

# Topología híbrida directa-indirecta y encaminamiento determinista con reducción de HoL-blocking para Data Centers

**Autor:** Roberto Peñaranda Cebrian.  
Doctorando en el programa R.D. 1393/2007.

**Directores:** Juan Pedro López Rodríguez  
M<sup>a</sup> Engracia Gómez Requena

**Colaborador:** Crispín Gómez Requena  
José Francisco Duato Marín

## 1. Objetivo

-Desarrollo de una **nueva familia de topologías**, K-ary N-direct S-indirect (KNS), para redes de interconexión:

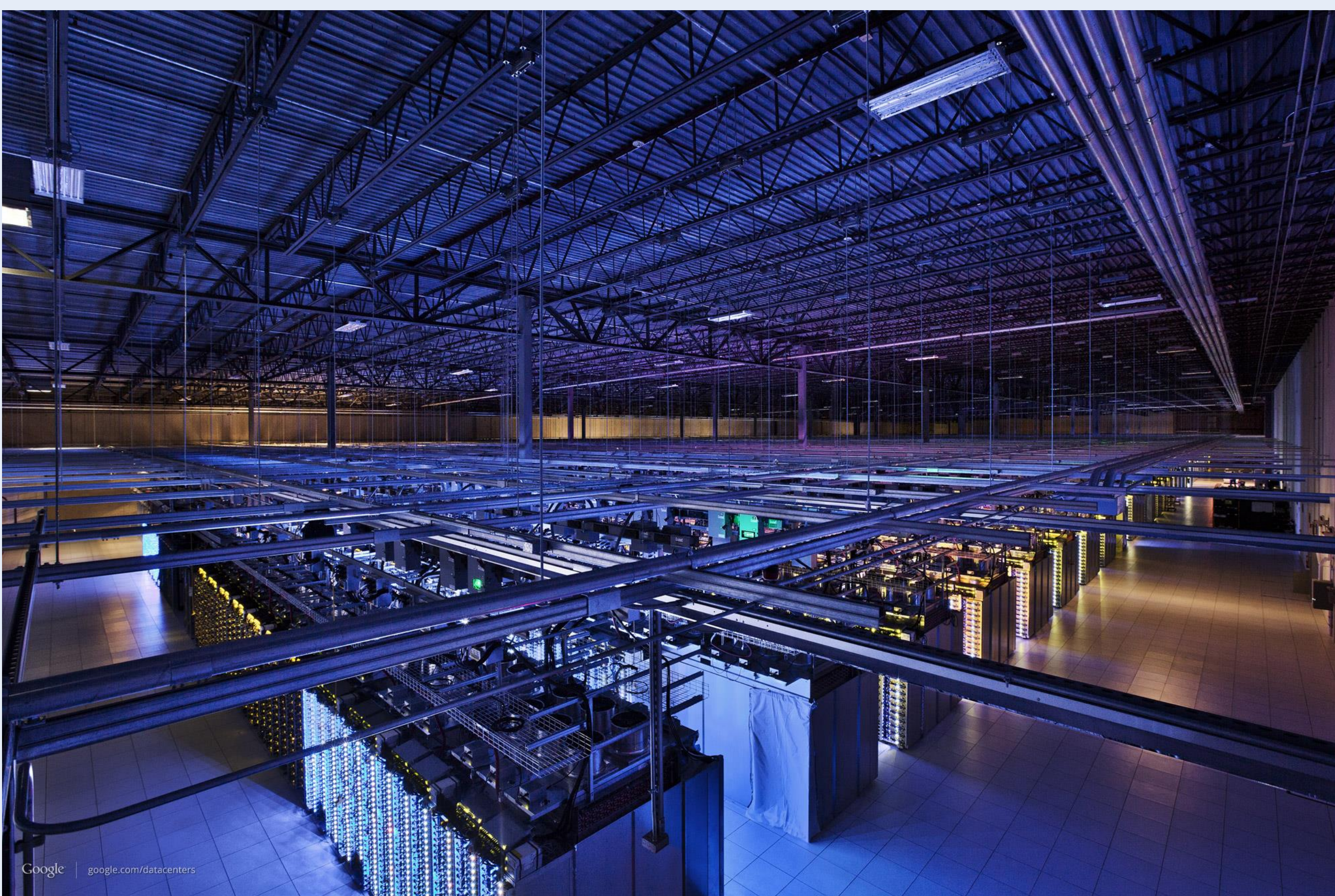
- Para Data Centers de **gran tamaño**.
- Buena relación **coste/prestaciones**.
- **Complejidad aceptable**.
- Proporcionando **tolerancia a fallos**.
- Empleando técnicas de **encaminamiento** deterministas especialmente diseñadas para **reducir el HoL blocking**.

## 2. Etapas del desarrollo de la investigación.

Para la consecución de los objetivos propuestos en esta tesis, proponemos el plan de trabajo siguiente:

- Definición de la **nueva topología** y obtención de sus **parámetros característicos**.
- Definición de **algoritmos de encaminamiento** para la topología propuesta: deterministas y adaptativos, **con especial énfasis en la reducción del HoL-blocking**.
- Evaluación mediante simulación de las **prestaciones** de la red (**latencia y productividad**), y comparación con otras topologías.

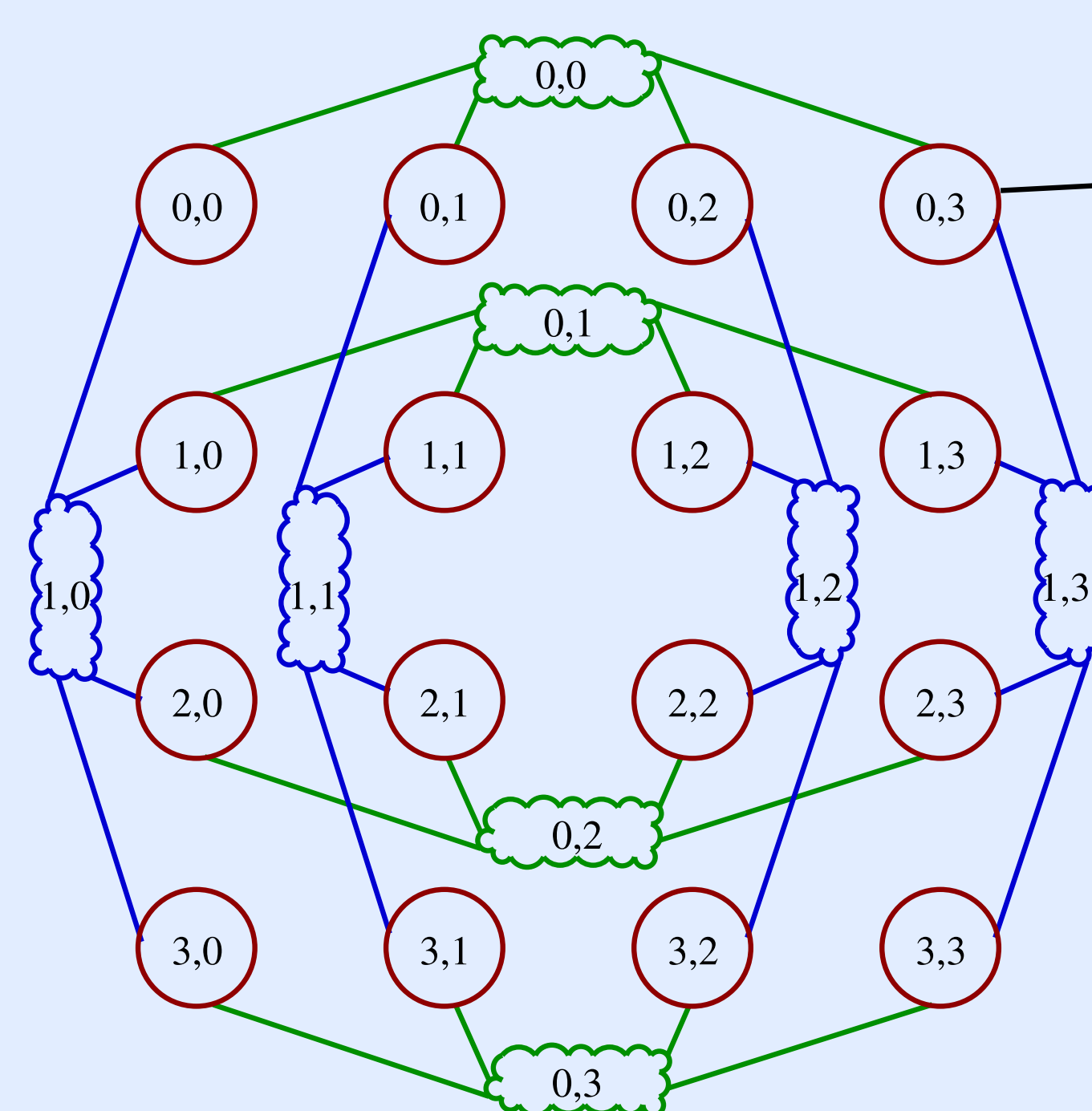
Muchos de los **Data Centers y supercomputadores** superan fácilmente los **cientos de miles de ordenadores**. Por ejemplo, **Google** dispone de Data Centers con aproximadamente **200.000 ordenadores**. Mientras que el **supercomputador número 1 del mundo tiene alrededor de tres millones de ordenadores**.



Data Center Google de Iowa, USA.

## 3. Nueva topología: KNS

Ejemplo: 4-ary 2-direct X-indirect (2 dimensiones).



**-Router:** Conecta los **switches** de diferentes dimensiones.

**-Switch:** Conecta los **routers** de cada dimensión. Puede adoptar diferentes configuraciones:

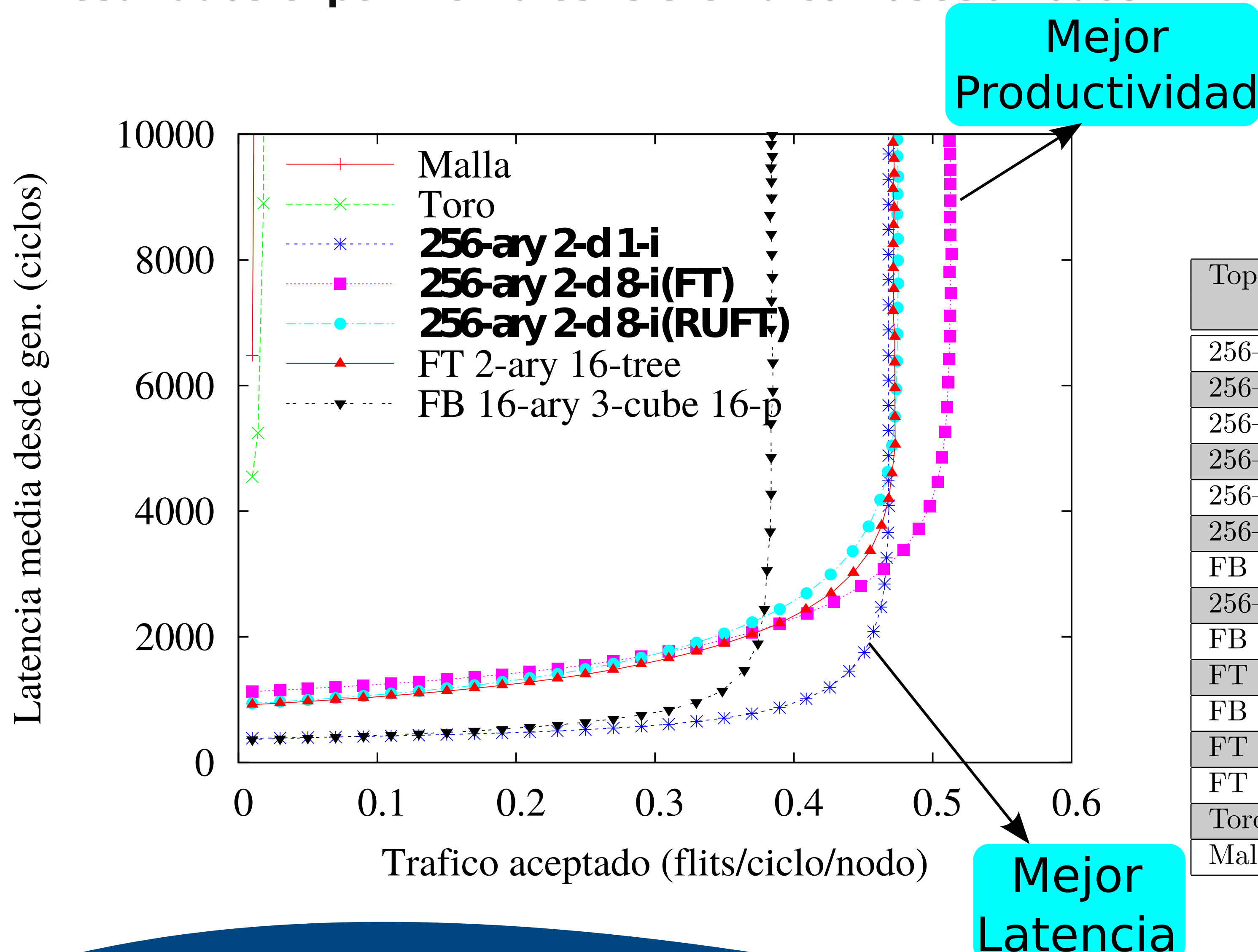
- Crossbars.

- Red Multietapa:  
Fat-tree, RUFT...

Ejemplo: K-ary 3-direct X-indirect (3 dimensiones).



## 4. Resultados experimentales: Sistema con 65536 nodos.



Topología	Latencia (cycles)	Thr. (f/c/n)	Coste (\$)	Rend./coste (f/c/n/\$)
256-ary 2-d 1-i	386	0,47	4.987.721	9,4x10 <sup>-8</sup>
256-ary 2-d 2-i (RUFT)	480	0,40	4.597.388	8,7x10 <sup>-8</sup>
256-ary 2-d 2-i (FT)	516	0,43	5.129.802	8,5x10 <sup>-8</sup>
256-ary 2-d 4-i (RUFT)	635	0,41	5.062.432	8,0x10 <sup>-8</sup>
256-ary 2-d 4-i (FT)	727	0,48	5.967.615	8,0x10 <sup>-8</sup>
256-ary 2-d 8-i (RUFT)	941	0,48	6.084.793	7,8x10 <sup>-8</sup>
FB 16-ary 3-cube 16-p	367	0,39	5.432.341	7,1x10 <sup>-8</sup>
256-ary 2-d 8-i (FT)	1.129	0,55	8.012.338	6,9x10 <sup>-8</sup>
FB 4-ary 7-cube 4-p	443	0,38	7.903.778	4,8x10 <sup>-8</sup>
FT 16-ary 4-tree	428	0,40	8.841.893	4,5x10 <sup>-8</sup>
FB 2-ary 15-cube 2-p	512	0,41	10.269.726	4,0x10 <sup>-8</sup>
FT 4-ary 8-tree	596	0,41	17.129.838	2,4x10 <sup>-8</sup>
FT 2-ary 16-tree	921	0,47	34.074.826	1,4x10 <sup>-8</sup>
Toro	4.547	0,02	6.390.715	3,2x10 <sup>-9</sup>
Malla	6.478	0,01	6.374.168	2,2x10 <sup>-9</sup>

f/c/n = flits/ciclo/nodo

**Mejor relación Rendimiento/coste**