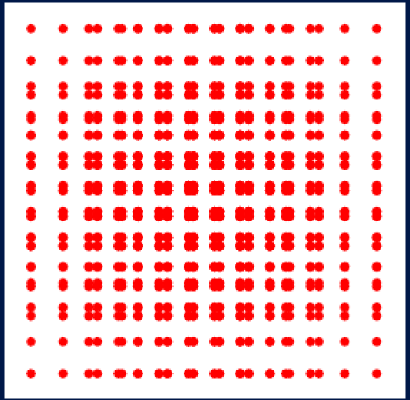
CONSTELACIONES NO UNIFORMES EN 1-D PARA EL ESTÁNDAR DTMB



Autores:
Ing. Ernesto Fontes Pupo.
Ing. Reinier Díaz Hernández

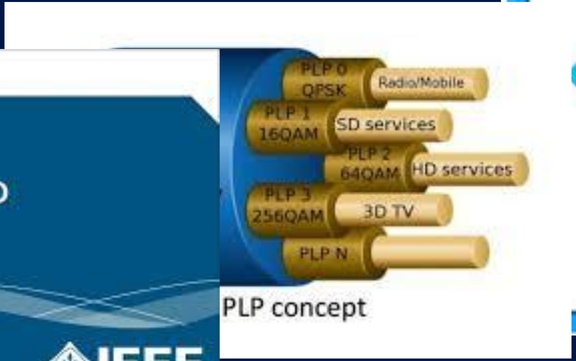
Mail: fontes@lacetel.cu

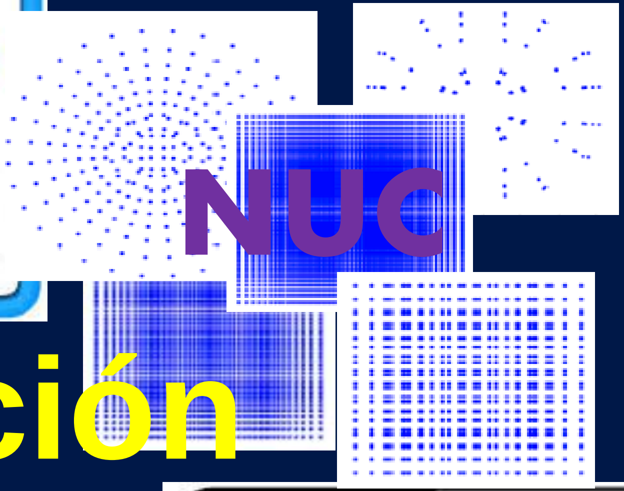
www.lacetel.cu

22/02/2017

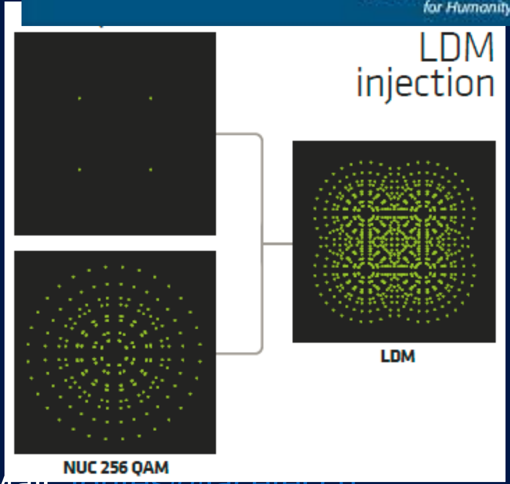
Sumario

- ✓ Introducción
- ✓ Fundamentos Teóricos
- ✓ Criterio de diseño
- ✓ Constelaciones no Uniformes en 1-Dimensión (1D-NUC)
- ✓ Diseño de las 1D-NUC
- ✓ Análisis y Validación de los resultados.
- ✓ Conclusiones.





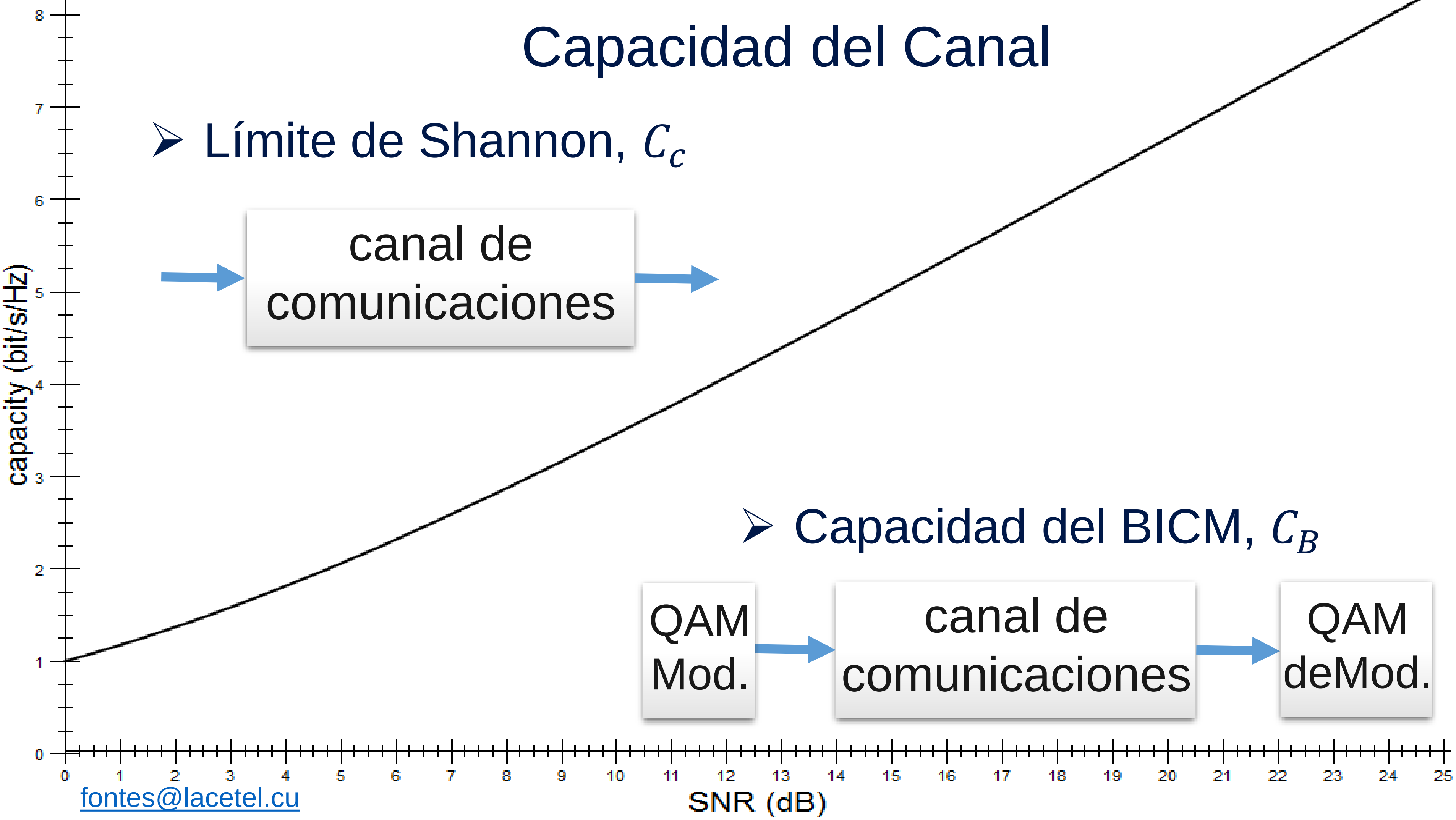
Introducción



Capacidad del Canal

- Límite de Shannon, C_c

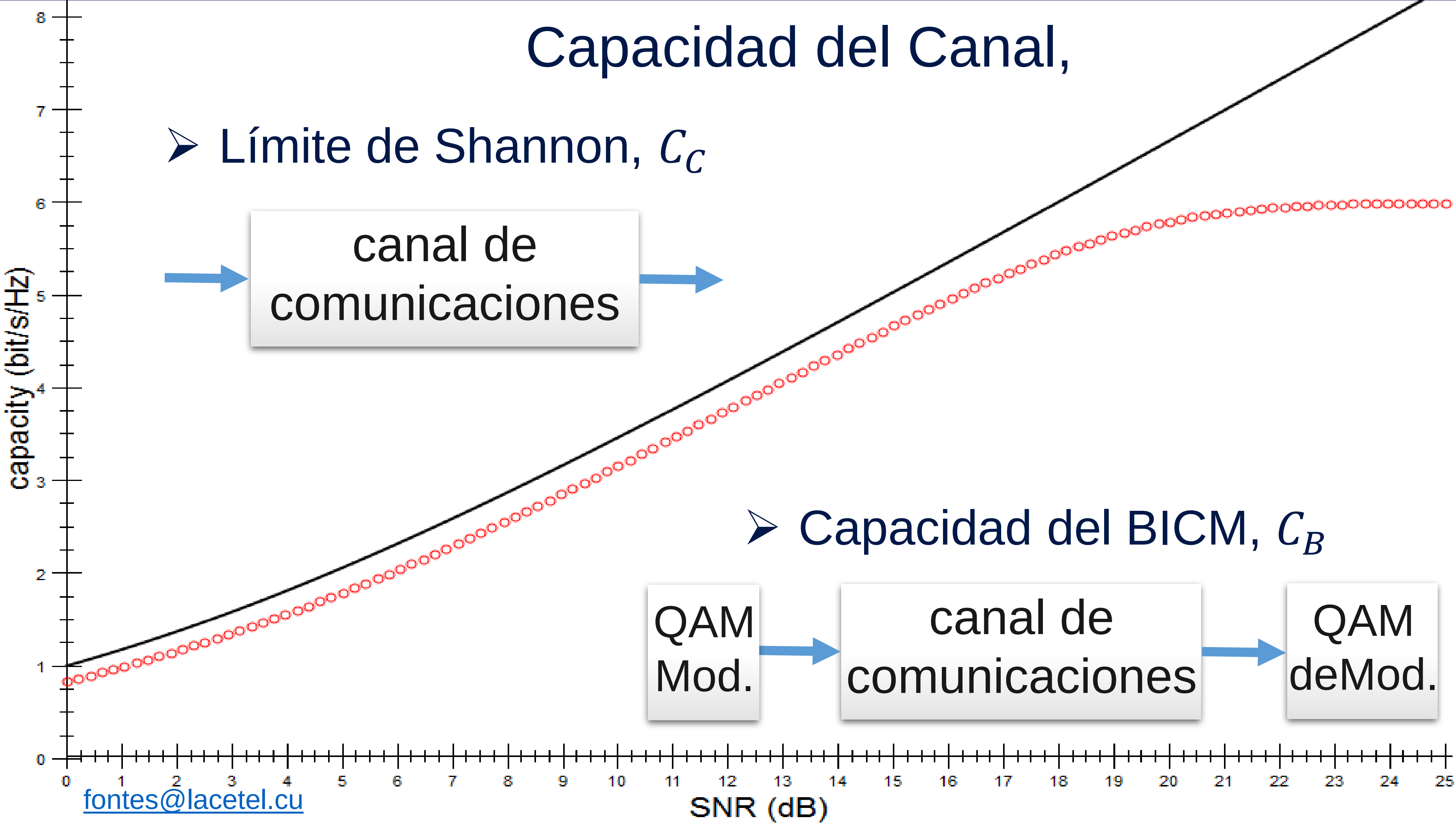
- Capacidad del BICM, C_B



fontes@lacetel.cu

Capacidad del Canal,

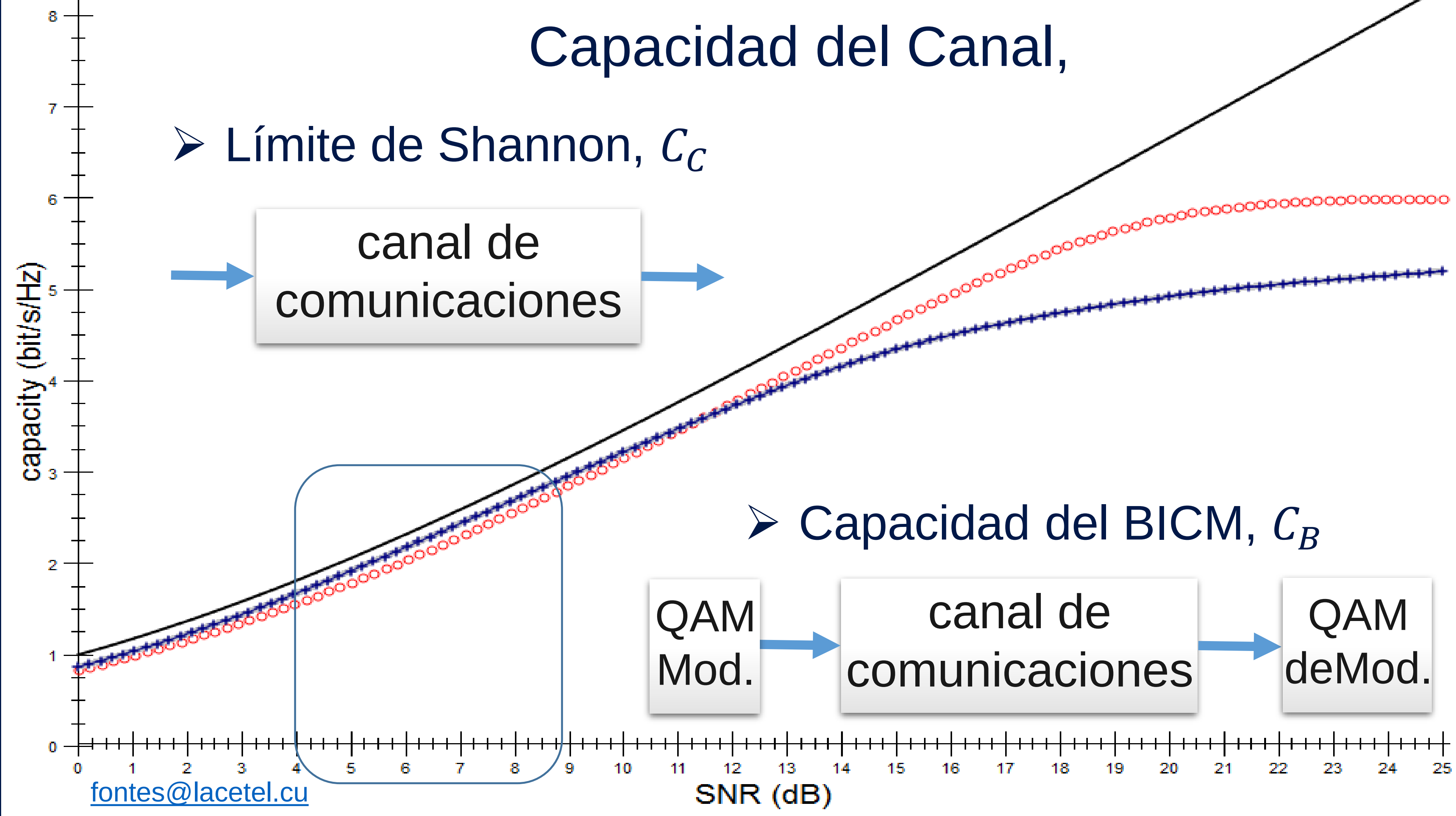
- Límite de Shannon, C_C
- Capacidad del BICM, C_B



fontes@lacetel.cu

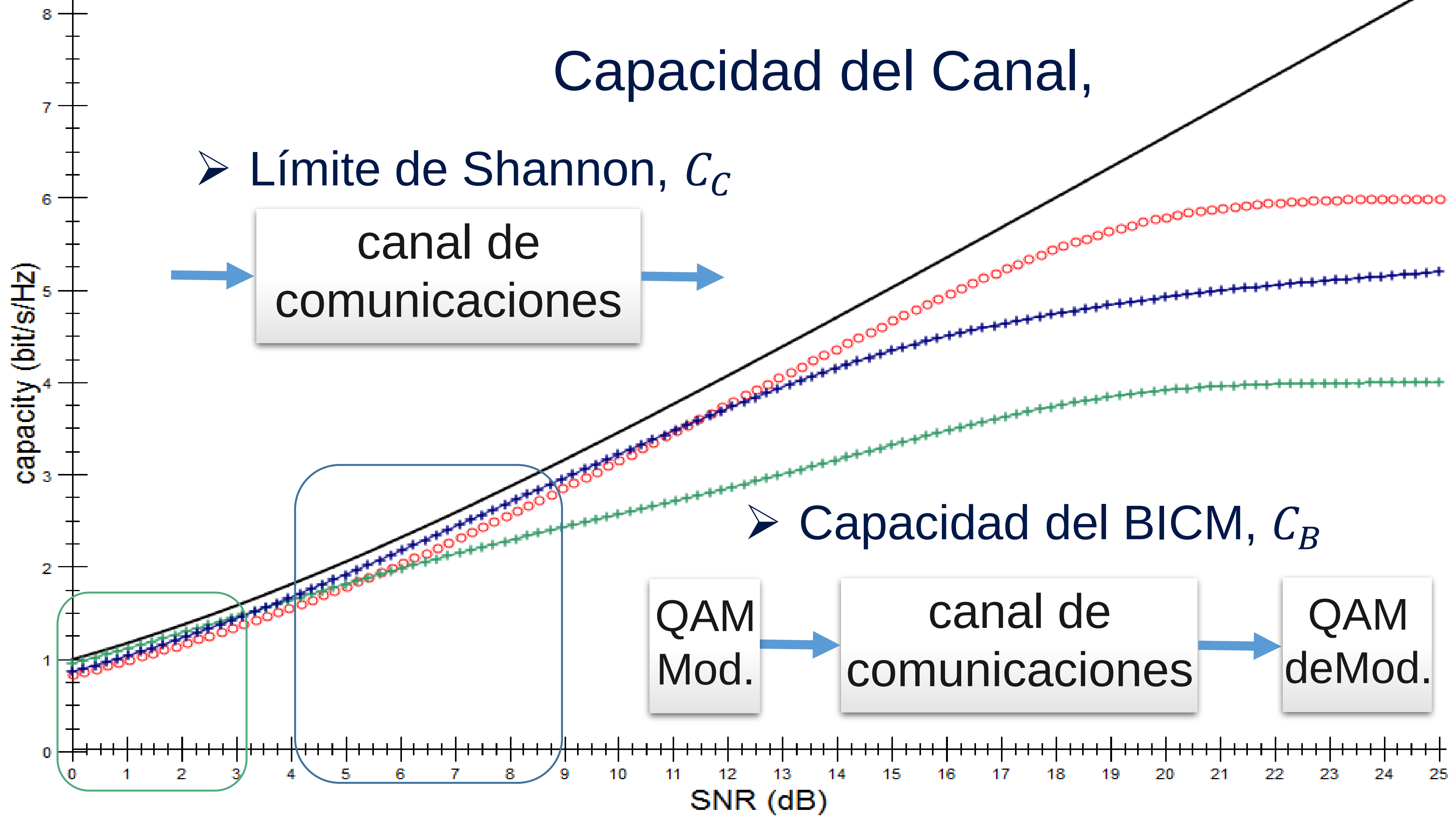
Capacidad del Canal,

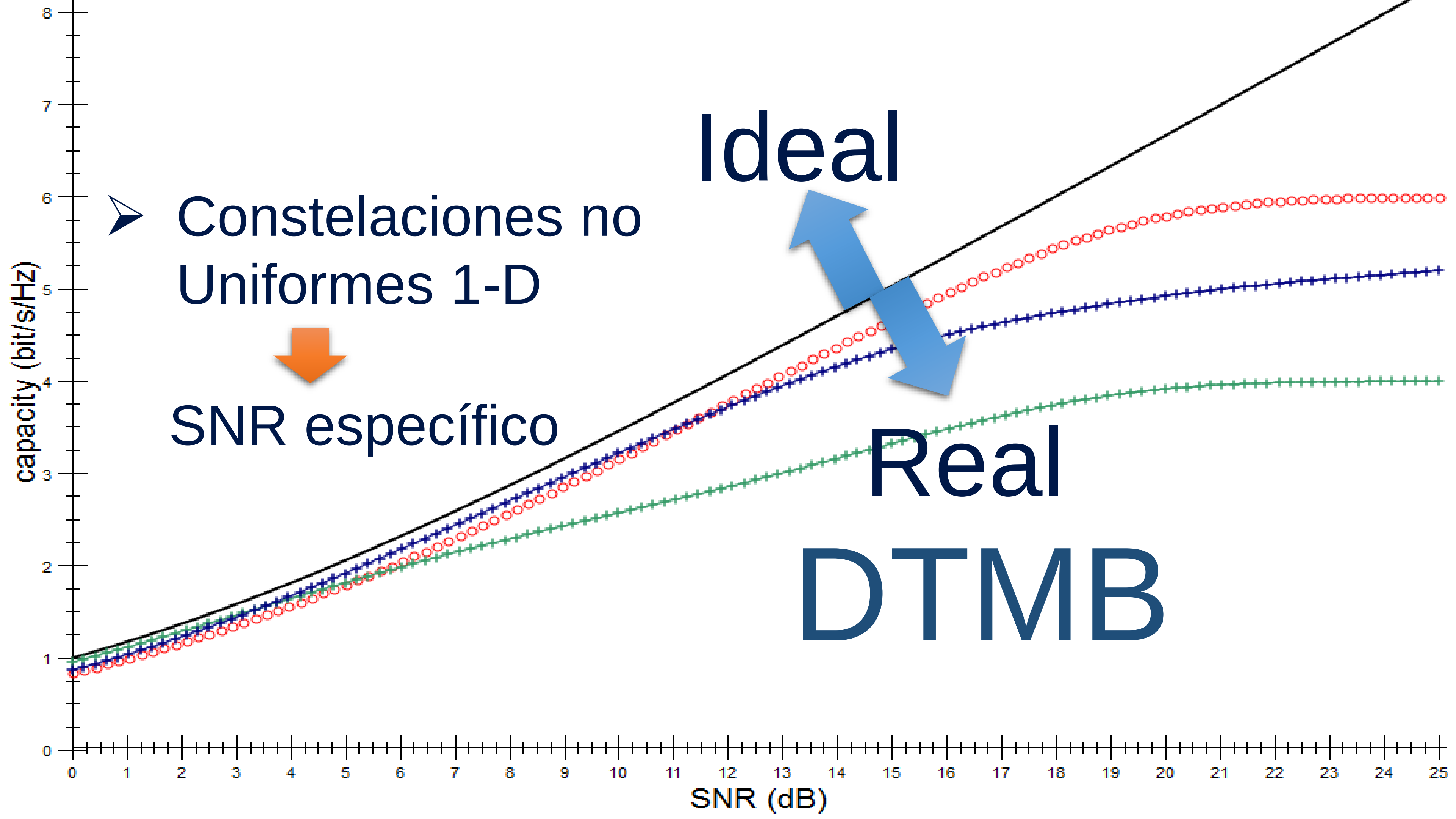
- Límite de Shannon, C_C



- Capacidad del BICM, C_B

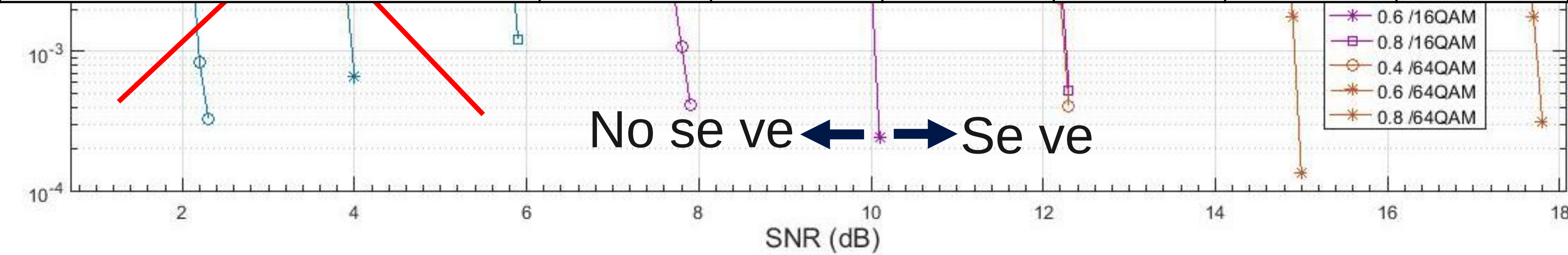
fontes@lacetel.cu


Capacidad del Canal,
➤ Límite de Shannon, C_C
canal de comunicaciones
➤ Capacidad del BICM, C_B
QAM Mod.
canal de comunicaciones
QAM deMod.
capacity (bit/s/Hz)
SNR (dB)
0 1 2 3 4 5 6 7 8
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25


Constelaciones no Uniformes 1-D
SNR específico
Ideal
Real
DTMB
capacity (bit/s/Hz)
SNR (dB)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25

Criterio de diseño de las NUCs para DTMB

Constelación	16-QAM			64-QAM		
Razón de código LDPC	0.4	0.6	0.8	0.4	0.6	0.8
SNR (dB)	**8**	**10.2**	**12.4**	**12.4**	**15.1**	**17.9**



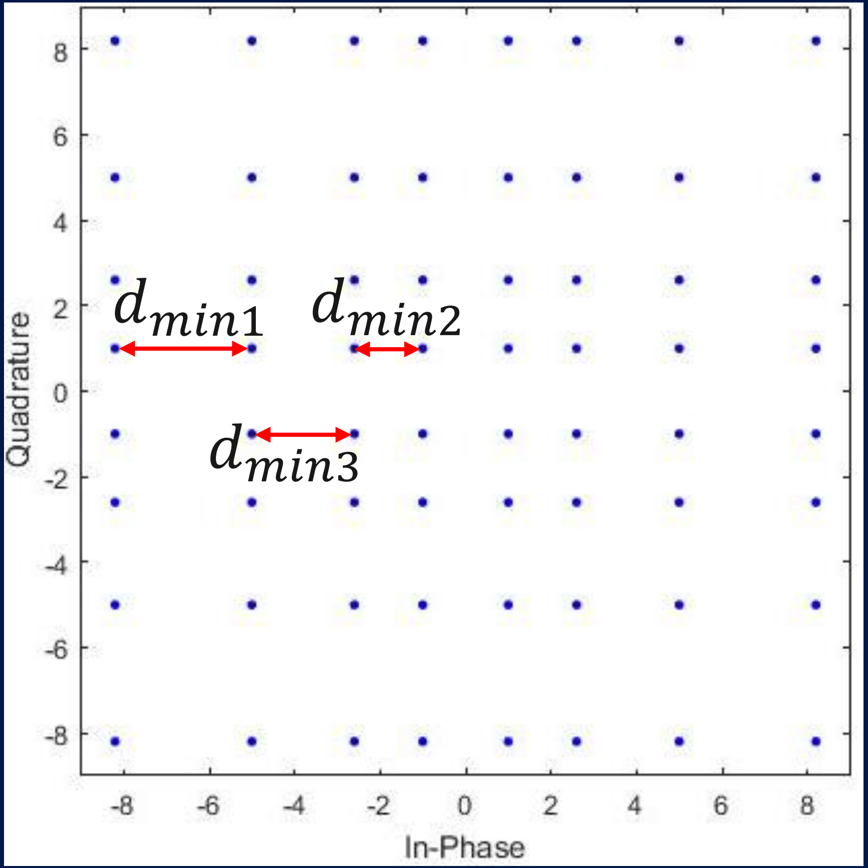
Constelaciones no Uniformes, 1D-NUCs

¿Por qué una dimensión?

- Se optimiza solo teniendo en cuenta la parte Real

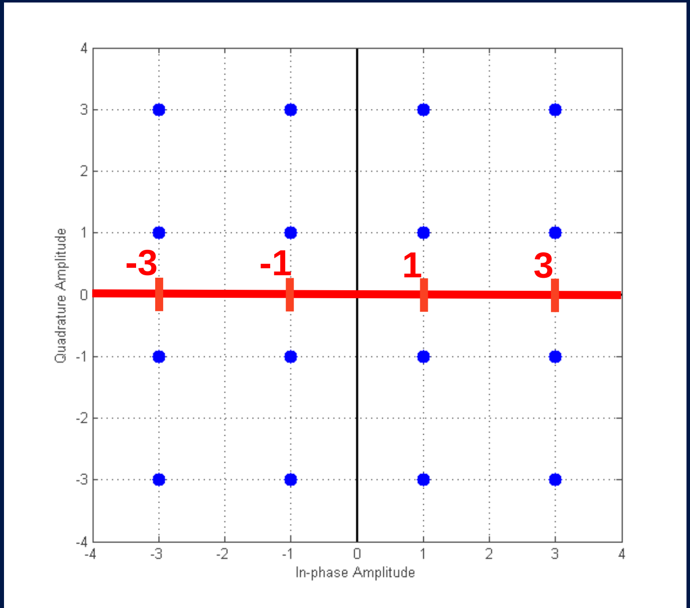
¿Qué diferencia las 1D-NUCs de las UC?

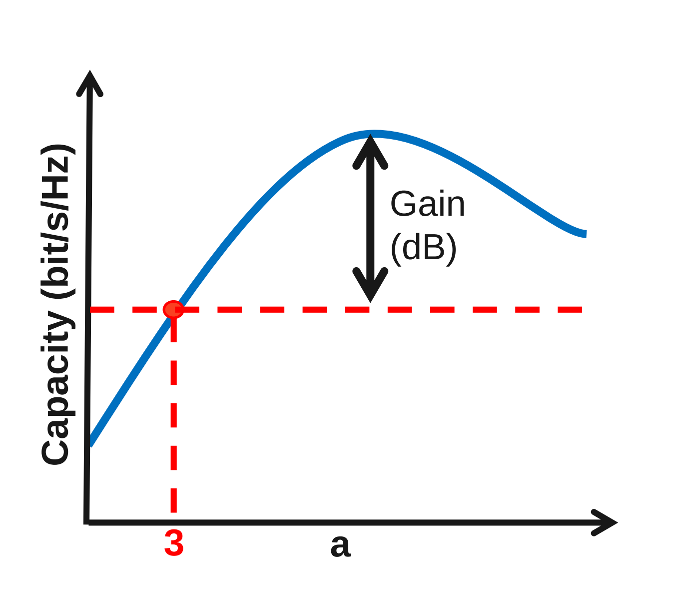
- $d_{min1} \neq d_{min2} \neq d_{min3}$



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE TELECOMUNICACIONES

Diseño de las 1-D NUCs



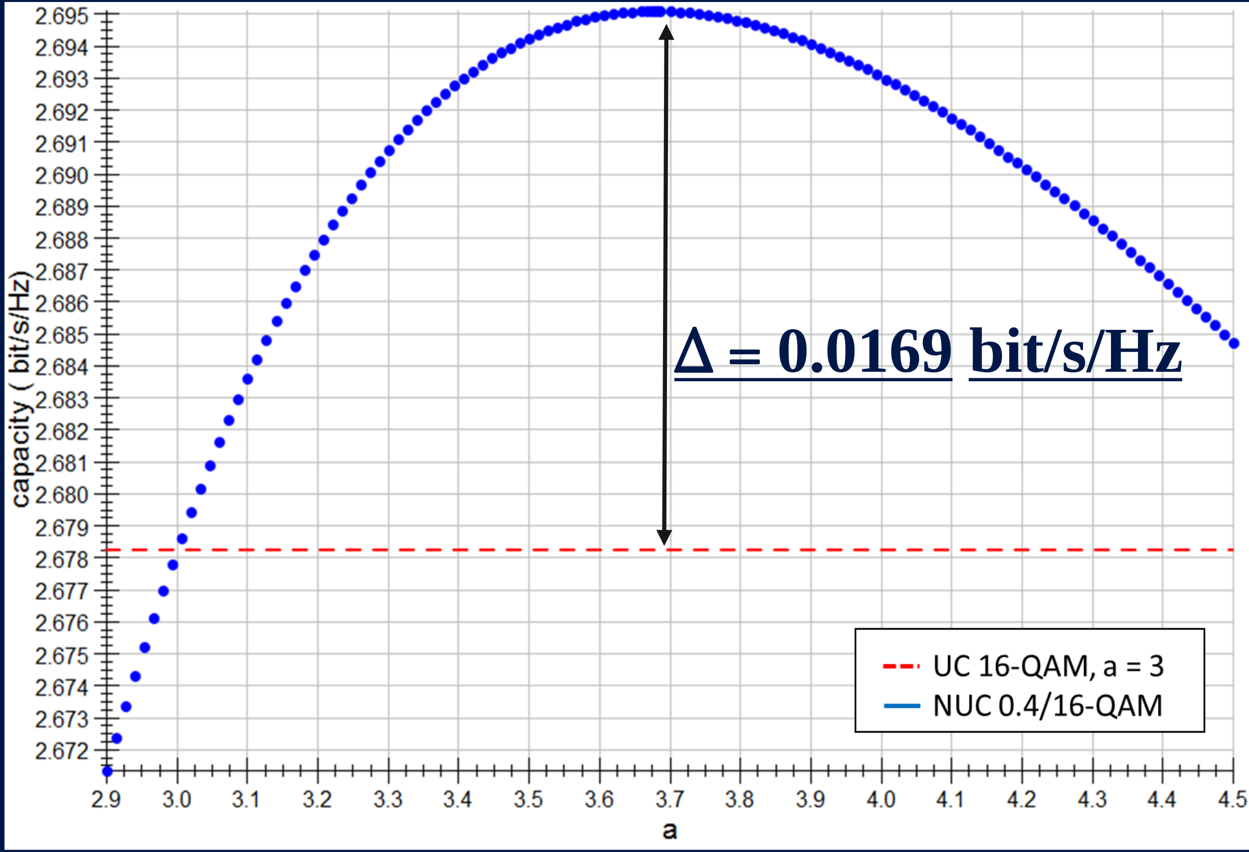


Diseño de las 1-D NUCs

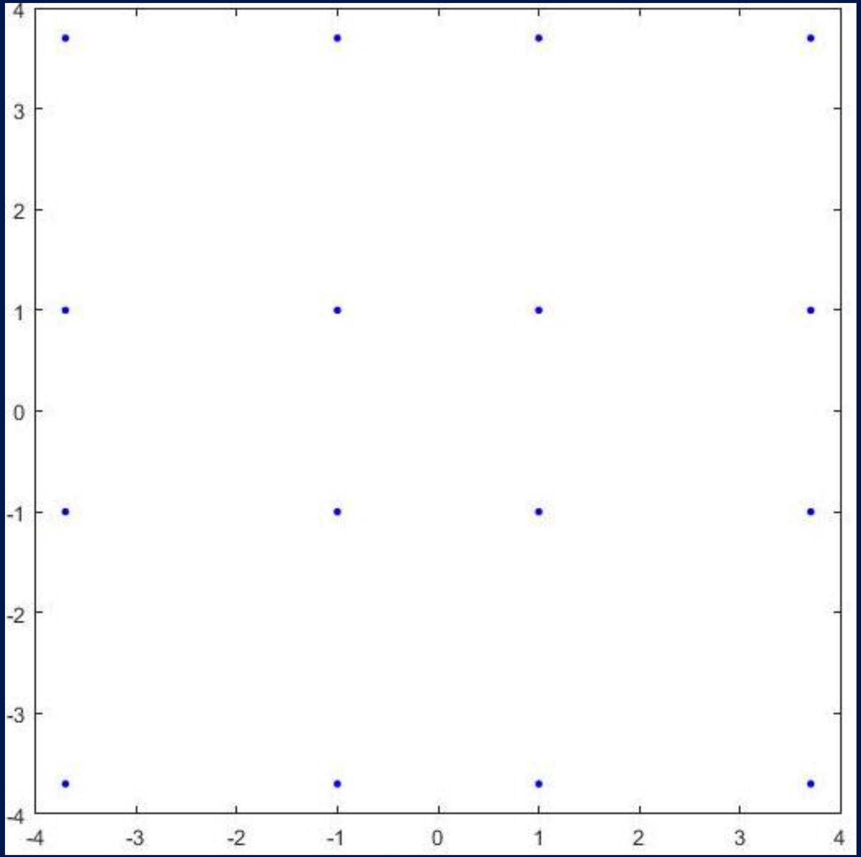
16-QAM

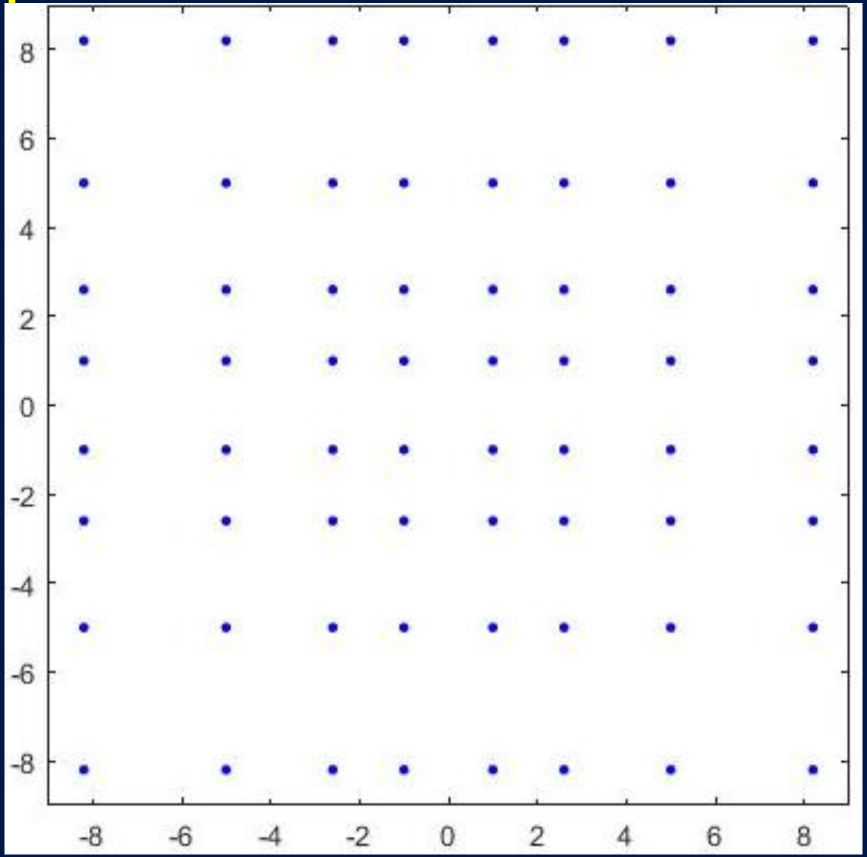
- SNR = 8dB
- μ = {-3, -1, +1, +3}
- $C_B = 2.6782$ bit/s/Hz

➢ μ = {-a, -1, +1, +a}
➢ $C_B = f(a, 8)$
➢ $C_{B\,max} = 2.6951$



1-D NUCs para DTMB



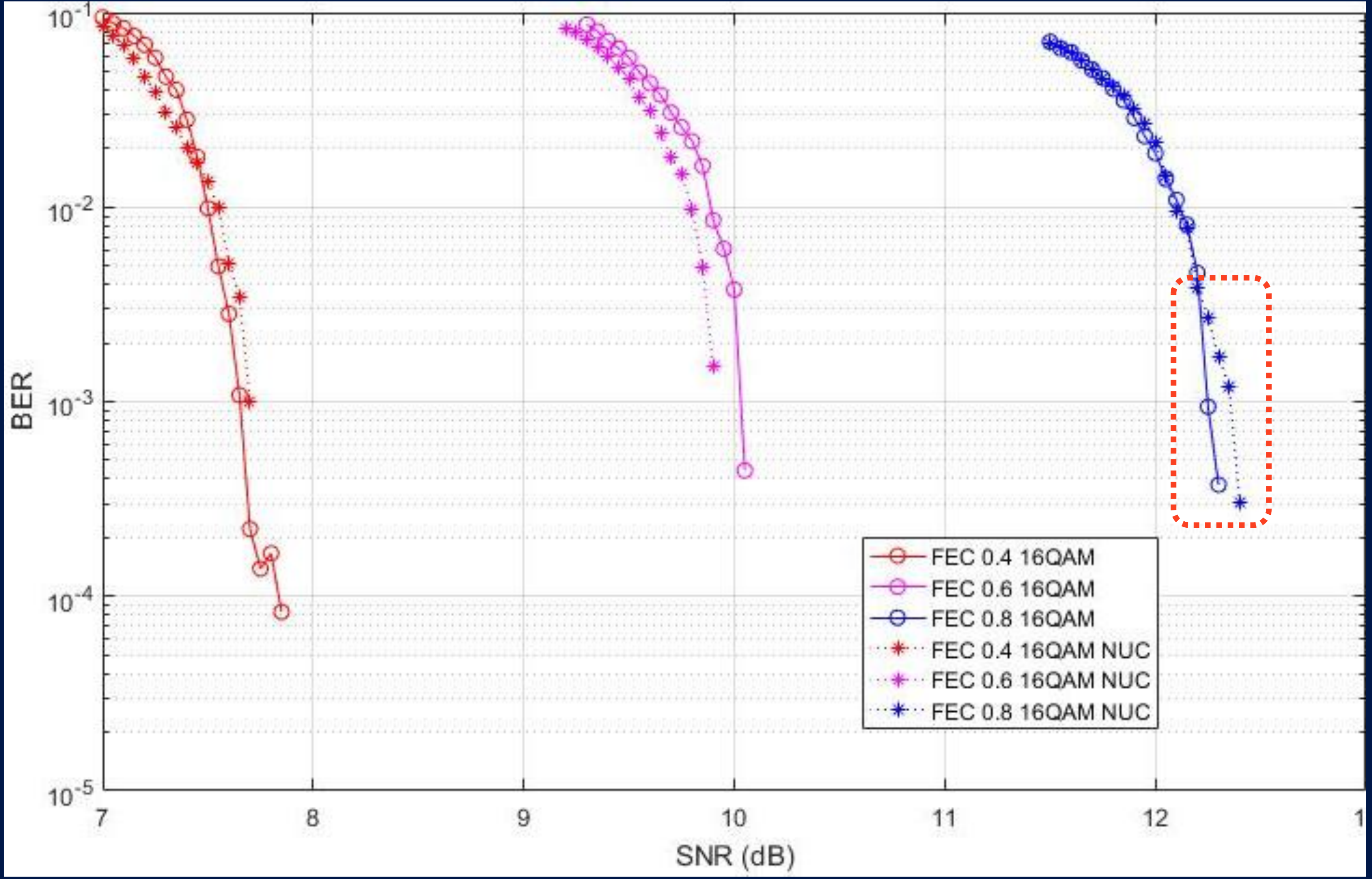


Resumen de las 1-D NUCs diseñadas

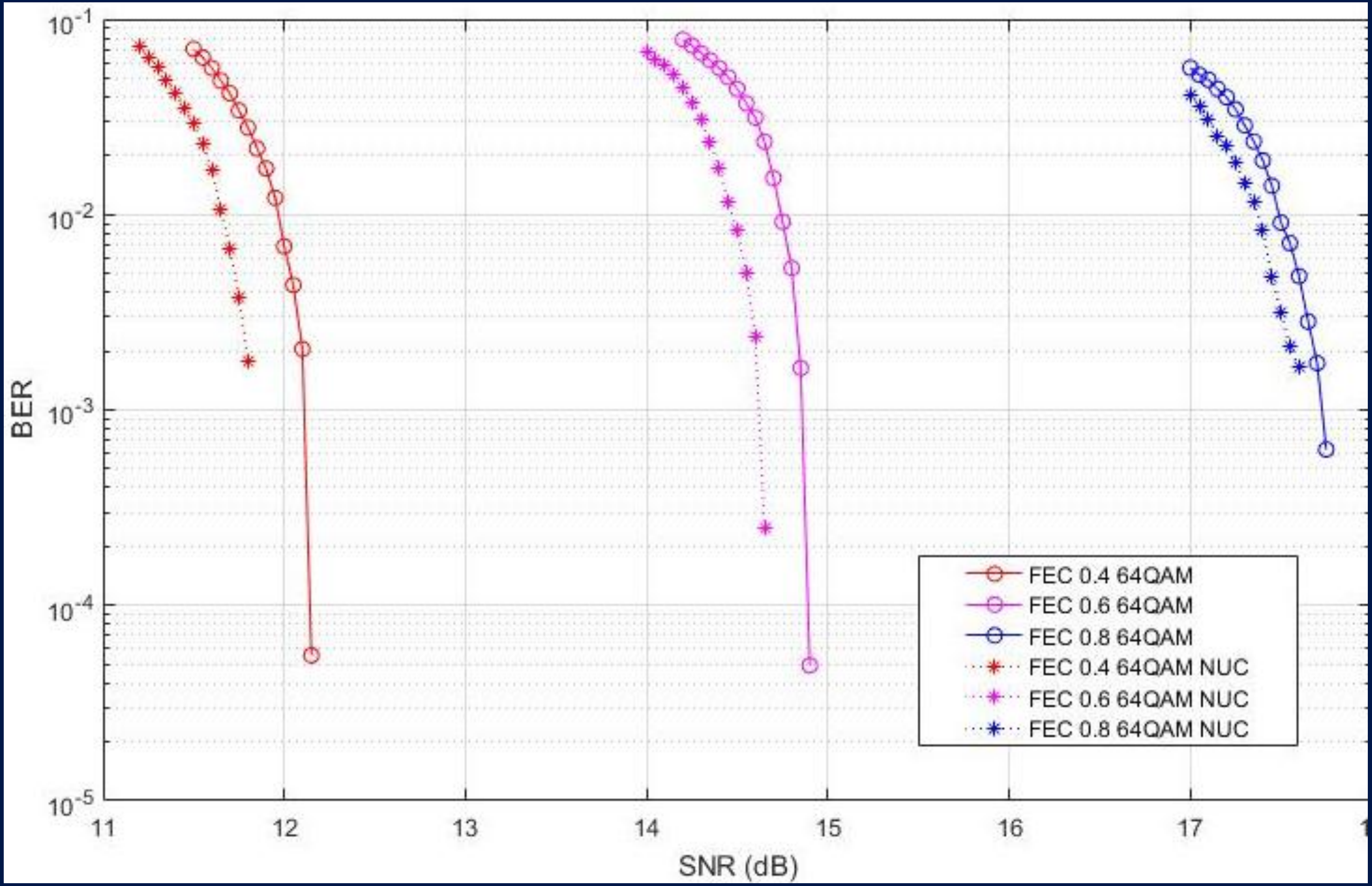
16-QAM			
FEC	Constelación	C_B (bit/s/Hz)	**Ganancia(bit/s/Hz)**
0.4	a = 3.7	2.6951	**0.0169**
0.6	a = 3.4	3.2198	**0.0103**
0.8	a = 3.2	3.6514	**0.0041**
64-QAM			
0.4	a = 2.6, b = 5, c = 8.2	3.9860	**0.0838**
0.6	a = 3.1, b = 5.6, c =8.8	4.7762	**0.0694**
0.8	a = 3.1, b = 5.4, c = 7	5.4672	**0.0290**

Validación de los resultados

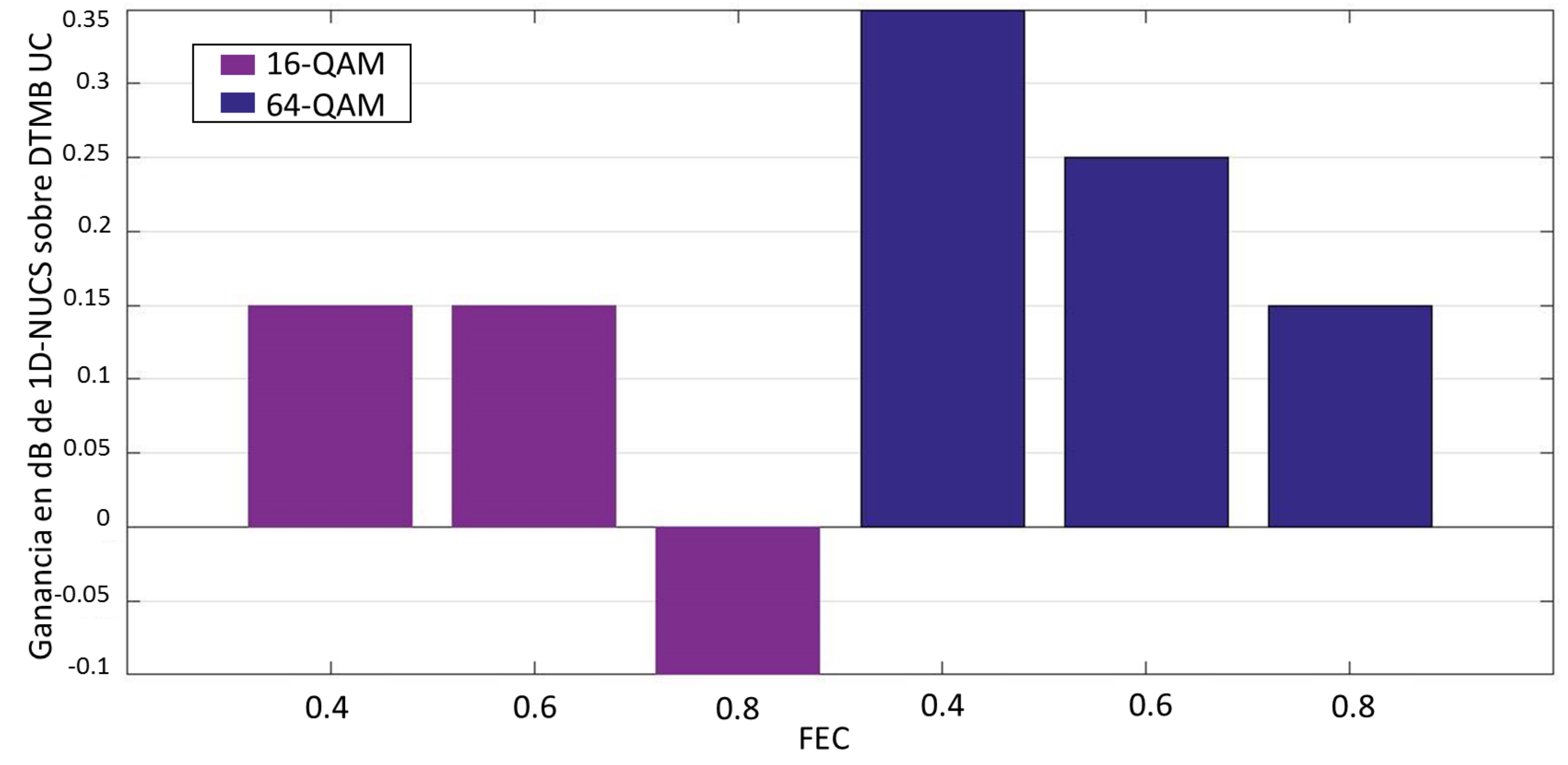
Razones de código LDPC para: 16-QAM



Razones de código LDPC para: 64-QAM

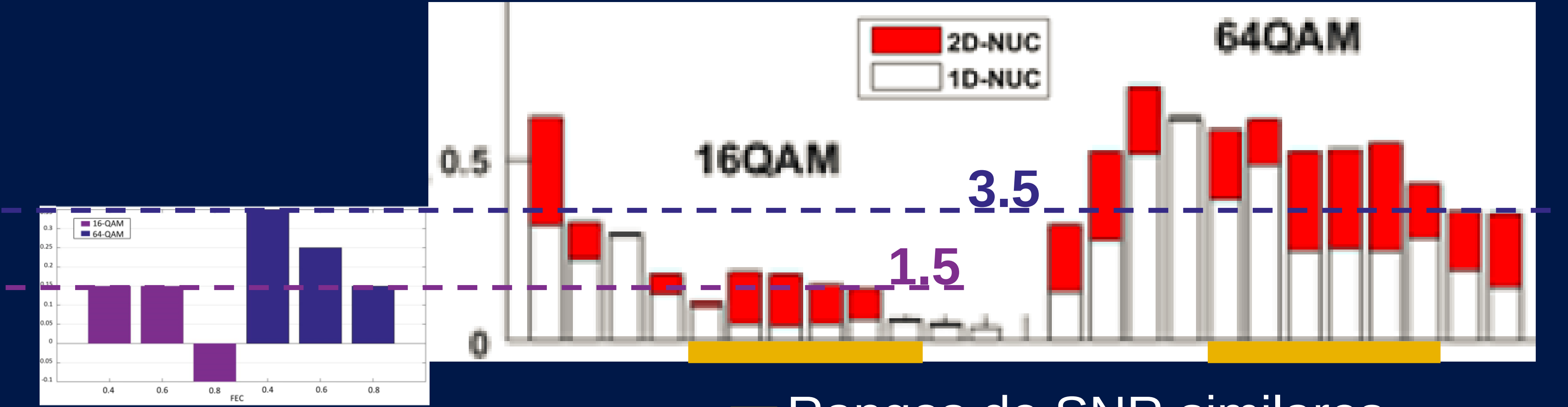


Ganancia de SNR de las 1-D NUCs



Ganancia de SNR, comparación con ATSC 3.0

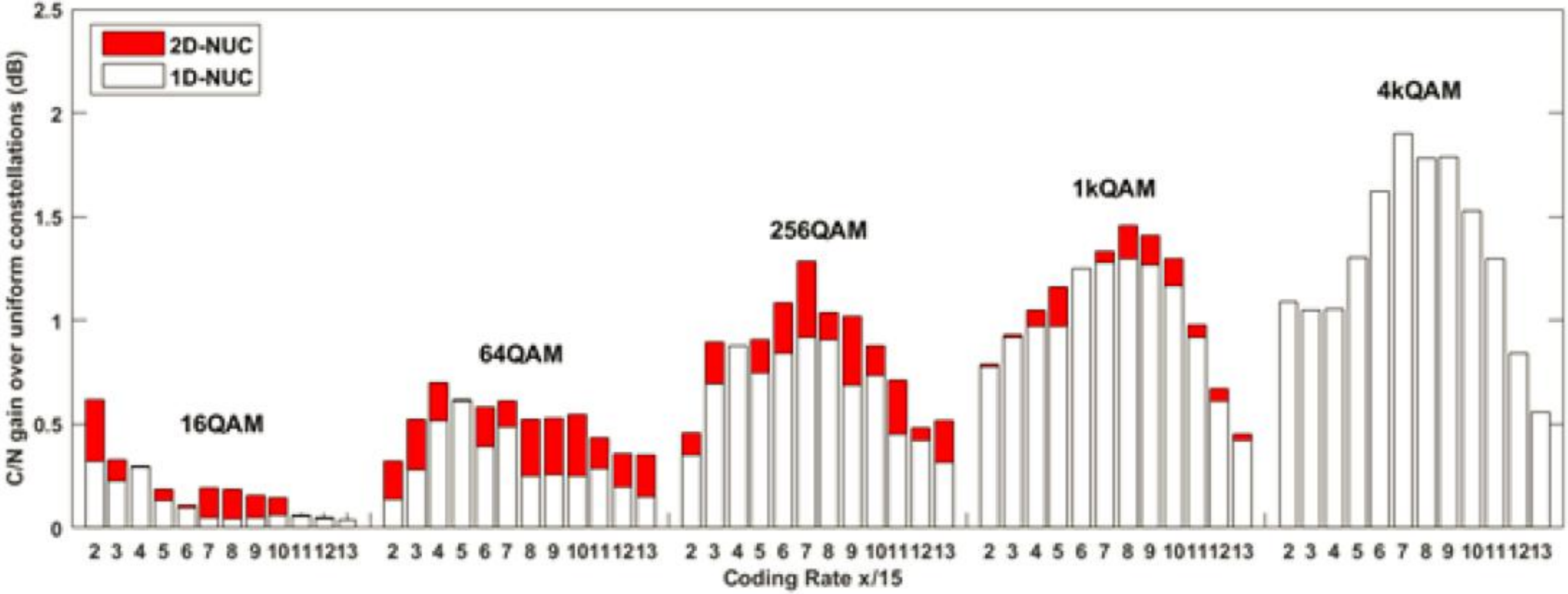
"Bit-Interleaved Coded Modulation (BICM) for ATSC 3.0". IEEE Transactions on Broadcasting, Marzo 2016



— Rangos de SNR similares.

"Bit-Interleaved Coded Modulation (BICM) for ATSC 3.0".

IEEE Transactions on Broadcasting, Marzo 2016



Conclusiones

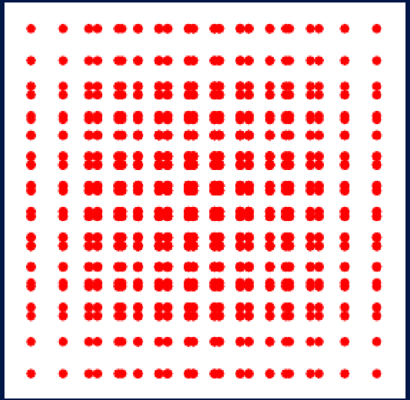
- Se diseñaron 6 Constelaciones no Uniformes en 1-D para el estándar DTMB
- Se logró aumentar la eficiencia espectral de DTMB para los modos optimizados. Con ganancia de SNR máxima de 0.35 dB y una mínima de 0.15 dB.
- Los resultados obtenidos son semejantes a los del estado del arte, para condiciones similares.

MUCHAS GRACIAS

LACETEL

www.lacetel.cu

CONSTELACIONES NO UNIFORMES EN 1-D PARA EL ESTÁNDAR DTMB



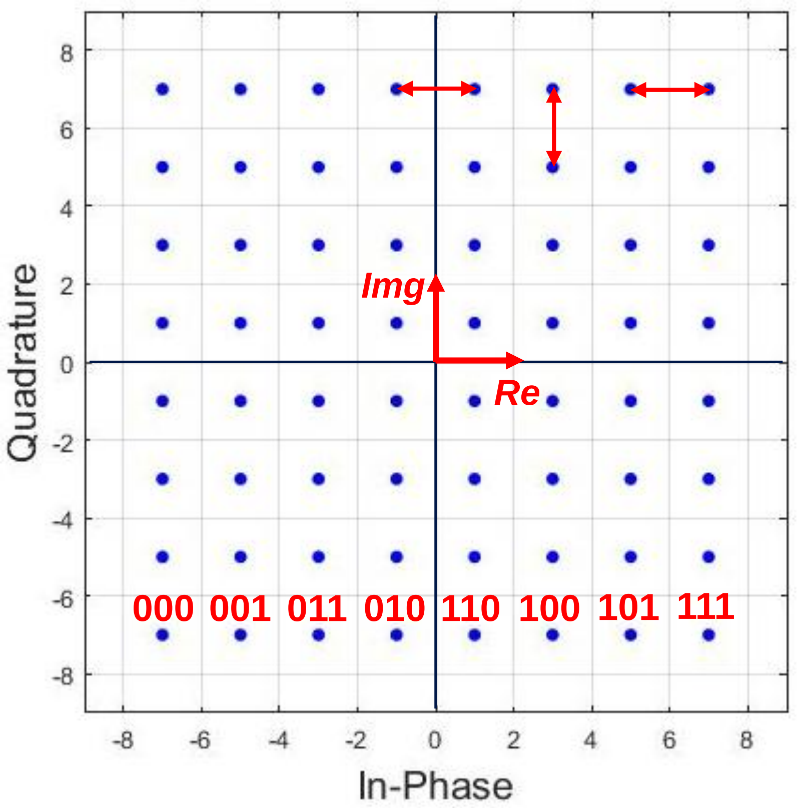
Autores:
Ing. Ernesto Fontes Pupo.
Ing. Reinier Díaz Hernández

Mail: fontes@lacetel.cu

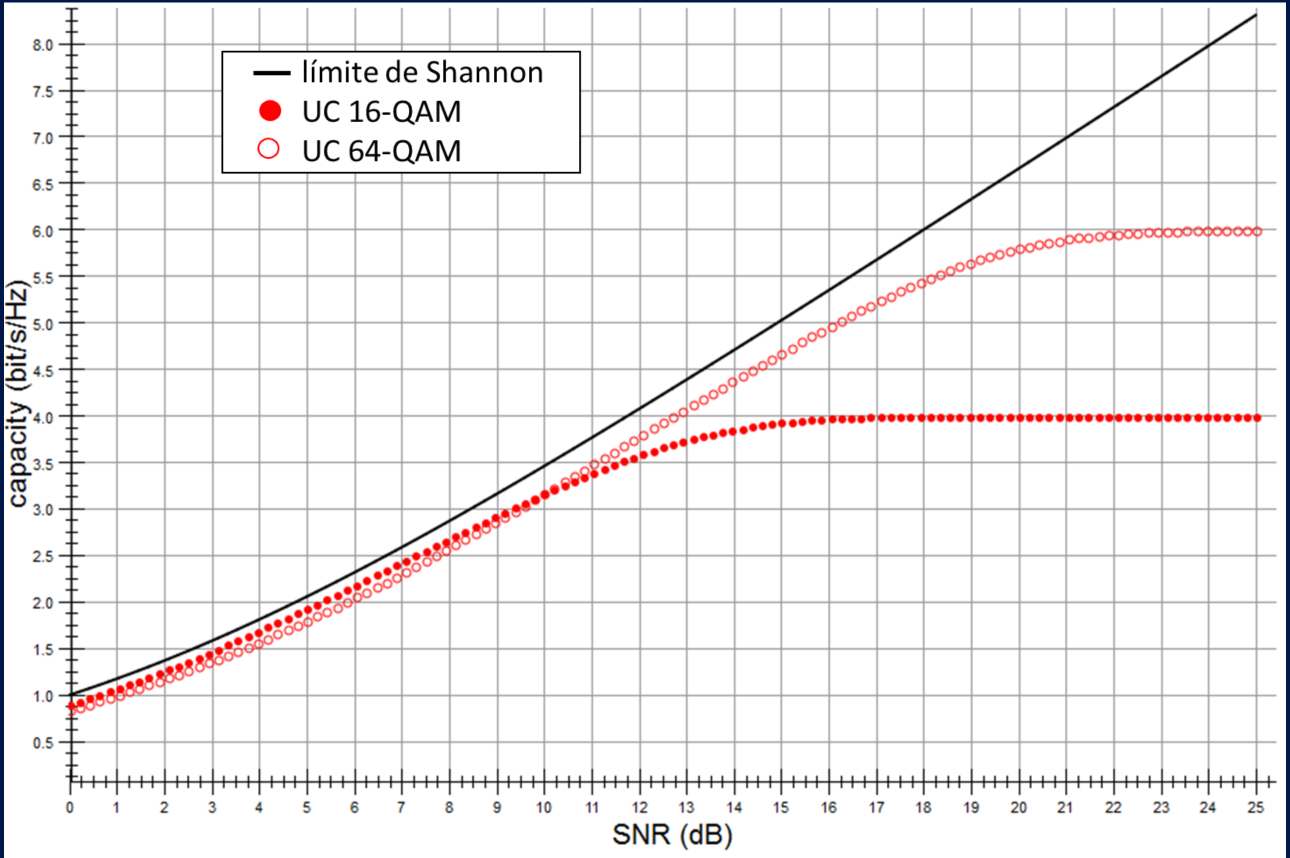
Introducción

Constelaciones Uniformes (UC)

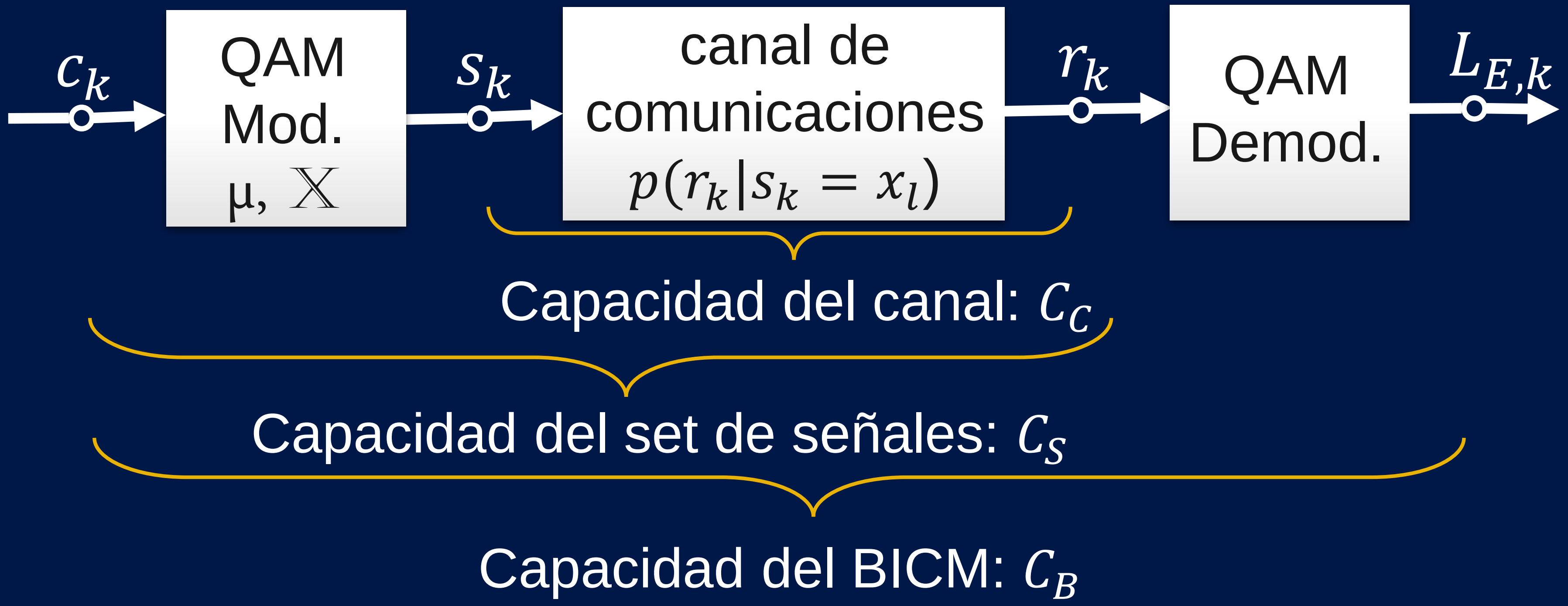
- L = 64 (# de símbolo = $\mathbb{X}$)
- M=$\sqrt{L}$ = 6 (bits por símbolo)
- Mapeo Gray
- Distribución uniforme de los símbolo



Capacidad del BICM de las UC



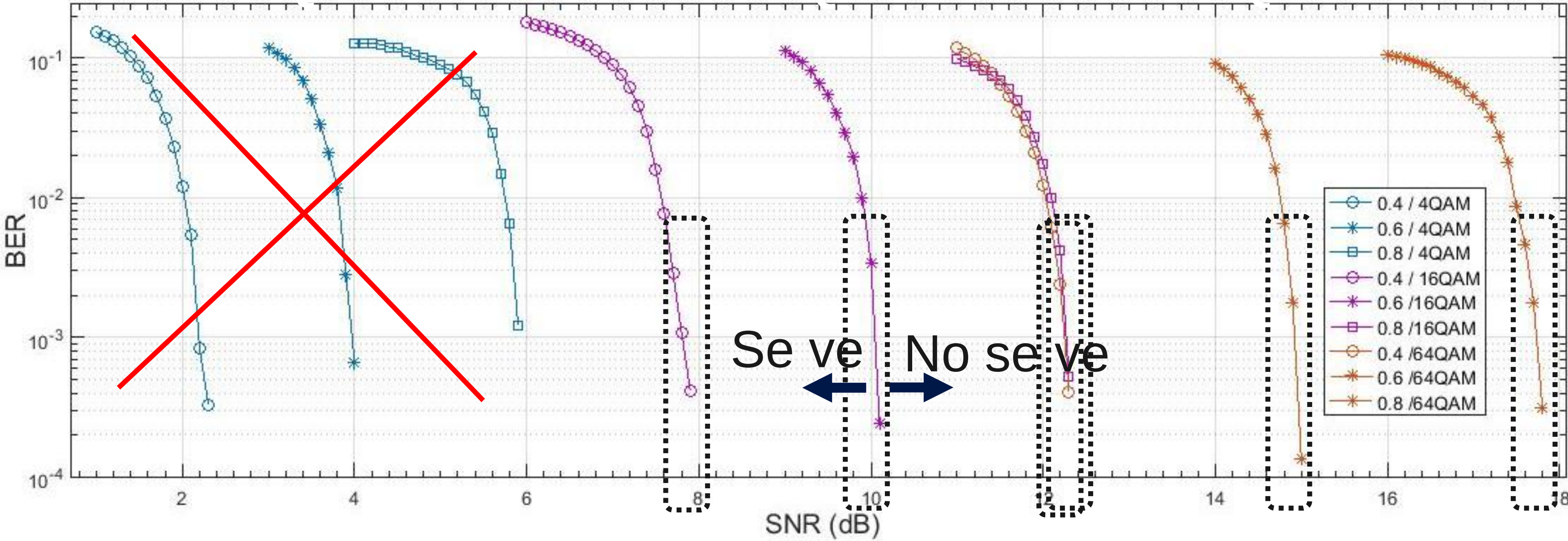
Fundamentos Teóricos



Criterio de diseño de las NUCs para DTMB

- Razones de Código LDPC : 0.4, 0.6, 0.8

4-QAM 16-QAM 64-QAM



CONSTELACIONES NO UNIFORMES EN 1-D PARA EL ESTÁNDAR DTMB

Autores:
Ing. Ernesto Fontes Pupo.
Ing. Reinier Díaz Hernández

Criterio de diseño de las NUCs para DTMB

Constelación	16-QAM			64-QAM		
Razón de código LDPC	0.4	0.6	0.8	0.4	0.6	0.8
SNR (dB)	**8**	**10.2**	**12.4**	**12.4**	**15.1**	**17.9**

Fundamentos Teóricos

Constelaciones no Uniformes, 1D-NUCs

Bibliografía

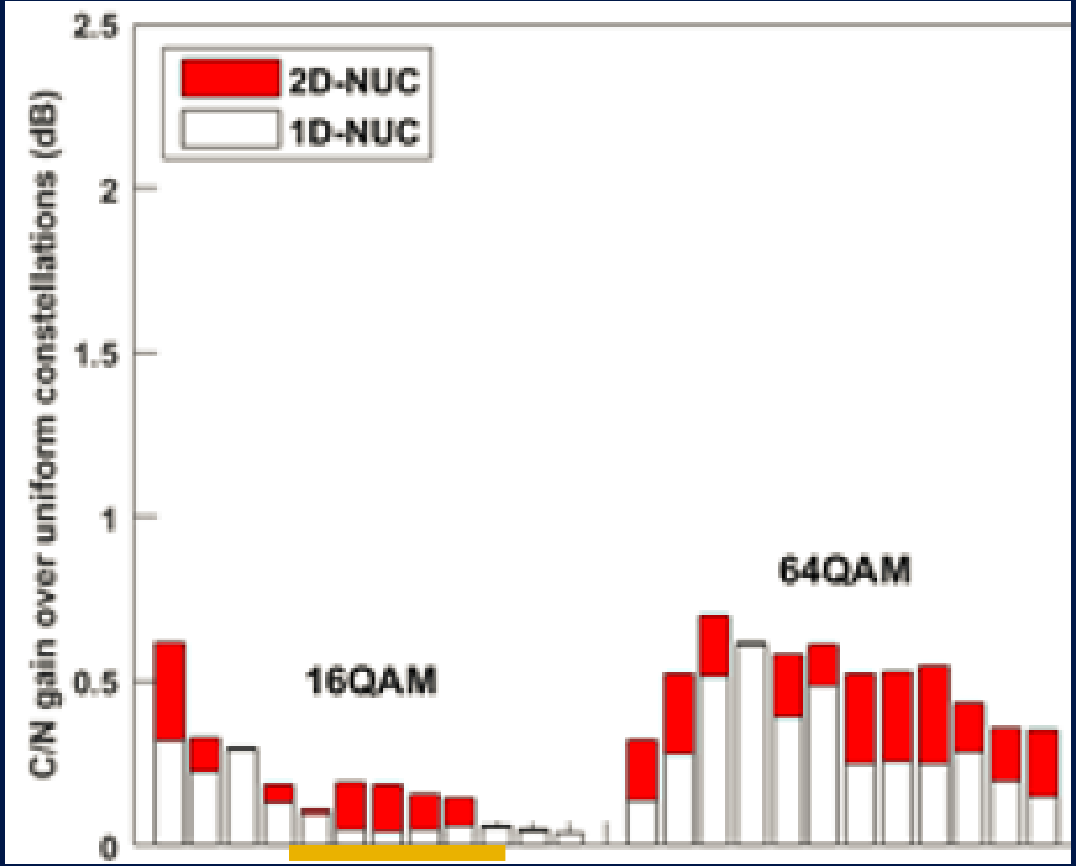
[1] Agilent Technolgies, "Testing and Troubleshooting Digital RF Communications Receiver Designs," 2000.

[2] Agilent Technologies, "Digital Modulation in Communications Systems — An Introduction," 2001.

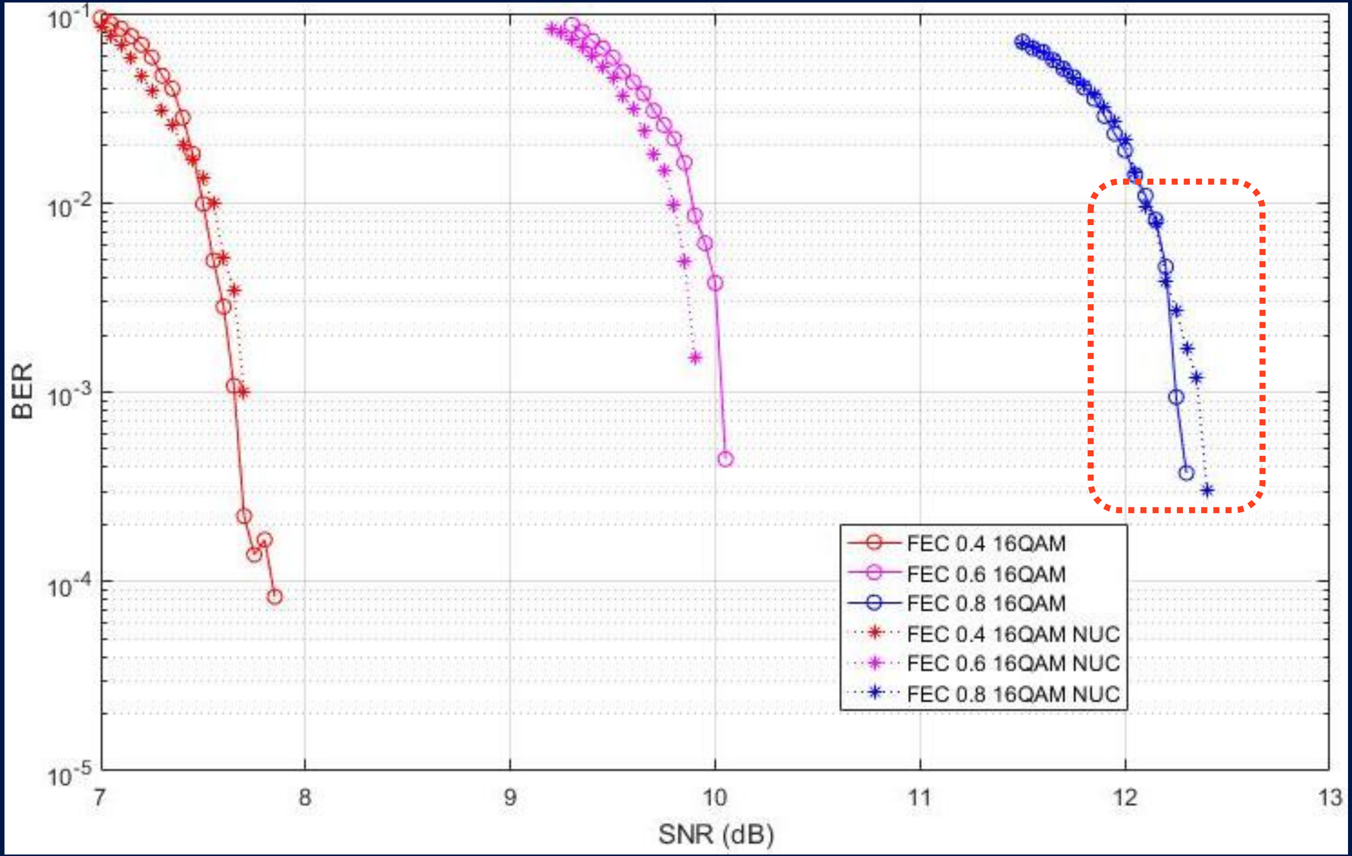
[3] Isac Martínez G, University of Toronton, “Automatic Gain Control (AGC) circuits" 2001.

[4] Rafel Micro, "R820T High Performance Low Power Advanced Digital TV Silicon Tuner, Datasheet," 2011.

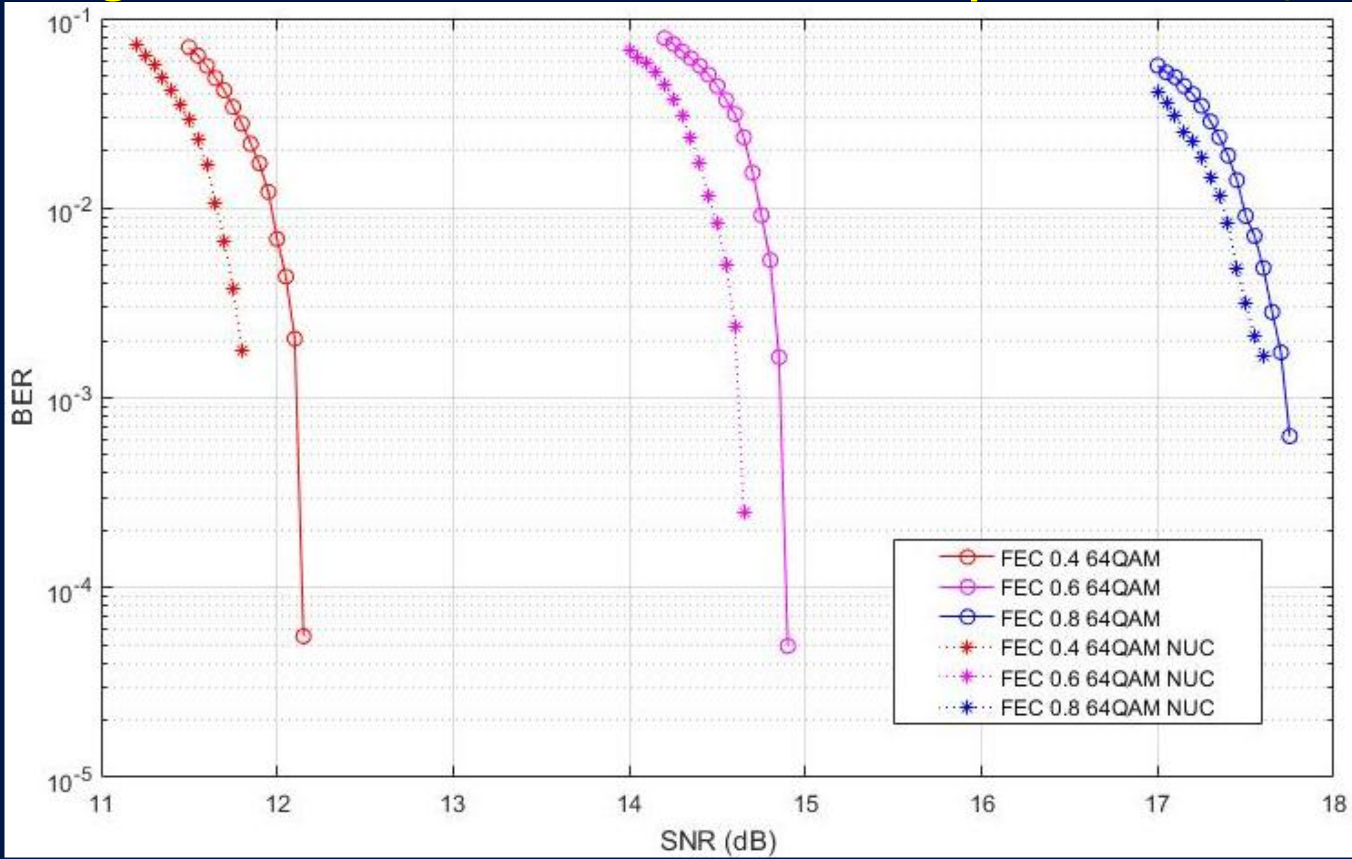
Ganancia de SNR de las 1-D NUCs



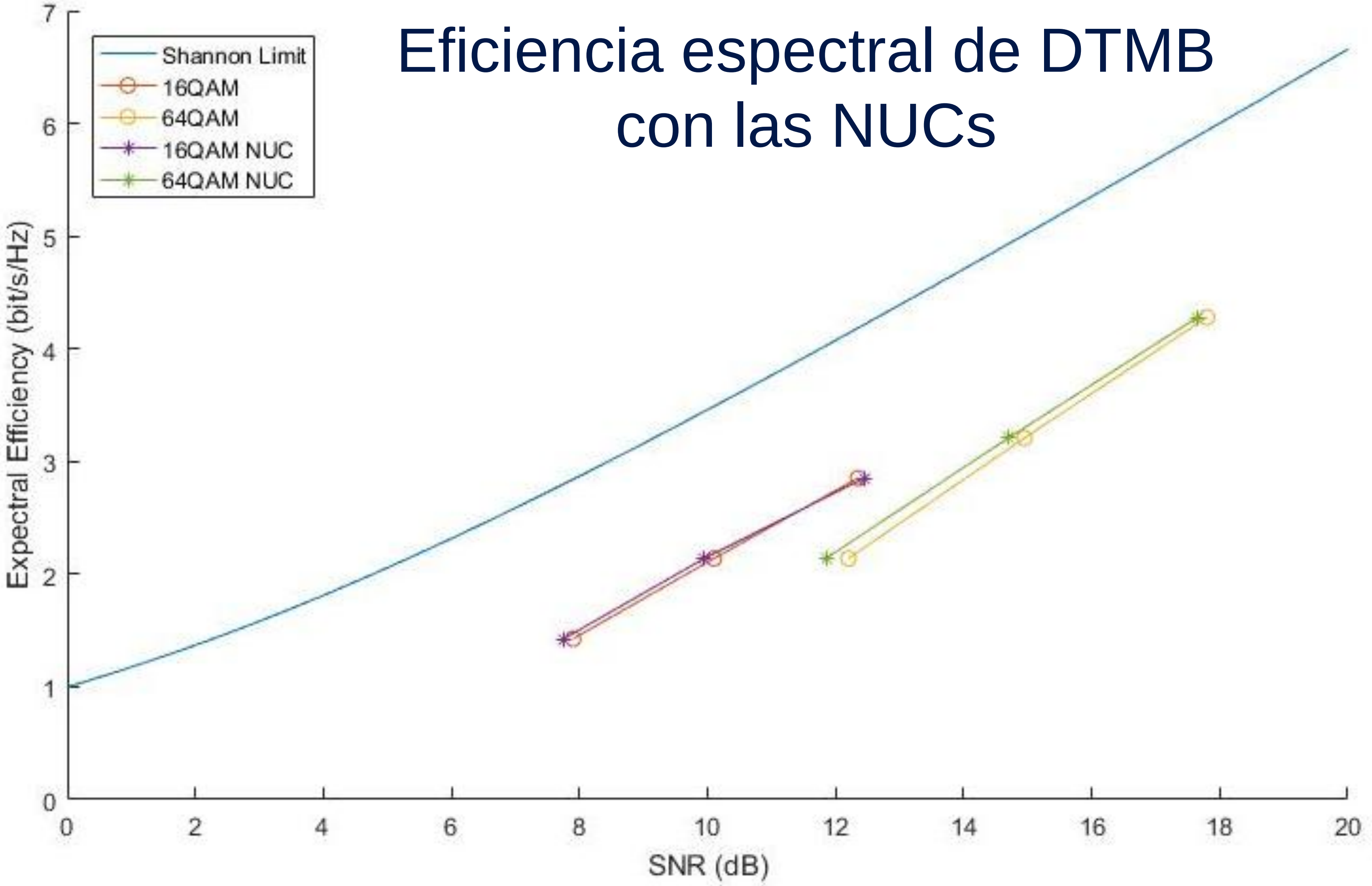
Regiones de caída de LDPC para 16-QAM



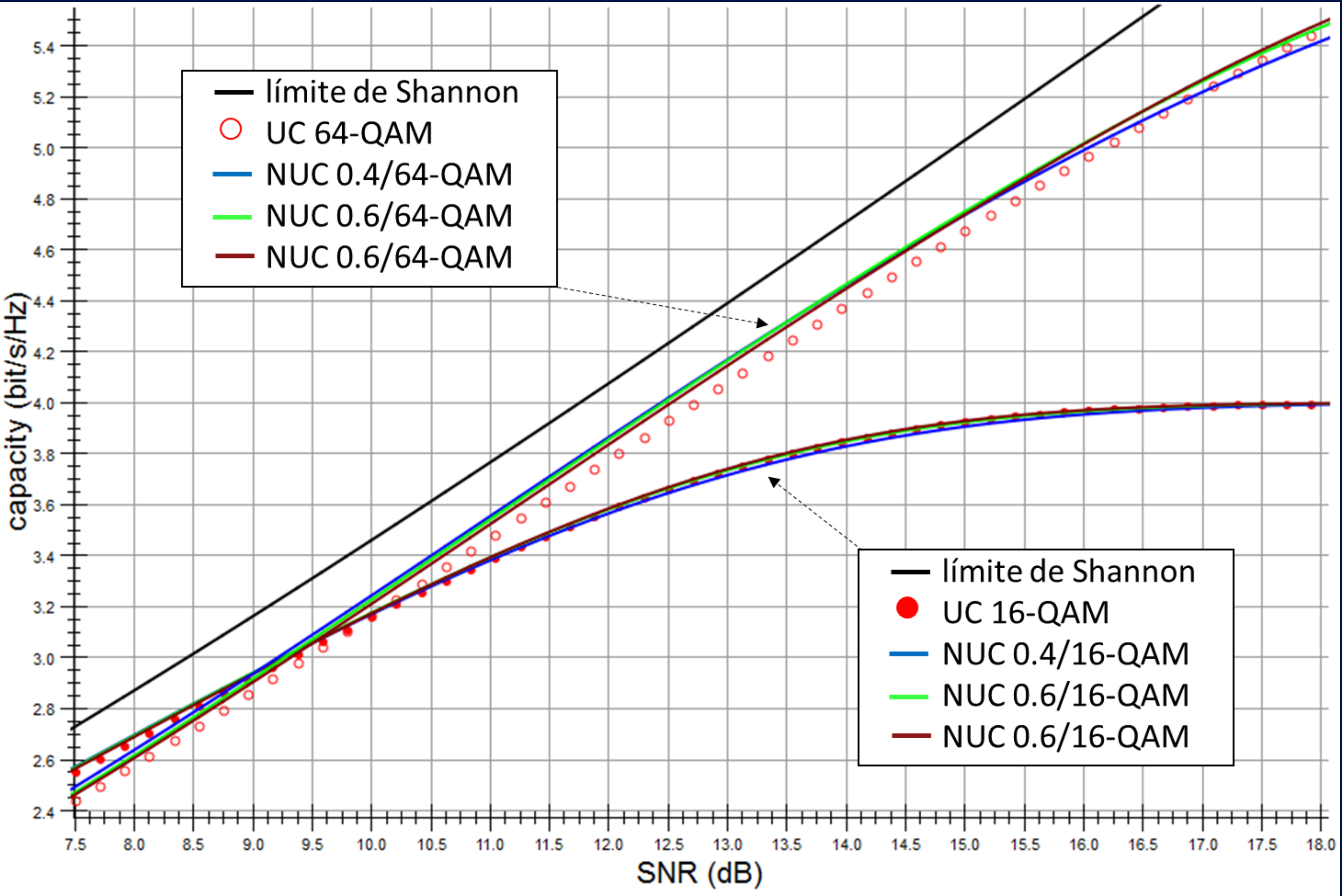
Regiones de caída de LDPC para 64-QAM



Eficiencia espectral de DTMB con las NUCs



Curvas de Capacidad 1-D NUCs



Mail: fontes@lacetel.cu

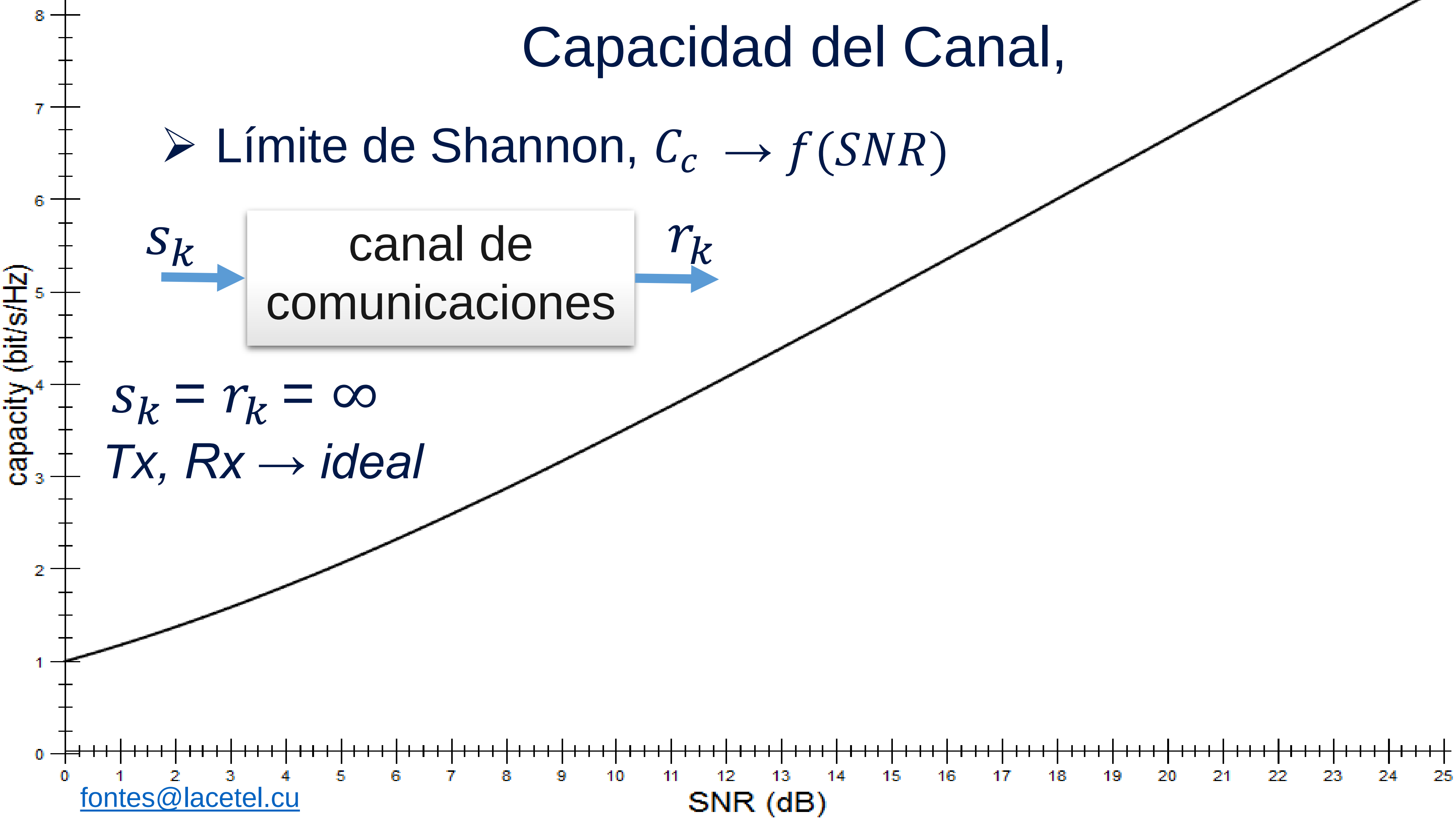
Capacidad del Canal,

- Límite de Shannon, $C_c \rightarrow f(SNR)$

s_k → canal de comunicaciones → r_k

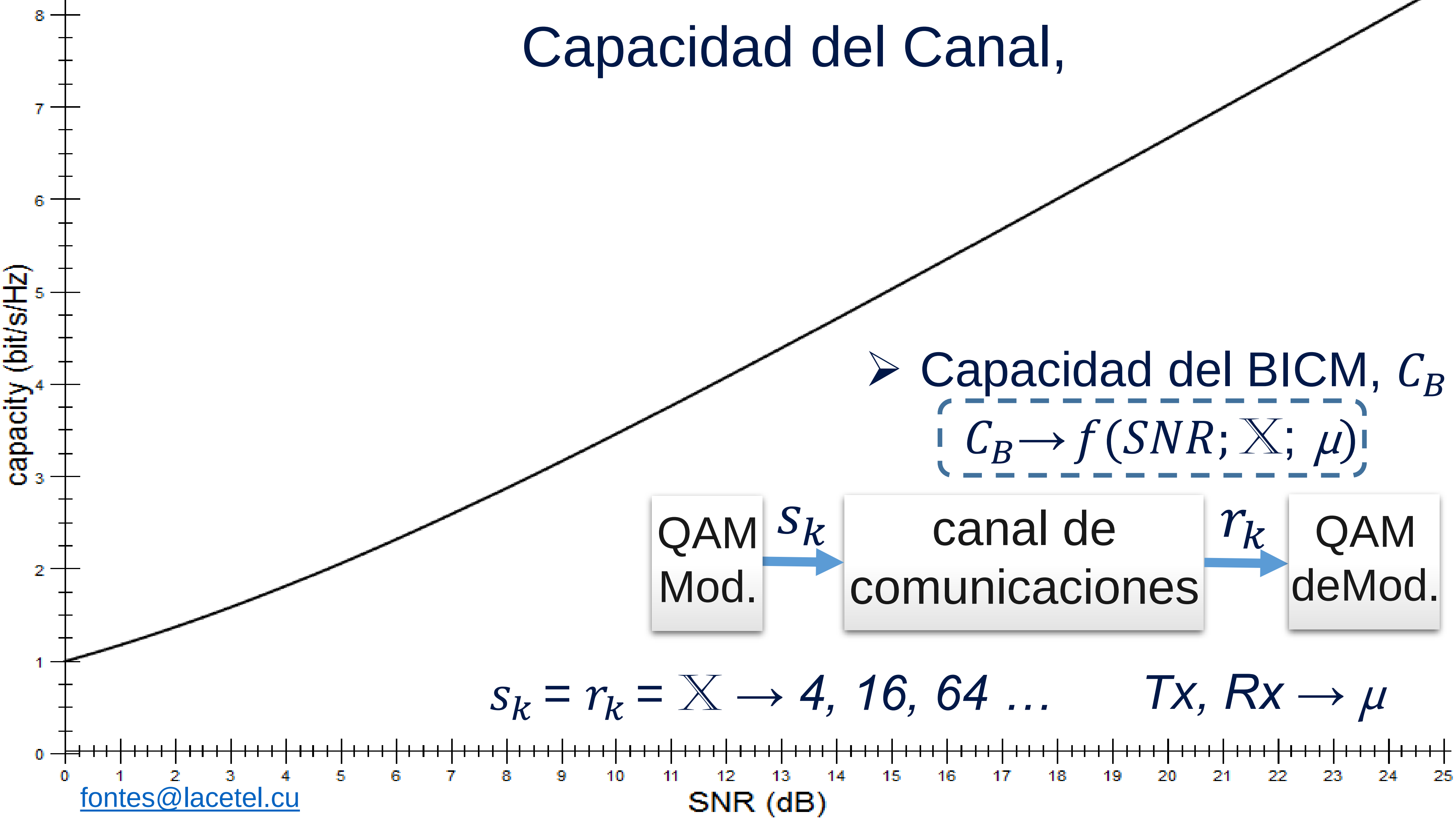
$s_k = r_k = \infty$

Tx, Rx → *ideal*



fontes@lacetel.cu

Capacidad del Canal,



- Capacidad del BICM, C_B

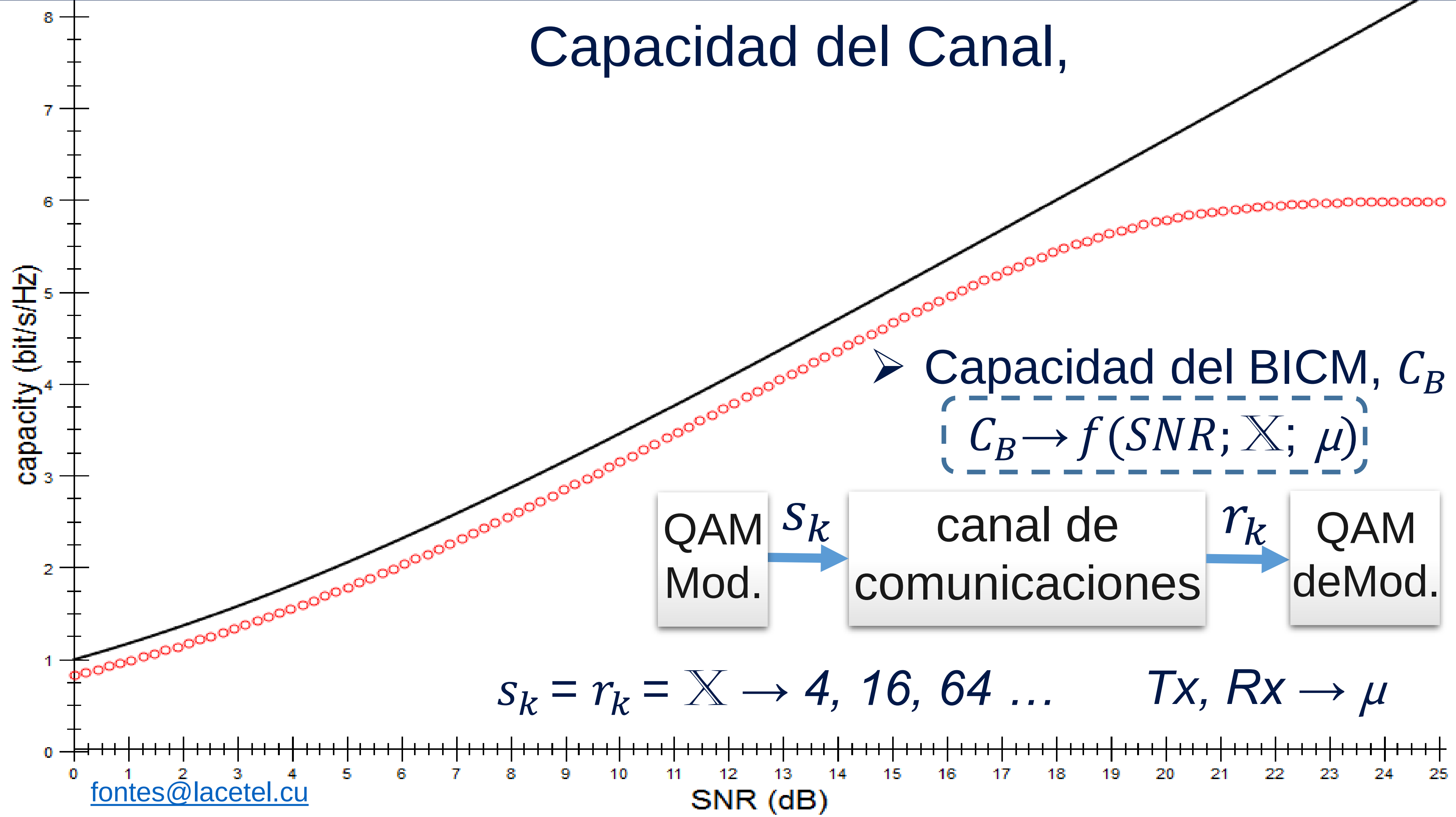
$$C_B \rightarrow f(SNR;\, \mathbb{X};\, \mu)$$

QAM Mod. → s_k → canal de comunicaciones → r_k → QAM deMod.

$s_k = r_k = \mathbb{X} \rightarrow$ *4, 16, 64 …* *Tx, Rx* $\rightarrow \mu$

fontes@lacetel.cu

Capacidad del Canal,



- Capacidad del BICM, C_B

$$C_B \rightarrow f(SNR; \mathbb{X};\ \mu)$$

QAM Mod. → s_k → canal de comunicaciones → r_k → QAM deMod.

$s_k = r_k = \mathbb{X} \rightarrow 4, 16, 64 \ldots$ $\quad Tx, Rx \rightarrow \mu$

fontes@lacetel.cu

Capacidad del Canal,

- Límite de Shannon, $C_C \rightarrow f(SNR)$

s_k → canal de comunicaciones → r_k

$s_k = r_k = \infty$

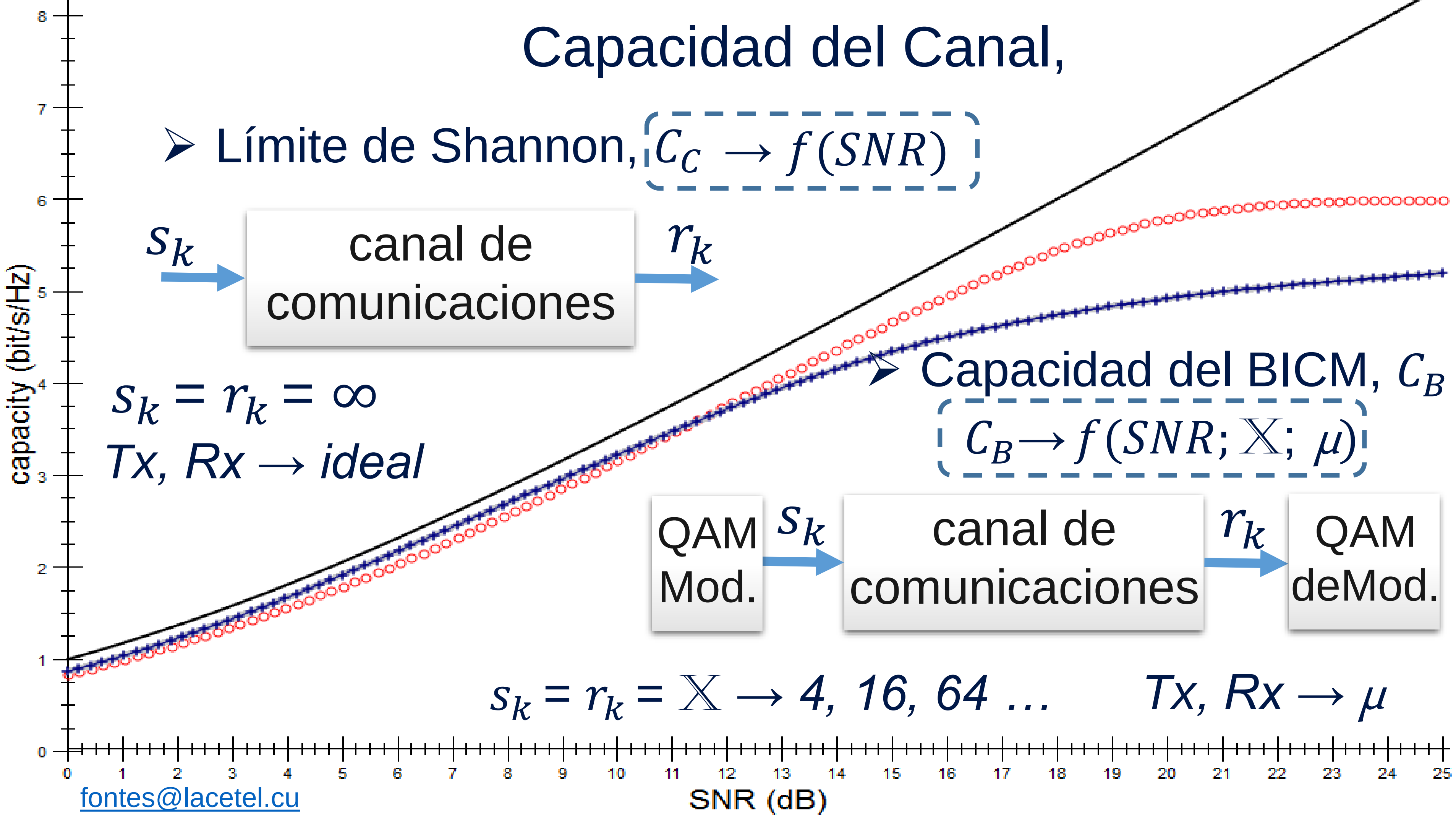
Tx, Rx → ideal

- Capacidad del BICM, C_B

$C_B \rightarrow f(SNR; \mathbb{X}; \mu)$

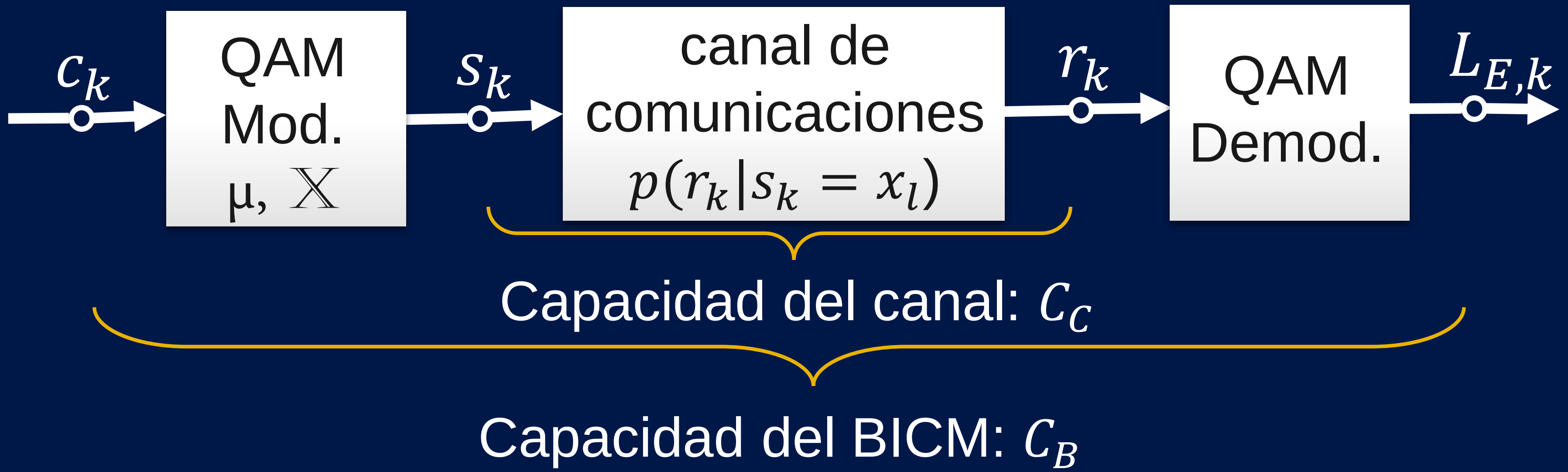
QAM Mod. → s_k → canal de comunicaciones → r_k → QAM deMod.

$s_k = r_k = \mathbb{X}$ → *4, 16, 64 …* *Tx, Rx* → μ



fontes@lacetel.cu

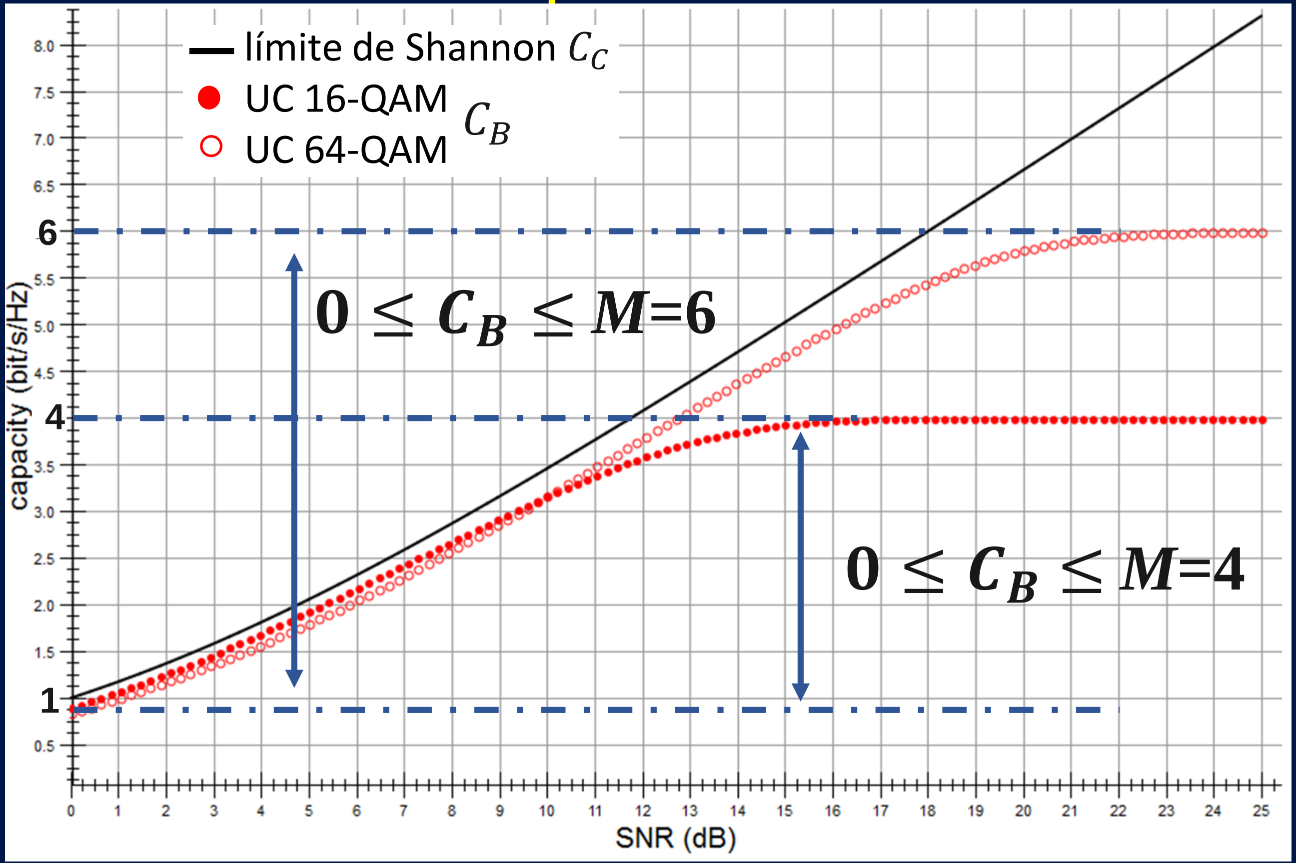
Fundamentos Teóricos



Fundamentos Teóricos

μ, X

Capacidad del BICM de las UC



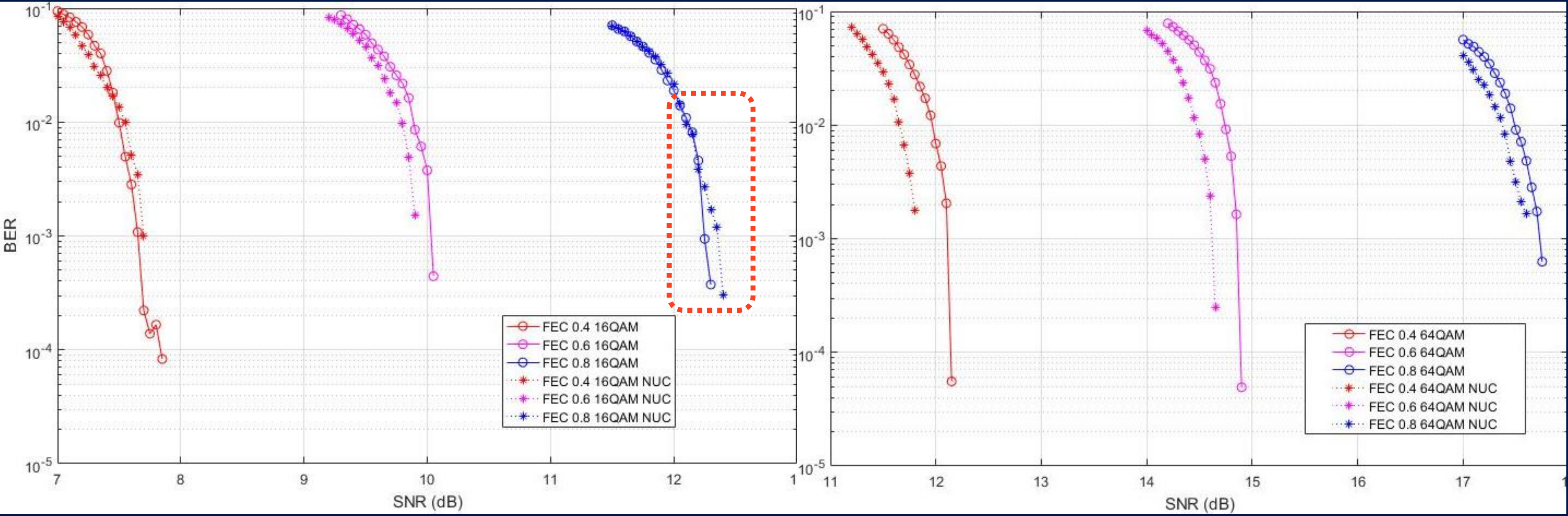
- $C_C = f(SNR)$

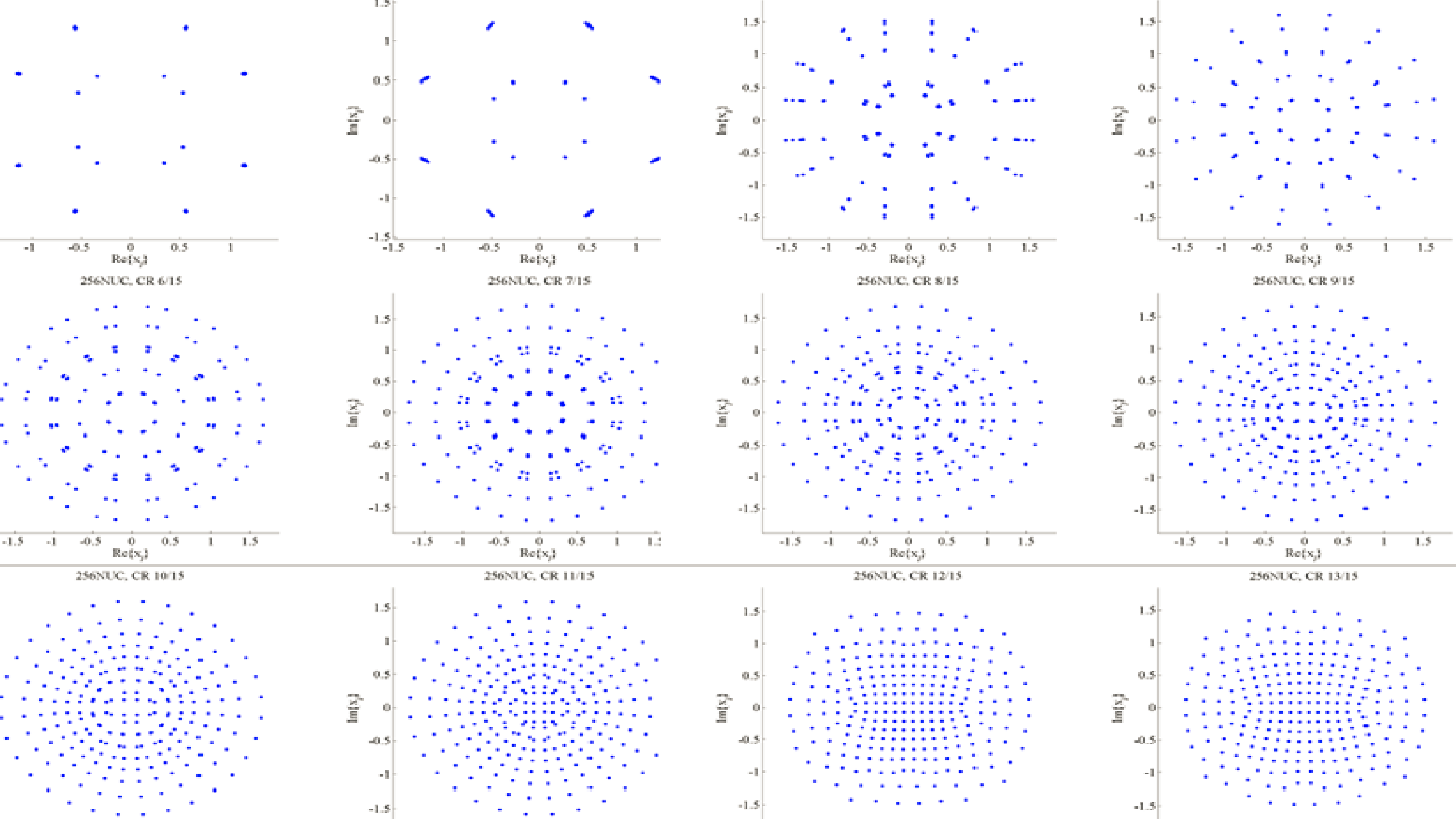
$$C_C = log_2(1 + SNR)$$

- $C_B = f(\mu, SNR)$

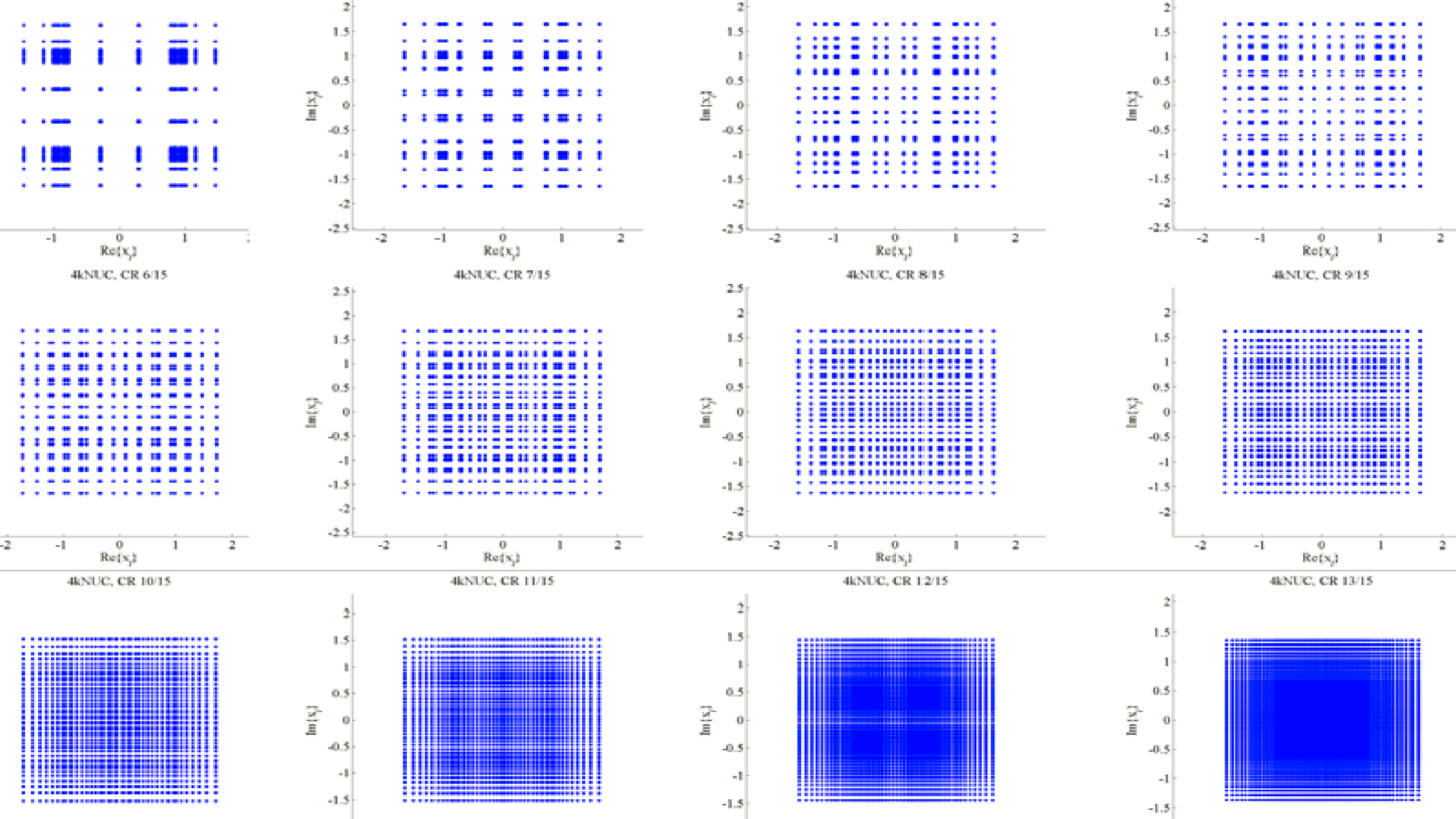
Regiones de caída de LDPC para:

16-QAM 64-QAM





256NUC, CR 6/15
256NUC, CR 7/15
256NUC, CR 8/15
256NUC, CR 9/15
256NUC, CR 10/15
256NUC, CR 11/15
256NUC, CR 12/15
256NUC, CR 13/15
Re{x_i}
Im{x_i}



4kNUC, CR 6/15
4kNUC, CR 7/15
4kNUC, CR 8/15
4kNUC, CR 9/15
4kNUC, CR 10/15
4kNUC, CR 11/15
4kNUC, CR 12/15
4kNUC, CR 13/15
Re{x_i}
Im{x_i}