- Receptor
- Mensaje
- Medio de comunicación
- Protocolo

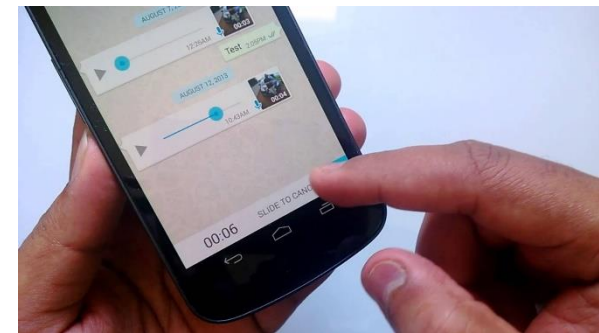
# Sistema de Comunicación en Redes

11

- Emisor o Receptor: celulares, tablets, cualquier dispositivo conectado.
- Mensaje: conjunto de bits.
- Medio de comunicación: cable, aire, fibra óptica...
- Protocolo: 802.11 (Redes Área Local como WiFi), 802.16 (Redes de Área metropolitana como WiMAX), Long Term Evolution (LTE, red de celulares)

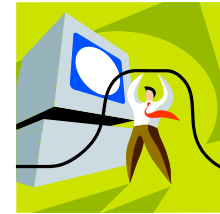
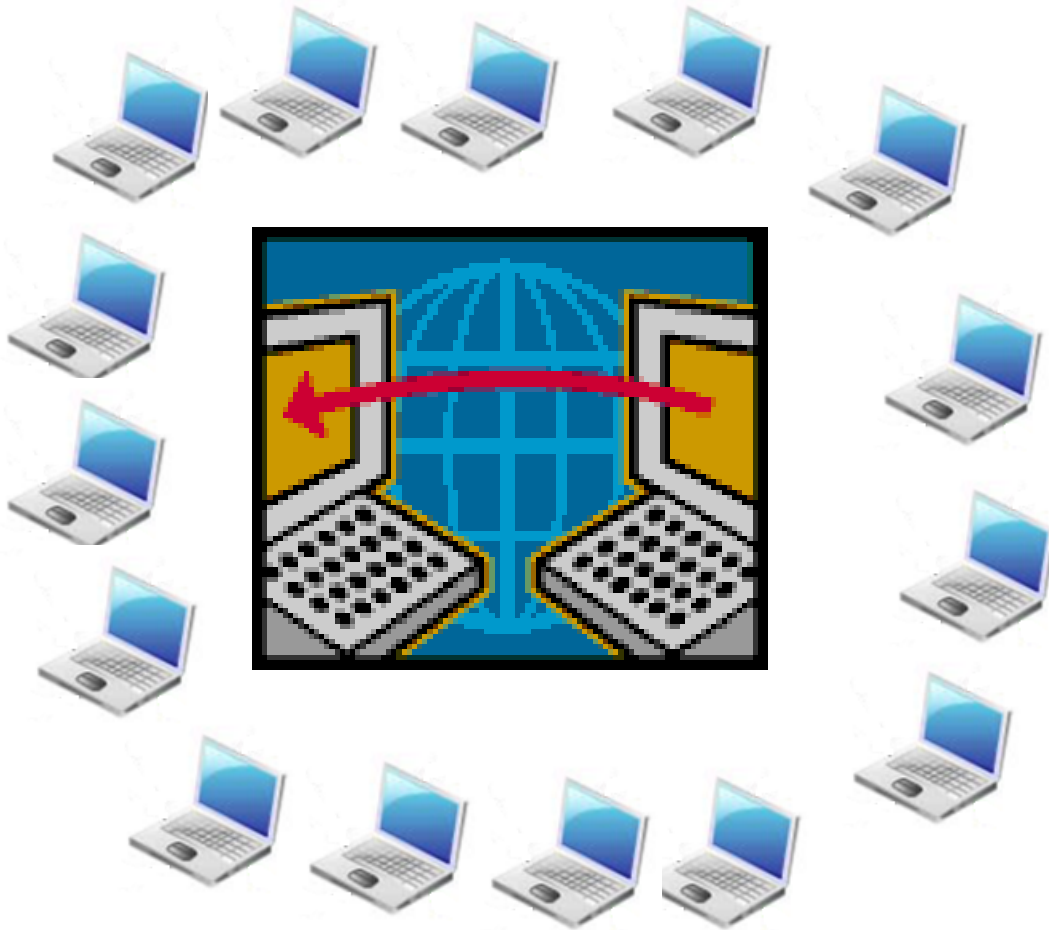
# Sistema de Comunicación Básico

12



# Sistema de Comunicación Básico

13



Wireless networks are constantly evolving...

# Algunos factores que Afectan el desempeño de a red

14

- ❑ Congestión de la Red: cuando hay más tráfico del que puede pasar.
- ❑ Retardo (Delay): tiempo que tarda un mensaje en llegar a su destino.
- ❑ Rendimiento (throughput): tasa de bits que llegaron de forma exitosa.
- ❑ Bit Error Rate: el número de bits erróneos dividido con el número total de bits transferidos en un intervalo de tiempo
- ❑ Tasa señal a ruido (Signal-to-noise ratio): la potencia de la señal respecto al ruido.

Tiempo que tarda en llegar un mensaje de [WhatsApp](#) del transmisor al receptor es lo que se conoce como retardo (delay).

Se envia:

Hola ¿Como estás? Ver cuanto tiempo tardo en llegar....

Pasa cuando se detiene un video de youtube



Se pueden preguntar no es tan importante que llegue un mensaje de whatsapp o que se detenga un video en youtube, puedo esperar, pero que pasa con lo siguiente....

# Que observamos?

16

- Imaginen el siguiente escenario el medico cirujano experto que se ve a un costado del robot bien pudiera cómodamente instalado en un hospital en New York mientras atiende a un paciente en Irak de una de las tantas guerras de los Estados Unidos que no sabe hacer.





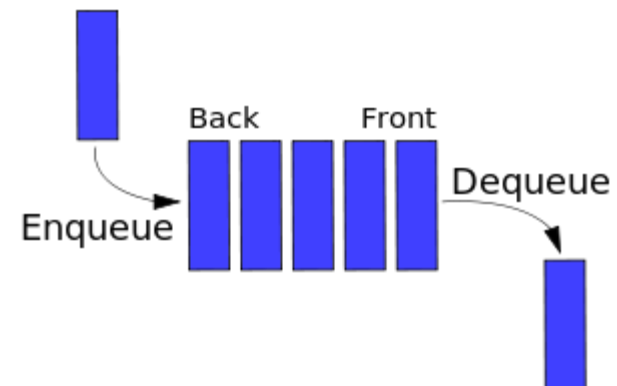
- Al enviar una instrucción esta se codifica en binario por lo tanto en paquetes según el protocolo utilizado, deben de llegar tal cual como fueron llegadas de manera prácticamente instantánea (tiempo real) si por alguna razón existe un retardo mayor o un error!

# Modelado para redes

18

- Modelos de encolamiento. Ejemplos: el numero de clientes en un banco, el numero de tareas que necesitan ser procesadas, la cantidad de mensajes en una red para ser enviados a su destino, etc. Principales características:

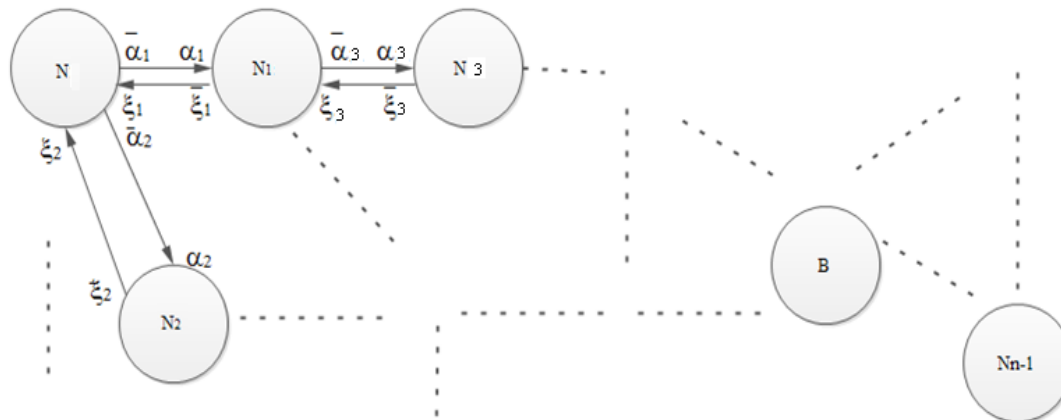
- \*Proceso de llegadas,
- \*Comportamiento de clientes,
- \*Tiempo de servicio,
- \*Disciplina de servicio (FIFO, LIFO, Random), etc.



# Modelado para redes

19

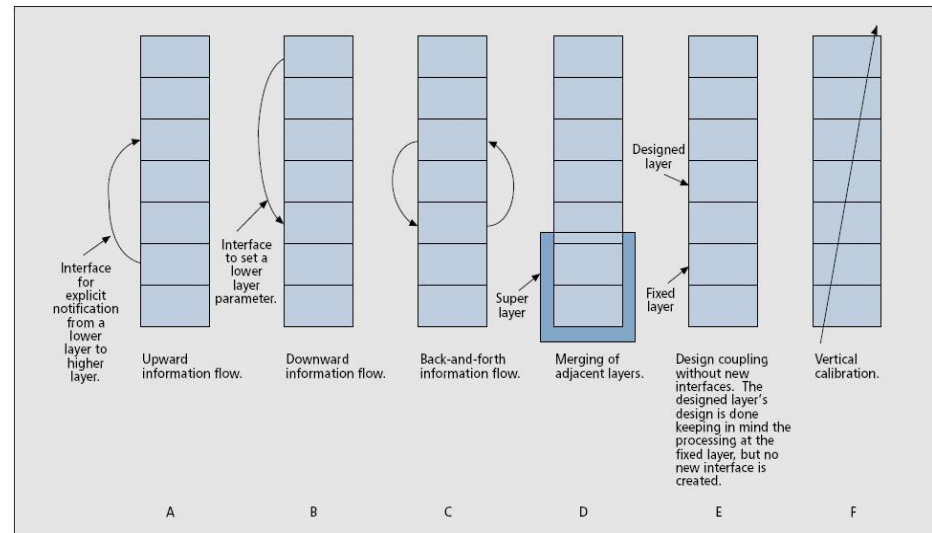
- Algebra de Procesos. Es definido por Fokkink como un framework matemático en el que el comportamiento del sistema se expresa en forma de términos algébricos. Hay trabajos donde modelan el proceso de comunicación fin a fin.



# Modelado para redes

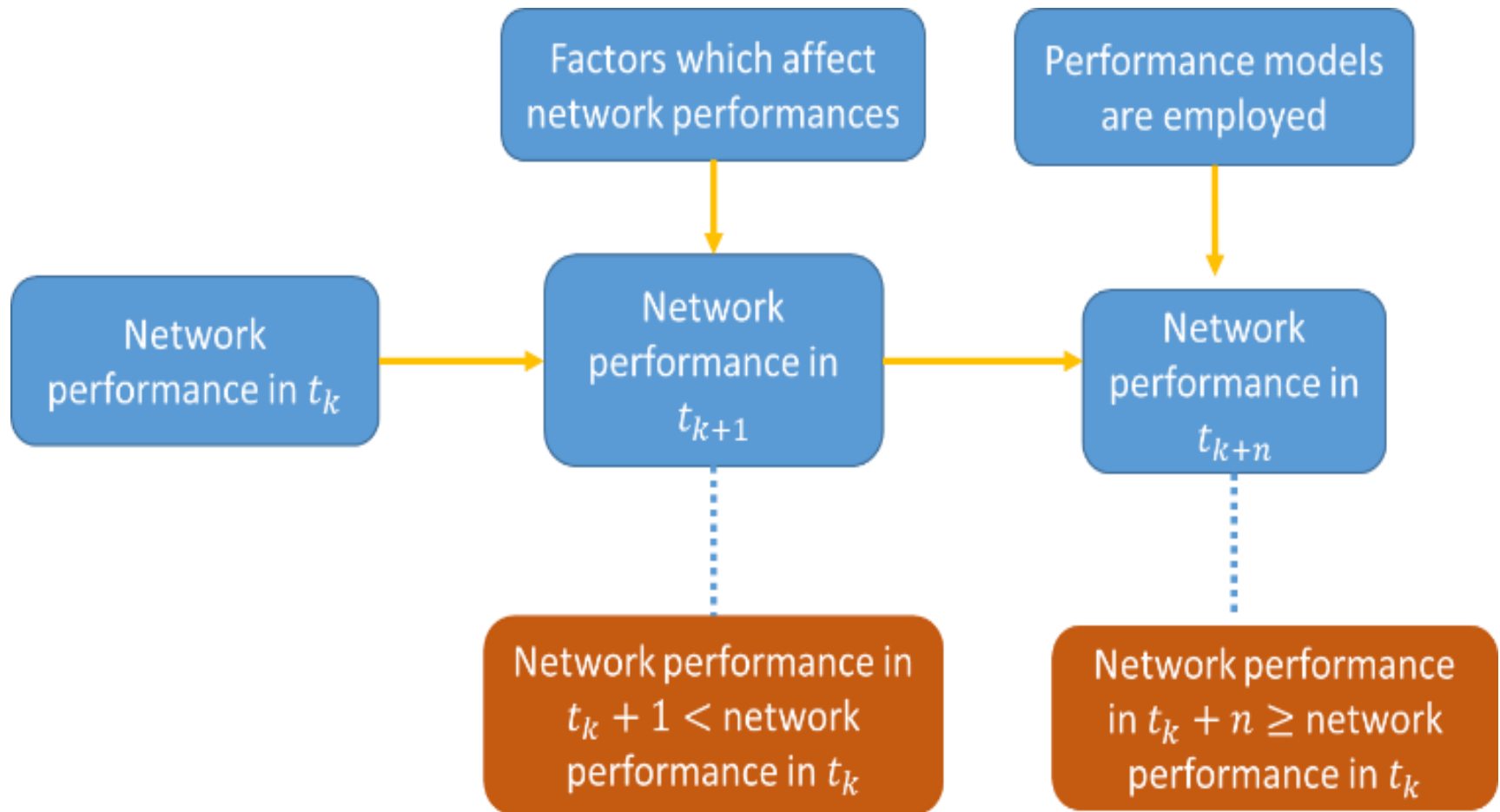
20

- Diseño por cruce de capas (CLD). Fusión de capas adyacentes, por ejemplo, la capa MAC puede intercambiar información a la capa de red o viceversa para mejorar el cálculo de la métrica de enrutamiento, o el rendimiento general de enrutamiento.



# Methodology

21



- Por ejemplo, cuando los estudiantes universitarios (ese es nuestro caso de estudio) pueden usar esta metodología, podrían tener un buen proceso de comunicación de extremo a extremo, aunque la coexistencia de LTE y WiFi.

- Además, con esta metodología, encontraremos métricas de rendimiento clave que afectan el comportamiento de la red.
- Nos preguntamos si existe una métrica que afecte más que otras métricas en el rendimiento de la red.

# CONCLUSIONES



# Conclusiones

- El comportamiento de las redes puede ser estudiado considerando las métricas de desempeño analizadas.
- Cuando todas esas métricas son consideradas se convierte en una investigación interesante.
- Presentamos una revisión de modelos de desempeño en el estado del arte de los protocolos LTE-WiFi, una clasificación de métricas claves y una metodología para el análisis de HetNets.

# Conclusiones

- Mostramos que algunos desafíos fundamentales son encontrar modelos de desempeño precisos y adecuados, así como métricas clave que dependerán del contexto y las necesidades de cada HetNet.
- Los resultados de investigación de la idea principal de nuestra metodología se publicarán en un futuro.

# References

- [1] H. A. Duran, M. Siller, M. Hernandez, C. Quevedo, V. Robles. "A Network QoS Framework for Real-time Event Systems in highly Mobile Ad-hoc Environments". Journal of Applied Research and Technology (JART), vol.12, no.3, Junio 2014.
- [2] M. Hernandez, M. Siller, J. Woods, and H. A. Duran, "A Performance Analysis Framework for WiFi/WiMAX Heterogeneous Metropolitan Networks Based on Cross-Layer Design", International Journal of Distributed Sensor Networks, vol. 2014, Article ID 750971, 16 pages, (<http://www.hindawi.com/journals/ijdsn/2014/750971/>), March 2014.
- [3] P. Han, R. Mu, and N. Cui, "Active and Dynamic Multi-sensor Information Fusion Method Based on Dynamic Bayesian Networks", Proceedings of the IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, vol. 12, no. 4, pp. 3076 - 3080, 2009.
- [4] J. Ali, and F. Jiancheng , "SINS/AN S/GPS Integration using Federated Kalman Filter Based on Optimized Information-Sharing Coefficients", AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference and Exhibit 2005-6452, pp.6028-6039 .
- [5] C. Naigang ,l. Pengxin, and M. Rongjun, "SINS/GPS/CNS Integrated Navigation Method Based on Microminiaturized Sensors ," AIAA Journal of Chinese Inertial Technology , vo1.16, no. I , pp. 68-72, 2008.
- [6] J. W. Cangussu, K. Cooper, C. Li, "A Control Theory Based Framework for Dynamic Adaptable Systems", In Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing, pp. 1546-1553, 2004.
- [7] J. Sarangapani, Wireless Ad Hoc and Sensor Networks: Protocols, Performance and Control. Missouri: CRC Press Taylor & Francis Group, 2007. ISBN0824726758
- [8] M. Levorato, O. Simeone, U. Mitra, M. Zorzi, "Cooperation and Coordination in Cognitive Networks with Packet Retransmission", IEEE Information Theory Workshop. ITW , pp. 495-499, 2009.



**ECORFAN®**

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCONIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/](http://www.ecorfan.org/) booklets)