

ANEXO B REDES NEURONALES

En la búsqueda de la arquitectura de la red neuronal se conto con aproximadamente 30300 datos para 3 líneas diferentes. Se realizaron diferentes configuraciones para encontrar aquella arquitectura que menor error relativo promedio, desviación estándar y error relativo máximo tuviera, y a partir de esta, empezar a probar con diferentes variables de entrada y cantidades de la misma.

Para todos los valores de impedancia, es decir, valores de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y 100, se probó la arquitectura de red (4,X,1), en donde las variables de entrada fueron $|\Delta I_{A1\phi}|$, $|\Delta V_{A1\phi}|$, $|\Delta V_{A1\phi}| / |\Delta I_{A1\phi}|$ y $|\theta_{IA3\phi}|$. El valor de la variable X, es decir, el número de neuronas de la capa oculta estaba en el rango [3,12]. Para cada variable de entrada se ingreso un total de 5050 datos.

En total se probaron nueve redes neuronales diferentes en donde se uso el 70% de los datos para entrenamiento, 15% para validación y el 15% restante para prueba. Todos los datos fueron previamente escalados antes de realizar el entrenamiento de la red y posteriormente, se realizo el proceso inverso del escalonamiento a la salida cada red neuronal para obtener la distancia de falla.

En la Tabla B.1, se presenta la información de cada una de las nueve arquitecturas probadas, ya que para cada una de estas se realizaron una serie de entrenamientos obteniendo finalmente aquella red que menor error relativo promedio, desviación y error relativo máximo tuviera para cada arquitectura.

La primera columna de la tabla indica la cantidad de neuronas en la capa oculta, mientras que la primera fila indica el nombre de la línea y subestación cuyos datos fueron probados con la red neuronal resultante.

Tabla B.1. Resultados de diferentes arquitecturas de redes neuronales con cuatro variables de entrada y una de salida para todos los valores de impedancia

| Línea Evaluada | Línea 1. Subestación A. | | Línea 1. Subestación B. | | Línea 2. Subestación A. | | Línea 2. Subestación B. | | Línea 3. Subestación A. | | Línea 3. Subestación B. | | Error Relativo Promedio |
|----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|
| | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) |
| 3 | 2.81 | 8.63 | 13.65 | 8.66 | 15.62 | 15.67 | 24.84 | 18.89 | 16.32 | 14.25 | 19.65 | 16.32 | 15.48 |
| 4 | 2.27 | 8.96 | 12.29 | 11.2 | 24.15 | 16.62 | 22.36 | 16.6 | 18.65 | 13.63 | 16.65 | 13.65 | 16.06 |
| 5 | 1.97 | 2.3 | 24.35 | 17.01 | 22.56 | 17.8 | 33.91 | 23.92 | 23.42 | 18.03 | 22.41 | 17.71 | 21.44 |
| 6 | 2.47 | 2.93 | 12.52 | 9.73 | 18.8 | 15.97 | 26.64 | 21.16 | 14.87 | 13.16 | 12.97 | 11.39 | 14.71 |
| 7 | 2.49 | 2.87 | 15.63 | 14.36 | 19.45 | 16.36 | 22.56 | 16.96 | 18.56 | 17.65 | 15.63 | 14.36 | 15.72 |
| 8 | 1.25 | 2.09 | 23.83 | 24.69 | 27.46 | 23.65 | 32.33 | 26.22 | 24.9 | 24 | 25.12 | 24.35 | 22.48 |
| 9 | 1.47 | 2.07 | 9.68 | 9.87 | 14.85 | 12.99 | 22.45 | 17.57 | 12 | 11.53 | 11.21 | 10.29 | 11.94 |
| 10 | 3.35 | 4.35 | 14.36 | 12.65 | 15.96 | 15.6 | 18.53 | 13.84 | 18.65 | 17.6 | 18.62 | 16.32 | 14.91 |
| 11 | 1.3 | 2.08 | 32.92 | 23.4 | 26.3 | 21.11 | 33 | 25.19 | 28.66 | 22.89 | 27.45 | 22.38 | 24.94 |
| 12 | 1.9 | 2.74 | 15.73 | 10.9 | 19.79 | 17.24 | 26.98 | 21.36 | 16.71 | 14.4 | 14.17 | 12.41 | 15.88 |

Para realizar el entrenamiento de cada una de las redes, se usaron los datos de la Línea 1. Subestación A.

En la Tabla B.2, se presenta el promedio de error relativo promedio, la desviación estándar y el error relativo máximo para cada una de las arquitecturas probadas.

Tabla B.2. Resultados de error relativo promedio, desviación y error relativo máximo para las arquitecturas probadas.

| Cantidad de Neuronas en la capa oculta | Error relativo Promedio | Desviación Estándar | Error relativo Máximo |
|--|-------------------------|---------------------|-----------------------|
| 3 | 15.33% | 13.89% | 156.65% |
| 4 | 15.38% | 13.11% | 100.00% |
| 5 | 21.44% | 19.88% | 100.00% |
| 6 | 14.71% | 15.42% | 100.00% |
| 7 | 15.23% | 13.69% | 100.00% |
| 8 | 22.48% | 24.55% | 100.00% |
| 9 | 11.94% | 13.24% | 100.00% |
| 10 | 14.98% | 13.46% | 100.00% |
| 11 | 24.94% | 23.69% | 95.00% |
| 12 | 15.88% | 16.22% | 98.00% |

Por medio de la Tabla B.2, se decidió por la arquitectura (4,9,1), debido a que esta presenta menor error relativo entre todas las demás. Si bien no posee la menor desviación, está entre las más bajas y aunque el valor máximo es alto, el promedio y la desviación compensan el uso de esta arquitectura.

Después de realizar pruebas para determinar el número más adecuado de neuronas en la capa oculta, se retiró de los datos aquellos correspondientes con la impedancia de 10 ohmios, debido a que generaban ruido. Seguidamente se varió el número de entradas Y con la arquitectura de $(Y,9,1)$ en donde Y tomó el valor de 2, 3 y 4.

En la tabla B.3, se observan los resultados al entrenar la red con arquitectura (4,9,1) con los datos de la subestación A ó B para cada una de las líneas de transmisión (casillas en azul) y posteriormente se evaluó la RNA en cada una de las líneas (casilla en gris), obteniendo el error relativo promedio (%) y la desviación estándar.

Tabla B.3. Resultados red neuronal arquitectura (4,9,1) para todos los valores de impedancia.

| Línea Evaluada | Línea 1. Subestación A. | | Línea 1. Subestación B. | | Línea 2. Subestación A. | | Línea 2. Subestación B. | | Línea 3. Subestación A. | | Línea 3. Subestación B. | | Error Relativo Promedio |
|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|
| | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) |
| Línea 1. Subestación A. | 0.53 | 0.70 | 3.76 | 3.66 | 9.87 | 7.45 | 7.90 | 6.17 | 9.36 | 6.74 | 8.35 | 6.27 | 6.63 |
| Línea 1. Subestación B. | 5.52 | 6.33 | 0.72 | 0.87 | 17.36 | 14.17 | 14.89 | 10.68 | 15.87 | 10.46 | 16.26 | 10.94 | 11.77 |
| Línea 2. Subestación A. | 44.03 | 37.72 | 33.80 | 26.87 | 0.42 | 0.58 | 4.38 | 3.26 | 3.84 | 2.64 | 3.75 | 2.49 | 15.04 |
| Línea 2. Subestación B. | 36.48 | 17.77 | 35.27 | 15.15 | 9.81 | 6.59 | 0.39 | 0.48 | 9.39 | 5.7 | 9.19 | 5.67 | 16.76 |
| Línea 3. Subestación A. | 20.57 | 10.87 | 19.92 | 8.01 | 5.36 | 3.36 | 4.39 | 2.70 | 0.48 | 0.55 | 0.78 | 0.73 | 8.58 |
| Línea 3. Subestación B. | 21.57 | 12.26 | 20.30 | 9.44 | 5.77 | 4.74 | 4.56 | 3.10 | 0.81 | 0.91 | 0.45 | 0.56 | 8.91 |

Para este conjunto de redes, se trabajo con las variables de entrada $|\Delta I_{A1\phi}|$, $|\Delta V_{A1\phi}|$, $|\Delta V_{A1\phi}| / |\Delta I_{A1\phi}|$ y $\angle \theta_{IA3\phi}$. Con lo cual se obtuvo que la mejor red fuera aquella que se entreno con los datos de la Línea 1. Subestación A, debido a que el error relativo promedio general para todas las líneas fue del 6.63% con una desviación del 6.59%, pero posee el inconveniente de que se produjo un error relativo máximo del 41.21% en la predicción de la distancia de la falla para la Línea 2. Subestación B.

Adicionalmente, se realizaron pruebas variando el número de entradas de la red, es decir, con 2 y 3 variables de entrada tratando de encontrar aquella red que mejor se adaptara a los datos y que por ende podría determinar con mayor exactitud la distancia de falla.

Se realizaron pruebas con una arquitectura (3,9,1) cuyas variables de entrada fueron $|\Delta I_{A1\phi}|$, $|\Delta V_{A1\phi}|$ y $\angle \theta_{IA3\phi}$. En la Tabla B.4 se observan los resultados obtenidos para esta arquitectura variando los datos de entrenamiento, en donde se obtiene para esta nueva red neuronal un error relativo promedio general del 8.41% con una desviación estándar del 7.93% y un error relativo máximo del 31.46%. La red neuronal obtuvo los mejores resultados cuando se entreno con los datos de la Línea 3. Subestación A.

Tabla B.4. Resultados red neuronal arquitectura (3,9,1)

| Línea Evaluada | Línea 1. Subestación A. | | Línea 1. Subestación B. | | Línea 2. Subestación A. | | Línea 2. Subestación B. | | Línea 3. Subestación A. | | Línea 3. Subestación B. | | Error Relativo Promedio |
|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|
| | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) |
| Línea 1. Subestación A. | 0.64 | 0.80 | 4.50 | 3.81 | 19.33 | 9.33 | 17.69 | 11.02 | 22.76 | 12.75 | 17.78 | 9.82 | 13.78 |
| Línea 1. Subestación B. | 4.94 | 4.57 | 0.74 | 0.91 | 19.04 | 8.35 | 17.01 | 9.51 | 22.28 | 9.47 | 16.80 | 7.33 | 13.47 |
| Línea 2. | 18.20 | 7.10 | 14.71 | 7.30 | 0.75 | 0.84 | 5.57 | 4.38 | 6.02 | 4.81 | 5.23 | 3.31 | 8.41 |

| Línea Evaluada | Línea 1. Subestación A. | | Línea 1. Subestación B. | | Línea 2. Subestación A. | | Línea 2. Subestación B. | | Línea 3. Subestación A. | | Línea 3. Subestación B. | | Error Relativo Promedio |
|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|
| | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | |
| Datos de Entrenamiento | | | | | | | | | | | | | |
| Subestación A. | | | | | | | | | | | | | |
| Línea 2. Subestación B. | 41.58 | 22.93 | 38.79 | 16.85 | 14.42 | 14.66 | 0.47 | 0.54 | 6.89 | 5.85 | 11.61 | 8.68 | 18.96 |
| Línea 3. Subestación A. | 23.81 | 11.25 | 21.45 | 8.28 | 7.17 | 4.41 | 6.28 | 4.06 | 5.02 | 3.02 | 0.87 | 0.68 | 10.77 |
| Línea 3. Subestación B. | 23.96 | 10.80 | 21.41 | 7.97 | 7.25 | 4.49 | 6.40 | 4.15 | 4.68 | 3.00 | 0.51 | 0.59 | 10.7 |

En pruebas con la arquitectura de red (2,9,1) una de las variables de entrada corresponde al cociente $|\Delta V_{A1\phi}| / |\Delta I_{A1\phi}|$, con la cual se esperaba capturar el comportamiento de las variables $|\Delta V_{A1\phi}|$ y $|\Delta I_{A1\phi}|$, adicionalmente, se uso como parámetro de entrada $\angle \theta_{IA3\phi}$. La Tabla B.5 muestra los resultados obtenidos para esta configuración en donde se observa que los mejores resultados de la red corresponden a aquella entrenada con los datos de la Línea 3. Subestación B, con un error relativo promedio general del 9.15% con una desviación del 5.86% y un error relativo máximo del 42.74% lo cual corresponde a la mejor red encontrada hasta el momento excepto por el valor del error relativo máximo. La mejor red obtenida corresponde a la entrenada con los datos de la Línea 3. Subestación A.

Tabla B.5. Resultados red neuronal arquitectura (2,9,1)

| Línea Evaluada | Línea 1. Subestación A. | | Línea 1. Subestación B. | | Línea 2. Subestación A. | | Línea 2. Subestación B. | | Línea 3. Subestación A. | | Línea 3. Subestación B. | | Error Relativo Promedio |
|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|
| | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | |
| Datos de Entrenamiento | | | | | | | | | | | | | |
| Línea 1. Subestación A. | 3.73 | 3.81 | 10.58 | 9.48 | 13.70 | 10.32 | 21.27 | 15.04 | 8.92 | 8.15 | 12.14 | 9.79 | 11.72 |
| Línea 1. Subestación B. | 9.37 | 7.71 | 5.87 | 5.55 | 13.82 | 8.62 | 16.78 | 10.76 | 7.26 | 5.47 | 8.45 | 5.91 | 10.26 |
| Línea 2. Subestación A. | 13.36 | 7.00 | 12.16 | 7.45 | 2.99 | 3.10 | 12.55 | 10.50 | 12.10 | 6.52 | 9.93 | 6.88 | 10.52 |
| Línea 2. Subestación B. | 14.66 | 9.90 | 12.38 | 8.23 | 9.24 | 7.48 | 4.62 | 4.57 | 12.21 | 9.36 | 9.86 | 7.92 | 10.5 |
| Línea 3. Subestación A. | 10.45 | 7.79 | 9.07 | 6.14 | 9.96 | 6.32 | 13.12 | 9.94 | 7.54 | 4.34 | 5.50 | 4.74 | 9.27 |
| Línea 3. Subestación B. | 12.67 | 9.25 | 10.71 | 7.44 | 7.00 | 5.11 | 10.39 | 8.83 | 9.73 | 5.21 | 4.41 | 4.59 | 9.15 |

Una vez se obtuvieron estos resultados, se realizaron otras pruebas cambiando los datos de entrada, es decir, dado que las redes obtenidas contienen los datos de bajas, medias y altas impedancias, se realizaron otras pruebas excluyendo los datos que corresponden a las impedancias de 10 y variando el número de variables de entrada en 4, 3 y 2.

En la Tabla B.6, se observan los resultados se observan los resultados al entrenar la red con arquitectura (4,9,1) con los datos de la subestación A ó B para cada una de las líneas de

transmisión (casillas en azul) y posteriormente se evaluó la RNA en cada una de las líneas (casilla en gris), obteniendo el error relativo promedio relativo (%) y la desviación estándar.

Las variables de entrada con escalonamiento fueron $|\Delta I_{A1\phi}|$, $|\Delta V_{A1\phi}|$, $|\Delta V_{A1\phi}|/|\Delta I_{A1\phi}|$ y $\perp_{\theta_{IA3\phi}}$, se excluyeron los datos de las impedancias de 10 ohmios, es decir, en total se usaron 4545 datos por cada variable de entrada.

Tabla B.6. Resultados red neuronal arquitectura (4,9,1). Sin impedancias de 10 ohmios

| Línea Evaluada | Línea 1. Subestación A. | | Línea 1. Subestación B. | | Línea 2. Subestación A. | | Línea 2. Subestación B. | | Línea 3. Subestación A. | | Línea 3. Subestación B. | | Error Relativo Promedio |
|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|
| | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | |
| Datos de Entrenamiento | | | | | | | | | | | | | |
| Línea 1. Subestación A. | 0.48 | 0.58 | 6.10 | 2.96 | 8.18 | 4.10 | 4.56 | 3.08 | 5.12 | 3.75 | 4.56 | 3.64 | 4.83 |
| Línea 1. Subestación B. | 5.33 | 3.58 | 0.45 | 0.54 | 16.34 | 14.02 | 12.90 | 11.31 | 13.40 | 9.50 | 13.32 | 10.03 | 10.29 |
| Línea 2. Subestación A. | 3.59 | 2.05 | 8.84 | 4.77 | 0.34 | 0.43 | 5.22 | 4.02 | 3.04 | 1.99 | 3.08 | 2.15 | 4.02 |
| Línea 2. Subestación B. | 5.39 | 3.71 | 6.87 | 3.98 | 9.30 | 4.41 | 0.59 | 0.55 | 5.66 | 2.66 | 4.76 | 2.19 | 5.43 |
| Línea 3. Subestación A. | 13.36 | 7.07 | 14.53 | 7.18 | 5.61 | 3.26 | 3.60 | 2.43 | 0.34 | 0.39 | 0.59 | 0.45 | 6.34 |
| Línea 3. Subestación B. | 5.76 | 4.38 | 11.62 | 3.97 | 5.92 | 4.52 | 5.29 | 2.40 | 1.32 | 0.94 | 0.38 | 0.39 | 5.05 |

En la Tabla B.6 se puede observar que los errores han disminuido una vez se eliminaron los datos correspondientes a las impedancias de 10 ohmios, con lo cual los mejores resultados se lograron al entrenar esta arquitectura con los datos de la Línea 1. Subestación A., con un error relativo promedio general del 4.83% con una desviación del 3.97% y un error relativo máximo del 15.97%, además de haber disminuido el error relativo promedio y la desviación estándar, ha disminuido sustancialmente el valor del error relativo máximo obtenido. También se observa que no solo entrenando con los datos de la Línea 1. Subestación A, se disminuyó el error relativo promedio obtenido, sino que adicionalmente al entrenar con los datos de cada línea sin las impedancias de 10 ohmios mejoraron los resultados respecto a todas las demás redes obtenidas hasta el momento.

Dado que previamente se probó que a medida que se disminuye el número de variables de entrada el error de las redes obtenidas era menor, se realizaron pruebas adicionales con 3 y 2 variables de entrada con los datos sin los valores de impedancia de 10 ohmios.

Para las redes con arquitectura (3,9,1) se usaron las variables de entrada $|\Delta I_{A1\phi}|$, $|\Delta V_{A1\phi}|$ y $\perp_{\theta_{IA3\phi}}$. En la Tabla B.7 se observan los resultados obtenidos para esta arquitectura variando los datos de entrenamiento, en donde se obtiene que esta red neuronal no supera los mejores resultados obtenidos hasta el momento.

Tabla B.7. Resultados red neuronal arquitectura (3,9,1). Sin impedancias de 10 ohmios

| Línea Evaluada | Línea 1. Subestación A. | | Línea 1. Subestación B. | | Línea 2. Subestación A. | | Línea 2. Subestación B. | | Línea 3. Subestación A. | | Línea 3. Subestación B. | | Error Relativo Promedio |
|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|
| | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | |
| Datos de Entrenamiento | | | | | | | | | | | | | |
| Línea 1. Subestación A. | 0.48 | 0.51 | 21.82 | 12.22 | 34.51 | 17.04 | 40.62 | 21.51 | 24.23 | 13.26 | 24.83 | 13.12 | 24.42 |
| Línea 1. Subestación B. | 33.21 | 21.15 | 0.67 | 0.71 | 26.55 | 15.10 | 33.21 | 19.09 | 8.85 | 5.11 | 8.40 | 4.35 | 18.48 |
| Línea 2. Subestación A. | 47.50 | 14.85 | 31.11 | 9.97 | 0.44 | 0.49 | 9.78 | 9.42 | 26.58 | 7.35 | 25.31 | 8.16 | 23.45 |
| Línea 2. Subestación B. | 76.88 | 25.43 | 49.16 | 17.55 | 11.73 | 9.60 | 0.54 | 0.56 | 43.65 | 16.06 | 41.47 | 16.04 | 37.24 |
| Línea 3. Subestación A. | 31.36 | 15.46 | 8.47 | 4.37 | 27.42 | 10.87 | 28.95 | 15.82 | 0.34 | 0.39 | 3.17 | 2.31 | 16.62 |
| Línea 3. Subestación B. | 29.46 | 15.24 | 7.82 | 3.78 | 24.16 | 10.64 | 28.98 | 15.70 | 3.03 | 2.62 | 0.37 | 0.41 | 15.64 |

Finalmente se realizaron pruebas para una arquitectura (2,9,1), una variable de entrada era el cociente $|\Delta V_{A1\phi}| / |\Delta I_{A1\phi}|$ y la otra $\angle \theta_{IA3\phi}$. La Tabla B.8 muestra los resultados obtenidos para esta configuración en donde se observa que los mejores resultados corresponden a la red entrenada con los datos de la Línea 3. Subestación A, que posee un error relativo promedio general del 8.49% con una desviación del 7.25% y un error relativo máximo del 39.97%.

Tabla B.8. Resultados red neuronal arquitectura (2,9,1). Sin impedancias de 10 ohmios

| Línea Evaluada | Línea 1. Subestación A. | | Línea 1. Subestación B. | | Línea 2. Subestación A. | | Línea 2. Subestación B. | | Línea 3. Subestación A. | | Línea 3. Subestación B. | | Error Relativo Promedio |
|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|
| | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | Error Relat Prom (%) | Desv. Stand (%) | |
| Datos de Entrenamiento | | | | | | | | | | | | | |
| Línea 1. Subestación A. | 3.26 | 3.55 | 11.71 | 10.76 | 13.70 | 10.32 | 21.27 | 15.04 | 9.78 | 8.15 | 12.14 | 9.79 | 11.98 |
| Línea 1. Subestación B. | 12.78 | 15.24 | 4.76 | 4.96 | 13.82 | 8.62 | 16.78 | 10.76 | 6.71 | 5.47 | 8.45 | 5.91 | 10.55 |
| Línea 2. Subestación A. | 11.02 | 7.15 | 13.00 | 8.19 | 2.99 | 3.10 | 12.55 | 10.50 | 10.09 | 6.52 | 9.93 | 6.88 | 9.93 |
| Línea 2. Subestación B. | 19.93 | 13.52 | 16.85 | 10.90 | 9.24 | 7.48 | 4.62 | 4.57 | 12.79 | 9.36 | 9.86 | 7.92 | 12.22 |
| Línea 3. Subestación A. | 10.52 | 7.27 | 7.61 | 5.20 | 9.96 | 6.32 | 13.12 | 9.94 | 4.24 | 4.34 | 5.50 | 4.74 | 8.49 |
| Línea 3. Subestación B. | 11.83 | 8.64 | 9.08 | 7.85 | 7.00 | 5.11 | 10.39 | 8.83 | 4.99 | 5.21 | 4.41 | 4.59 | 7.95 |

Después de haber evaluado las arquitecturas propuesta se obtuvo que la mejor configuración para determinar la distancia del punto falla en una línea corresponde a la arquitectura de (4,9,1) con las variables de entrada $|\Delta I_{A1\phi}|$, $|\Delta V_{A1\phi}|$, $|\Delta V_{A1\phi}| / |\Delta I_{A1\phi}|$ y $\angle \theta_{IA3\phi}$, que dieron como resultado una red cuyo error relativo promedio fue del 4.83% con una desviación del 3.97% y un error relativo máximo del 15.97%.