

**ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DEL NIVEL FÍSICO DE UN SISTEMA MIMO PUNTO A PUNTO**



**ANEXO A**  
**“MANUAL DE USUARIO DE LA HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN DE UN SISTEMA MIMO”**

**PEDRO ALEJANDRO CAICEDO VALLEJO**  
**GUSTAVO ADOLFO MEDINA PAZ**

*Universidad del Cauca*  
Facultad de Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones  
Departamento de Telecomunicaciones  
Grupo Nuevas Tecnologías en Telecomunicaciones GNTT  
Gestión Integrada de Redes, Servicios y Arquitecturas de Telecomunicaciones  
Popayán  
2010

**ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DEL NIVEL FÍSICO DE UN SISTEMA MIMO PUNTO A  
PUNTO**

**ANEXO A  
“MANUAL DE USUARIO DE LA HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN DE UN  
SISTEMA MIMO”**

**PEDRO ALEJANDRO CAICEDO VALLEJO  
GUSTAVO ADOLFO MEDINA PAZ**

*Universidad del Cauca*  
**Facultad de Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones  
Departamento de Telecomunicaciones  
Grupo Nuevas Tecnologías en Telecomunicaciones GNTT  
Gestión Integrada de Redes, Servicios y Arquitecturas de Telecomunicaciones  
Popayán  
2010**



## **Contenido**

<b>1.</b>	<b>GRÁFICAS DE LA SIMULACIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>BOTONES DE LA HERRAMIENTA.....</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>PASOS A SEGUIR PARA REALIZAR UNA SIMULACIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>EJEMPLO.....</b>	<b>11</b>



## Lista de figuras

FIGURA 1. OPCIONES CONFIGURABLES DE LA INTERFAZ DE LA HERRAMIENTA.....	1
FIGURA 1.1. ALGORITMOS DE DETECCIÓN .....	2
FIGURA 1.2. MODULACIÓN.....	2
FIGURA 1.3. ARREGLO DE ANTENAS EN TX Y RX .....	2
FIGURA 1.4.SNR Y BITS A TRANSMITIR .....	3
FIGURA 1.5. CANAL INALÁMBRICO .....	3
FIGURA 2. GRÁFICAS DE LA HERRAMIENTA .....	4
FIGURA 2.1. GRÁFICA BER VS SNR .....	5
FIGURA 2.1. GRÁFICA TIEMPO VS SNR .....	5
FIGURA 3. BOTONES DE LA HERRAMIENTA .....	6
FIGURA 3.1. BOTÓN SIMULAR .....	7
FIGURA 3.2. BOTÓN BORRAR.....	7
FIGURA 4.1. EJECUTABLE .....	7
FIGURA 4.2. ARCHIVO FINAL.M EN MATLAB .....	8
FIGURA 4.3. INTERFAZ Y SELECCIÓN DE PARÁMETROS .....	9
FIGURA 4.3. INTERFAZ Y SELECCIÓN DE PARÁMETROS .....	10
FIGURA 5.1. EJEMPLO MMSE .....	11
FIGURA 5.2. RESULTADOS MMSE.....	12

## Manual de usuario de la herramienta de simulación de MIMO

Esta herramienta fue diseñada para simular un sistema MIMO punto a punto con entornos configurables y considerando el esquema de multiplexación espacial V-Blast, en ella se presentan diferentes algoritmos de detección como ZF, MMSE, esférico o ML, los cuales se combinan con dos opciones de modulación QAM o 16QAM. También permite elegir el arreglo de antenas entre 2x2 o 4x4 y el canal inalámbrico utilizado: AWGN o Rayleigh.

Los resultados de desempeño se muestran en dos gráficas, la primera es BER vs Eb/No y la segunda es el tiempo de procesamiento vs Eb/No, con el fin de realizar un análisis completo. Opciones de simulación:

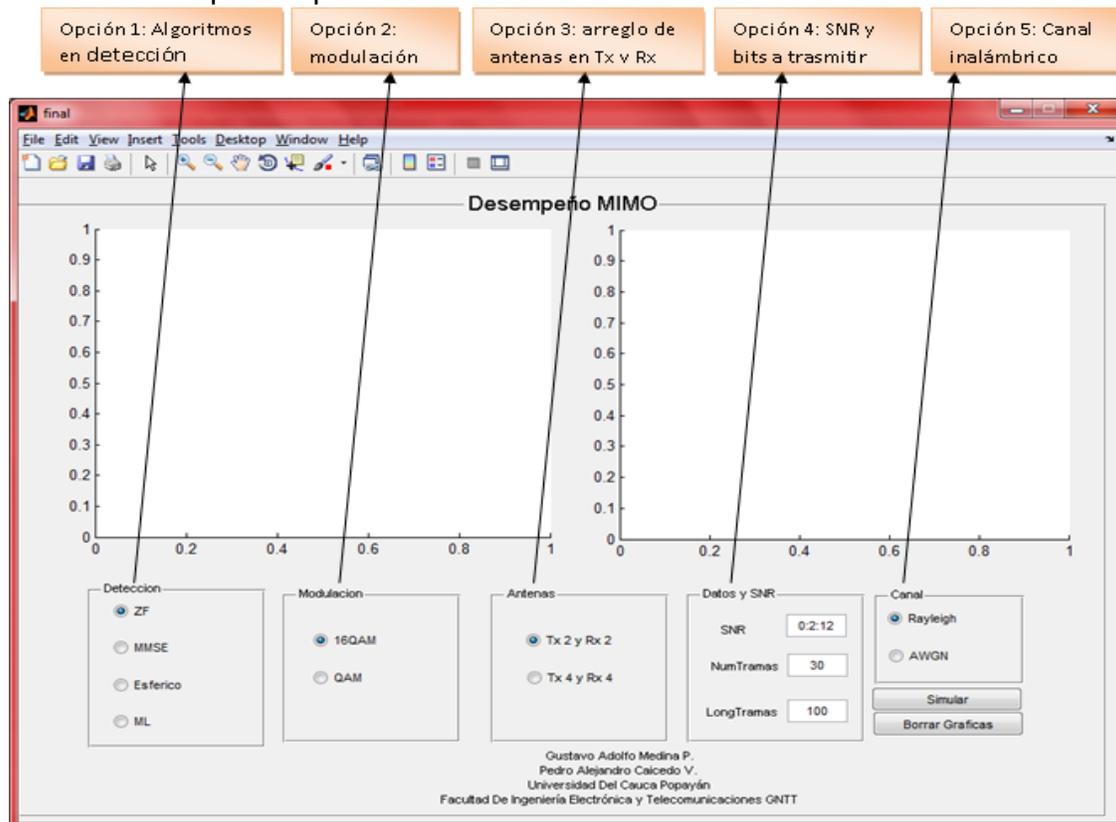
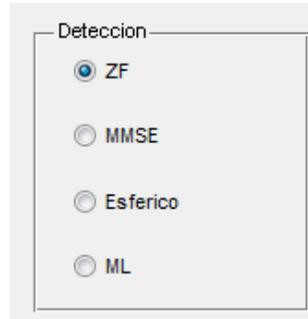


Figura 1. Opciones configurables de la Interfaz de la herramienta



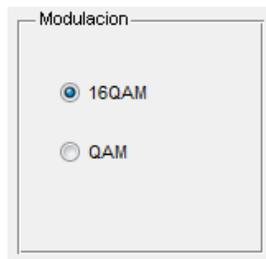
En la figura 1 se enfatizan los parámetros configurables de la comunicación inalámbrica de nivel físico, con las siguientes variaciones:

- Opción 1: Presenta los cuatro algoritmos de detección ZF, MMSE, Esférico y ML.



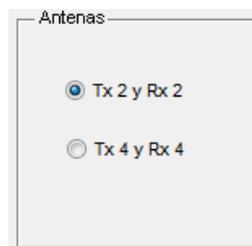
**Figura 1.1. Algoritmos de detección**

- Opción 2: Presenta las modulaciones de la comunicación 16QAM y QAM.



**Figura 1.2. Modulación**

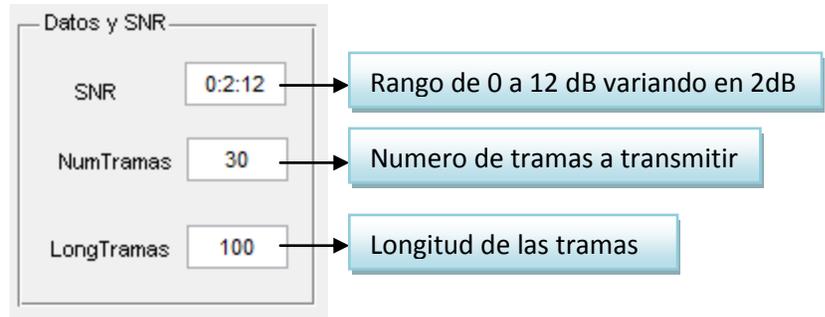
- Opción 3: Presenta el arreglo de antenas en Tx y Rx, 2x2 y 4x4.



**Figura 1.3. Arreglo de antenas en Tx y Rx**

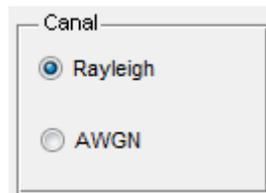


- Opción 4: Presenta la variación de la SNR en la gráfica y el número de tramas con su longitud a transmitir, inicialmente una SNR de 0 a 12dB, variando en 2dB, con 30 tramas de 100 bits.



**Figura 1.4.SNR y Bits a transmitir**

- Opción 5: Presenta el canal inalámbrico a simular Rayleigh y AWGN.



**Figura 1.5. Canal inalámbrico**



### 1. Gráficas de la simulación:

Gráfica 1: BER vs SNR.

Gráfica 2: Tiempo vs SNR.

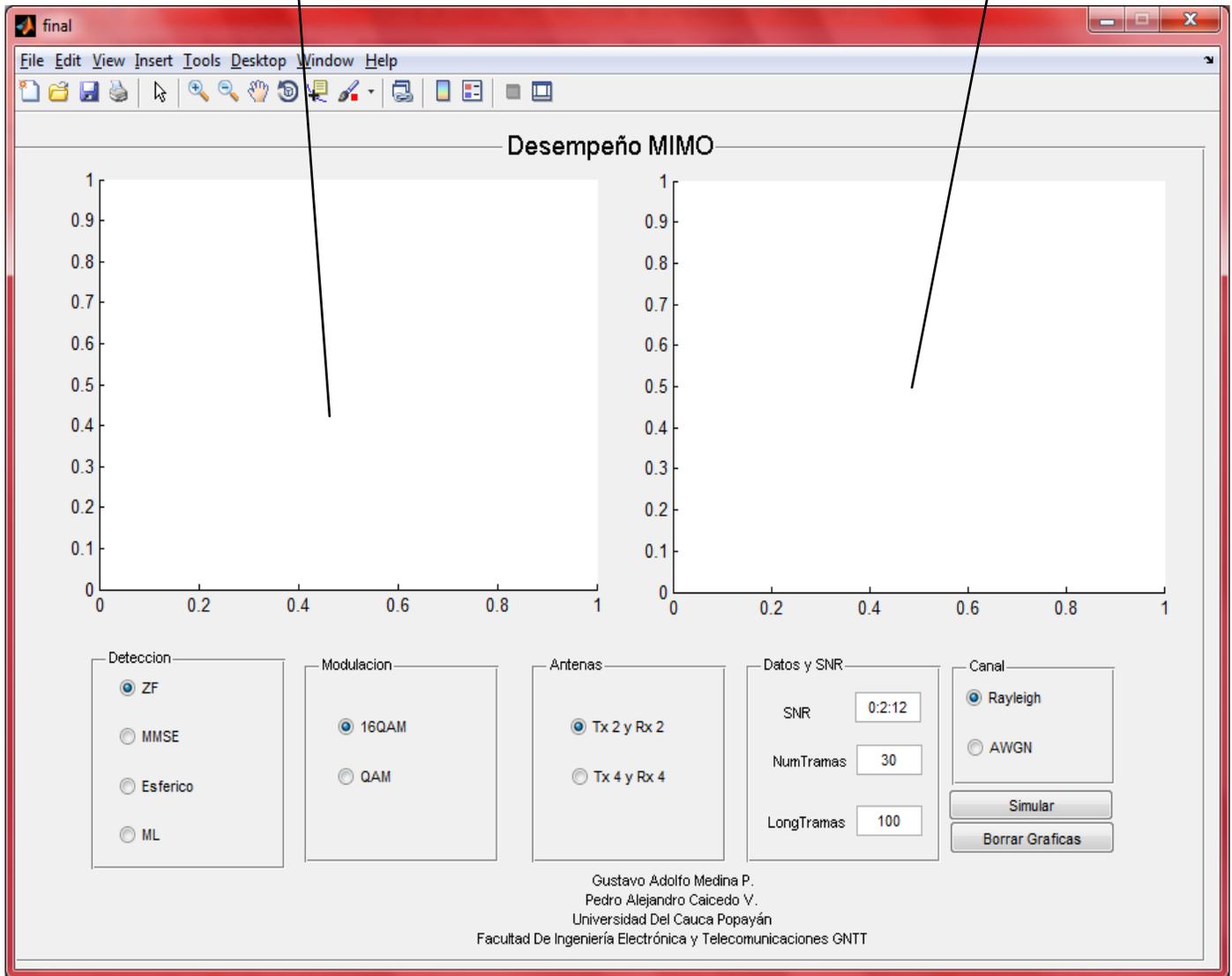


Figura 2. Gráficas de la herramienta



En la figura 2 se hace énfasis en las gráficas que presentan los resultados obtenidos en la simulación:

- Gráfica 1: Presenta los valores de BER vs SNR de los parámetros simulados.

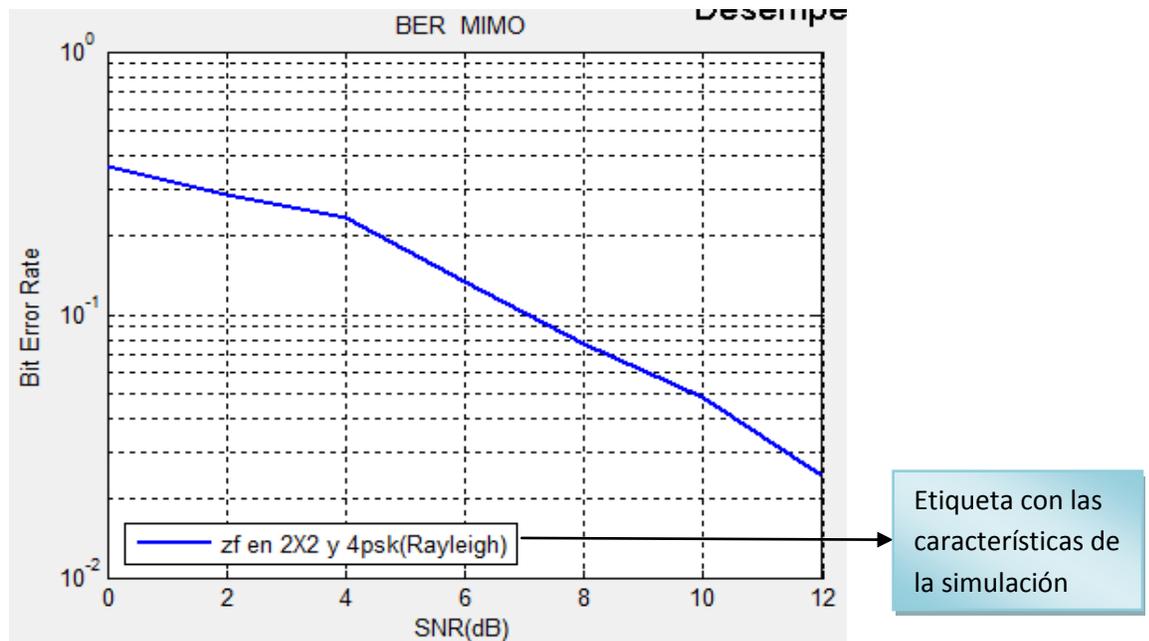


Figura 2.1. Gráfica BER vs SNR

- Gráfica 2: Presenta los valores de Tiempo vs SNR de los parámetros configurados.

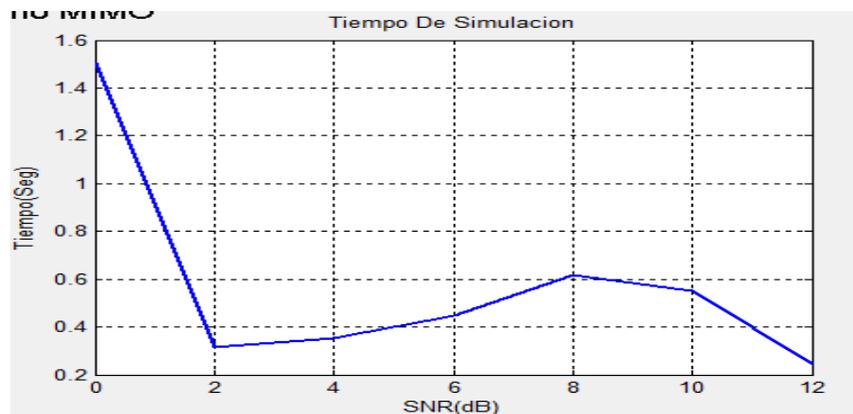


Figura 2.1. Gráfica Tiempo vs SNR



## 2. Botones de la herramienta:

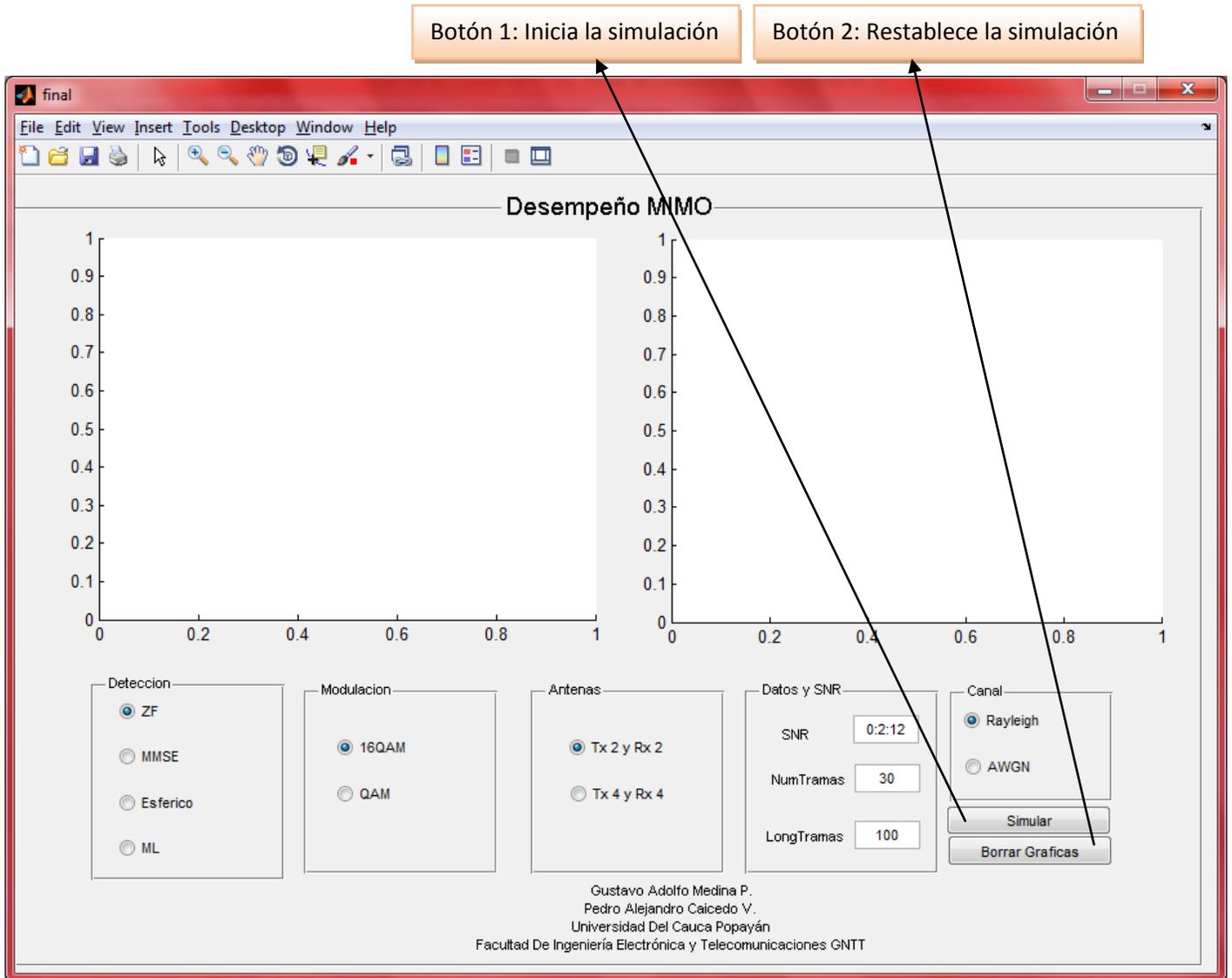


Figura 3. Botones de la herramienta



En la figura 3 se hace énfasis en los botones disponibles de la herramienta:

- Botón 1: Lee los valores configurados e inicia la simulación.

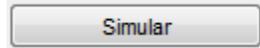


Figura 3.1. Botón simular

- Botón 2: Borra todos los valores obtenidos y habilita la herramienta para la obtención de otros resultados.

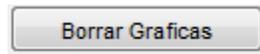


Figura 3.2. Botón Borrar

### 3. Pasos a seguir para realizar una simulación:

- 1. En la carpeta donde están los archivos Matlab de la herramienta, se ejecuta el archivo "final.m".

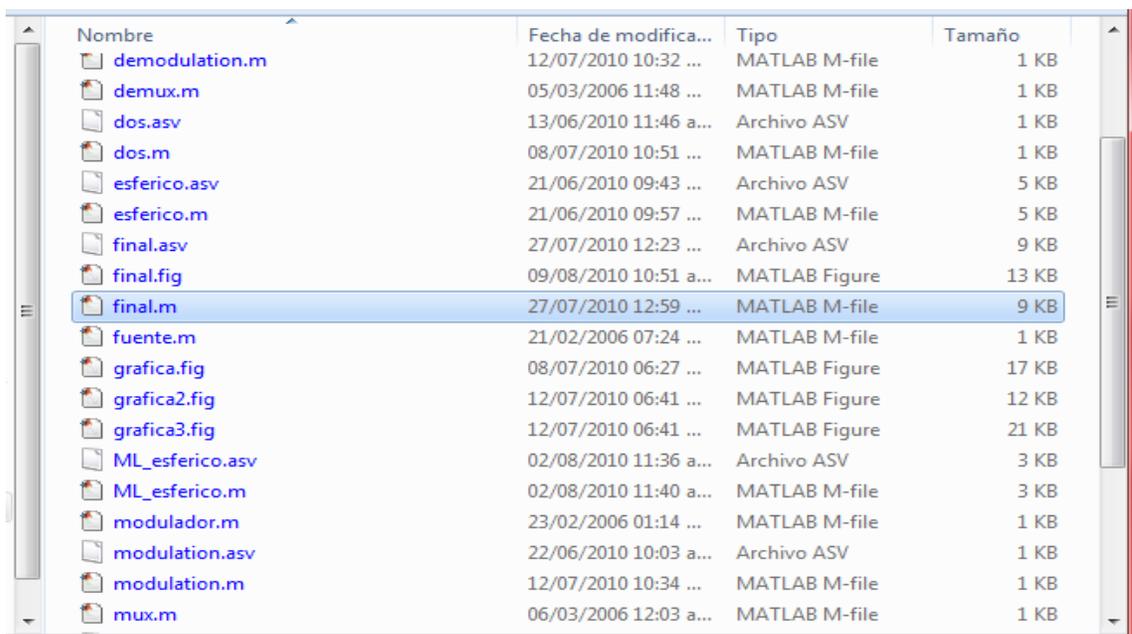


Figura 4.1. Ejecutable



- 2. Al ejecutar este archivo con Matlab se abre la siguiente ventana y se pone a correr el archivo.

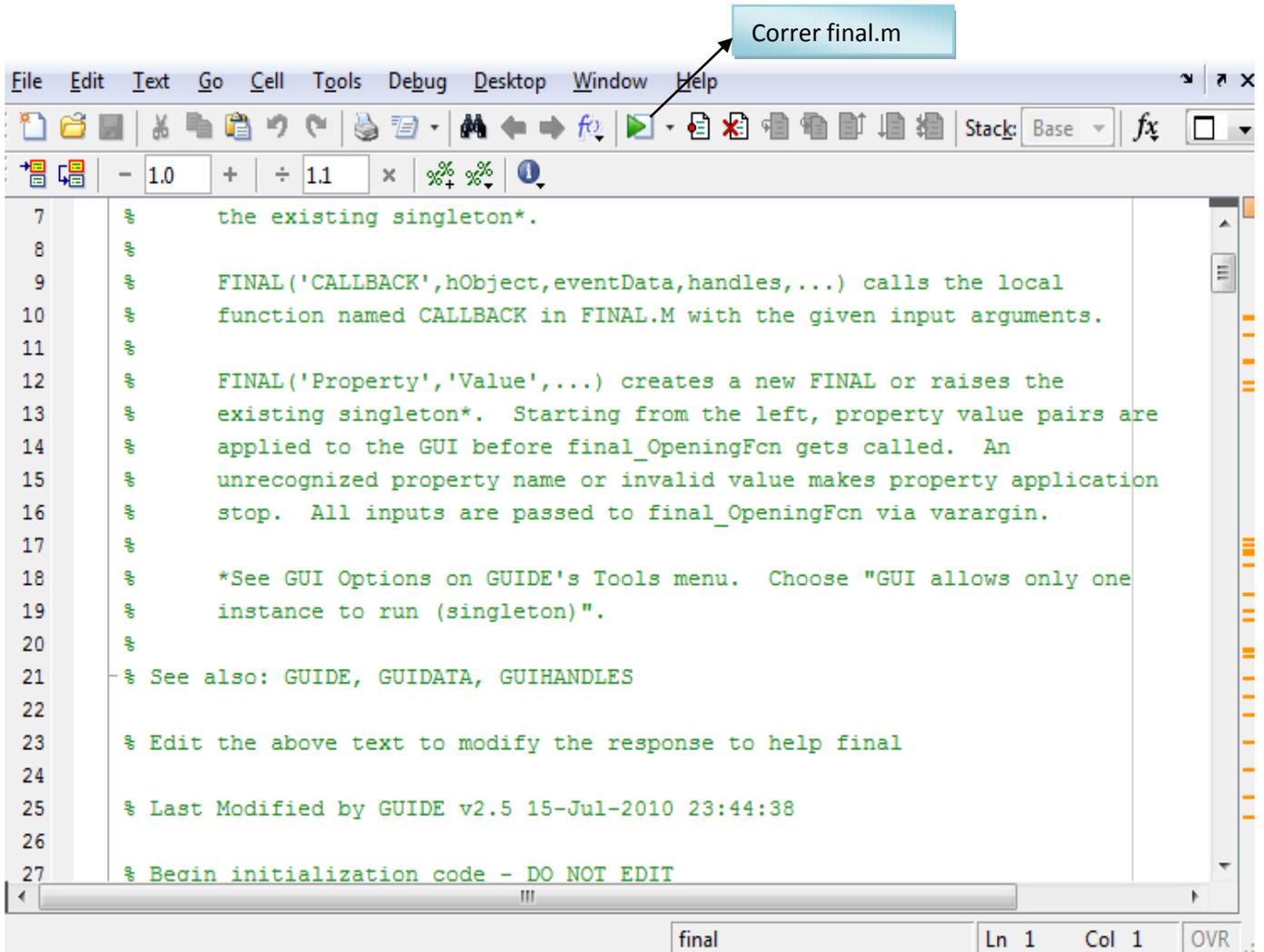


Figura 4.2. Archivo final.m en Matlab



- 3. Al correr el archivo "final.m" se abre la interfaz gráfica, se seleccionan los parámetros deseados y se oprime el botón *simular*.

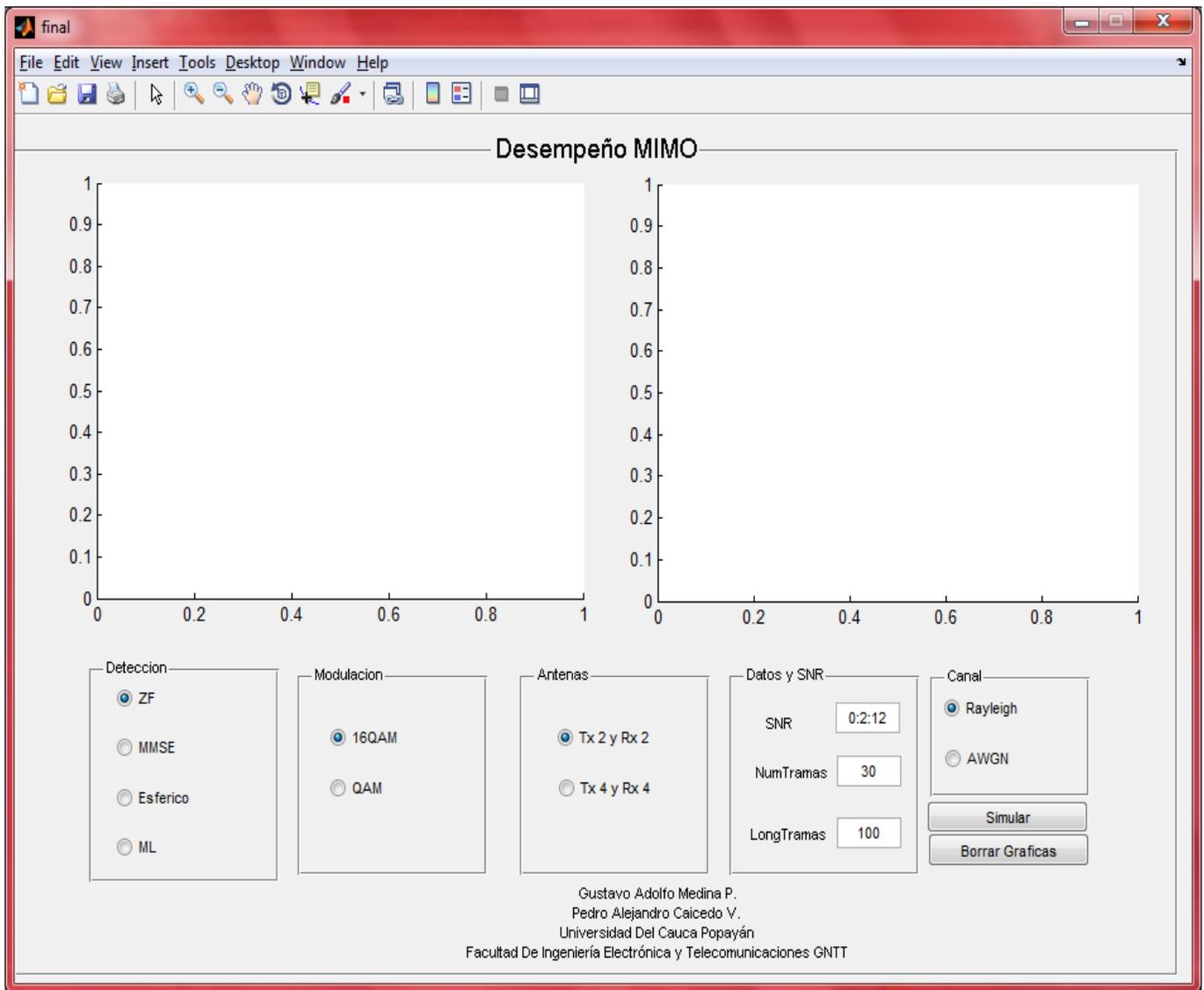
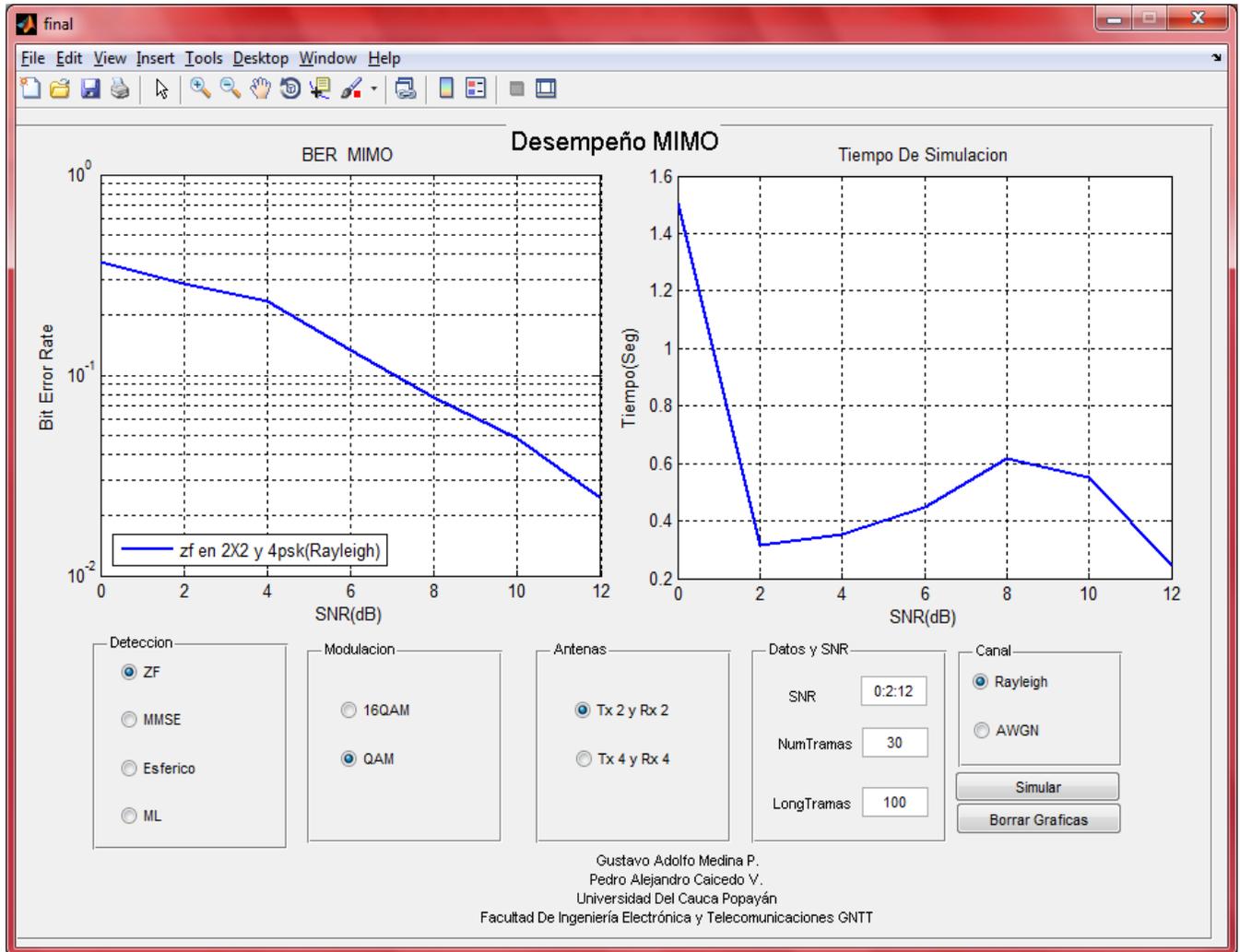


Figura 4.3. Interfaz y selección de parámetros

- 4. Se obtienen los resultados; es posible simular hasta 6 veces con el objetivo de comparar los resultados de diferentes configuraciones.



**Figura 4.3. Interfaz y selección de parámetros.**

- Quinto: Al obtener las gráficas a comparar y analizar se oprime el botón Borrar, con el fin de tener la herramienta lista, para realizar nuevas comparaciones o nuevos análisis.

#### 4. Ejemplo:

SE simulara un sistema MIMO con el algoritmo de detección MMSE, modulación 16QAM, arreglo de antenas 2x2, SNR de 0 a 12 de 2 en 2, 30 tramas de 100 bits con canal Rayleigh.

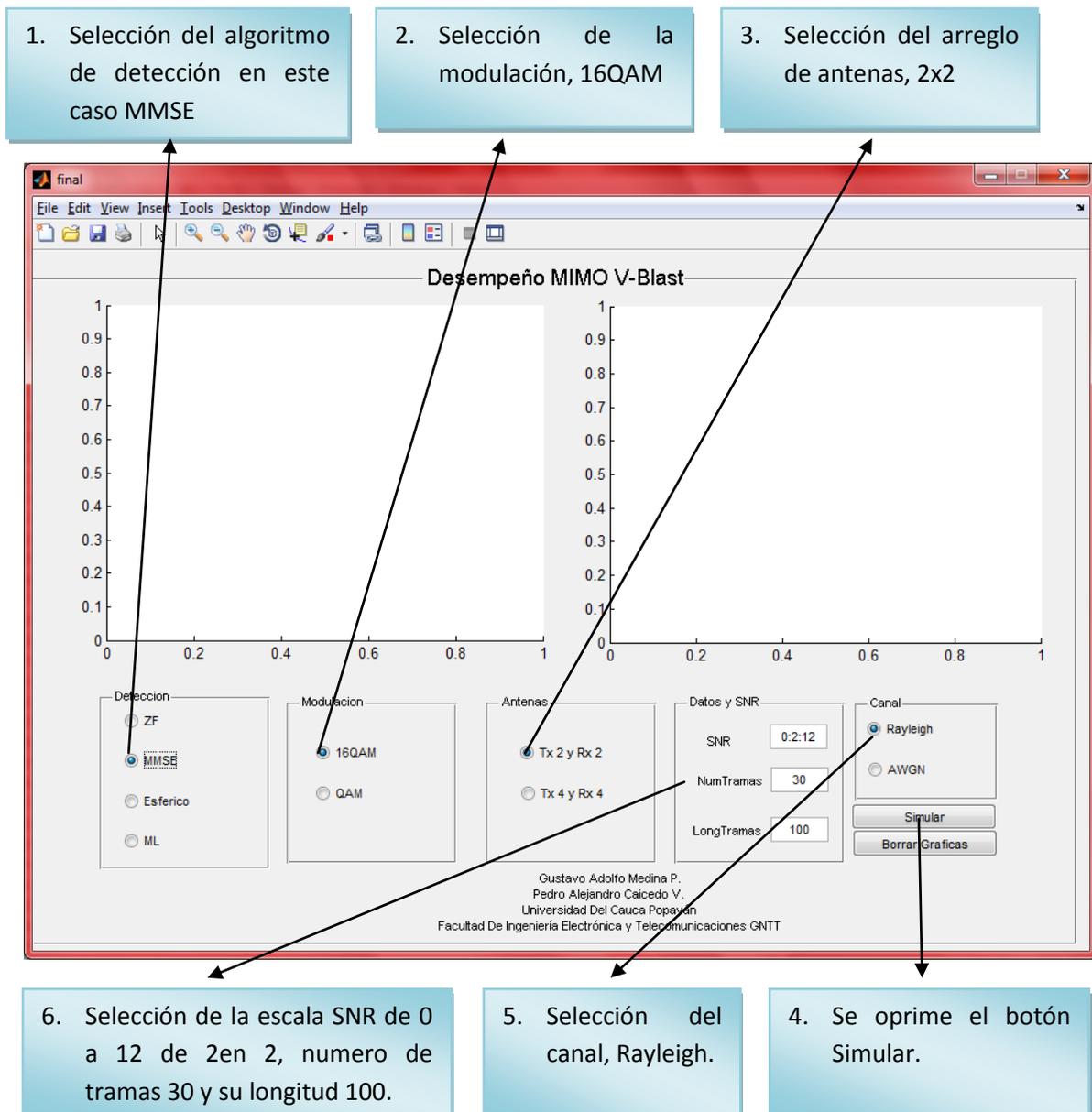


Figura 5.1. Ejemplo MMSE



Los resultados obtenidos de las configuraciones planteadas son:

Gráfica BER vs Eb/No

Gráfica tiempo vs Eb/No

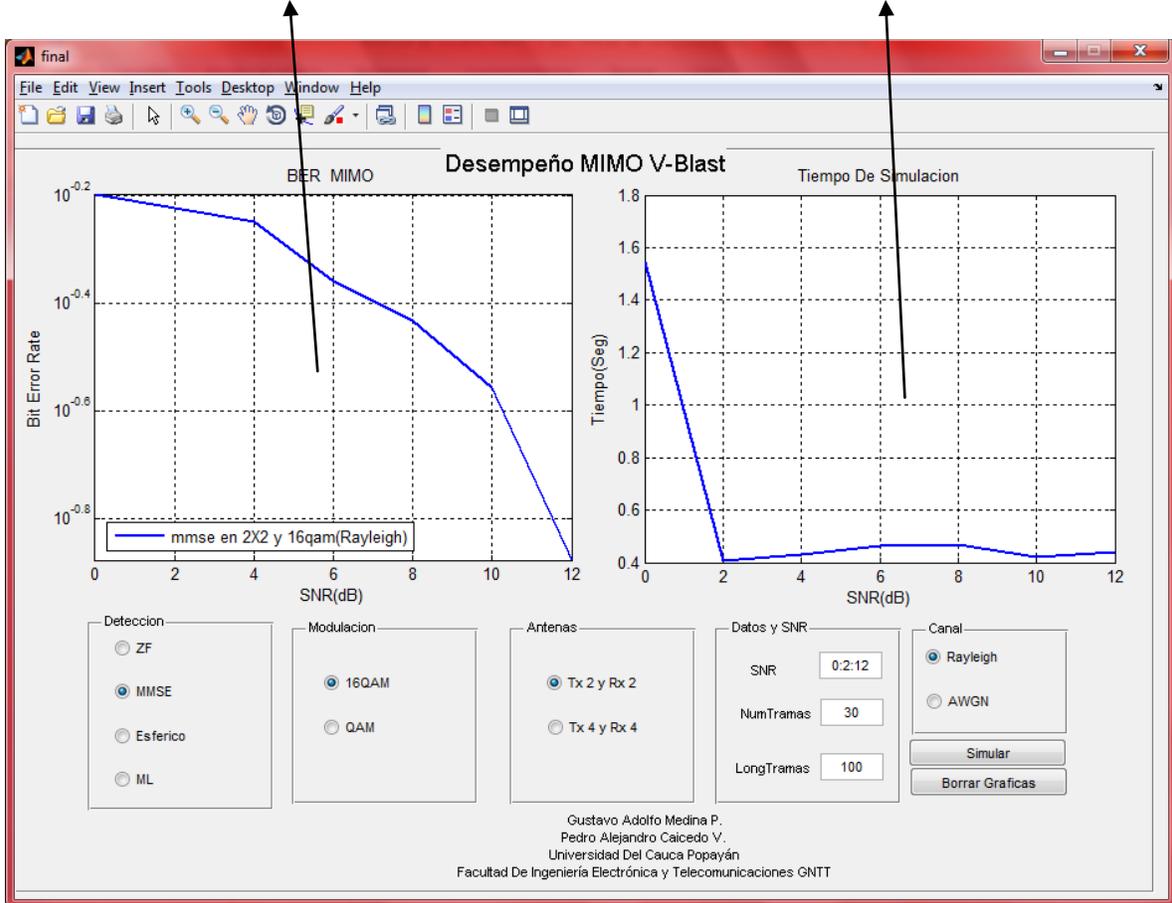


Figura 5.2. Resultados MMSE