Fecha:	22 de noviembre de 2024	**Consecutivo**	**Cliente:** Aeronáutica civil de Colombia
No. Contrato	24000971 H1 de 2024"	**03-RBL-24-ACC**	
DESCRIPCIÓN: Adquirir e instalar sistema comunicación de gestión de las radio ayudas del Aeropuerto de Quibdó			

INFORME FINAL

Contrato 249000971 H1 ADQUIRIR E INSTALAR SISTEMA COMUNICACIÓN DE GESTION DE LAS RADIO AYUDAS DEL AEROPUERTO EL CARAÑO QUIBDO.

1. OBRAS CIVILES

- **1.2 CANALIZACIÓN**

El trazado se realizó lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a la pista de aterrizaje. Antes de comenzar los trabajos, se realizó una inspección del terreno con el fin de localizar las acometidas de otros servicios a los sistemas aeronáuticos y tomar las precauciones debidas para no interferir su funcionamiento. Previamente a proceder a la apertura de las zanjas, se cavaron catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.



Figura 01: Canalización del terreno

- **1.2 TUBERÍA**

  Instalación de tubería eléctrica subterránea PVC 2” y 3", tipo DB, de acuerdo con los requerimientos.



Figura 2: Proceso de instalación de tuberías.

- **1.3 CAJAS DE INSPECCIÓN**

Las cajas de inspección se construyeron conforme al plano ACE – 01 c. Las tapas se diseñaron en las esquinas con una platina triangular de 3/16'', 200 mm de lado.



Figura 03: Cajas de inspección.



Figura 04: Cajas de inspección.

- **1.4 CANALIZACIÓN TERMINADA**
  La canalización se llenó completamente y se apisono para obtener una densidad similar a la del terreno adyacente y quedo a ras con él.



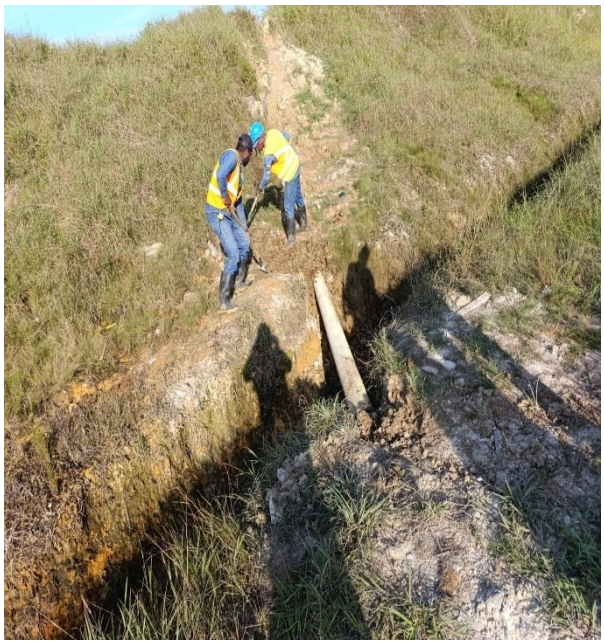



Figura 05: Rutas de canalización terminada.

- **2. GABINETES DE PARED.**

Se instala malla porta cables para asegurar un manejo adecuado del cable de fibra óptica, desde la caja principal de cada shelter hasta el gabinete de pared, donde está ubicada la bandeja de fusión de fibra óptica.



Figura 06: Gabinetes de pared.

- **3. GABINETES EXTERNOS INTERPERIE NEMA IP66**

Los gabinetes de exterior, con clasificación IP 66 o NEMA 4, se instalan en un poste de fibra de vidrio resistente y frangible, anclado a una placa de concreto con pernos de sujeción. Además, el poste está pintado en colores rojo y blanco aeronauticos, lo que garantiza una alta visibilidad.



Figura 07: GABINETES EXTERNOS INTERPERIE NEMA IP66.

- **4. RED DE COMUNICACIÓN POR MEDIO DE FIBRA ÓPTICA**.

4.1 GABINETES DE PARED.

En los shelters de las estaciones DVOR, GLIDE SLOPE y LOCALIZADOR, se conectaron los cables, con especificación RS-232, a los equipos N-port MOXA de cada estación. Luego, desde la salida Ethernet de cada equipo, se conectó un patchcord UTP a uno de los puertos Ethernet del switch MOXA, dejando así los suficientes puertos Ethernet disponibles para la conexión de los equipos requeridos. El switch MOXA dispone de dos salidas de fibra óptica dúplex, a las cuales se conectará un patchcord de fibra óptica monomodo SC dúplex. Este se conectará finalmente a uno de los puertos SC de la bandeja de fusión de fibra óptica instalada, donde están fusionadas ocho de las veinticuatro fibras ópticas monomodo del cable de fibra armado de 24 hilos, lo que permitirá usar un par de fibras y tener tres pares adicionales como respaldo. Todos los equipos estarán instalados en un gabinete de pared interno.

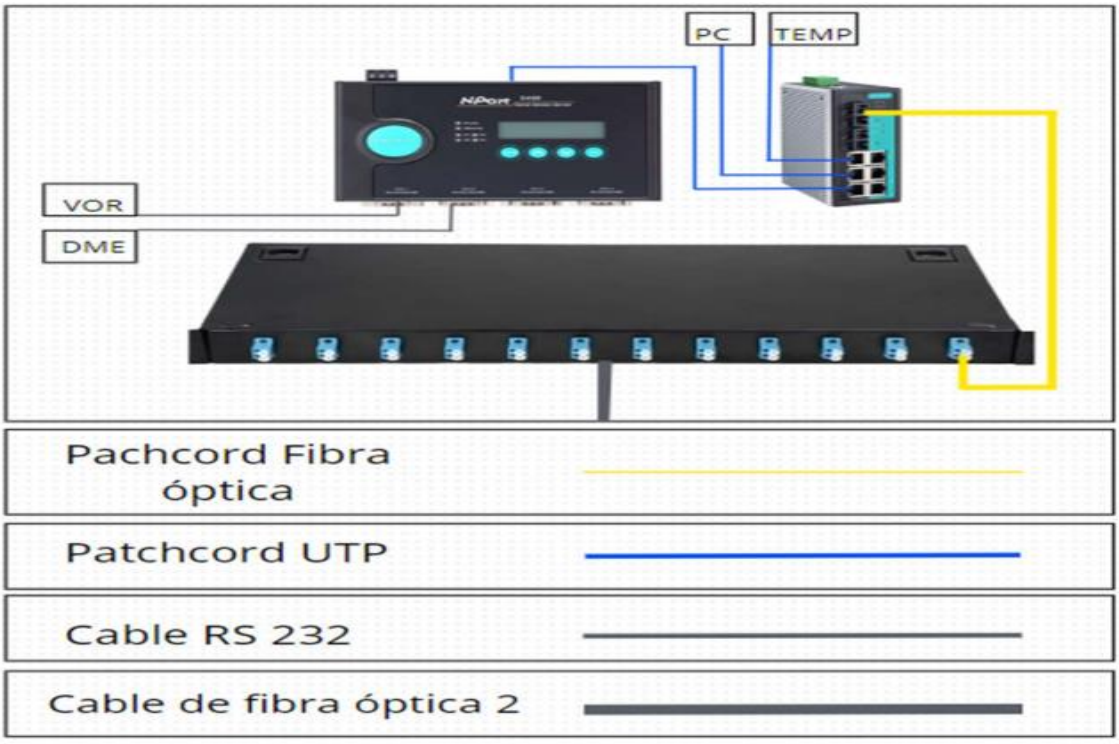


Figura 08: Diagrama radio a ayudas.

- **4.2 GABINETES EXTERNOS INTERPERIE NEMA IP66 - CABECERA 1-3**
  En este gabinete, con especificaciones IP65, se instalaron dos bandejas de fusión de fibra óptica. La primera bandeja cuenta con una disposición de doce slots dúplex LC (24 fibras), de los cuales cuatro estarán destinados para la estación del LOCALIZADOR, dos para la estación RVR 1-3, dos para la estación EMA 1-3 (estación de vientos) y cuatro para la estación VOR. La segunda bandeja de fusión de fibra óptica tendrá una disposición de doce slots dúplex LC, en los cuales se fusionará el cable de fibra óptica 2, de 24 hilos, conectado a un ODF con igual distribución en la torre de control. Mediante patchcords de fibra óptica monomodo LC dúplex, se llevará a cabo la distribución de la información de los sistemas meteorológicos y de radioayudas desde la bandeja de fusión hasta el ODF que trasladará dicha información a la torre de control.

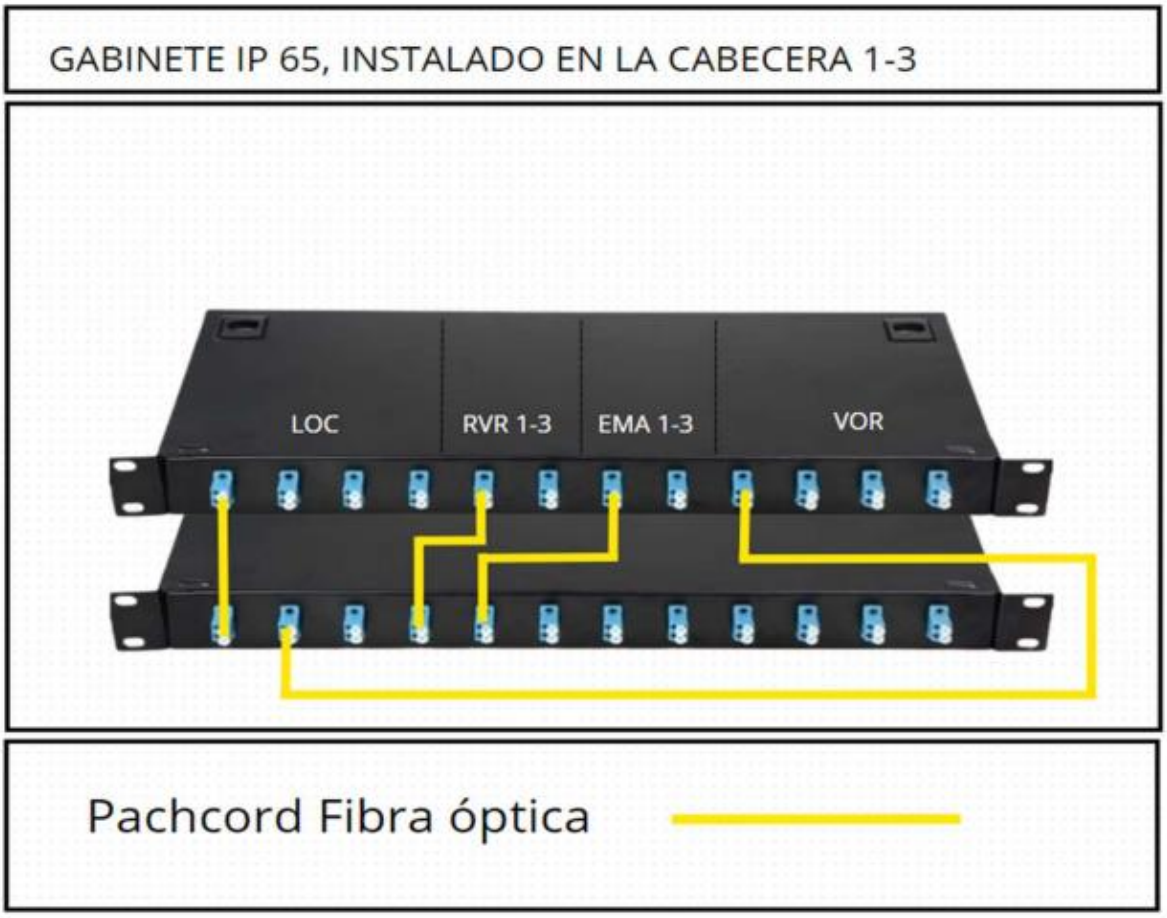


Figura 09: Diagrama

- **4.3 GABINETE EXTERNO INTERPERIE NEMA IP66 - CABECERA 3-1**
  En este gabinete, con especificaciones IP65, se instalaron dos bandejas de fusión de fibra óptica. La primera bandeja contará con una disposición de doce slots dúplex LC (24 fibras), de los cuales cuatro estarán destinados para la estación del GLIDE SLOP, cuatro para la estación EMA 3-1, dos para la estación CEILÓMETRO 3-1 y dos para la estación RVR 3-1. La segunda bandeja de fusión de fibra óptica tendrá una disposición de doce slots dúplex LC, en los cuales se fusionará el cable de fibra óptica 2, de 24 hilos, conectado a un ODF con igual distribución en la torre de control. Mediante patchcords de fibra óptica monomodo LC dúplex, se llevará a cabo la distribución de la información de los sistemas meteorológicos y de radioayudas desde la bandeja de fusión hasta el ODF que trasladará dicha información a la torre de control.

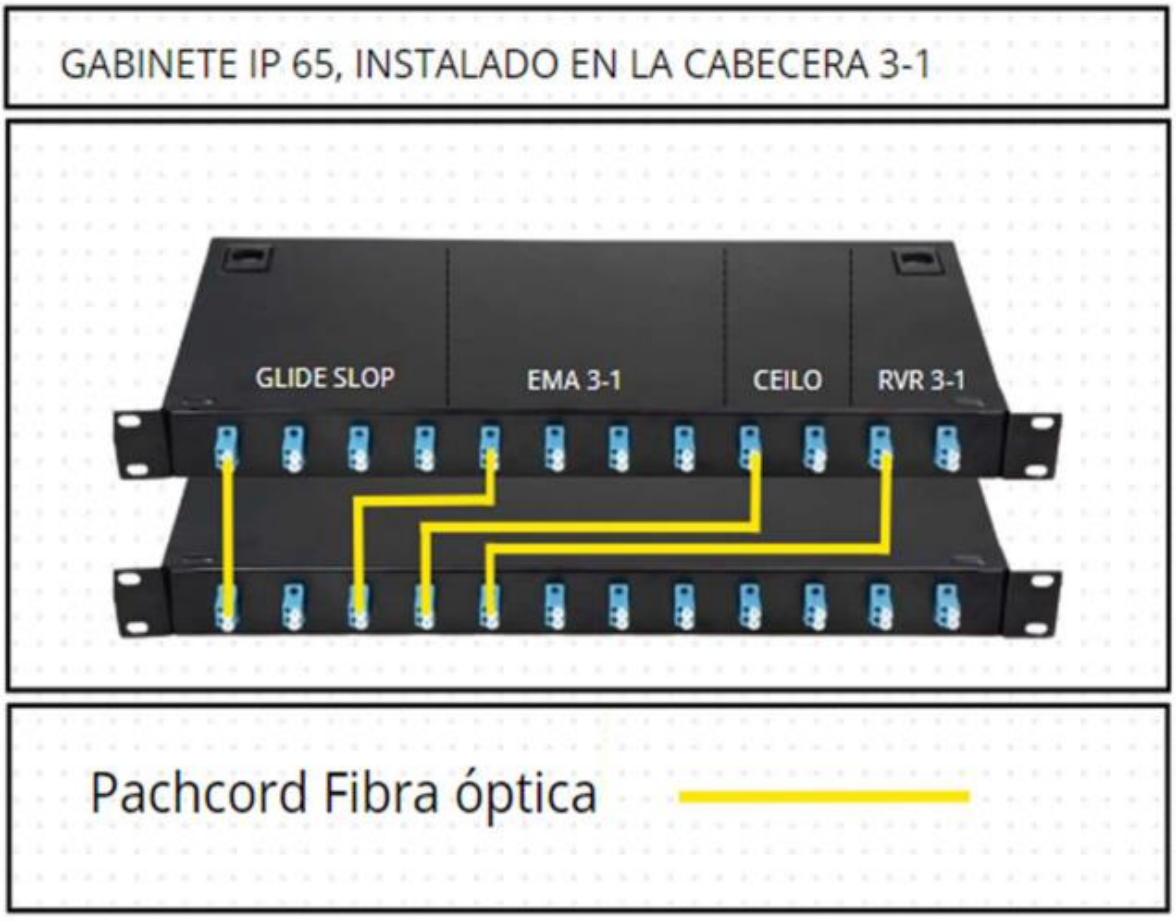


Figura 10: Diagrama

- **4.4 ESTACIONES DE METEREOLOGÍA EMAS, RVR Y CEILÓMETRO**

En estas estaciones se conectarán dos cables RS-232 a dos de las entradas del equipo N-port existente en los gabinetes. A continuación, se conectará un patchcord UTP al puerto Ethernet del convertidor de medios. Este convertidor dispone de una salida de fibra óptica dúplex SC, a la cual se conectará un patchcord de fibra óptica dúplex SC. Finalmente, el patchcord será conectado a uno de los puertos dúplex LC de la caja de empalme de fusión de fibra óptica.

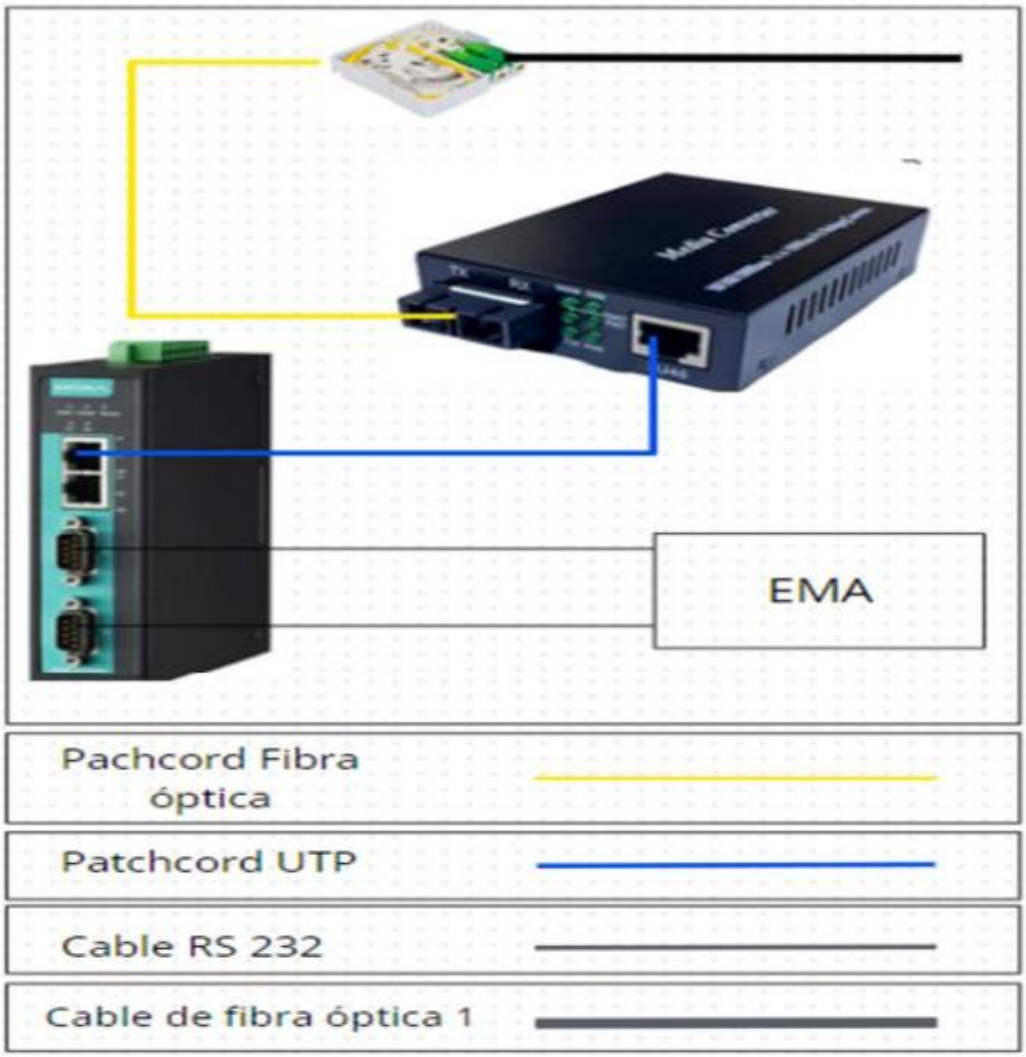


Figura 11: Diagrama equipos de Meteorología

- **4.5 SALA TÉCNICA DE LA TORRE DE CONTROL**

  En la sala técnica ubicada en la torre de control, se instalaron dos bandejas de fusión de fibra óptica, cada una con doce slots dúplex LC. En la primera bandeja se fusiono el cable de fibra óptica 1 de 24 hilos, que conecta los sistemas meteorológicos y de radioayudas como GLIDE SLOPE, EMA 3-1, CEILÓMETRO 3-1 y RVR 3-1. En la segunda bandeja se fusiono el cable de fibra óptica 2 de 24 hilos, que recibe las señales de los sistemas meteorológicos y de las radioayudas LOCALIZADOR, RVR 1-3, EMA 1-3 (estación de vientos) y VOR. Además, se instalaron dos switches de fibra óptica con 12 puertos de fibra óptica y 4 puertos Ethernet, con el objetivo de dividir las comunicaciones entre Radioayudas y Meteorología, garantizando alta disponibilidad de la red en caso de fallo de uno de los switches. Finalmente, se usaron módulos SFP LC para conectar ambos switches (Meteorología y Radioayudas) mediante patchcords de fibra óptica monomodo dúplex LC, asegurando la interconexión de los sistemas.

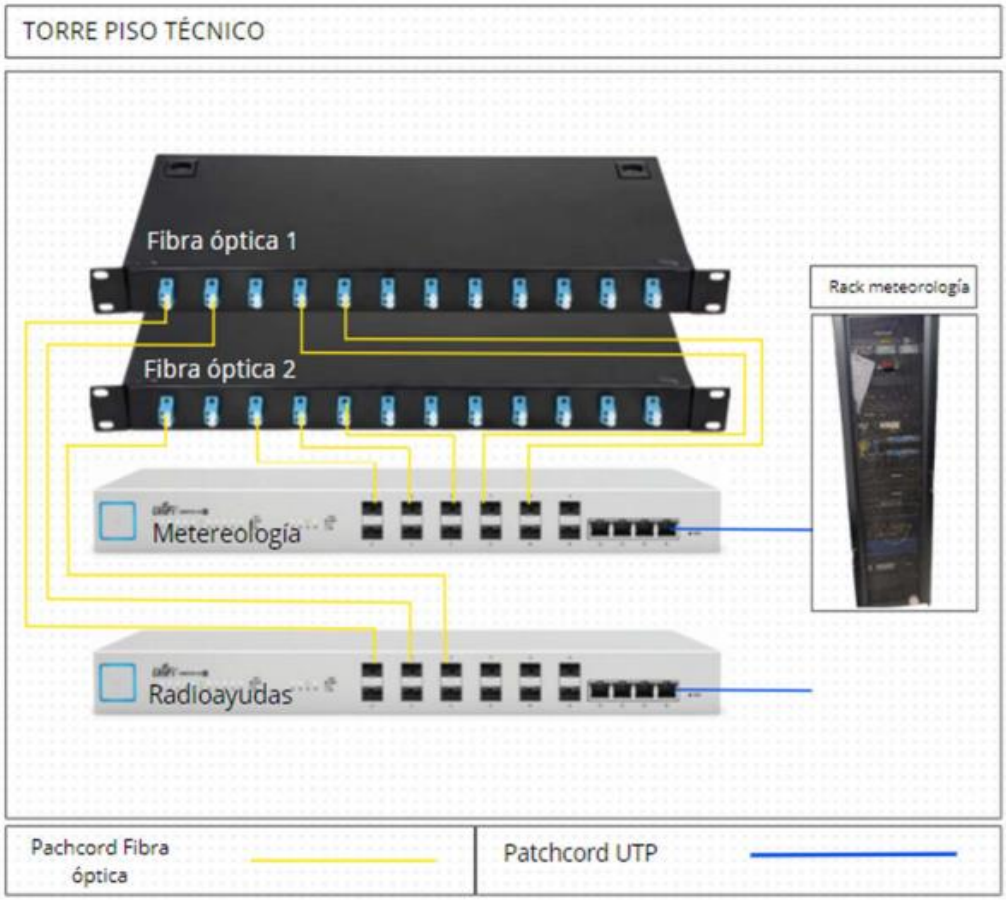


Figura 12: Diagrama torre de control

- **5. PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA**
- **5.1 GABINETES DE PARED**

  Bandejas de fusión instaladas en los gabinetes internos que se encuentran en los shelter de los equipos de radio ayudas.



Figura 13: Fusión y revisión de fibras ópticas.

- **5.2 GABINETES DE INTERPERIE NEMA IP66**

  Bandejas de fusión instaladas en los gabinetes de interperie que se encuentran en las placas de concreto en cada cabecera de la pista.



Figura 14: Fusión y revisión de fibras ópticas.

- **5.3 TORRE DE CONTROL.**
  Bandejas de fusión y switches instalados en la sala técnica ubicada en la torre de control.

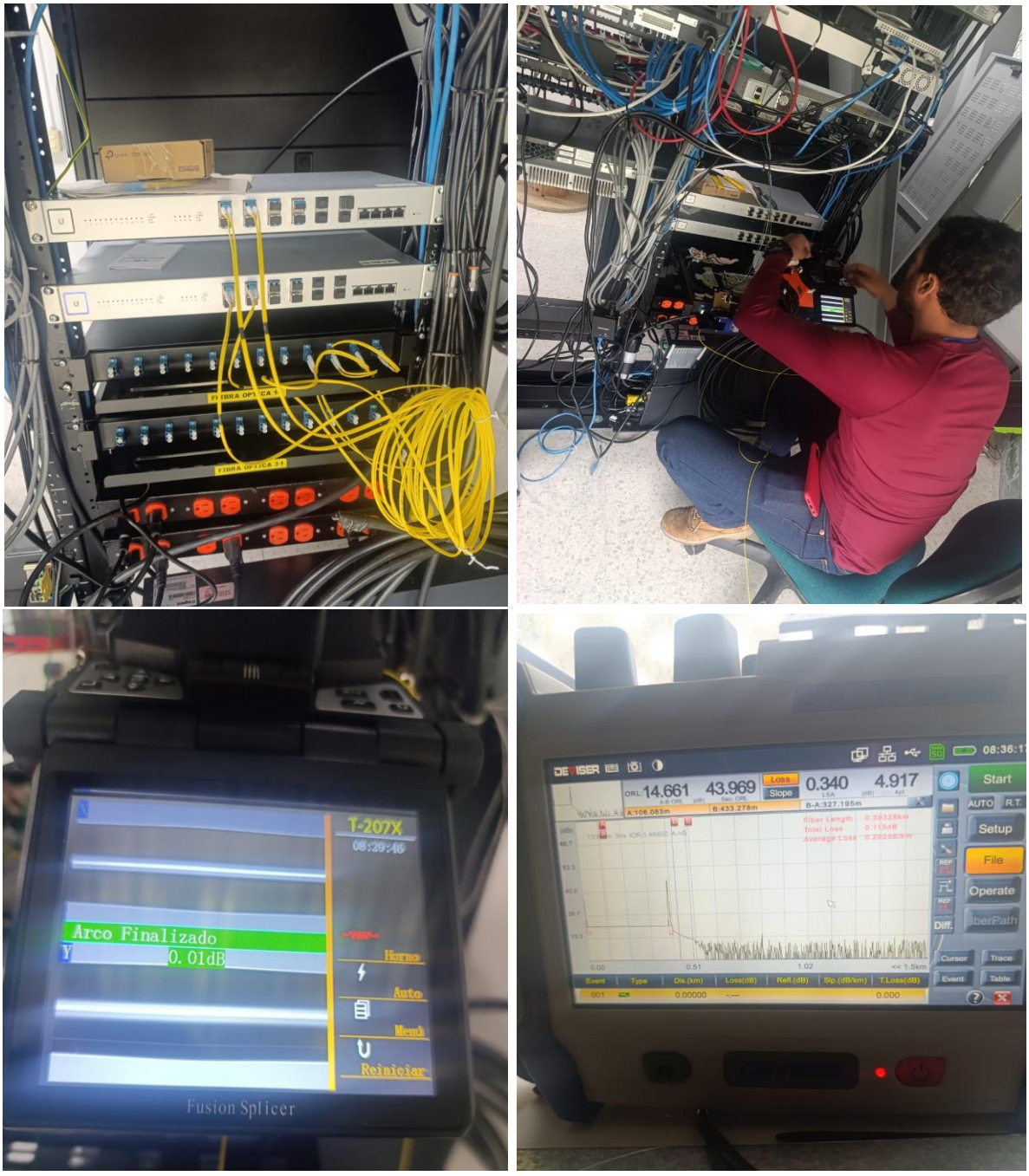


Figura 15: Fusión y revisión de fibras ópticas.

- **5.3 EQUIPOS DE METEOROLOGÍA.**
  Cajas de empalmes instaladas en los gabinetes de los equipos de meteorología. Además se instalaron reguladores de voltaje para convertidores de medios.

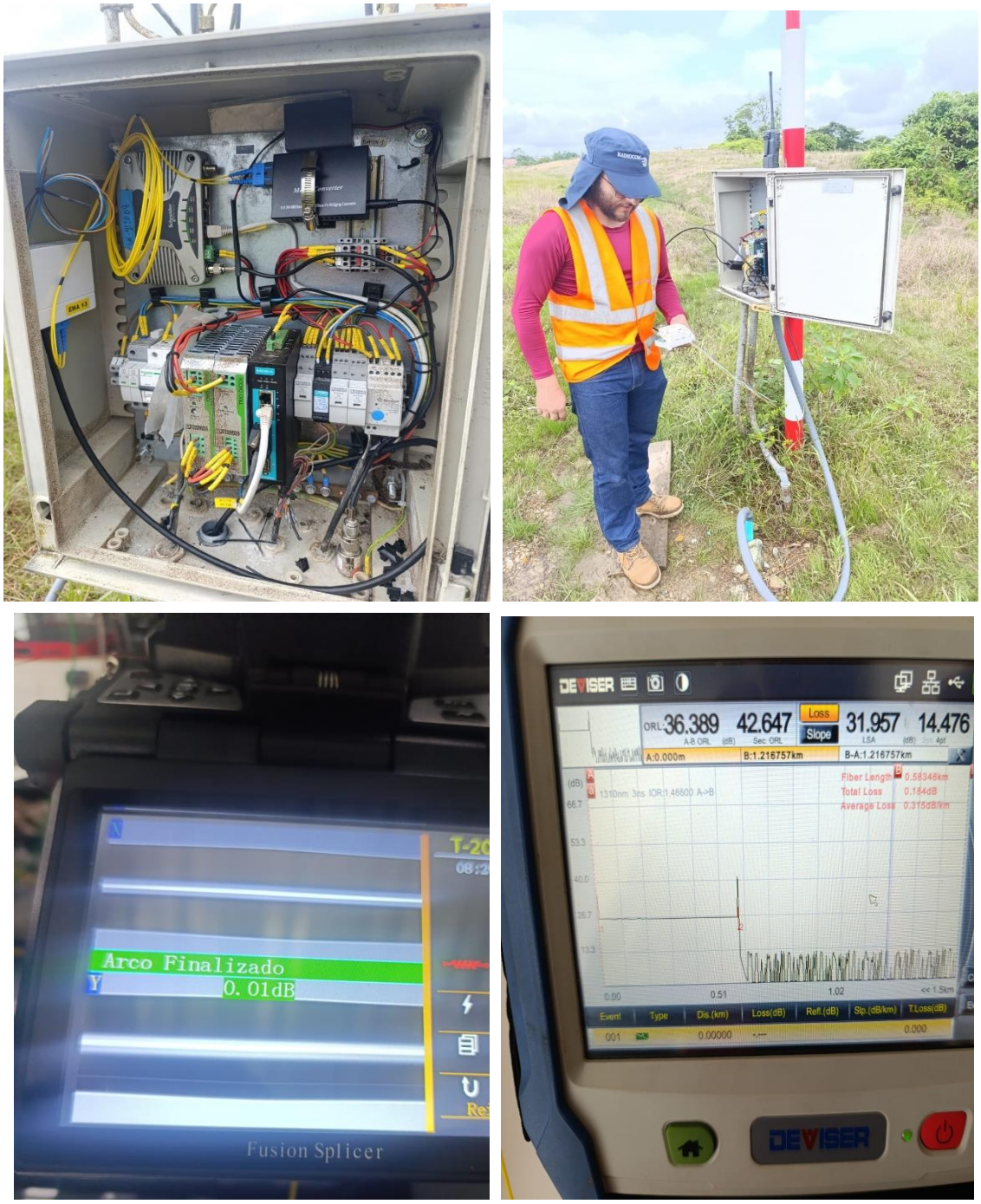


Figura 16: Fusión y revisión de fibras ópticas.

- **5.4 EQUIPOS DE COMUNICACIÓN MOXA.**
  Equipos de comunicación MOXA instalados en los gabinetes de pared en cada shelter de los equipos de radio ayudas.

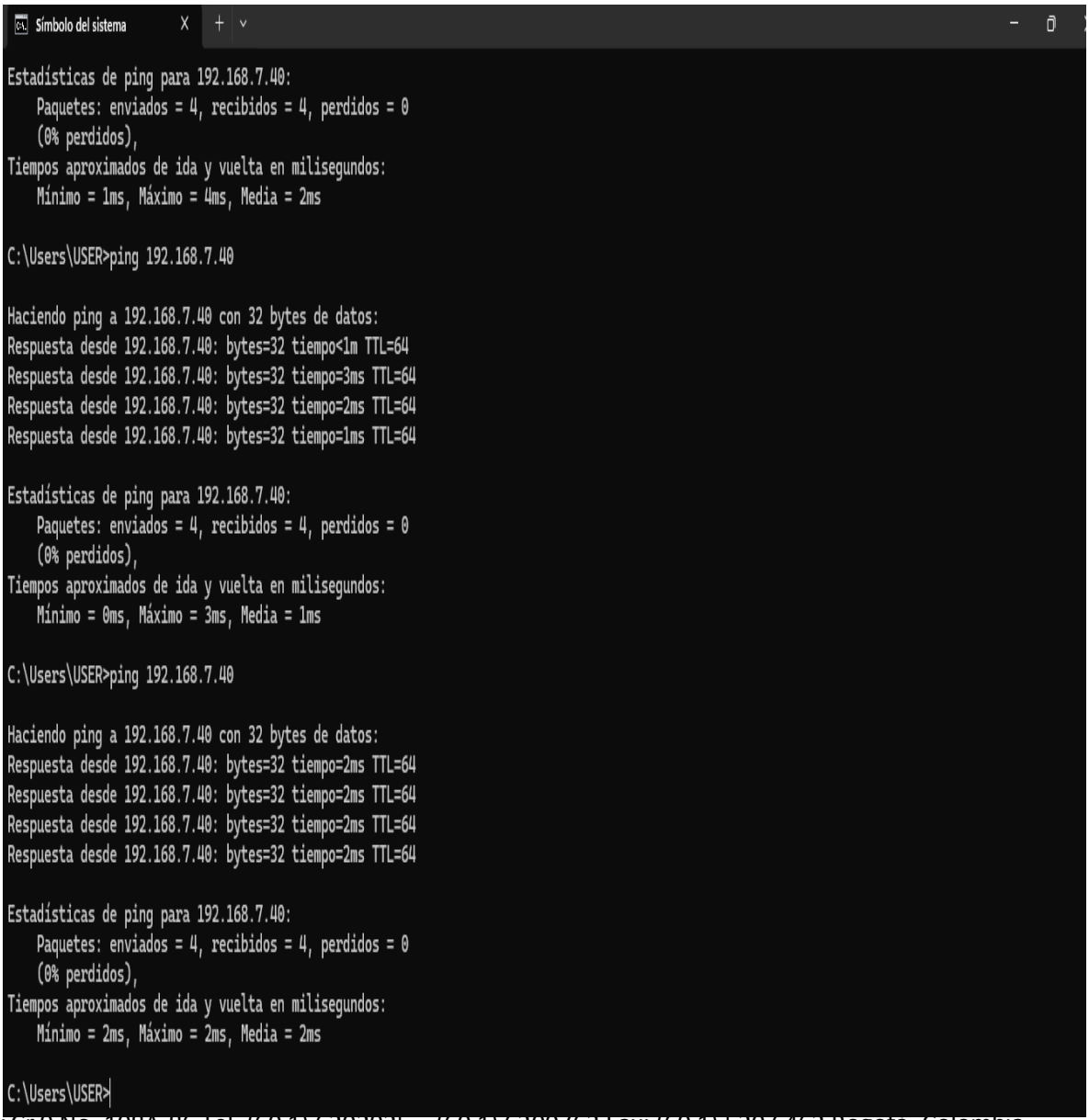


Figura 16: Fusión y revisión de fibras ópticas.

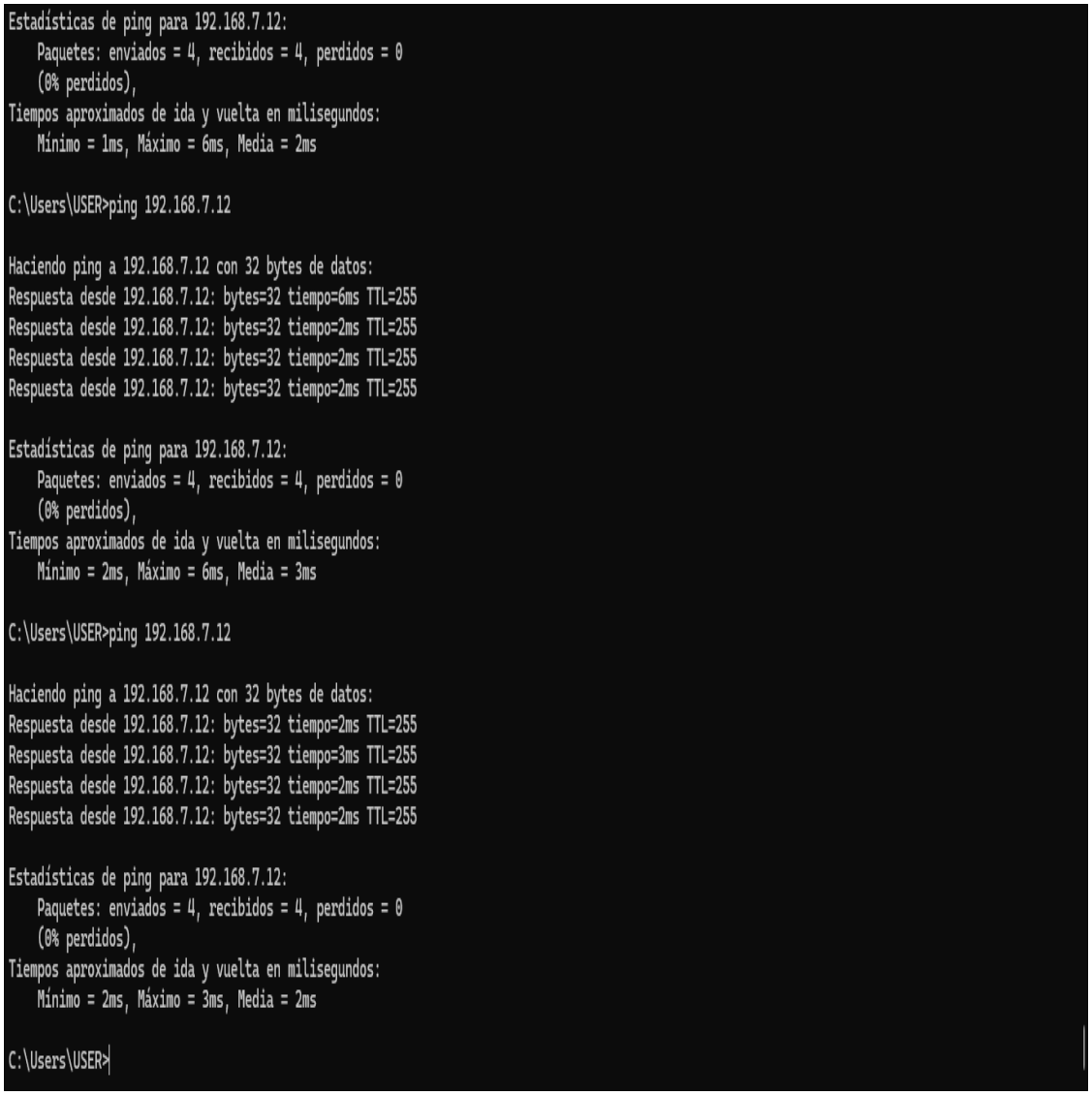
- **6. PRUEBAS DE COMUNICACIÓN RED DE FIBRA ÓPTICA.**

  El procedimiento fue el siguiente: se conectó el computador al switch, ubicado en la torre de control, mediante un patchcord UTP. Desde este switch, se realizó un ping a cada uno de los equipos ubicados en pista. Esto permitió medir la calidad de las conexiones con los equipos de meteorología y radio ayudas como se observa a continuación:

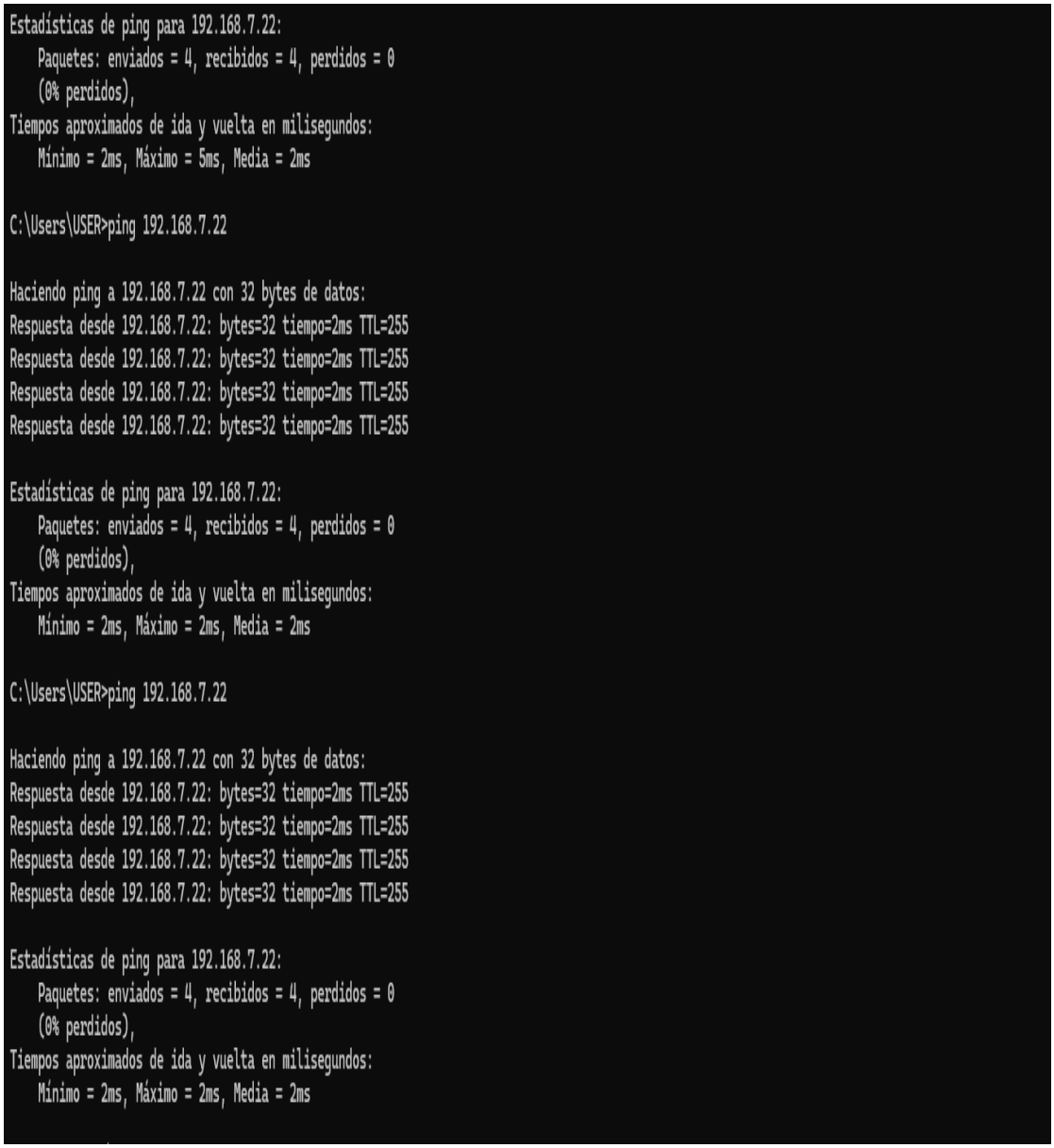
- **6.1 D/VOR.**



- **6.2 EMAS**


Estadísticas de ping para 192.168.7.12:
Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
(0% perdidos),
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
Mínimo = 1ms, Máximo = 6ms, Media = 2ms
C:\Users\USER>ping 192.168.7.12
Haciendo ping a 192.168.7.12 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.7.12: bytes=32 tiempo=6ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.7.12: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.7.12: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.7.12: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255
Estadísticas de ping para 192.168.7.12:
Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
(0% perdidos),
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
Mínimo = 2ms, Máximo = 6ms, Media = 3ms
C:\Users\USER>ping 192.168.7.12
Haciendo ping a 192.168.7.12 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.7.12: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.7.12: bytes=32 tiempo=3ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.7.12: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.7.12: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255
Estadísticas de ping para 192.168.7.12:
Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
(0% perdidos),
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
Mínimo = 2ms, Máximo = 3ms, Media = 2ms
C:\Users\USER>

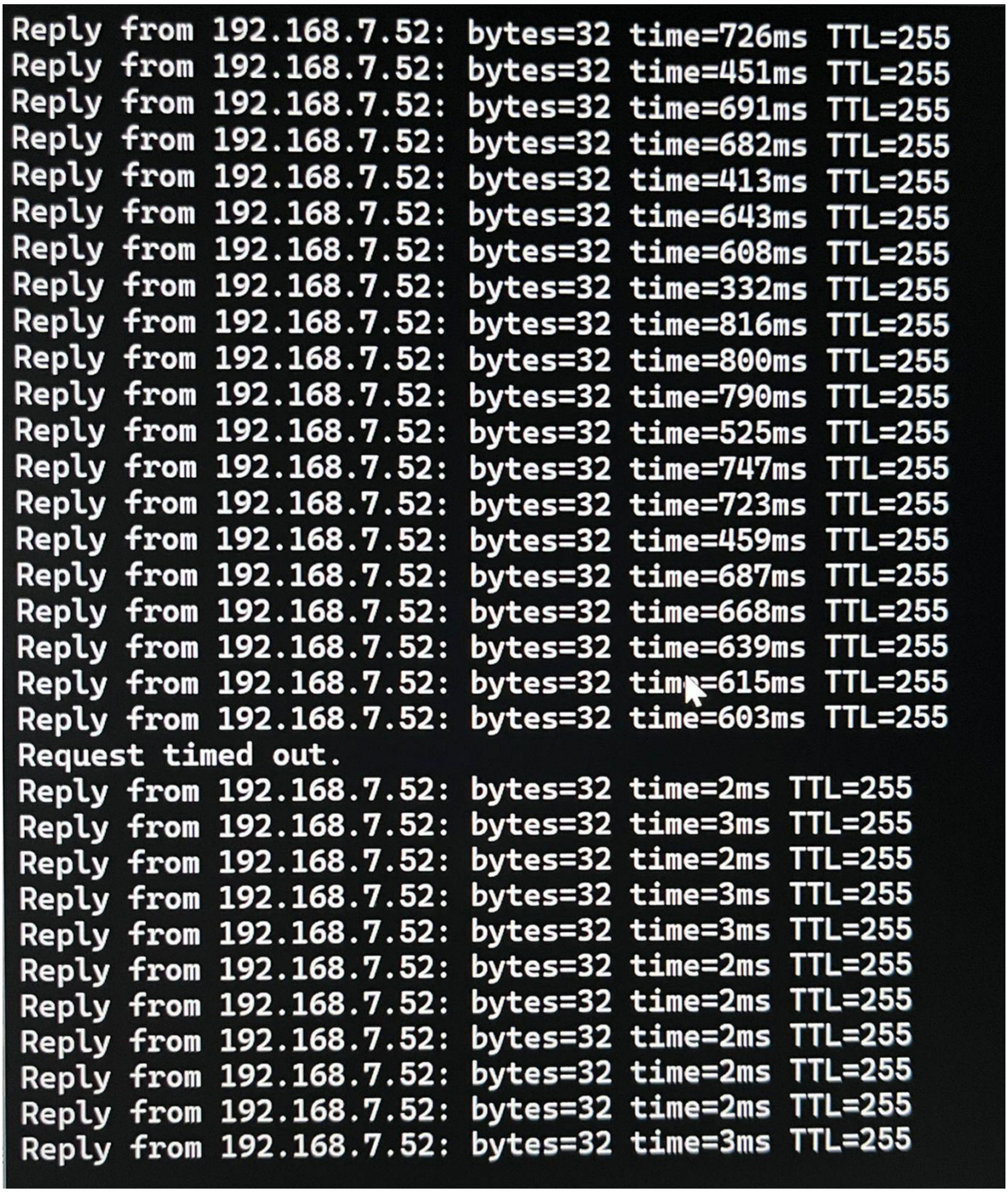
- **6.3 RVR 3-1**


Estadísticas de ping para 192.168.7.22:
Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
(0% perdidos),
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
Mínimo = 2ms, Máximo = 5ms, Media = 2ms
C:\Users\USER>ping 192.168.7.22
Haciendo ping a 192.168.7.22 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.7.22: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.7.22: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.7.22: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.7.22: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255
Estadísticas de ping para 192.168.7.22:
Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
(0% perdidos),
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
Mínimo = 2ms, Máximo = 2ms, Media = 2ms
C:\Users\USER>ping 192.168.7.22
Haciendo ping a 192.168.7.22 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.7.22: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.7.22: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.7.22: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.7.22: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255
Estadísticas de ping para 192.168.7.22:
Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
(0% perdidos),
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
Mínimo = 2ms, Máximo = 2ms, Media = 2ms

- **VELOCIDAD DE TRANSMISION DE DATOS POR MEDIO DE RED DE FIBRA ÓPTICA.**

  Se puede apreciar que **time=726ms** es lo que tarda un paquete de datos en ir desde la computadora hasta los equipos MOXA instalados en pista y regresar, medido en milisegundos (ms). Por medio de cable UTP instalado.

  Como se evidencia en los paquetes posterior a la desconexión se cuenta con un **time=2ms** que es lo que tarda un paquete de datos en ir desde la computadora hasta los equipos MOXA instalados en pista y regresar, medido en milisegundos (ms). Por medio de cable de fibra óptica monomodo armada de 24 hilos instalada. Evidenciando una reducción significativa del tiempo de respuesta comparado con el cable instalado UTP.


Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=726ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=451ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=691ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=682ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=413ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=643ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=608ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=332ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=816ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=800ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=790ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=525ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=747ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=723ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=459ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=687ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=668ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=639ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=615ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=603ms TTL=255
Request timed out.
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=2ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=3ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=2ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=3ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=3ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=2ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=2ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=2ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=2ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=2ms TTL=255
Reply from 192.168.7.52: bytes=32 time=3ms TTL=255

- **CONCLUSIONES.**

  Como se puede observar en las imágenes del numeral 6 anterior, se verificó tanto la velocidad como la calidad de la transmisión de datos entre la torre de control y los equipos interconectados a la nueva red de fibra óptica del Aeropuerto El Caraño de Quibdó. Esto certifica que las comunicaciones de los equipos de meteorología y radio ayudas son efectivas y alcanzan una velocidad de entre 1 y 3 ms.

Elaborado Por:	**Recibido Por:**	**Revisado Por:**
Nombre: Robinson Barrera Larrota	Nombre:	**Nombre:**
Cargo: Departamento Técnico	Cargo:	**Cargo:**
Firma: Robinson Barrera L.	Firma	Firma