

**Universidad Nacional de Ingeniería**  
**Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica**



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**Dimensionamiento e Implementación de un sistema de Circuito  
Cerrado de Televisión (CCTV) para la protección mediante  
videovigilancia de la Nueva Refinería de Petroperú en Talara**

Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico.

Elaborado por

Harold Ernesto Rivera Cersso

 [0009-0008-3726-4591](https://orcid.org/0009-0008-3726-4591)

Asesor

MSc. Ing. José Ambrosio Machuca Mines

 [0000-0002-7069-7654](https://orcid.org/0000-0002-7069-7654)

LIMA – PERÚ

2024

Citar/How to cite	Rivera Cersso
Referencia/Reference	[1] H. Rivera Cersso, <i>"Dimensionamiento e Implementación de un sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) para la protección mediante videovigilancia de la nueva refinería de Petroperú en Talara"</i> . [Trabajo de Suficiencia Profesional]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2024.
Estilo/Style: IEEE (2020)	

Citar/How to cite	(Rivera, 2024)
Referencia/Reference	Rivera, H. (2024). <i>Dimensionamiento e Implementación de un sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) para la protección mediante videovigilancia de la nueva refinería de Petroperú en Talara</i> . [Trabajo de Suficiencia Profesional, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	



***Dedicatoria***

*A mi madre, gracias por el apoyo constante  
que me diste desde el primer día.*

## **Resumen**

En el presente informe de suficiencia se lleva a cabo el diseño e implementación de un sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV) para la protección y vigilancia mediante video de las instalaciones de la Nueva Refinería Talara de Petroperú en Piura. Se dimensionó 03 sistemas diferentes (CCTV, radioenlace y energía solar) con el objetivo principal de supervisar 70 ubicaciones remotas de la refinería. La solución propuesta incluye el uso de un conjunto de cámaras IP, estratégicamente distribuidas, para permitir la visualización de las áreas de acceso a la refinería. De acuerdo con los requerimientos solicitados, este proyecto cumple con los estándares técnicos necesarios para resolver el problema principal, alcanzando los objetivos establecidos desde el inicio. Se concluye que el sistema de CCTV implementado monitorea 70 ubicaciones estratégicas las 24 horas del día, con una capacidad de grabación de 100 días por cada cámara.

Palabras clave – CCTV, antenas, paneles solares, accesos.

## **Abstract**

In this proficiency report, the design and implementation of a closed-circuit television (CCTV) system for the protection and video surveillance of the facilities at the New Talara Refinery of Petroperú in Piura is carried out. Three different systems (CCTV, radio link, and solar energy) were designed with the primary objective of monitoring 70 remote locations within the refinery. The proposed solution includes the use of a set of IP cameras, strategically distributed to allow the visualization of the refinery's access areas. In accordance with the requested requirements, this project meets the necessary technical standards to solve the main problem, achieving the objectives set at the beginning. It is concluded that the implemented CCTV system monitors 70 strategic locations 24 hours a day, with a recording capacity of 100 days per camera.

Keywords – CCTV, antennas, solar panels, access.

## Tabla de Contenido

	Pag.
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
Introducción.....	xvii
Capítulo I: Parte introductoria del trabajo.....	1
1.1 Generalidades.....	1
1.2 Descripción del problema de investigación.....	1
1.2.1 Situación problemática.....	1
1.3 Objetivos del estudio.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.3.3 Indicadores de logro de los objetivos.....	4
1.4 Antecedentes investigativos.....	4
Capítulo II. Marcos teórico y conceptual.....	7
2.1 Marco teórico.....	7
2.1.1 Sistema de CCTV.....	7
2.1.2 Sistema IP.....	7
2.1.3 Codificación de compresión del sistema de CCTV con cámaras IP y NVR.....	10
2.1.4 Resolución.....	10
2.1.5 Tasa de fotogramas por segundo (FPS).....	10
2.1.6 Ancho de banda.....	11
2.1.7 Almacenamiento de video.....	11
2.1.8 Enlace inalámbrico.....	11
2.1.9 Técnicas de transmisión.....	12
2.1.10 Tipos de enlaces inalámbricos.....	12
2.1.11 Energía solar fotovoltaica.....	14
2.1.12 Características y componentes de los sistemas de energía fotovoltaica ..	15
2.1.13 Módulos fotovoltaicos.....	16

2.1.14 Sistema de regulación: unidad de control.....	18
2.1.15 Inversor.....	20
2.1.16 Sistema de acumulación: baterías .....	21
2.2 Marco conceptual.....	23
2.2.1 Cálculo de radioenlace.....	23
2.2.2 Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico.....	31
Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación .....	36
3.1 Condiciones iniciales .....	36
3.2 Diagrama de bloques .....	38
3.3 Diagrama pictórico .....	39
3.4 Conversión de coordenadas UTM a grados decimales .....	39
3.5 Estudio de radioenlace en la banda de 5.8 GHz.....	41
3.5.1 Distancia del enlace .....	41
3.5.2 Pérdidas en el espacio libre .....	44
3.5.3 Primera zona de Fresnel .....	45
3.5.4 Potencia de recepción.....	46
3.5.5 Margen de desvanecimiento.....	48
3.5.6 Voltaje recibido.....	50
3.5.7 Ángulo de elevación .....	52
3.5.8 Ángulo azimutal.....	54
3.5.9 Potencia Isotrópicamente radiado equivalente (PIRE).....	56
3.5.10 Análisis de ruido.....	58
3.5.11 Potencia del ruido .....	58
3.5.12 Voltaje de ruido .....	58
3.5.13 Relación señal a ruido.....	58
3.5.14 Sensibilidad del receptor .....	60
3.5.15 Simulación de enlace con aplicación UISP Design Center y RadioMobile.....	61
3.5.16 Equipamiento de radioenlaces .....	96

3.5.17 Diagrama de conexiones de los radioenlaces .....	98
3.6 Sistema fotovoltaico .....	112
3.6.1 Sistema fotovoltaico 1 .....	113
3.6.2 Sistema fotovoltaico 2 .....	120
3.7 Sistema CCTV (Circuito cerrado de televisión).....	125
3.7.1 Análisis del almacenamiento de información .....	127
3.7.2 iVMS 4200.....	133
Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados.....	134
4.1 Evaluación de resultados .....	134
4.1.1 Resultados del dimensionamiento del sistema de radioenlace .....	134
4.1.2 Resultados del dimensionamiento del sistema de energía fotovoltaica ....	142
4.1.3 Resultados del dimensionamiento del sistema CCTV .....	143
4.2 Análisis de resultados .....	155
Conclusiones.....	158
Recomendaciones.....	159
Referencias bibliográficas.....	160
Anexos .....	163

## Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1: Ubicaciones de las cámaras de la refinería .....	2
Tabla 2: Indicadores de logros .....	4
Tabla 3: Ubicaciones de puntos de coordenadas UTM .....	37
Tabla 4: Conversión de coordenadas .....	40
Tabla 5: Distancia de enlaces .....	43
Tabla 6 :Perdidas en el espacio libre .....	44
Tabla 7: Primera zona de Fresnel por enlace .....	45
Tabla 8: Potencia de recepcion por enlace .....	47
Tabla 9: Margen de desvanecimiento por enlace.....	49
Tabla 10: Voltaje recibido por enlace .....	51
Tabla 11: Ángulo de elevacion por enlace .....	53
Tabla 12 : Ángulo de azimutal por enlace .....	55
Tabla 13: Potencia isotrópicamente irradiada equivalente por enlace.....	57
Tabla 14: Relación señal a ruido por enlace .....	59
Tabla 15: Sensibilidad del receptor por enlace .....	60
Tabla 16: Comparación de equipos de red secundaria .....	97
Tabla 17: Comparación de equipos de red primaria.....	98
Tabla 18: Cuadro de cargas.....	112
Tabla 19: Comparación de características de paneles solares .....	113
Tabla 20: Irradiación global promedio en un plano horizontal .....	115
Tabla 21: Comparación de características de controlador de carga para el sistema fotovoltaico 1 .....	117
Tabla 22: Características del inversor de voltaje.....	118
Tabla 23: Selección de equipos del sistema fotovoltaico de patio tubos II .....	120
Tabla 24: Comparación de características de controlador de carga para el sistema fotovoltaico 2 .....	123
Tabla 25: Selección de equipos del sistema fotovoltaico de torre de comunicaciones ..	124
Tabla 26: Comparación de características de las cámaras PTZ propuestas .....	125

Tabla 27: Características del modelo de las cámaras fijas a utilizar .....	126
Tabla 28: Cálculo del almanecimiento requerido para cada ubicación .....	129
Tabla 29: Comparación de características de los NVRs propuestos .....	130
Tabla 30: NVRs de respaldo para las ubicaciones de la refinería .....	131
Tabla 31: Características del modelo del NVR principal a utilizar.....	132
Tabla 32: Dispositivos de los radioenlaces primarios y secundarios utilizados .....	134
Tabla 33: Calidad de conexión de los radioenlaces .....	136
Tabla 34: Pruebas de continuidad .....	138
Tabla 35: Cuadro de voltajes de los sistemas fotovoltaicos .....	142



## Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1: Estructura de la situación problemática.....	2
Figura 2: Componentes de los sistemas de CCTV.....	7
Figura 3: Esquema básico de un sistema IP para CCTV .....	8
Figura 4: Cámara IP tipo bullet .....	9
Figura 5: Cámara IP tipo PTZ .....	9
Figura 6: Grabador NVR de Red de 32 canales.....	9
Figura 7: Sistema de enlace inalámbrico .....	12
Figura 8: Ejemplo de enlace punto a punto.....	13
Figura 9: Ejemplo de enlace punto a multipunto .....	14
Figura 10: El sol como fuente de energía.....	15
Figura 11: Ejemplo de un sistema solar fotovoltaico autónomo.....	16
Figura 12: Tipos de módulos fotovoltaicos .....	17
Figura 13: Curva de corriente vs voltaje de un módulo fotovoltaico.....	17
Figura 14: Curva de corriente vs voltaje en función de la irradiancia.....	18
Figura 15: Unidad de control.....	19
Figura 16: Ejemplo de inversor DC/AC .....	20
Figura 17: Representación del rendimiento de un inversor en función de la potencia .....	21
Figura 18: Banco de baterías.....	23
Figura 19: Pérdidas en espacios abiertos .....	24
Figura 20: Propagación en el espacio: zona de Fresnel.....	25
Figura 21: Circuito equivalente a una fuente de ruido .....	30
Figura 22: Refinería de petróleo de Petroperú en Talara .....	36
Figura 23: Diagrama de bloques del sistema de radioenlace. ....	38
Figura 24: Diagrama pictórico del sistema .....	39
Figura 25: Herramientas para el estudio de radioenlaces .....	42
Figura 26: Simulación del enlace P37 - P01 en RadioMobile .....	62
Figura 27: Simulación del enlace P37 - P01 en UISP Design Center.....	62

Figura 28: Simulación del enlace P01 - G01 en RadioMobile.....	63
Figura 29: Simulación del enlace P01 - G01 en UISP Design Center .....	63
Figura 30: Simulación del enlace P14 - G01 en RadioMobile.....	64
Figura 31: Simulación del enlace P14 - G01 en UISP Design Center .....	64
Figura 32: Simulación del enlace P02 - G01 en RadioMobile.....	65
Figura 33: Simulación del enlace P02 - G01 en UISP Design Center .....	65
Figura 34: Simulación del enlace P24-P16 en RadioMobile .....	66
Figura 35: Simulación del enlace P24 - P16 en UISP Design Center.....	66
Figura 36: Simulación del enlace P16 - P03 en RadioMobile .....	67
Figura 37: Simulación del enlace P16 - P03 en UISP Design Center.....	67
Figura 38: Simulación del enlace P15 - P10 en RadioMobile .....	68
Figura 39: Simulación del enlace P15 - P10 en UISP Design Center.....	68
Figura 40: Simulación del enlace P10 - P03 en RadioMobile .....	69
Figura 41: Simulación del enlace P10 - P03 en UISP Design Center.....	69
Figura 42: Simulación del enlace P03 - G01 en RadioMobile.....	70
Figura 43: Simulación del enlace P03 - G01 en UISP Design Center .....	70
Figura 44: Simulación del enlace P04 - G0 en RadioMobile.....	71
Figura 45: Simulación del enlace P04 - G0 en UISP Design Center .....	71
Figura 46: Simulación del enlace P05 - P31 en RadioMobile .....	72
Figura 47: Simulación del enlace P05 - P31 en UISP Design Center.....	72
Figura 48: Simulación del enlace P06 - P31 en RadioMobile.....	73
Figura 49: Simulación del enlace P06 - P31 en UISP Design Center.....	73
Figura 50: Simulación del enlace P31 - G0 en RadioMobile.....	74
Figura 51: Simulación del enlace P31 - G0 en UISP Design Center .....	74
Figura 52: Simulación del enlace P36 - G0 en RadioMobile.....	75
Figura 53: Simulación del enlace P36 - G0 en UISP Design Center .....	75
Figura 54: Simulación del enlace P33 - P29 en RadioMobile .....	76
Figura 55: Simulación del enlace P33 - P29 en UISP Design Center.....	76
Figura 56: Simulación del enlace P29 - P27 en RadioMobile .....	77

Figura 57: Simulación del enlace P29 - P27 en UISP Design Center .....	77
Figura 58: Simulación del enlace P29 - P28 en RadioMobile .....	78
Figura 59: Simulación del enlace P29 - P28 en UISP Design Center .....	78
Figura 60: Simulación del enlace P27 - P32 en RadioMobile .....	79
Figura 61: Simulación del enlace P27 - P32 en UISP Design Center .....	79
Figura 62: Simulación del enlace P35 - P34 en RadioMobile .....	80
Figura 63: Simulación del enlace P35 - P34 en UISP Design Center .....	80
Figura 64: Simulación del enlace P34 - P32 en RadioMobile .....	81
Figura 65: Simulación del enlace P34 - P32 en UISP Design Center .....	81
Figura 66: Simulación del enlace P32 - G0 en RadioMobile .....	82
Figura 67: Simulación del enlace P32 - G0 en UISP Design Center .....	82
Figura 68: Simulación del enlace P09 - P07 en RadioMobile .....	83
Figura 69: Simulación del enlace P09 - P07 en UISP Design Center .....	83
Figura 70: Simulación del enlace P08 - P07 en RadioMobile .....	84
Figura 71: Simulación del enlace P08 - P07 en UISP Design Center .....	84
Figura 72: Simulación del enlace P07 - G0 en RadioMobile .....	85
Figura 73: Simulación del enlace P07 - G0 en UISP Design Center .....	85
Figura 74: Simulación del enlace P30 - G0 en RadioMobile .....	86
Figura 75: Simulación del enlace P30 - G0 en UISP Design Center .....	86
Figura 76: Simulación del enlace P18 - P19 en RadioMobile .....	87
Figura 77: Simulación del enlace P18 - P19 en UISP Design Center .....	87
Figura 78: Simulación del enlace P19 - P20 en RadioMobile .....	88
Figura 79: Simulación del enlace P19 - P20 en UISP Design Center .....	88
Figura 80: Simulación del enlace P20 - P21 en RadioMobile .....	89
Figura 81: Simulación del enlace P20 - P21 en UISP Design Center .....	89
Figura 82: Simulación del enlace P23 - P22 en RadioMobile .....	90
Figura 83: Simulación del enlace P23 - P22 en UISP Design Center .....	90
Figura 84: Simulación del enlace P25 - P17 en RadioMobile .....	91
Figura 85: Simulación del enlace P25 - P17 en UISP Design Center .....	91

Figura 86: Simulación del enlace P26 - P17 en RadioMobile .....	92
Figura 87: Simulación del enlace P26 - P17 en UISP Design Center .....	92
Figura 88: Simulación del enlace P17 - P13 en RadioMobile .....	93
Figura 89: Simulación del enlace P17 - P13 en UISP Design Center .....	93
Figura 90: Simulación del enlace P13 - G0 en RadioMobile.....	94
Figura 91: Simulación del enlace P13 - G0 en UISP Design Center .....	94
Figura 92: Simulación del enlace G0 - G1 en RadioMobile .....	95
Figura 93: Simulación del enlace G0 - G1 en UISP Design Center .....	95
Figura 94: Diagrama de conexión de acceso 01 y torreón 25 .....	99
Figura 95: Diagrama de conexión de acceso 2B.....	99
Figura 96: Diagrama de conexión de portón 10 .....	100
Figura 97: Diagrama de conexión de acceso 3A.....	100
Figura 98: Diagrama de conexión de acceso 5A.....	101
Figura 99: Diagrama de conexión de acceso 6A.....	101
Figura 100: Diagrama de conexión de acceso 6B.....	102
Figura 101: Diagrama de conexión de ex portón 5.....	102
Figura 102: Diagrama de conexión de acceso 8 .....	103
Figura 103: Diagrama de conexión de acceso 7 .....	103
Figura 104: Diagrama de conexión garita Punta Arenas .....	104
Figura 105: Diagrama de conexión de aeropuerto .....	104
Figura 106: Diagrama de conexión de patio tubos II .....	105
Figura 107: Diagrama de conexión de patio bombas contra incendio .....	105
Figura 108: Diagrama de conexión de patio tanques tablazo.....	106
Figura 109: Diagrama de conexión de planta GLP.....	106
Figura 110: Diagrama de conexión de Planta de Ventas .....	107
Figura 111: Diagrama de conexión de residencia Punta Arenas Lado A.....	108
Figura 112: Diagrama de conexión de residencia Punta Arenas Lado B.....	109
Figura 113: Diagrama de conexión de residencia Punta Arenas.....	109
Figura 114: Diagrama de conexión de torre de comunicaciones.....	110

Figura 115: Diagrama de conexión de edificio administrativo.....	111
Figura 116: Unidad de control seleccionado para el sistema fotovoltaico 1.....	118
Figura 117: Inversor de voltaje seleccionado .....	119
Figura 118: Diagrama de sistema fotovoltaico 1 .....	119
Figura 119: Unidad de control seleccionado para el sistema fotovoltaico 2.....	123
Figura 120: Diagrama de sistema fotovoltaico 2 .....	124
Figura 121: Cámara DS-2DE7232IW- AE(OSTD)(B) .....	126
Figura 122: Cámara DS-2CD2T25FHWD-I5 .....	127
Figura 123: Ingreso de parámetros de cámaras.....	128
Figura 124: Reporte de almacenamiento requerido para grabación de respaldo .....	128
Figura 125: NVR DS-7104NI-Q1 .....	130
Figura 126: NVR DS-7604NI-Q1 / DS-7608NI-Q1 .....	130
Figura 127: NVR DS-7616NI-K2 .....	130
Figura 128: Reporte de almacenamiento requerido para grabación principal.....	132
Figura 129: NVR DS-9664NI-I16 .....	133
Figura 130: iVMS 4200 .....	133
Figura 131: Antena primaria principal .....	140
Figura 132: Antena de residencial F/04 .....	141
Figura 133: Antena de Portón 09 .....	141
Figura 134: Paneles solares ubicados en la torre de comunicaciones .....	142
Figura 135: Gabinete principal del sistema fotovoltaico de la torre de comunicaciones	143
Figura 136: Grabadores NVR de la refinería.....	144
Figura 137: Cantidad de días de grabación del sistema de CCTV .....	144
Figura 138: Instalación de cámara PTZ en planta de ventas.....	145
Figura 139: Centro de Control.....	146
Figura 140: Visualización de cámaras ubicadas en Acceso 01 .....	146
Figura 141: Visualización de cámaras ubicadas en Acceso 02 .....	147
Figura 142: Visualización de cámaras ubicadas en Acceso 3A.....	147
Figura 143: Visualización de cámaras ubicadas en Acceso 5A.....	148

Figura 144: Visualización de cámaras ubicadas en Acceso 6A, 6B y Ex Portón 5 .....	148
Figura 145: Visualización de cámaras en Acceso 07 .....	149
Figura 146: Visualización de cámaras en Acceso 08 .....	149
Figura 147: Visualización de cámaras en Portón 10 .....	150
Figura 148: Visualización de cámaras en Torreón 25 .....	150
Figura 149: Visualización de cámaras en Garita Punta Arenas.....	151
Figura 150: Visualización de cámaras en tanques Tablazo.....	151
Figura 151: Visualización de cámaras en Bombas Contra Incendio.....	152
Figura 152: Visualización de cámaras en Planta de Ventas.....	152
Figura 153: Visualización de cámaras en Planta GLP.....	153
Figura 154: Visualización de cámaras en Aeropuerto .....	153
Figura 155: Visualización de cámaras en Patio Tubos II .....	154
Figura 156: Visualización de cámaras en Residencial Punta Arenas .....	154
Figura 157: Nueva simulación del enlace P36 - G0 en UISP Design Center.....	155
Figura 158: Cantidad de cámaras adicionales .....	157

## **Introducción**

En el presente informe se describen las actividades para realizar el dimensionamiento, la implementación, las pruebas y la puesta en funcionamiento del sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV) en la refinería de Petroperú en Talara, Piura. Asimismo, los requerimientos técnicos para la correcta implementación indicados por la misma refinería. Los procedimientos de operación se describirán para las nuevas zonas de la refinería que no dispongan de fluido eléctrico (necesario para la alimentación de las cámaras) y los procedimientos para trasladar la señal IP a través de toda la refinería.

En el presente trabajo se muestran el proceso y el análisis correspondiente al dimensionamiento de paneles solares, dimensionamiento de antenas, implementación de las mismas, puesta en marcha del sistema de CCTV.

En el informe de este trabajo de suficiencia consiste en 4 capítulos, que son los siguientes:

En el capítulo I, se describe la Parte introductoria del informe de suficiencia; dentro de este capítulo se encuentra la situación problemática, los objetivos del trabajo de desarrollo, y los indicadores de logro de los objetivos del proyecto.

En el capítulo II, se describe el marco teórico y el marco conceptual, en el cual se explican los conceptos para el correcto dimensionamiento de los sistemas de radioenlaces, paneles solares y CCTV del proyecto.

En el capítulo III, se describe el desarrollo del trabajo de suficiencia. En este se definen los dimensionamientos implementados para la elaboración del proyecto, aplicando los conceptos teóricos descritos en el capítulo II.

En el capítulo IV, se describe el análisis y la discusión de los resultados del trabajo de suficiencia.

# **Capítulo I: Parte introductoria del trabajo**

## **1.1 Generalidades**

La importancia de realizar este trabajo consiste en presentar las actividades para la puesta en operación comercial de una nueva instalación de sistema de CCTV. Este sistema permitirá una adecuada cobertura de video vigilancia en los accesos de la refinería, garantice la protección de las instalaciones y la integridad física del personal, controle las entradas y salidas del personal, materiales, equipos y vehículos, las 24 horas del día.

En los ambientes de la refinería se realizó la instalación de un sistema de radioenlace distribuido por toda la refinería capaz de transportar la señal IP del sistema de CCTV hacia el centro de control de la refinería, ubicado en el edificio principal del mismo.

Se realizó, además, el dimensionamiento e instalación de 02 sistemas de paneles solares para las áreas de la refinería que no cuentan con fluido eléctrico para la alimentación de las antenas de radioenlace y las cámaras.

Por último, se instaló un software de VMS capaz de visualizar las 70 cámaras de la refinería, sin que esté presente ningún tipo de corte.

## **1.2 Descripción del problema de investigación**

### **1.2.1 Situación problemática**

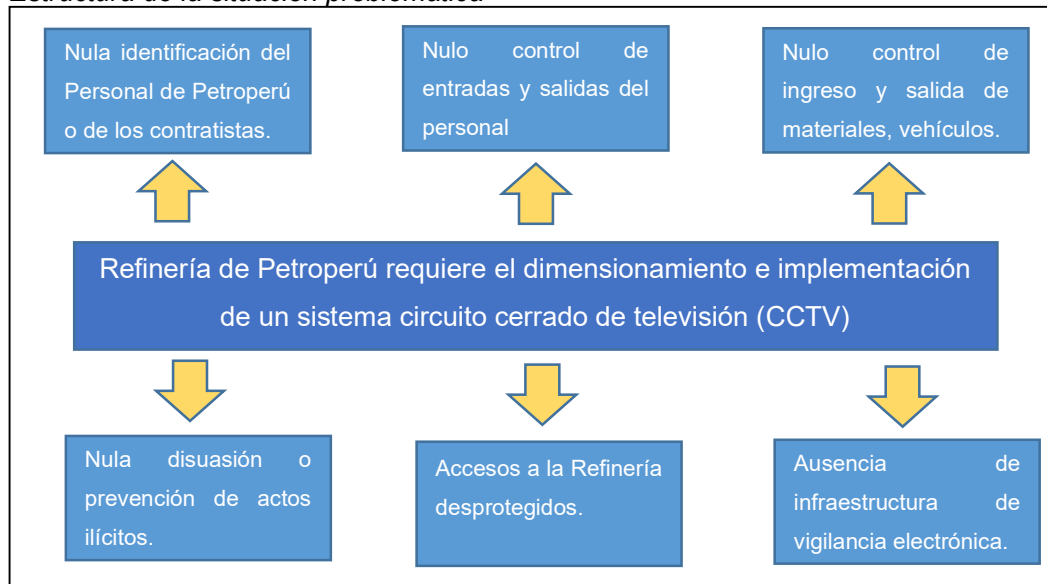
La refinería de Petroperú, en Talara, para inicios del año 2021, requería contratar los servicios de video vigilancia y seguridad física, las cuales garanticen la protección de las instalaciones y la integridad física del personal.

En la figura 1, se describen los principales problemas que presentaba la refinería antes de la implementación del sistema de CCTV.



**Figura 1**

*Estructura de la situación problemática*



De igual manera, Petroperú indica las ubicaciones de la refinería en donde se requiere la implementación de un sistema de CCTV, capaz de reducir los problemas indicados en la figura 1.

En la tabla 1, se nombran las ubicaciones.

**Tabla 1**

*Ubicaciones de las cámaras de la refinería*

Ubicación de cámaras	Inicio contrato: 70 cámaras	
	Cámara fija	Cámara PTZ
Acceso 1	3	1
Acceso 2B	3	1
Acceso 3A	2	1
Acceso 5A	4	1
Acceso 6A	2	-
Acceso 6B	-	1
Acceso 7	3	2
Acceso 8	3	-
Portón 10	2	1
Garita Punta Arenas - Entrada	4	1
Residencial Punta Arenas - Casas	5	7
Patio Tanques Tablazo	2	3
Bombas C.I Refinería / Planta Talara Tablazo	0	1

Patio Tubos II	0	1
Ex Portón N°5	0	1
Planta Talara	5	2
Planta GLP	4	2
Planta Aeropuerto	-	1
Torreón 25	-	1
<b>Total por tipo de cámara</b>	<b>42</b>	<b>28</b>
<b>Total de cámaras</b>	<b>70</b>	

Petroperú indica también, que las cámaras deben almacenar la información obtenida por un plazo mínimo de 90 días, y se debe grabar de forma local (en cada ubicación), también de forma total (información completa). Por lo que la grabación local serviría como reserva en caso de que el sistema principal llegara a fallar.

### 1.3 Objetivos del estudio

Los objetivos de este trabajo son los siguientes:

#### 1.3.1 *Objetivo general*

Dimensionar e implementar un sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV) para la protección mediante video vigilancia de la nueva refinería de Petroperú en Talara

#### 1.3.2 *Objetivos específicos*

- Dimensionar el sistema circuito cerrado de televisión CCTV según los requisitos de seguridad establecidos por Petroperú para su refinería de petróleo en Talara.
- Dimensionar el sistema de radioenlace para trasladar la señal IP de las cámaras hacia el *Datacenter*.
- Dimensionar un sistema fotovoltaico para proporcionar energía eléctrica a los equipos en áreas donde no se cuenta con suministro eléctrico.

### 1.3.3 Indicadores de logro de los objetivos

Los indicadores de logro del presente trabajo son: Capacidad de grabación mayor a 90 días por todo el sistema de CCTV, tiempo de respuesta de conexión menor a 5 milisegundos por cada radioenlace y tensión de 220AC (+/- 5%) por cada etapa de los sistemas de paneles solares.

**Tabla 2**

#### *Indicadores de logro*

Objetivo específico	Indicador de logro	Métrica
Dimensionar el sistema circuito cerrado de televisión CCTV según los requisitos de seguridad establecidos por Petroperú para su refinería de petróleo en Talara.	Capacidad de grabación mayor a 90 días por todo el sistema.	días
Dimensionar el sistema de Radioenlace para trasladar la señal IP de las cámaras hacia el <i>Datacenter</i> .	Tiempo de respuesta de conexión menor a 5 milisegundos.	Milisegundos (ms)
Dimensionar un sistema fotovoltaico para proporcionar energía eléctrica a los equipos en áreas donde no se cuenta con suministro eléctrico.	Tensión de 220AC (+/- 5%) por cada etapa del sistema	Voltios (V)

### 1.4 Antecedentes investigativos

Cumpa (2015) en su informe de ingeniería, desarrolló el diseño de un sistema de videovigilancia IP urbana, utilizando tecnologías modernas de transmisión de datos. La solución planteada por el autor incluye el diseño de 14 cámaras IP y el diseño de un sistema de radioenlace por antenas de transmisión. Estas antenas iban a estar soportadas por una torre de metal de 24 metros (4 cuerpos de 6 metros cada uno) donde iban a estar los principales equipos de transmisión del sistema. Para las cámaras IP, primero se realizó una evaluación de la situación actual de Eten, donde se identificaron los delitos que ocurren con mayor frecuencia en la ciudad, ante esto, se buscó abarcar en los puntos más incidentes. El trabajo concluye con la presentación del presupuesto del proyecto, junto al cronograma de trabajo, en donde se especifica que el total del trabajo tomará 09 semanas en realizarse.

Cruz (2020) en su informe de suficiencia profesional, utiliza un diseño de CCTV adicional a un diseño de paneles solares para energizar los equipos donde no cuentan con fluido eléctrico. Para poder transmitir las señales IP del sistema de CCTV, se implementó también un sistema de radioenlace ubicado a través del refugio. La ubicación de las cámaras de seguridad se realizó de manera estratégica de forma que se puedan mejorar los tiempos de respuesta ante posibles desastres naturales para que se pueda lograr una mejor gestión en las áreas naturales del refugio. El objetivo principal del proyecto fue diseñar e implementar un sistema de CCTV utilizando este tipo de energía. En total se instalaron 03 sistemas fotovoltaicos, cada uno diseñados según la cantidad de energía necesaria para alimentar los equipos electrónicos. Para el sistema de CCTV, se utilizarían 04 cámaras fijas y 08 cámaras PTZ. Se concluye el proyecto con el sistema de monitoreo, abarcando el 25% del refugio, en 08 zonas estratégicamente ubicados.

Rey (2011), en su trabajo de titulación, propone el diseño de un sistema de CCTV utilizando antenas de radioenlaces debido a que la ubicación de las cámaras se encuentra a largas distancias (450 metros en adelante). También propone el diseño de un centro de control en donde se podrán visualizar las cámaras del sistema. La ubicación de las cámaras (en postes de iluminación) sirvió para poder diseñar el modelo de las mismas, en donde se eligió el tamaño del lente, cantidad de días de grabación, altura de los equipos a instalar, equipos de transmisión, en general. El sistema de radioenlace se diseñó a la par del sistema de CCTV, se necesitaron 03 puntos de acceso (AP) para enviar la información hacia el Centro de Control. El diseño final consistió en seleccionar el servidor, el Wireless router, los monitores, equipos adicionales para el Centro de Control. El trabajo finaliza con el presupuesto del proyecto, según el diseño planteado.

Ccama (2014), en su tesis, indica que la investigación de este proyecto tiene como objetivo la instalación de las cámaras de seguridad y el control de asistencia biométrico, y así disminuir las pérdidas de los materiales, mercadería, herramientas, etc. Además, se mejoraría la productividad con la instalación de un registrador biométrico de asistencia para

el personal, lo cual tendrá un impacto positivo en la empresa. La implementación de estos sistemas optimizaría el control del personal, almacenes, y el registro de materiales.

Para el caso de antecedentes internacionales, los autores Rivas y Velásquez (2012), en su tesis, indican lo siguiente: “Se implementó un sistema de videovigilancia compuesto por 5 cámaras, las cuales se integrarían en un único software Zone Minder”. Se señala que las cámaras se programaron con una dirección IP única y secreta, de modo que se evite conflictos de intrusión (IP libre). Por último, se implementó un software compatible con cualquier dispositivo y marca, que opera a través de internet y permite la supervisión desde cualquier lugar. Solo el propietario puede acceder utilizando una clave personal, lo que convierte al sistema en una solución moderna y alineada con los avances más recientes en ciencia y tecnología. Estos mecanismos de control y prevención permiten evaluar situaciones y gestionar actividades, facilitando decisiones inmediatas y optimizando el uso de los recursos actuales.

## Capítulo II. Marcos teórico y conceptual

### 2.1 Marco teórico

#### 2.1.1 Sistema de CCTV


Un sistema de CCTV (circuito cerrado de televisión) se caracteriza por ser un sistema que transmite y muestra imágenes en movimiento, accesibles únicamente para un grupo restringido de personas, a diferencia de la televisión abierta o pública; en la industria de la seguridad, estos sistemas se utilizan para gestionar el control de accesos y proteger tanto a las personas como a los bienes dentro de los edificios. (Martí, 2013, p.5).

Los sistemas de videovigilancia se dividen, principalmente, en dos tipos, analógico e IP. Ambos sistemas están compuestos por 04 componentes.

En la figura 2, se mencionan los componentes entre ambos sistemas.

**Figura 2**

*Componentes de los sistemas de CCTV*

Sistema Analógico		Sistema IP
Cámara analógica	Captura de imagen	Cámara IP
Cable coaxial 	Transmisión	LAN, WLAN, Internet 0011010100....
DVR	Almacenamiento	NVR, disco duro, cámara
Desde el DVR	Gestión y Control	Software instalado en cualquier PC o desde NVR

*Nota:* adaptado de Martí (2013, p.6).

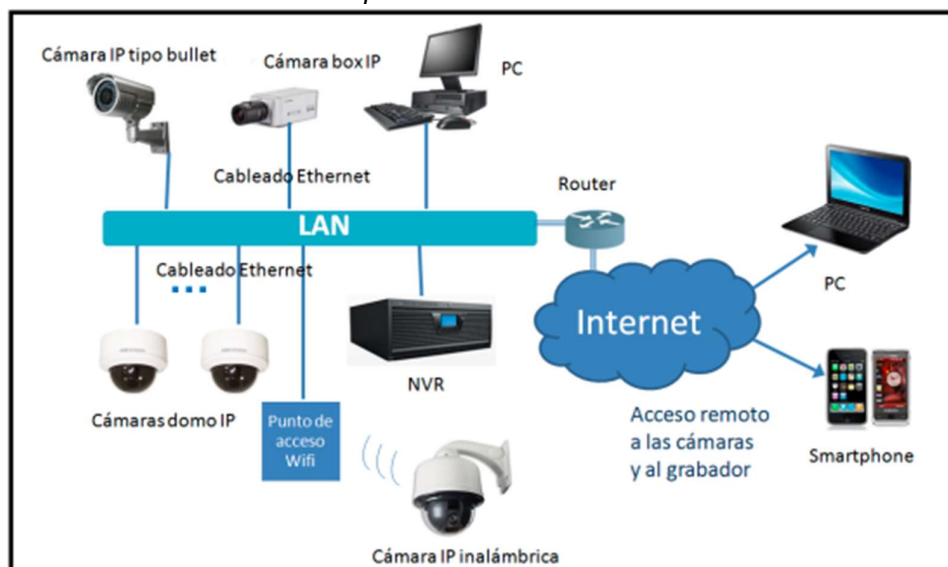
#### 2.1.2 Sistema IP

El sistema IP para CCTV permite obtener un máximo rendimiento de las redes de datos en las empresas, ya que este transporta video y audio sobre la misma infraestructura de la red de datos multiservicios. (Rey, 2011, p.20).

En la figura 3, se visualiza un esquema estándar para un sistema IP de CCTV, se señalan sus principales componentes.

**Figura 3**

*Esquema básico de un sistema IP para CCTV*



*Nota:* adaptado de Martí (2013, p.5)

El sistema IP está compuesto por los siguientes elementos:

**A. Cámara IP:** Dispositivo que facilita la captura y transmisión de una señal de video digital a través de una red IP estándar hacia otros dispositivos en la red, como un ordenador, un NVR o un smartphone. (Martí, 2013, p.13).

Estos se clasifican ya sea por el ambiente en donde se instalarán (interior o exterior). Para este ejemplo, se presentan 02 tipos: la cámara *Bullet* y la PTZ.

**Cámara Bullet:** para uso exterior. Su principal característica física es su forma tipo tubo (también se les menciona como cámara tipo tubular), la cual posee un lente fijo y una cobertura IP65 o IP66 (especial para ambientes exteriores). En la figura 4 se visualiza un tipo de cámara *Bullet*.

#### Figura 4

*Cámara IP tipo Bullet*



*Nota:* adaptado de Martí (2013, p.19)

**Cámara PTZ:** las cámaras de red PTZ (*Pan-Tilt-Zoom*) pueden moverse horizontal o verticalmente, también lo realiza de izquierda a derecha (puede realizar hasta un giro de 360°). Disponen de un zoom ajustable dentro de un área específica, se puede lograr de forma manual o automática. En la figura 5 se visualiza un tipo de cámara PTZ.

#### Figura 5

*Cámara IP tipo PTZ*



*Nota:* adaptado de Martí (2013, p.18)

**B. NVR (*Network Video Recorder*):** Componente que tiene la capacidad de registrar las imágenes captadas por las cámaras y esta puede realizarse de manera continua, o activarse mediante detección de movimiento, programación horaria, entre otros métodos; la grabación de vídeo y la posterior visualización, se puede realizar de forma local, o remota a través de internet. (Peláez, 2013, p.23).

En la figura 6 se visualiza un tipo de NVR.

#### Figura 6

*Grabador NVR de Red de 32 canales*





*Nota:* adaptado de Peláez (2013, p.23).

### **2.1.3 Codificación de compresión del sistema de CCTV con cámaras IP y NVR**

La compresión de video es una herramienta clave para disminuir la carga en la red; para ello, se utiliza tecnologías de compresión, tales como MJPEG, MPEG-4 y H.264, permiten a los usuarios transferir y almacenar flujos de video sin acaparar el ancho de banda. (Peláez, 2013, pág. 105).

En CCTV los códec de compresión más utilizados son los siguientes:

- MJPEG: secuencia de imágenes completas.
- MPEG-4: secuencia de imágenes completas y sus variaciones.
- H.264: una evolución del MPEG-4 con diversas mejoras. (Cruz, 2020, pág. 14).
- H.265: reduce a la mitad la compresión de video que el H.264.
- H.265+: codificación única de la marca Hikvision, reduce a un 80% el espacio requerido.

### **2.1.4 Resolución**

La resolución de una cámara se mide en píxeles; a mayor resolución, mayor será el número de píxeles y, por lo tanto, el nivel de detalle que podrás capturar en una imagen. (Peláez, 2013, p.105).

### **2.1.5 Tasa de fotogramas por segundo (FPS)**

La tasa de fotogramas puede ajustarse en una cámara IP, un servidor de video o un software de gestión de video; al controlar esta tasa, es posible reducir significativamente

el uso del ancho de banda, eliminar fotogramas innecesarios y evitar que estos circulen por la red. (Peláez, 2013, p.105).

#### **2.1.6 Ancho de banda**

El ancho de banda depende directamente de los parámetros FPS, resolución (expresado en megapíxeles), y el método de compresión a utilizar; estos parámetros se deben de configurar en las cámaras para obtener resultados favorables. (Cruz, 2020, p.15).

#### **2.1.7 Almacenamiento de video**

Los sistemas IP de CCTV tienen la capacidad de almacenar información directamente a través de uno o varios discos duros (HDD), los cuales son instalados en el NVR del sistema.

Actualmente, importantes marcas de CCTV ofrecen distintas herramientas de diseño, una de estas son las calculadoras de almacenamiento de video online, en donde el usuario ingresa los datos mencionados y esta herramienta calcula la cantidad de días de almacenamiento del sistema.

Los parámetros por considerar para calcular la cantidad de días de almacenamiento son la cantidad de cámaras a utilizar, tiempo de grabación por cámara, FPS, resolución de la cámara y compresión del sistema. (Peláez, 2013, p.37).

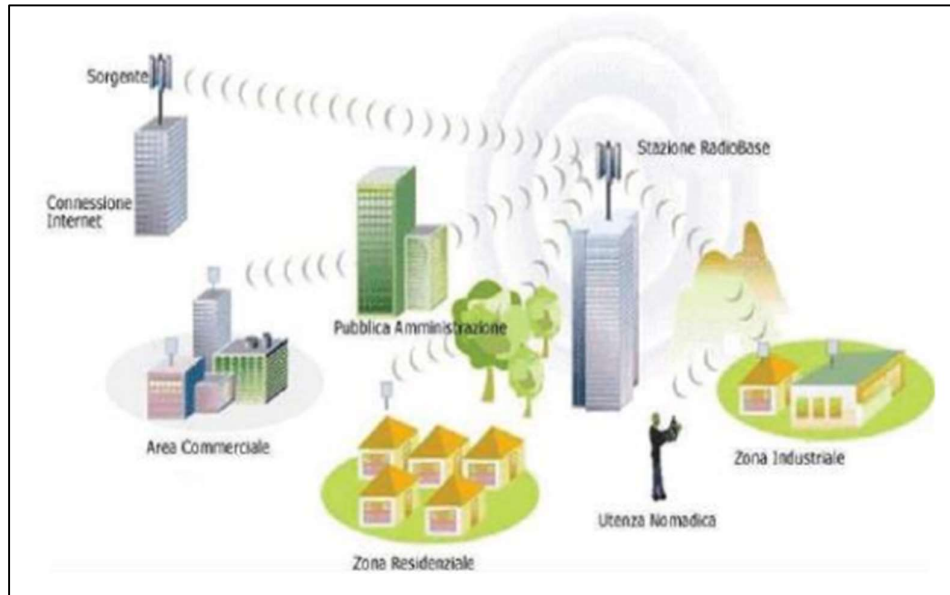
#### **2.1.8 Enlace inalámbrico**

Un enlace inalámbrico se refiere a una red de comunicación sin el uso de cables que utiliza frecuencias de radio; esta red permite a sus usuarios conectarse a una red local o a Internet sin estar conectado físicamente y los datos (paquetes de información) se transmiten por el aire. (Rey, 2011, p.14).

En la figura 7, se aprecia un sistema con enlace inalámbrico.

**Figura 7**

*Sistema de enlace inalámbrico*



*Nota:* adaptado de Monteros (2015, p.30).

### **2.1.9 Técnicas de transmisión**

Entre las principales técnicas de transmisión, se incluyen las siguientes:

- Infrarrojos: Utiliza emisores y receptores infrarrojos que deben estar alineados para transmitir. Su desventaja es que es una tecnología propietaria.
- Microondas: Posee un rango relativamente amplio en el espectro electromagnético (300 MHz – 300 GHz). Su inconveniente es que es una tecnología licenciada.
- Ondas de radio (RF): Es la técnica más común y se encuentra dentro del rango de las microondas, su ventaja es que no requiere licencia. (Rey, 2011, p.14).

### **2.1.10 Tipos de enlaces inalámbricos**

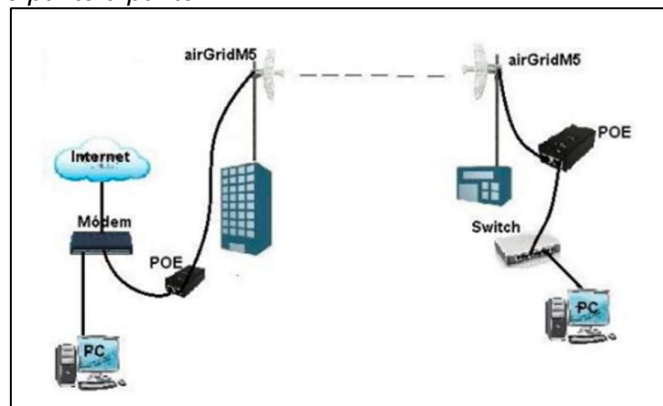
Se describen 02 tipos de enlaces inalámbricos.

**A. Enlaces inalámbricos punto a punto.** Estos sistemas proporcionan mayores capacidades a distancias más largas en comparación con los sistemas punto a multipunto, cuando se utilizan para vigilancia y seguridad, son ideales para transmitir datos de video desde el sitio central local donde está ubicada la estación base hasta un centro de control situado a distancia; estos sistemas pueden llegar a transmitir hasta 450Mbps, utilizando una frecuencia de 5 GHz, pueden cubrir distancias de hasta 50 kilómetros. (Rey, 2011, p.42).

En la figura 8 se puede visualizar un ejemplo de enlace punto a punto.

**Figura 8**

*Ejemplo de enlace punto a punto*

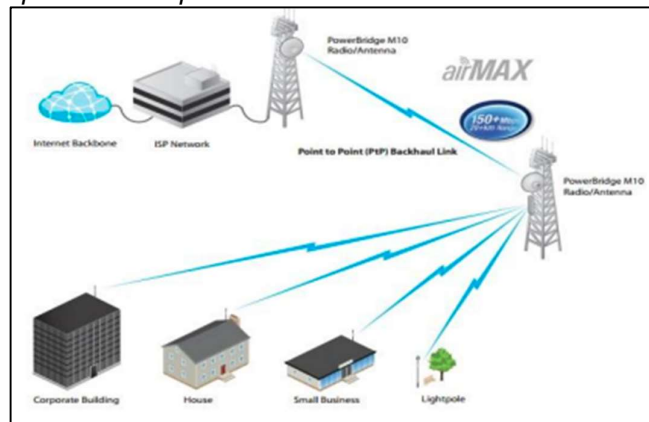


*Nota:* adaptado de Yacelga (2017, p.43).

**B. Enlaces inalámbricos punto a multipunto.** Este sistema se basa en el uso de transmisores de paquetes IP, interfaces Ethernet estándar y una configuración sencilla de implementar ya que facilita conexiones de red de alta velocidad a varios switches Ethernet, routers o PCs desde un solo punto; el dimensionamiento consistirá en que las cámaras, de forma inalámbrica, transmitirán la información a una estación base o punto de acceso (*Access Point*), con capacidad de transmisión de 400 Mbps, utilizando una frecuencia de 5 GHz, pueden cubrir distancias desde 7 kilómetros hasta 10 kilómetros. (Rey, 2011, p.42). En la figura 9, se visualiza un ejemplo del enlace mencionado.

**Figura 9**

*Ejemplo de enlace punto a multipunto*



Nota: adaptado de Yacelga (2017, p.44).

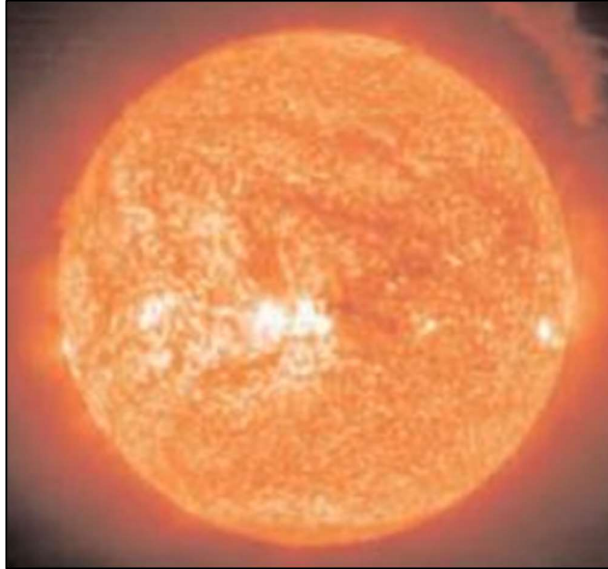
### **2.1.11 Energía solar fotovoltaica**

La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación de la radiación solar en energía eléctrica a partir del efecto fotovoltaico de los materiales semiconductores que forman las células solares. (Portabella, 2010, p.14).

Con la reducción de los costos de los sistemas fotovoltaicos en los últimos años, estos se han vuelto más accesibles y representan una solución viable para muchos lugares con escasez de energía; en ese sentido, el objetivo del presente estudio es proporcionar una metodología de dimensionamiento de los sistemas y aplicar esta metodología para dimensionar sistemas típicos para la costa, sierra y selva del Perú. (Zúñiga & Cruz, 2013, p.161).

**Figura 10**

*El sol como fuente de energía*



*Nota:* adaptado de Portabella (2010, p.14).

#### **2.1.12 Características y componentes de los sistemas de energía fotovoltaica**

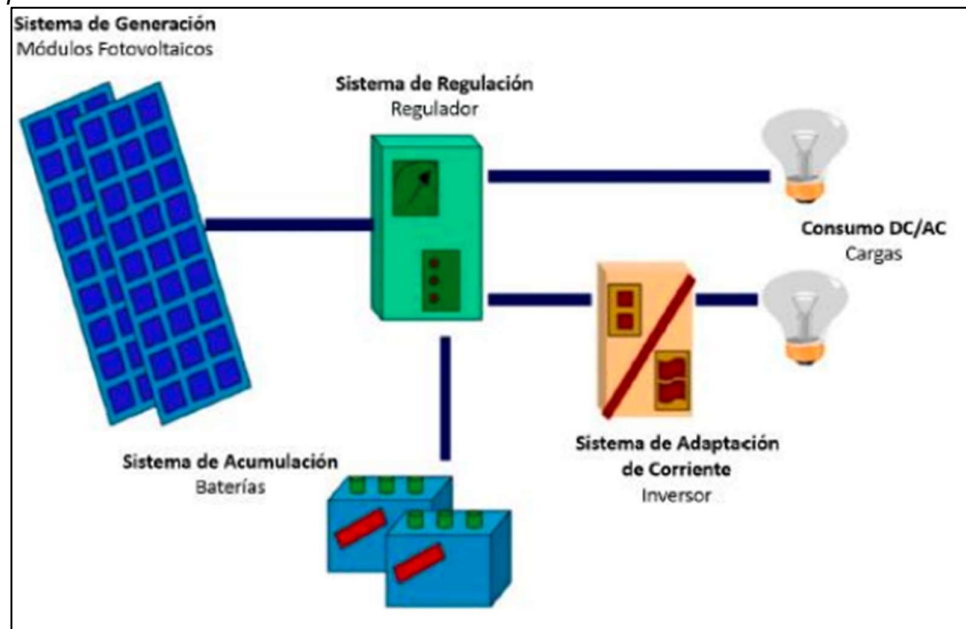
El sistema de energía solar fotovoltaica se compone principalmente de un panel de módulos fotovoltaicos, un banco de baterías y una unidad de control. (Zúñiga & Cruz, 2013, p.161).

La figura 11 presenta un esquema básico de un sistema fotovoltaico, se detallan los parámetros básicos del subsistema:

- **Potencia de salida:** Determinada por la potencia que producen los paneles.
- **Eficiencia:** Se refiere a la duración durante la cual el sistema puede operar satisfactoriamente las necesidades de la carga sin un nivel medible de insolación.

**Figura 11**

*Ejemplo de un sistema solar fotovoltaico autónomo*



*Nota:* adaptado de Moreno (2016. p.31).

### **2.1.13 Módulos fotovoltaicos**

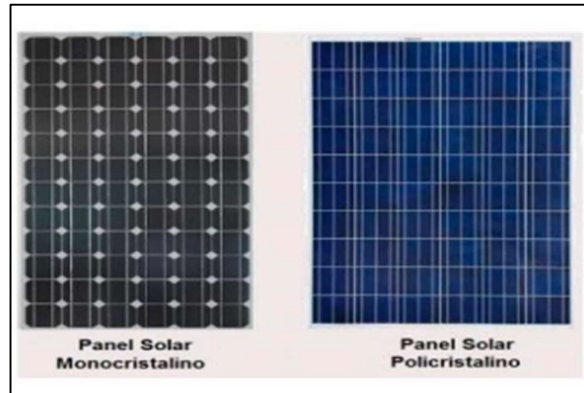
Los módulos conforman los paneles fotovoltaicos, y a partir de los paneles se crean los arreglos fotovoltaicos. Los parámetros fundamentales de un módulo fotovoltaico, y por ende de un panel o un arreglo fotovoltaico, son la potencia eléctrica, el voltaje de operación y la intensidad de corriente. (Zúñiga & Cruz, 2013, p.161).

En la práctica, se utilizan 02 tipos de módulos fotovoltaicos.

En la figura 12 se muestran los tipos indicados.

**Figura 12**

*Tipos de módulos fotovoltaicos*

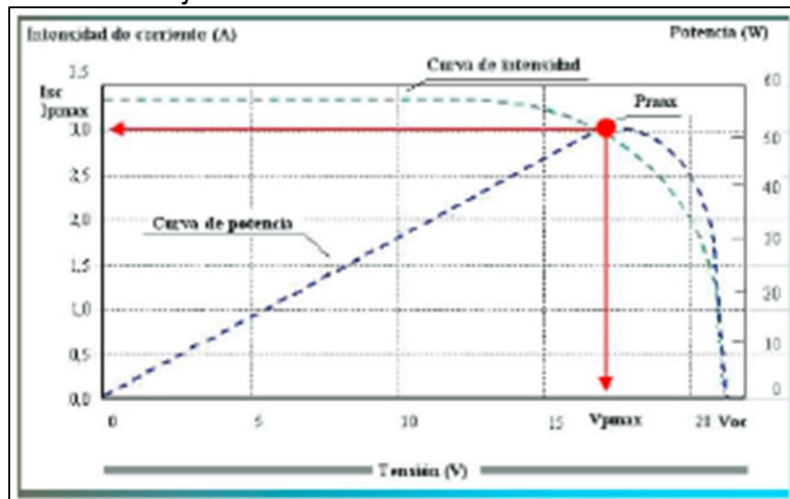


*Nota:* adaptado de López (2015, p.16).

En la figura 13 se muestra la curva que ilustra cómo cambia la corriente en relación con la tensión del módulo.

**Figura 13**

*Curva de corriente vs voltaje de un módulo fotovoltaico.*



*Nota:* adaptado de Zúñiga y Cruz (2013, p.162).

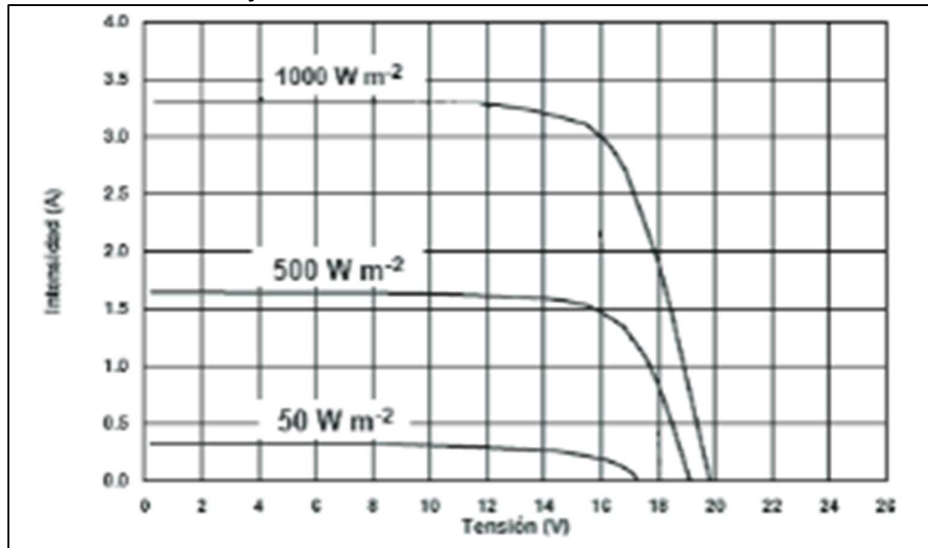
La potencia máxima de un módulo, panel o arreglo corresponde al máximo de irradiación solar ( $1000 \text{ Wm}^{-2}$ ); en el caso de un módulo se denota con el punto PM, se calcula mediante la energía diaria proporcionada por el panel, usando el número de horas de sol pico (HSP) la potencia disminuye de manera directamente proporcional con la irradiación solar. (Zúñiga & Cruz, 2013, p.162).



En la figura 14 se visualiza la curva de corriente vs voltaje en función de la irradiancia.

**Figura 14**

*Curva de corriente vs voltaje en función de la irradiancia.*



*Nota:* adaptado de Zúñiga y Cruz (2013, p.162).

#### **2.1.14 Sistema de regulación: unidad de control**

La principal función de un controlador es prevenir la sobrecarga de la batería, ya que, si se permite que esta se sobrecargue con frecuencia, su vida útil se verá significativamente reducida. (Zúñiga & Cruz, 2013, p.165).

El controlador monitorea el voltaje de la batería y disminuye o detiene la carga de corriente cuando el voltaje alcanza un nivel elevado, lo que es especialmente importante en el caso de baterías selladas, donde no se puede reponer el agua perdida por sobrecarga; en estos casos, los controladores fotovoltaicos seleccionados pueden abrir el circuito cuando las baterías están completamente cargadas sin causar daño a los módulos. (Zúñiga & Cruz, 2013, p.165).

La mayoría de los controladores fotovoltaicos simplemente abren o limitan el circuito entre la batería y el sistema fotovoltaico cuando el voltaje alcanza un nivel predeterminado; posteriormente, cuando la batería absorbe el exceso de carga y el voltaje

comienza a disminuir, el controlador vuelve a conectar el sistema. (Zúñiga & Cruz, 2013, p.165).

Las unidades de control se especifican según su capacidad de corriente. En términos generales, los controladores deben ser capaces de soportar una sobrecorriente del 25% de su capacidad nominal, lo que les permite resistir cambios repentinos en la insolación cuando aumenta la luz solar, evitando así posibles daños. (Zúñiga & Cruz, 2013, p.166).

Usar un controlador con una capacidad superior a la generada facilitará la futura expansión de la carga, y generalmente no representa un costo adicional significativo; además, un controlador también protege contra el flujo de corriente inversa durante la noche, cuando una pequeña cantidad de corriente puede regresar al panel y descargar la batería, aunque esta pérdida de energía es insignificante. (Zúñiga & Cruz, 2013, p.166).

Para poder cumplir con este objetivo, la unidad de control fotovoltaica deberá tener entre otras características: Voltajes regulados por compensación de temperatura, protección contra inducción electrostática, diodo de protección por bloqueo, protección contra inversión de polaridad, protección contra sobrecarga. (Zúñiga & Cruz, 2013, p.166).

En la figura 15 se visualiza una unidad de controlador de carga cuya función está dedicada a sistemas fotovoltaicos aislados.

**Figura 15**

*Unidad de control*



*Nota:* adaptado de Moreno (2016, p.38).

### **2.1.15 Inversor**

El inversor se encarga de convertir la corriente continua generada por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna, permitiendo así su uso en la alimentación de cargas de corriente alterna. (Moreno, 2016, p.44).

Este dispositivo actúa como un inversor DC/AC, regulando el voltaje de salida y modulando la onda alterna; por lo tanto, es importante considerar la tensión de entrada, que depende del voltaje proporcionado por el módulo fotovoltaico, la potencia suministrada, así como el voltaje de salida y la frecuencia de la onda. (Moreno, 2016, p.44).

En la figura 16 se muestra un tipo de inversor de onda senoidal.

**Figura 16**

*Ejemplo de Inversor DC/AC*



*Nota:* adaptado de Moreno (2016, p.45).

La eficiencia de un inversor se determina por la relación entre la corriente que entrega y la corriente que recibe de las baterías. Según el tipo de onda del voltaje de salida, los inversores se clasifican en:

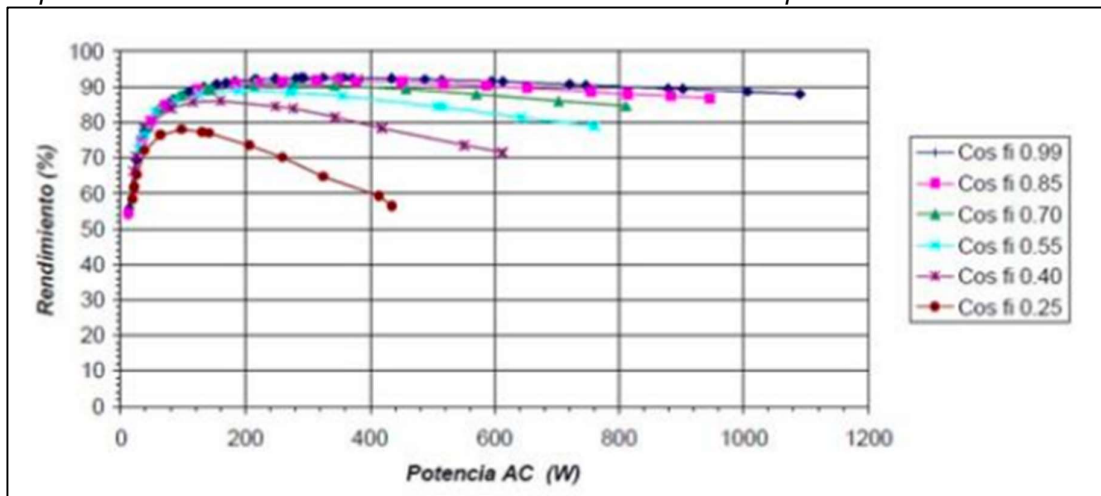
- Onda cuadrada. Es de baja potencia y se utiliza en pequeñas cargas resistivas o inductivas.

- Onda modificada o quasisenoidal. Se emplea en electrodomésticos comunes, especialmente en electrificaciones rurales.
- Onda senoidal. Es adecuada para cualquier tipo de carga de consumo y puede conectarse a la red eléctrica debido a que su señal de salida se asemeja a la de la red. (Cruz, 2020, pág. 37).

Los tipos de carga conectados al inversor influyen directamente en su rendimiento, existiendo una relación entre el factor de potencia y el rendimiento, como se muestra en la figura 17, variando también el rango de operación de acuerdo con la potencia generada, siendo menor para las potencias menores y mayor si existe aumento de potencia. (Moreno, 2016, p.44).

**Figura 17**

*Representación del rendimiento de un inversor en función de la potencia.*



Nota: adaptado de Moreno (2016, p.38).

#### **2.1.16 Sistema de acumulación: baterías**

El sistema de acumulación es el elemento capaz de almacenar la energía eléctrica, transformándola en energía química; este sistema se compone de diversas baterías conectadas entre sí, en serie o en paralelo. (Gutiérrez & Vásquez, 2019, p.29).

La capacidad de la batería se refiere a la cantidad de carga, medida en amperios-hora (Ah), que puede suministrar durante un ciclo de descarga, manteniendo la variación de su fuerza electromotriz (f.e.m.) dentro de los límites especificados. (Zúñiga & Cruz, 2013, p.163).

La capacidad de una batería varía según el régimen de descarga, lo que significa que depende del valor de la corriente, la temperatura y la densidad del electrolito, en función del grado de ionización; el fabricante proporciona esta capacidad en forma de tablas, con valores referidos a una temperatura de 25°C y normalizados para cada régimen de descarga. (Zúñiga & Cruz, 2013, p.164).

La capacidad de la batería, expresada en amperios-hora (Ah), se denomina capacidad nominal, que representa la máxima cantidad de carga que puede extraerse del acumulador; generalmente, para cada tipo de acumulador, el fabricante provee la capacidad nominal y las diversas corrientes de régimen de descarga para un valor de tensión, con los respectivos tiempos de descarga, estableciéndose un tiempo mínimo de descarga para evitar que el acumulador sufra averías por corrientes elevadas, que el fabricante estipula. (Zúñiga & Cruz, 2013, p.164).

Otro aspecto importante a considerar en un sistema de acumulación es la eficiencia de las baterías. La eficiencia depende del tipo de batería, la temperatura, la antigüedad, el estado de descarga y la calidad de construcción. (Zúñiga & Cruz, 2013, p.165).

Una batería descargada rápidamente con una corriente alta tendrá menos capacidad que si se descarga lentamente con una corriente baja durante un período prolongado; normalmente se indican la capacidad de la batería descargada sobre 24 horas (a 25°C), pero algunos fabricantes miden la capacidad hasta 100 horas y así indican un valor comparativo más alto de la competencia. (Zúñiga & Cruz, 2013, p.165).

En la figura 18, se visualiza la instalación de una gran cantidad baterías para una vivienda que utiliza un sistema fotovoltaico.

**Figura 18**

*Banco de baterías*



*Nota:* adaptado de Moreno (2016, p.26).

## **2.2 Marco conceptual**

### **2.2.1 Cálculo de radioenlace**

Para realizar el dimensionamiento de un radioenlace, se necesitan considerar los siguientes parámetros:

**A) Distancia de enlace.** La distancia que existe entre el transmisor y receptor se determina mediante la siguiente ecuación 1. (Poma, 2015, p.31)

$$d = \sqrt{[111.32 * (LatPuntoA - LatPuntoB)]^2 + [111.32 * (LongPuntoA - LongPuntoB)]^2 + \left(\frac{AltPuntoA - AltPuntoB}{100}\right)^2} \quad (1)$$

Donde

- LatPuntoA: Latitud en punto A.
- LatPuntoB: Latitud en punto B.
- LongPuntoA: Longitud en punto A.

- LongPuntoB: Longitud en punto B.
- AltPuntoA: Altitud en punto A.
- AltPuntoB: Altitud en punto B. (Cruz, 2020, pág. 20).

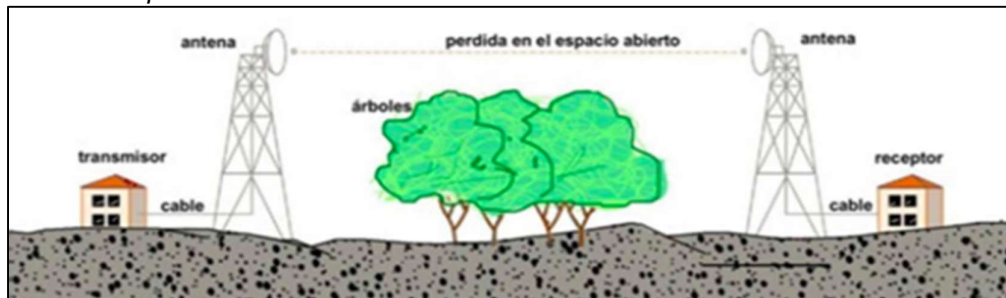
**B) Pérdidas en el espacio libre.** Las pérdidas en el espacio libre se refieren a la disminución de la energía de la onda electromagnética cuando viaja en línea recta a través de un vacío, sin reflejarse en objetos cercanos; esta energía, se distribuye a medida que la onda se aleja de la fuente, resultando en una menor densidad de potencia en un punto a una distancia específica de la fuente. (Tomasi, 2003, p.367). La pérdida en el espacio libre se expresa mediante la siguiente ecuación.

$$L_{bf} = 92.44 + 20\log f(\text{Ghz}) + 20\log d(\text{km}) \quad (2)$$

En la figura 19 se observa la pérdida en espacios abiertos.

**Figura 19**

*Pérdidas en espacios abiertos*



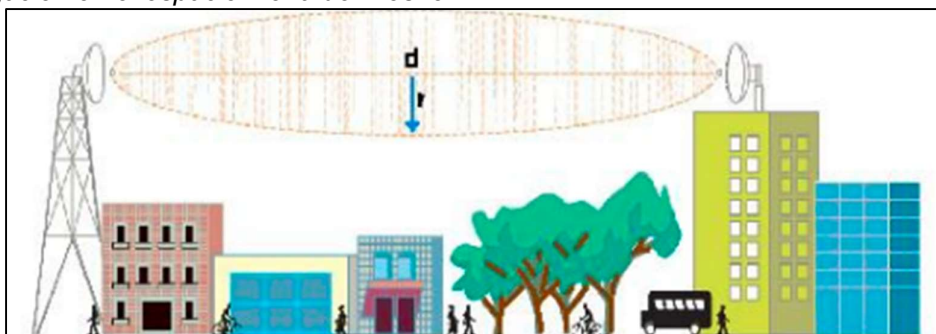
*Nota:* adaptado de Moreno (2016, p.38).

**C) Primera zona de Fresnel.** La primera zona de Fresnel es una región elipsoidal que rodea la línea recta entre el transmisor y el receptor (línea de vista); esta zona es crucial porque define el área alrededor de la Línea de Vista (LOS - Line of Sight) que debe estar libre de obstáculos para asegurar que la potencia que llega a la antena receptora sea la máxima posible. (Poma, 2015, p.7).

En la figura 20, se visualiza la propagación dentro del espacio de la zona de Fresnel, entre una antena Tx y otra antena Rx.

**Figura 20**

*Propagación en el espacio: zona de Fresnel*



Nota: adaptado de Poma (2015, p.45).

El valor de la primera zona de Fresnel se expresa mediante la siguiente ecuación. (Poma, 2015, p.9)

$$F1 = 17.32 * \sqrt{\frac{D}{4f}} \quad (3)$$

Donde

- D: Distancia al obstáculo desde el transmisor (km)
- f: Frecuencia (GHz)



**D) Potencia de transmisión.** Es la potencia entregada por el equipo de radio enlace en el transmisor, dependiendo del modelo y marca que se elija, el valor de la potencia se encuentra en las especificaciones técnicas del equipo, siendo variable de acuerdo con las condiciones en que funcione. (Cruz, 2020, p.24).

**E) Ganancia de la antena.** La ganancia de la antena en el lado transmisor y receptor depende del modelo y marca que se elija; este valor se encuentra en las especificaciones técnicas del equipo, siendo variable de acuerdo a las condiciones en que funcione. (Cruz, 2020, p.24).

**F) Potencia de recepción.** La potencia de recepción es la sumatoria de las ganancias y las atenuaciones que se presentan en todo el trayecto del radioenlace y se define por la siguiente ecuación. (Poma, 2015, p.32).

$$P_{rx(dBm)} = P_{tx(dBm)} + G_{tx(dBi)} + G_{rx(dBi)} - L_{tx(dB)} - L_{rx(dB)} - L_d(dB) - L_{bf(dB)} \quad (4)$$

Donde

- $P_{tx}$ : Potencia de transmisión.
- $G_{tx}$ : Ganancia de la antena de transmisión.
- $G_{rx}$ : Ganancia de la antena de recepción.
- $L_{tx}$  y  $L_{rx}$ : Pérdidas en líneas de transmisión.
- $L_d$ : Pérdida en los conectores.
- $L_{bf}$ : Pérdida en el espacio libre. (Cruz, 2020, pág. 25).

**G) Margen de desvanecimiento.** El margen de desvanecimiento es un factor adicional que se incorpora en la ecuación de ganancia del sistema para abordar las características no ideales y menos predecibles de la propagación de las ondas de radio. (Tomasi, 2003, p.367).

Estas características incluyen la propagación a través de trayectorias múltiples (pérdida por trayectorias múltiples) y la influencia del terreno, estos efectos pueden generar condiciones atmosféricas temporales y anómalas que afectan la pérdida de señal en el espacio libre y pueden perjudicar la eficiencia global del sistema; además, el margen de desvanecimiento considera los objetivos de confiabilidad del sistema. (Tomasi, 2003, p.367).

Se define por la siguiente ecuación:

$$F_m = 30 \log d + 10(6ABf) - 10 \log(1 - R) - 70 \quad (5)$$

Donde

- FM: Margen de desvanecimiento [dB]
- D: Distancia entre transmisor y receptor [km]
- f: Frecuencia de la portadora [GHz]
- R: Confiabilidad en tanto por uno (es decir, 99.99% = 0.9999 de confiabilidad)
- A: Factor de rugosidad
  - 4: Sobre agua o sobre un terreno muy liso
  - 1: Sobre un terreno promedio
  - 0.25: Sobre un terreno muy áspero y montañoso
- B: Factor para convertir la peor probabilidad mensual en una probabilidad anual
  - 1: Para pasar una disponibilidad anual a la peor base mensual
  - 0.5: Para áreas calientes y húmedas
  - 0.25: Para áreas continentales promedio
- 0.125: Para áreas muy secas o montañosas. (Cruz, 2020, pág. 25).

**H) Voltaje recibido.** Es el nivel de tensión que recibe la antena receptora. Se define por la siguiente ecuación. (Poma, 2015, p.33).

$$V_{RX} = \sqrt{P_{RX(W)} * R} \quad (6)$$

Donde

- $P_{RX}$ : Potencia de recepción [dB]
- $R$ : Impedancia de la antena [ohm]

**I) Elevación.** El ángulo de elevación es el ángulo vertical que se forma entre la dirección de movimiento de una onda electromagnética irradiada por una antena transmisora terrestre que apunta directamente hacia otra antena receptora y el plano horizontal; en general, se considera que 5° es el ángulo de elevación mínimo aceptable. (Tomasi, 2003, p.367).

El ángulo de elevación se define por la siguiente ecuación.

$$\alpha = \left( \sin \left( \frac{\Delta H}{d} \right) \right)^{-1} \quad (7)$$

$$\Delta H = H_1 - H_2$$

$$H_1 = h_1 + h_{a1}$$

$$H_2 = h_2 + h_{a2}$$

Donde

- $h_1$ : Altura sobre el nivel de mar del punto 1.
- $h_2$ : Altura sobre el nivel del mar en punto 2.
- $h_{a1}$ : Altura de torre 1.
- $h_{a2}$ : Altura de torre 2. (Cruz, 2020, pág. 27).

**J) Azimut.** Es la distancia angular horizontal a una dirección de referencia, que puede ser el punto sur o el norte del horizonte; el ángulo de azimut se define como el ángulo horizontal de apuntamiento de una antena de estación terrestre. (Tomasi, 2003, p.367).

Se calcula a través de la ecuación:

$$Azimut_1 = \alpha_0 + \alpha_s \quad Azimut_2 = \alpha_0 + \alpha_s + 180 \quad (8)$$

Donde

$$\alpha_0 = \tan^{-1} \left[ \frac{\cos\left(\frac{Latitud2 + Latitud1}{2}\right) * \tan\left(\frac{Longitud2 - Longitud1}{2}\right)}{\sin\left(\frac{Latitud2 - Latitud1}{2}\right)} \right]$$

$$\alpha_s = \tan^{-1} \left[ \frac{\cos\left(\frac{Latitud2 + Latitud1}{2}\right) * \tan\left(\frac{Longitud2 - Longitud1}{2}\right)}{\cos\left(\frac{Latitud2 - Latitud1}{2}\right)} \right]$$

**K) Potencia irradiada isotrópica efectiva (PIRE).** Es la potencia equivalente que tendría que irradiar una antena isotrópica para alcanzar la misma densidad de potencia en la dirección elegida y en determinado punto, que otra antena. (Tomasi, 2003, p.378).

Se calcula por la siguiente ecuación.

$$PIRE(dBm) = P_{tx} + G_{tx} - L_c \quad (9)$$

Donde

- $P_{tx}$ : Potencia de transmisión.
- $G_{tx}$ : Ganancia de antena transmisora.
- $L_c$ : Pérdida en conectores.

**L) Potencia de ruido.** El ruido es la señal aleatoria que se genera superpuesta a la señal del radioenlace, pueden ser externos e internos; los externos son captados por la antena y los internos se producen por el mismo sistema. (Cruz, 2020, p.28).

Se calcula por la siguiente ecuación:

$$N(dBm) = -174 + 10\log (AB) \quad (10)$$

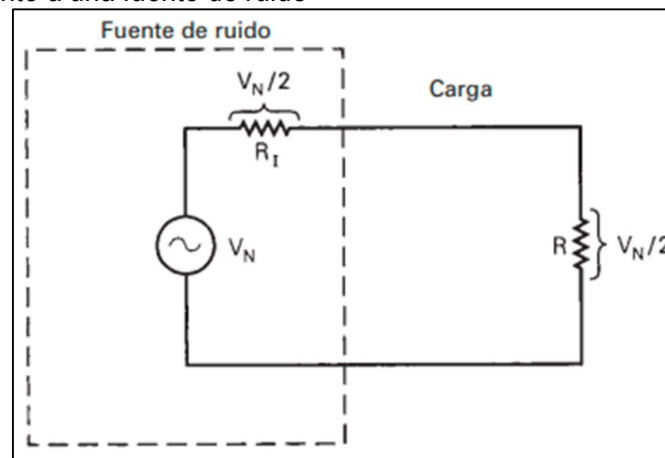
Donde

- AB: Canal de radio enlace

**M) Voltaje de ruido.** La figura 21 ilustra el circuito equivalente de una fuente de ruido, en el que la resistencia interna ( $R_i$ ) está conectada en serie con el voltaje de ruido rms ( $V_n$ ), en el caso más desfavorable, y para lograr la máxima transferencia de potencia del ruido, la resistencia de la carga ( $R$ ) se iguala a la resistencia interna ( $R_i$ ); de esta manera, la caída de voltaje de ruido a través de  $R$  es igual a la mitad del voltaje de la fuente y la ecuación matemática del voltaje de ruido se deduce como sigue. (Tomasi, 2003, p.37).

**Figura 21**

*Circuito equivalente a una fuente de ruido*



*Nota:* adaptado de W. Tomasi (2003).

$$V_n = \sqrt{4(R_L K T A B)} \quad (11)$$

Donde

- AB: Canal de radio enlace.
- K: Constante de Boltzmann (1.381x10-23 J/°K).
- T: Temperatura ambiente en grados kelvin.
- RL: Impedancia de la antena. (Cruz, 2020, pág. 28).

**N) Relación señal a ruido.** La relación señal ruido es el cociente entre voltaje recibido y el voltaje de ruido, se determina por la siguiente ecuación. (Poma, 2015, p.36).

$$\frac{N}{S}(dB) = 20 \log \frac{V_{RX}}{V_N} \quad (12)$$

Donde

- $V_{rx}$ : Voltaje recibido
- $V_n$ : Voltaje de ruido

**O) Sensibilidad del receptor.** Este parámetro determina el alcance del radio enlace, siendo el valor mínimo requerido para el correcto funcionamiento del radio enlace, haciendo uso de la relación señal ruido y la potencia de ruido para determinar la calidad del enlace. (Cruz, 2020, p.29).

$$C_{min} = \frac{N}{S}(dB) + N(dBm) \quad (13)$$

## 2.2.2 Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico

**A) Consumo energético.** Consiste en verificar todas las cargas que serán conectadas al sistema fotovoltaico, este es el consumo energético ET(w-h), la cual es la suma

de las cargas conectadas al sistema multiplicadas por las horas en que realizará trabajo. (Cruz, 2020, p.40).

El consumo energético se determina por la siguiente ecuación:

$$E_t = P_t * H_d \quad (14)$$

Donde

- $P_t$ : Potencia de consumo total
- $H_d$ : Horas de trabajo al día

**B) Consumo energético real.** Para obtener el consumo energético real, es indispensable tener el factor de pérdida, el cual se calcula mediante la siguiente ecuación. (Cruz, 2020, p.40).

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) \times \left(1 - \frac{K_a N}{P_d}\right) \quad (15)$$

Donde

- R: Parámetro de rendimiento global
- $K_b$ : Coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador
  - a. 0.05: Sistemas con menor descarga intensa
  - b. 0.1: Sistemas con mayores descargas
- $K_c$ : Coeficientes de pérdidas en el convertidor
  - a. 0.05: Convertidores sinusoidales puros, en condiciones óptimas
  - b. 0.1: Otras condiciones no óptimas
- $K_v$ : Coeficiente de pérdidas varias, como el rendimiento de red, efecto joule, etc.; se considera un valor de referencia entre 0.05 y 0.15
- $K_a$ : Coeficiente de autodescarga al día
  - a. 0.002: Batería de baja auto descarga (NI-CD)
  - b. 0.005: Baterías estacionarias de Pb-Ácido
  - c. 0.012: Batería de alta descarga

- N: Días en que el sistema deberá funcionar ante una baja irradiación solar
- Pd: Porcentaje de descarga de las baterías, no debe exceder el 80%, para obtener una mejor eficiencia. (Cruz, 2020, pág. 41).

El consumo energético real se determina por la siguiente ecuación:

$$E_{(w-h)} = \frac{E_t}{R} \quad (16)$$

**C) Banco de baterías.** En la selección del banco de baterías, es indispensable conocer los días en que el sistema funcionará ante la poca irradiación solar (días nublados, noches), se determina por la siguiente ecuación. (Cruz, 2020, p.41).

$$C = \frac{ExN}{V_x P_d} (A - H) \quad (17)$$

Donde

- Consumo real energético
- N: Días de funcionamiento con baja irradiación solar
- Voltaje del sistema
- Porcentaje de descarga de las baterías (Cruz, 2020, pág. 41).

**D) Número de paneles solares.** Para determinar el número de paneles solares necesarios, se utilizan los mapas de irradiación solar para calcular la cantidad de radiación solar recibida por metro cuadrado en diferentes regiones del país. (Gonzáles, Zambrano y Estrada, 2014, p.81).

De los valores obtenidos de los mapas de radiación solar, por lo general se obtiene el promedio más bajo de todo el año considerando la radiación solar más crítica, aplicada en ese sector, con este factor se determina la hora solar pico (HSP), que posee una equivalencia de 1000 vatios/metro<sup>2</sup>, constante a dividir por la irradiación solar promedio obtenida con el fin de tener las horas pico de irradiación



y, por ende, la potencia del panel solar. (González, Zambrano y Estrada, 2014, p.81).

$$HSP = \frac{\text{Irradiación promedio}}{100} / m^2 \quad (18)$$

El número de paneles se determina por la siguiente ecuación:

$$\text{Cantidad de Paneles} = \frac{Ex1.3}{HSP \times W_p} \quad (19)$$

Donde

- E: Consumo real energético
- 1.3: Margen de seguridad
- HSP: Hora solar pico
- Wp: Potencia del panel (Cruz, 2020, pág. 42).

Los paneles en paralelo se calculan a través de la siguiente ecuación.

$$N_p = \frac{I_{GV}}{I_{MOD}} \quad (21)$$

Donde

- $I_{GV}$ : Corriente total del sistema fotovoltaico

$$I_{GV} = \frac{E}{V_{BAT} \times HSP} \quad (20)$$

- $I_{MOD}$ : Corriente nominal del módulo

Para determinar los paneles que se colocarán en serie se utiliza la siguiente ecuación:

$$N_s = \frac{V_{BAT}}{V_{MOD}} \quad (22)$$

Donde

- $V_{BAT}$ : Voltaje de batería
- $V_{MOD}$ : Voltaje del módulo fotovoltaico

**E) Unidad de control.** Dado que el regulador controla las cargas y descargas de la batería, es primordial conocer la corriente máxima que circula por la instalación para su correcto dimensionado; para ello, se calcula la corriente que produce el generador y la corriente que consume la carga; la máxima de estas dos corrientes será la que debe soportar el regulador. (Moreno, 2016, p.66).

La corriente del regulador se determina por la siguiente ecuación:

$$I_{SR}(A) = 1.25 * I_{max} \quad (23)$$

Donde

- $I_{SR}$ : Corriente para selección de regulador
- $I_{MAX}$ : Corriente máxima del arreglo de paneles

**F) Inversor.** La tensión de entrada en un inversor no siempre es constante, por lo que el inversor debe ser capaz de transformar diferentes niveles de tensión continua dentro de un rango específico (aproximadamente un 15%). (Moreno, 2016, pág. 67).

Para dimensionar el inversor, es necesario considerar la potencia requerida por las cargas de corriente alterna (AC), seleccionando un inversor con una potencia nominal que sea un 25% mayor que la carga total demandada, esta potencia se calcula sumando las potencias de todos los equipos que operan simultáneamente en la instalación, como se indica en la ecuación 24; además, se debe evitar el sobredimensionado del convertidor para hacerlo trabajar en la zona donde trabaja con mayor eficiencia. (Moreno, 2016, pág. 67).

$$P_{INV(w)} = 1.25 * P_{TC} \quad (24)$$

## Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación

### 3.1 Condiciones iniciales

Para desarrollar la solución, se tomaron en cuenta las condiciones iniciales de la refinería, así como las coordenadas de las ubicaciones destinadas para la instalación del nodo central, así como los nodos primarios y secundarios.

**Figura 22**

*Refinería de petróleo de Petroperú en Talara*



*Nota:* Adaptado de "Construcción de nuevo complejo refinero tiene un avance superior al 85%". (p.1) por Petroleos del Perú – PETROPERU S.A, <https://www.petroperu.com.pe/emblematica-refineria-talara-fue-puesta-fuera-de-servicio-para-continuar-con-ultima-etapa-del-pmrt>

En la tabla 3 se presentan las coordenadas de los puntos proporcionados por el cliente, que son los accesos principales a la refinería. Estos puntos han sido localizados utilizando un sistema GPS Garmin GPSmap 62s y en el sistema de coordenadas WGS84 UTM.

**Tabla 3***Ubicaciones de puntos de coordenadas UTM*

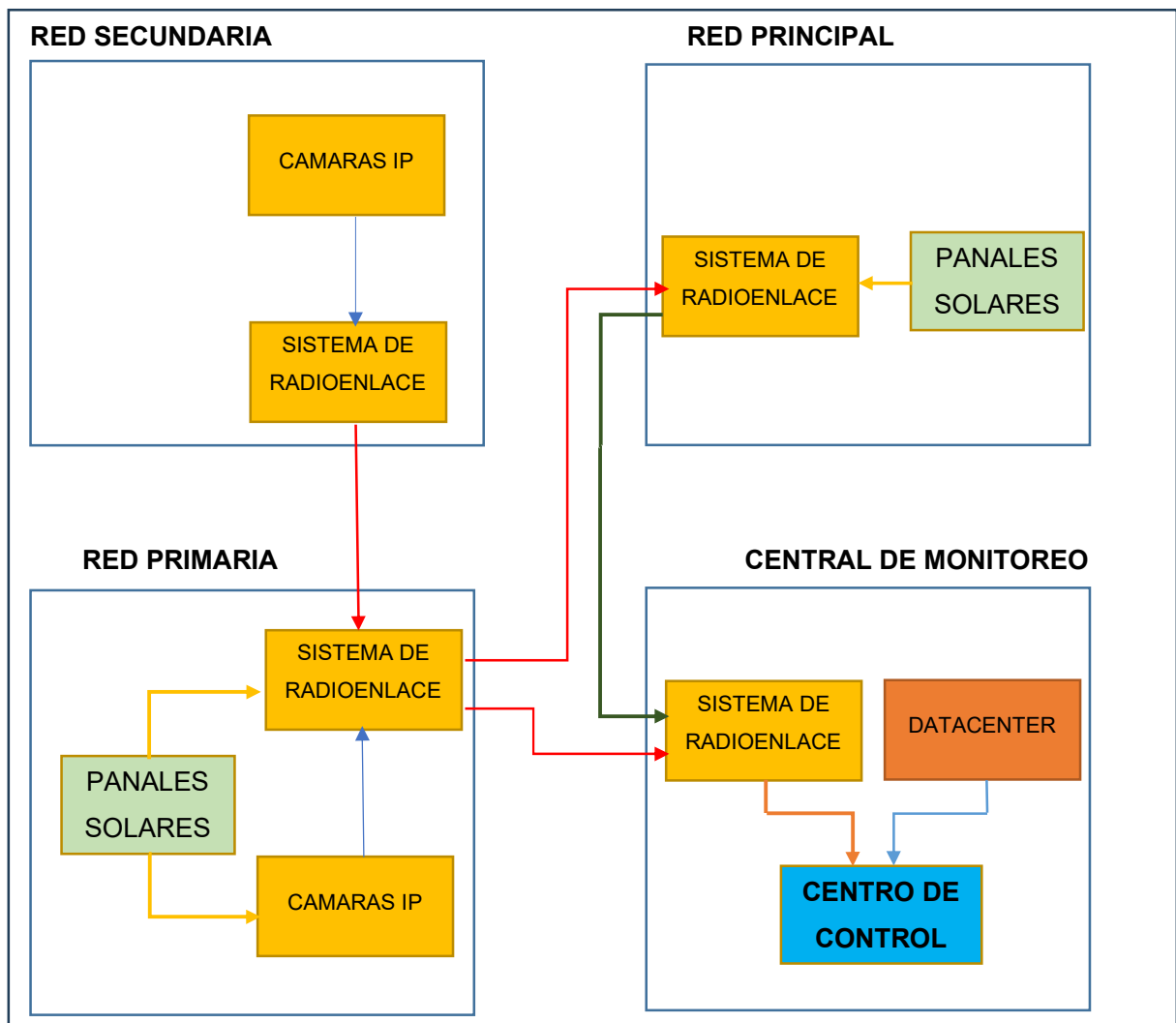
Ubicación	Ubicación de cámaras	Este	Norte	Altitud (metros)
P1	Acceso 1	469562.58	9493714.51	7
P2	Acceso 2B	469262.06	9492984.68	12
P3	Acceso 3A	468606.54	9493007.57	10
P4	Acceso 5A	468857.63	9493990.74	4
P5	Acceso 6A	469139.39	9493762.07	7
P6	Acceso 6B	469098.89	9494038.64	5
P7	Acceso 7	469181.89	9494276.04	8
P8	<b>Muelle</b>	469172.55	9494413.98	4
P9	Acceso 8	468599.07	9494154.55	7
P10	Portón 10	468174.6	9492995.57	4
P11	Garita Punta Arenas - Entrada	469308.67	9492972.33	13
P12	Residencial Punta Arenas			
P13	<b>Frente Club Punta Arenas</b>	468313.23	9492582.79	10
P14	<b>Gasómetro</b>	468807.78	9492988.52	9
P15	<b>Residencia F/04</b>	467990.17	9492566.13	8
P16	<b>Portón 09</b>	468596	9492973	10
P17	<b>Residencia J/05</b>	468265.48	9492765.88	9
P18	<b>Residencia E/01</b>	468180.5	9492442.08	11
P19	<b>Residencia N/12</b>	468322.12	9492350.61	15
P20	<b>Residencia N/01</b>	468505.55	9492355.48	17
P21	<b>Cruce N/01</b>	468541	9492389	18
P22	<b>Residencia S/07</b>	468527	9492670	13
P23	<b>Residencia C/06</b>	468548	9492513	16
P24	<b>Parque J</b>	468469	9492964	10
P25	<b>Parque H</b>	468216	9492833	9
P26	<b>Patio posterior club Punta Arenas</b>	468443.59	9492751	10
P27	Patio Tanques Tablazo	469186.52	9492091.14	84
P28	<b>Domo</b>	469145.19	9492195.88	85
P29	Bombas C.I	469190.03	9491888.02	78
P30	Patio Tubos II	469389	9491580	86
P31	Ex Portón N°5	469151.3	9493850.51	4
P32	Planta Talara	469475.99	9492074.74	82
P33	<b>Tanque 404</b>	469434.19	9491931.11	85
P34	Planta GLP	469486.81	9491997.58	84
P35	<b>Domo Esferas</b>	469649.74	9491896.01	87
P36	Planta Aeropuerto	471575.19	9494080.76	86
P37	Torreón 25	469446.85	9493182.24	6
G0	Torre de comunicaciones	469194.49	9492754.48	61
G1	Edificio Administrativo	469443.01	9493054.78	63

### 3.2 Diagrama de bloques

En la figura 23 se muestra el diagrama de bloques empleado en el proyecto, que detalla las etapas involucradas en el proceso. Estas etapas están interconectadas y colaboran para asegurar el correcto funcionamiento del sistema de monitoreo remoto.

**Figura 23**

*Diagrama de bloques del sistema de radioenlace.*

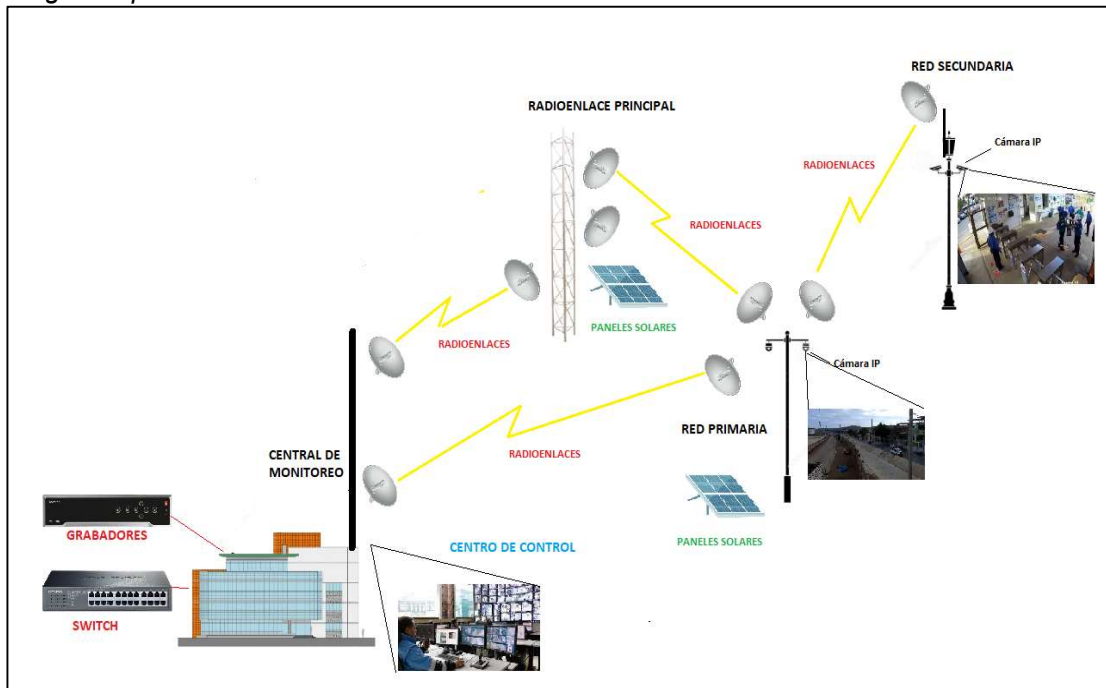


### 3.3 Diagrama pictórico

En la figura 24 se observa el diagrama pictórico utilizado en el proyecto, que muestra los distintos equipos y su forma de interconexión para garantizar el buen funcionamiento del sistema. En el diagrama se presenta la central de monitoreo, la cual se conecta a la red principal y al radioenlace principal para transmitir las imágenes captadas por las cámaras IP.

**Figura 24**

*Diagrama pictórico del sistema*



### 3.4 Conversión de coordenadas UTM a grados decimales

En la tabla 4 se presentan las coordenadas iniciales en el sistema UTM. Utilizando una calculadora geodésica en línea, se han convertido estos valores a latitud y longitud en grados decimales.

**Tabla 4***Conversión de coordenadas*

Ubicación	Ubicación de cámaras	Latitud	Longitud
P1	Acceso 1	-4.58037315	-81.27440289
P2	Acceso 2B	-4.58697461	-81.27711470
P3	Acceso 3A	-4.58676521	-81.28302434
P4	Acceso 5A	-4.57787174	-81.28075721
P5	Acceso 6A	-4.57994142	-81.27821789
P6	Acceso 6B	-4.57743925	-81.27858204
P7	Acceso 7	-4.57529187	-81.27783295
P8	<b>Muelle</b>	-4.57404395	-81.27791667
P9	Acceso 8	-4.57638889	-81.28308760
P10	Portón 10	-4.58687222	-81.28691846
P11	Garita Punta Arenas - Entrada	-4.58708650	-81.27669454
P12	Residencial Punta Arenas		
P13	<b>Frente Club Punta Arenas</b>	-4.59060698	-81.28567015
P14	<b>Gasómetro</b>	-4.58693827	-81.28121017
P15	<b>Residencia F/04</b>	-4.59075653	-81.28858271
P16	<b>Portón 09</b>	-4.58707792	-81.28311948
P17	<b>Residencia J/05</b>	-4.58895046	-81.28609997
P18	<b>Residencia E/01</b>	-4.59187945	-81.28686727
P19	<b>Residencia N/12</b>	-4.59270746	-81.28559084
P20	<b>Residencia N/01</b>	-4.59266406	-81.28393713
P21	<b>Cruce N/01</b>	-4.59236095	-81.28361741
P22	<b>Residencia S/07</b>	-4.58981880	-81.28374262
P23	<b>Residencia C/06</b>	-4.59123919	-81.28355386
P24	<b>Parque J</b>	-4.58715888	-81.28426446
P25	<b>Parque H</b>	-4.58834308	-81.28654581
P26	<b>Patio posterior club Punta Arenas</b>	-4.58908572	-81.28449430
P27	Patio Tanques Tablazo	-4.59505786	-81.27779884
P28	<b>Domo</b>	-4.59411018	-81.27817108
P29	Bombas C.I	-4.59689543	-81.27776791
P30	Patio Tubos II	-4.59968266	-81.27597518
P31	Ex Portón N°5	-4.57914138	-81.27811021
P32	Planta Talara	-4.59520724	-81.27518920
P33	<b>Tanque 404</b>	-4.59650646	-81.27556655
P34	Planta GLP	-4.59590532	-81.27509192
P35	<b>Domo Esferas</b>	-4.59682475	-81.27362339
P36	Planta Aeropuerto	-4.57706655	-81.25625753
P37	Torreón 25	-4.58518800	-81.27544807
G0	Torre de comunicaciones	-4.58905690	-81.27772467
G1	Edificio Administrativo	-4.58634107	-81.27548313

### **3.5 Estudio de radioenlace en la banda de 5.8 GHz**

El propósito del estudio de radioenlace es validar teóricamente los enlaces PTP (punto a punto) en la banda no licenciada de 5.8 GHz, los cuales son fundamentales para las conexiones de redes inalámbricas que transmiten video y datos desde la sede central de la refinería de Petroperú hasta los puntos especificados en la tabla 4. Además, se ha utilizado la infraestructura existente para ofrecer los mismos servicios a otros puntos de interés. Para el estudio, se han realizado cálculos matemáticos y se han empleado aplicaciones como UISP Design Center, RadioMobile y Google Earth Pro, que son programas de propagación que combinan mapas de elevación digital y características de las radios para simular el enlace y evaluar el rendimiento del sistema. El estudio incluye imágenes de los perfiles de los enlaces y de satélites proporcionadas por Google Earth Pro, entre otras, para ilustrar claramente el enlace.

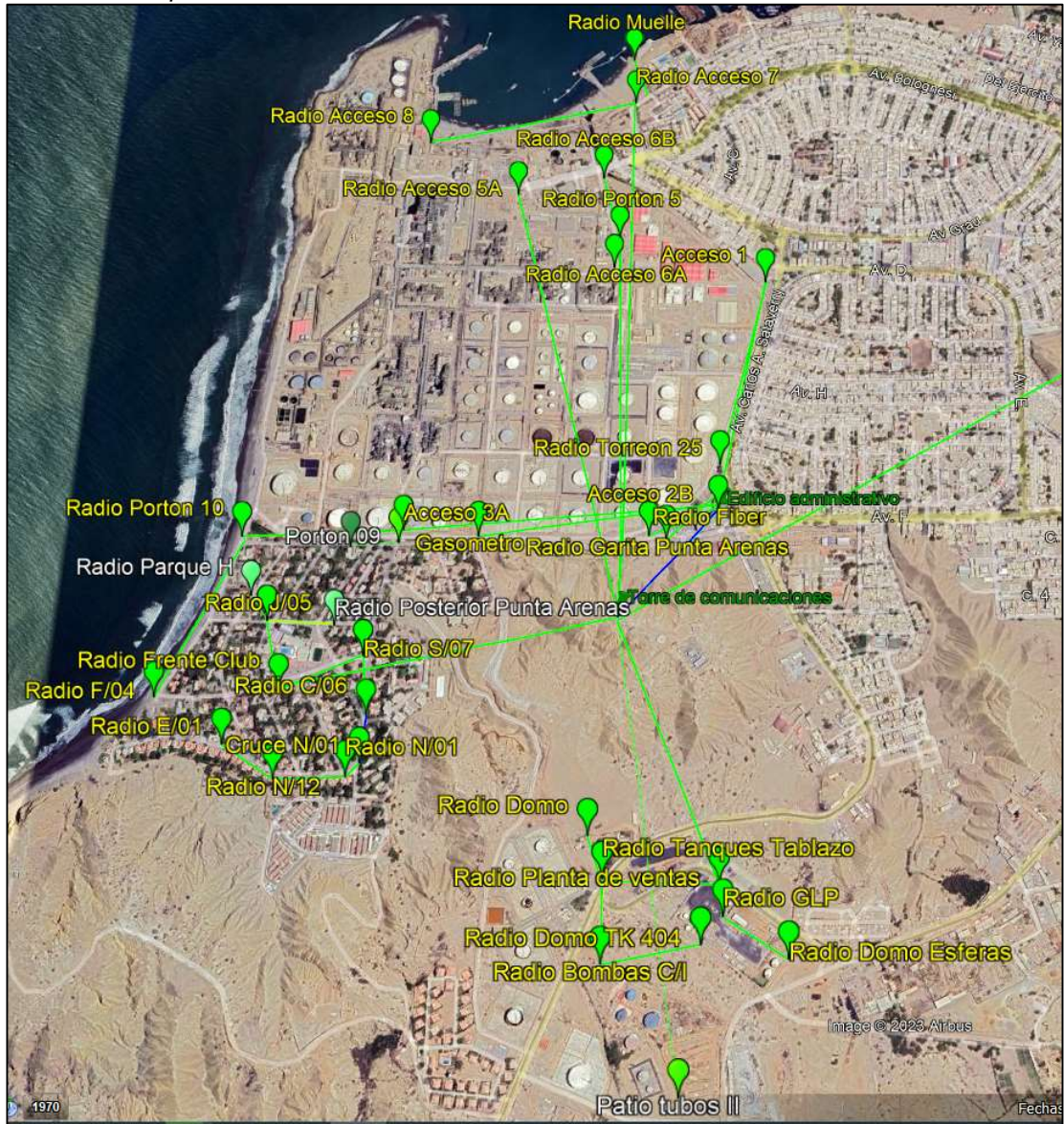
#### **3.5.1 Distancia del enlace**

En la figura 25 se muestran los nodos del sistema de radioenlace, donde se colocaron los enlaces que se utilizaron para la transmisión de las señales del sistema de CCTV.



**Figura 25**

*Herramientas para el estudio de radioenlaces.*



La distancia de cada enlace, se calculan mediante la ecuación 1 utilizando los datos de las tablas 3 y 4.

$$d = \sqrt{[111.32 * (LatPuntoA - LatPuntoB)]^2 + [111.32 * (LongPuntoA - LongPuntoB)]^2 + \left(\frac{AltPuntoA - AltPuntoB}{100}\right)^2}$$

Al ubicar los puntos indicados de la tabla 4 en el software Google Earth Pro, se calcula las distancias entre los puntos según la ecuación indicada.

En la tabla 5 se indican las distancias de cada punto separadas por sus ubicaciones.

**Tabla 5**

*Distancia de Enlaces*

Ubicación	Enlaces	Distancia	unidad
Acceso 1	P37 - P1	519.84	m
	P1 - G1	639.90	m
	P14 - G1	607.53	m
Acceso 2B	P02 - G1	184.67	m
Acceso 3A	P24 - P16	121.11	m
	P16 - P3	34.49	m
	P15 - P10	445.86	m
	P10 - P03	411.02	m
	P03 - G1	796.92	m
Acceso 5A	P4 - G0	1222.73	m
Ex Portón 5	P5 - P31	85.17	m
	P6 - P31	186.36	m
	P31 - G0	1046.96	m
Aeropuerto	P36 - G0	2594.32	m
Planta de Ventas	P33 - P29	235.86	m
	P29 - P27	193.91	m
	P28 - P27	107.43	m
	P27 - P32	275.79	m
	P35 - P34	182.81	m
	P34 - P32	74.36	m
	P32 - G0	701.89	m
Acceso 7	P9 - P7	566.36	m
	P8 - P7	131.96	m
	P7 - G0	1452.37	m
Garita Punta Arenas	P11 - G1	150.07	m
Patio Tubos II	P30 - G0	1136.20	m
Residencial Punta Arenas	P18 - P19	160.53	m
	P19 - P20	174.54	m
	P20 - P21	46.48	m
	P23 - P22	151.18	m
	P22 - P13	404.67	m
	P25 - P17	79.50	m
	P26 - P17	170.01	m
	P17 - P13	180.56	m
	P13 - G0	854.12	m
Enlace Troncal (Torre de comunicaciones y Edificio Administrativo)	G0 - G1	371.54	m

### 3.5.2 Pérdidas en el espacio libre

Las pérdidas en el espacio libre se calculan mediante la ecuación 2 considerando el valor de la frecuencia, 5.8 GHz.

$$L_{bf} = 92.44 + 20\log f(\text{Ghz}) + 20\log d(\text{km}) \quad (2)$$

Los resultados se visualizan en la tabla 6.

**Tabla 6**

*Pérdidas en el espacio libre*

Ubicación	Enlaces	Pérdidas en el espacio libre	Unidad
Acceso 1	P37 - P1	102.03	dB
	P1 - G1	103.83	dB
	P14 - G1	103.38	dB
Acceso 2B	P02 - G1	93.04	dB
Acceso 3A	P24 - P16	89.37	dB
	P16 - P3	78.46	dB
	P15 - P10	100.69	dB
	P10 - P03	99.99	dB
	P03 - G1	105.74	dB
Acceso 5A	P4 - G0	109.46	dB
Ex Portón 5	P5 - P31	86.31	dB
	P6 - P31	93.12	dB
	P31 - G0	108.11	dB
Aeropuerto	P36 - G0	115.99	dB
Planta de ventas	P33 - P29	95.16	dB
	P29 - P27	93.46	dB
	P28 - P27	88.33	dB
	P27 - P32	96.52	dB
	P35 - P34	92.95	dB
	P34 - P32	85.14	dB
	P32 - G0	104.63	dB
Acceso 7	P9 - P7	102.77	dB
	P8 - P7	90.12	dB
	P7 - G0	110.95	dB
Garita Punta Arenas	P11 - G1	91.23	dB
Patio Tubos II	P30 - G0	108.82	dB
Residencial Punta Arenas	P18 - P19	91.82	dB
	P19 - P20	92.55	dB
	P20 - P21	81.05	dB
	P23 - P22	91.30	dB
	P22 - P13	99.85	dB
	P25 - P17	85.72	dB

	P26 - P17	92.32	dB
	P17 - P13	92.84	dB
	P13 - G0	106.34	dB
Enlace Troncal	G0 - G1	99.11	dB

### 3.5.3 Primera zona de Fresnel

La primera zona de Fresnel se calcula mediante la ecuación 3 utilizando los valores de las distancias de cada enlace, a una frecuencia de 5.8 GHz por cada uno.

$$F1 = 17.32 * \sqrt{\frac{D}{4f}}$$

Los resultados se visualizan en la tabla 7.

**Tabla 7**

*Primera zona de Fresnel por enlace.*

Ubicación	Enlaces	Primera zona de Fresnel	unidad
Acceso 1	P37 - P1	2.59	m
	P1 - G1	2.88	m
	P14 - G1	2.80	m
Acceso 2B	P02 - G1	1.55	m
Acceso 3A	P24 - P16	1.25	m
	P16 - P3	0.67	m
	P15 - P10	2.40	m
	P10 - P03	2.31	m
	P03 - G1	3.21	m
Acceso 5A	P4 - G0	3.98	m
Ex Portón 5	P5 - P31	1.05	m
	P6 - P31	1.55	m
	P31 - G0	3.68	m
Aeropuerto	P36 - G0	5.79	m
Planta de ventas	P33 - P29	1.75	m
	P29 - P27	1.58	m
	P28 - P27	1.18	m
	P27 - P32	1.89	m
	P35 - P34	1.54	m
	P34 - P32	0.98	m
	P32 - G0	3.01	m
	P9 - P7	2.71	m
Acceso 7	P8 - P7	1.31	m
	P7 - G0	4.33	m

Garita Punta Arenas	P11 - G1	1.39	m
Patio tubos II	P30 - G0	3.83	m
Residencial Punta Arenas	P18 - P19	1.44	m
	P19 - P20	1.50	m
	P20 - P21	0.78	m
	P23 - P22	1.40	m
	P22 - P13	2.29	m
	P25 - P17	1.01	m
	P25 - P17	1.48	m
	P17 - P13	1.53	m
	P13 - G0	3.32	m
Enlace troncal	G0 - G1	2.19	m

La primera zona de Fresnel se define para cada radioenlace, y se toma en cuenta el 60% de la distancia total calculada para asegurar que la señal se transmita sin obstrucciones en cada enlace.

### 3.5.4 Potencia de recepción

La potencia de recepción se calcula mediante la ecuación 4, se realiza el cálculo por cada enlace.

$$P_{rx}(dBm) = P_{tx}(dBm) + G_{tx}(dBi) + G_{rx}(dBi) - L_{tx}(dB) - L_{rx}(dB) - L_d(dB) - L_{bf}(dB) \quad (4)$$

En la ecuación 4, se omiten los valores de  $L_d(dB)$ ,  $L_{rx}(dB)$  y  $L_{tx}(dB)$  ya que, en cada antena y radio, según el modelo empleado, no se utiliza ningún tipo de cable para su conexión.

Según lo indicado, la ecuación 4, se reduce a la siguiente:

$$P_{rx}(dBm) = P_{tx}(dBm) + G_{tx}(dBi) + G_{rx}(dBi) - L_{bf}(dB) \quad (4)$$

Los valores de  $P_{tx}(dBm)$ ,  $G_{tx}(dBi)$  y  $G_{rx}(dBi)$  se definen según las hojas de datos de cada antena.

Los resultados se visualizan en la tabla 8.

**Tabla 8***Potencia de recepción por enlace*

Ubicación	Enlaces	Ptx (dBm)	Gtx(dBi)	Grx(dBi)	Prx(dBm)
Acceso 1	P37 - P1	28	25	25	<b>-24.03</b>
	P1 - G1	26	22	22	<b>-33.83</b>
	P14 - G1	26	22	22	<b>-33.38</b>
Acceso 2B	P02 - G1	26	22	22	<b>-23.04</b>
Acceso 3A	P24 - P16	23	13	13	<b>-40.37</b>
	P16 - P3	23	13	13	<b>-29.46</b>
	P15 - P10	26	22	22	<b>-30.69</b>
	P10 - P03	26	22	22	<b>-29.99</b>
	P03 - G1	28	25	25	<b>-27.74</b>
Acceso 5A	P4 - G0	22	27	27	<b>-33.46</b>
Ex portón 5	P5 - P31	26	22	22	<b>-16.31</b>
	P6 - P31	26	22	22	<b>-23.12</b>
	P31 - G0	28	25	25	<b>-30.11</b>
Aeropuerto	P36 - G0	27	34	34	<b>-20.99</b>
Planta de Ventas	P33 - P29	26	22	22	<b>-25.16</b>
	P29 - P27	26	22	22	<b>-23.46</b>
	P28 - P27	26	22	22	<b>-18.33</b>
	P27 - P32	26	22	22	<b>-26.52</b>
	P35 - P34	26	22	22	<b>-22.95</b>
	P34 - P32	26	22	22	<b>-15.14</b>
	P32 - G0	27	34	34	<b>-9.63</b>
Acceso 7	P9 - P7	26	22	22	<b>-32.77</b>
	P8 - P7	26	22	22	<b>-20.12</b>
	P7 - G0	22	27	27	<b>-34.95</b>
Garita Punta Arenas	P11 - G1	26	22	22	<b>-21.23</b>
Patio tubos II	P30 - G0	28	25	25	<b>-30.82</b>
Residencial Punta Arenas	P18 - P19	26	22	22	<b>-21.82</b>
	P19 - P20	26	22	22	<b>-22.55</b>
	P20 - P21	26	22	22	<b>-11.05</b>
	P23 - P22	26	22	22	<b>-21.30</b>
	P22 - P13	26	22	22	<b>-29.85</b>
	P25 - P17	23	13	13	<b>-36.72</b>
	P26 - P17	26	22	22	<b>-22.32</b>
	P17 - P13	26	22	22	<b>-22.84</b>
	P13 - G0	22	27	27	<b>-30.34</b>
Enlace troncal	G0 - G1	29	34	34	<b>-2.11</b>

### 3.5.5 *Margen de desvanecimiento*

El margen de desvanecimiento se calcula mediante la ecuación 5.

$$F_m = 30 \log d + 10(6ABf) - 10 \log(1 - R) - 70 \quad (5)$$

Las variables A, B y R se definen según el siguiente listado.

- A = Factor de Rugosidad

Para un terreno promedio, se define para todos los enlaces (A = 1)

- B= Factor para convertir la peor probabilidad mensual, en una probabilidad anual

Para una disponibilidad anual, a la peor base mensual, se define para todos los enlaces (B = 1)

- R= Confiabilidad en tanto por uno

Para una mayor confiabilidad posible, por lo que R = 0.9999

Los resultados se visualizan en la tabla 9

**Tabla 9***Margen de desvanecimiento por enlace*

Ubicación	Enlaces	Fm (dB)
Acceso 1	P37 - P1	23.11
	P1 - G1	20.40
	P14 - G1	21.08
Acceso 2B	P02 - G1	36.59
Acceso 3A	P24 - P16	42.09
	P16 - P3	58.45
	P15 - P10	25.11
	P10 - P03	26.17
	P03 - G1	17.54
Acceso 5A	P4 - G0	11.96
Ex Portón 5	P5 - P31	46.68
	P6 - P31	36.47
	P31 - G0	13.99
Aeropuerto	P36 - G0	2.16
Planta de ventas	P33 - P29	33.40
	P29 - P27	35.96
	P28 - P27	43.65
	P27 - P32	31.37
	P35 - P34	36.72
	P34 - P32	48.44
	P32 - G0	19.20
Acceso 7	P9 - P7	21.99
	P8 - P7	40.97
	P7 - G0	9.72
Garita Punta Arenas	P11 - G1	39.30
Patio tubos II	P30 - G0	12.92
Residencial Punta Arenas	P18 - P19	38.42
	P19 - P20	37.33
	P20 - P21	54.57
	P23 - P22	39.20
	P22 - P13	26.37
	P25 - P17	47.57
	P26 - P17	37.67
	P17 - P13	36.89
	P13 - G0	16.64
Enlace troncal	G0 - G1	27.48



Los valores mostrados en la tabla 9 están dentro de los límites aceptables para cada enlace. Este parámetro puede cambiar en función de la potencia del radio y la ganancia de la antena elegida.

### 3.5.6 ***Voltaje recibido***

El voltaje recibido por cada enlace se calcula mediante la ecuación 6.

$$P_{RX} = \frac{V_{RX}^2}{R} \quad (6)$$

Los valores  $V_{RX}$  y  $P_{RX(W)}$  se calculan despejando la ecuación indicada.

$$V_{RX} = \sqrt{P_{RX(W)} * R}, \text{ donde } R = 50\text{ohm}.$$

$$P_{RX(W)} = 0.001 * \text{antilog}\left(\frac{P_{RX(dBm)}}{10}\right)$$

Los resultados se visualizan en la tabla 10.

**Tabla 10***Voltaje recibido por enlace*

Ubicación	Enlaces	Prx(uW)	Vrx(mV)
Acceso 1	P37 - P1	3.96	14.07
	P1 - G1	0.41	4.55
	P14 - G1	0.46	4.79
Acceso 2B	P02 - G1	4.97	15.76
Acceso 3A	P24 - P16	0.09	2.14
	P16 - P3	1.13	7.52
	P15 - P10	0.85	6.53
	P10 - P03	1.00	7.08
	P03 - G1	1.68	9.18
Acceso 5A	P4 - G0	0.45	4.75
Ex portón 5	P5 - P31	23.36	34.18
	P6 - P31	4.88	15.62
	P31 - G0	0.98	6.98
Aeropuerto	P36 - G0	7.96	19.95
Planta de ventas	P33 - P29	3.05	12.34
	P29 - P27	4.51	15.01
	P28 - P27	14.69	27.10
	P27 - P32	2.23	10.56
	P35 - P34	5.07	15.92
	P34 - P32	30.65	39.15
	P32 - G0	108.79	73.75
Acceso 7	P9 - P7	0.53	5.14
	P8 - P7	9.73	22.06
	P7 - G0	0.32	4.00
Garita Punta Arenas	P11 - G1	7.53	19.40
Patio tubos II	P30 - G0	0.83	6.44
Residencial Punta Arenas	P18 - P19	6.58	18.13
	P19 - P20	5.56	16.68
	P20 - P21	78.44	62.63
	P23 - P22	7.42	19.26
	P22 - P13	1.03	7.19
	P25 - P17	0.21	3.26
	P26 - P17	5.86	17.12
	P17 - P13	5.20	16.12
	P13 - G0	0.92	6.80
Enlace troncal	G0 - G1	615.38	175.41

### 3.5.7 *Ángulo de elevación*

El ángulo de elevación para cada antena se calcula mediante la ecuación 7.

$$\alpha = \left( \sin \left( \frac{\Delta H}{d} \right) \right)^{-1} \quad (7)$$

$$\Delta H = H_1 - H_2$$

$$H_1 = h_1 + h_{a1}$$

$$H_2 = h_2 + h_{a2}$$

Los resultados se visualizan en la tabla 11.

**Tabla 11***Ángulo de elevación por enlace*

Ubicación	Enlaces	Ángulo de elevación (grados)
Acceso 1	P37 - P1	0.11
	P1 - G1	7.00
	P14 - G1	7.09
Acceso 2B	P02 - G1	23.96
Acceso 3A	P24 - P16	1.89
	P16 - P3	10.02
	P15 - P10	0.51
	P10 - P03	0.84
	P03 - G1	5.33
Acceso 5A	P4 - G0	2.91
Ex portón 5	P5 - P31	0.00
	P6 - P31	1.23
	P31 - G0	3.39
Aeropuerto	P36 - G0	0.38
Planta de ventas	P33 - P29	1.46
	P29 - P27	1.77
	P28 - P27	0.53
	P27 - P32	0.21
	P35 - P34	0.94
	P34 - P32	0.77
	P32 - G0	1.14
Acceso 7	P9 - P7	0.20
	P8 - P7	0.87
	P7 - G0	2.25
Garita Punta Arenas	P11 - G1	29.98
Patio tubos II	P30 - G0	0.81
Residencial Punta Arenas	P18 - P19	1.43
	P19 - P20	0.98
	P20 - P21	1.23
	P23 - P22	0.76
	P22 - P13	0.42
	P25 - P17	0.72
	P26 - P17	0.00
	P17 - P13	0.32
	P13 - G0	3.96
Enlace troncal	G0 - G1	3.39

### 3.5.8 Ángulo azimutal

El ángulo azimutal se calcula mediante la ecuación 8.

$$\text{Azimut}_1 = \alpha_0 + \alpha_s \qquad \text{Azimut}_2 = \alpha_0 + \alpha_s + 180 \qquad (8)$$

Donde:

$$\alpha_0 = \text{tag}^{-1} \left[ \frac{\cos\left(\frac{\text{Latitud2} + \text{Latitud1}}{2}\right) * \text{tag}\left(\frac{\text{Longitud2} - \text{Longitud1}}{2}\right)}{\text{sen}\left(\frac{\text{Latitud2} - \text{Latitud1}}{2}\right)} \right]$$

$$\alpha_s = \text{tag}^{-1} \left[ \frac{\cos\left(\frac{\text{Latitud2} + \text{Latitud1}}{2}\right) * \text{tag}\left(\frac{\text{Longitud2} - \text{Longitud1}}{2}\right)}{\cos\left(\frac{\text{Latitud2} - \text{Latitud1}}{2}\right)} \right]$$

Los resultados se visualizan en la tabla 12.

**Tabla 12***Ángulo de azimutal por enlace*

Ubicación	Enlaces	$\alpha_0$	$\alpha_s$	Azimut <sub>1</sub>	Azimut <sub>2</sub>
Acceso 1	P37 - P1	12.2094230	-0.0005209	12.21°	192.21°
	P1 - G1	68.7167177	-0.0008132	68.72°	248.72°
	P14 - G1	84.0279052	-0.0028543	84.03°	264.03°
Acceso 2B	P02 - G1	68.7167177	-0.0008132	68.72°	248.72°
Acceso 3A	P24 - P16	85.9422318	-0.0005707	85.94°	265.94°
	P16 - P3	16.8720032	-0.0000474	16.87°	196.87°
	P15 - P10	23.1264739	-0.0008295	23.13°	203.13°
	P10 - P03	88.4209296	-0.0019408	88.42°	268.42°
	P03 - G1	86.7705724	-0.0037585	86.77°	266.77°
Acceso 5A	P4 - G0	-15.1231944	-0.0015114	-15.12°	164.88°
Ex portón 5	P5 - P31	7.6413905	-0.0000537	7.64°	187.64°
	P6 - P31	-15.4463150	-0.0002352	-15.45°	164.55°
	P31 - G0	-2.2195615	-0.0001922	-2.22°	177.78°
Aeropuerto	P36 - G0	60.7365140	0.0106992	60.73°	240.75°
Planta de ventas	P33 - P29	79.9480113	0.0010971	79.95°	259.95°
	P29 - P27	-0.9613024	0.0000154	-0.96°	179.04°
	P28 - P27	-21.3815996	-0.0001855	-21.38°	158.62°
	P27 - P32	-86.7133934	-0.0013006	-86.71°	93.29°
	P35 - P34	-57.8667619	0.0007319	-57.87°	122.13°
	P34 - P32	-7.9081050	0.0000485	-7.91°	172.09°
	P32 - G0	-22.3389746	0.0012637	-22.34°	157.66°
Acceso 7	P9 - P7	78.1710782	-0.0026190	78.17°	258.17°
	P8 - P7	-3.8259121	-0.0000417	-3.83°	176.17°
	P7 - G0	-0.4492542	-0.0000540	-0.45°	179.55°
Garita Punta Arenas	P11 - G1	58.3122530	-0.0006038	58.31°	238.31°
Patio tubos II	P30 - G0	-9.3201330	0.0008719	-9.32°	170.68°
Residencial Punta Arenas	P18 - P19	-56.9447606	-0.0006362	-56.94°	123.05°
	P19 - P20	88.4919502	-0.0008242	88.49°	268.49°
	P20 - P21	46.4346995	-0.0001593	46.43°	226.43°
	P23 - P22	-7.5459029	0.0000941	-7.55°	172.45°
	P22 - P13	67.6952475	0.0009607	67.69°	247.70°
	P25 - P17	-36.1918414	-0.0002222	-36.19°	143.81°
	P26 - P17	-85.1695716	0.0008003	-85.17°	94.83°
	P17 - P13	-14.5013299	-0.0002142	-14.50°	165.50°
	P13 - G0	78.9262282	-0.0039600	78.93°	258.92°
Enlace troncal	G0 - G1	39.4446105	-0.0011172	39.45°	219.44°

### 3.5.9 Potencia Isotrópicamente radiado equivalente (PIRE)

La potencia isotrópicamente radiado equivalente se calcula mediante la ecuación

9.

$$PIRE(dBm) = P_{tx} + G_{tx} - L_c \quad (9)$$

El valor de la pérdida de potencia por los conectores ( $L_c$ ) es un valor inferior, por lo que la ecuación 9 se reduce a la siguiente expresión:

$$PIRE(dBm) = P_{tx} + G_{tx} \quad (9)$$

El valor de la PIRE equivalente en Watts se calcula de la siguiente manera:

$$PIRE(w) = 0.001 * antilog\left(\frac{PIRE(dBm)}{10}\right)$$

Los resultados se visualizan en la tabla 13.

**Tabla 13***Potencia isotrópicamente irradiada equivalente por enlace*

Ubicación	Enlaces	Ptx (dBm)	Gtx(dBi)	PIRE (w)
Acceso 1	P37 - P1	28	25	199.53
	P1 - G1	26	22	63.10
	P14 - G1	26	22	63.10
Acceso 2B	P02 - G1	26	22	63.10
Acceso 3A	P24 - P16	23	13	3.98
	P16 - P3	23	13	3.98
	P15 - P10	26	22	63.10
	P10 - P03	26	22	63.10
	P03 - G1	28	25	199.53
Acceso 5A	P4 - G0	22	27	79.43
Ex portón 5	P5 - P31	26	22	63.10
	P6 - P31	26	22	63.10
	P31 - G0	28	25	199.53
Aeropuerto	P36 - G0	27	34	1258.93
Planta de ventas	P33 - P29	26	22	63.10
	P29 - P27	26	22	63.10
	P28 - P27	26	22	63.10
	P27 - P32	26	22	63.10
	P35 - P34	26	22	63.10
	P34 - P32	26	22	63.10
	P32 - G0	27	34	1258.93
Acceso 7	P9 - P7	26	22	63.10
	P8 - P7	26	22	63.10
	P7 - G0	22	27	79.43
Garita Punta Arenas	P11 - G1	26	22	63.10
Patio tubos II	P30 - G0	28	25	199.53
Residencial Punta Arenas	P18 - P19	26	22	63.10
	P19 - P20	26	22	63.10
	P20 - P21	26	22	63.10
	P23 - P22	26	22	63.10
	P22 - P13	26	22	63.10
	P25 - P17	23	13	3.98
	P26 - P17	26	22	63.10
	P17 - P13	26	22	63.10
	P13 - G0	22	27	79.43
Enlace troncal	G0 - G1	29	34	1995.26



### 3.5.10 Análisis de ruido

Las principales características de las antenas a instalar para realizar un correcto análisis del ruido de la comunicación se definen por los siguientes valores.

- Ancho de banda (AB) del canal = 20MHz
- Temperatura = 28°C – 301.15°k
- Carga = 50 OHM
- Constante de Boltzman K = 1.381x10E-23 J/°K

Con los datos de la lista, se calcula el valor de la potencia y voltaje del ruido, además de la relación señal a ruido por cada enlace.

### 3.5.11 Potencia del ruido

La Potencia del ruido se calcula mediante la ecuación 10.

$$N(dBm) = -174 + 10\log(AB) \quad (10)$$

$$N(dBm) = -174 + 10\log(20)$$

$$N(dBm) = -160.9897$$

### 3.5.12 Voltaje de ruido

El voltaje de ruido se calcula mediante la ecuación 11.

$$V_n = \sqrt{4(R_L K T A B)} \quad (11)$$

Con los valores calculados en el análisis del ruido, se obtiene el siguiente resultado:

$$V_n = \sqrt{4(50 * 1.381 * 10^{-23} * 301.15 * 20)}$$

$$V_n = 0.00407 \mu V$$

### 3.5.13 Relación señal a ruido

La relación señal a ruido se calcula mediante la ecuación 12.

$$\frac{N}{S}(dB) = 20\log \frac{V_{RX}}{V_N} \quad (12)$$

Los resultados se visualizan en la tabla 14.

**Tabla 14***Relación señal a ruido por enlace*

Ubicación	Enlaces	N/S(dB)
Acceso 1	P37 - P1	122.75
	P1 - G1	120.95
	P14 - G1	121.40
Acceso 2B	P02 - G1	131.74
Acceso 3A	P24 - P16	114.41
	P16 - P3	125.32
	P15 - P10	124.09
	P10 - P03	124.79
	P03 - G1	127.04
Acceso 5A	P4 - G0	121.32
Ex portón 5	P5 - P31	138.46
	P6 - P31	131.66
	P31 - G0	124.67
Aeropuerto	P36 - G0	133.79
Planta de ventas	P33 - P29	129.62
	P29 - P27	131.32
	P28 - P27	136.45
	P27 - P32	128.26
	P35 - P34	131.83
	P34 - P32	139.64
	P32 - G0	145.15
Acceso 7	P9 - P7	122.01
	P8 - P7	134.66
	P7 - G0	119.83
Garita Punta Arenas	P11 - G1	133.54
Patio tubos II	P30 - G0	123.96
Residencial Punta Arenas	P18 - P19	132.96
	P19 - P20	132.23
	P20 - P21	143.72
	P23 - P22	133.48
	P22 - P13	124.93
	P25 - P17	118.06
	P26 - P17	132.46
	P17 - P13	131.94
	P13 - G0	124.44
Enlace troncal	G0 - G1	152.67

### 3.5.14 Sensibilidad del receptor

La sensibilidad del receptor se calcula mediante la ecuación 13.

$$C_{min} = \frac{N}{S}(dB) + N(dBm) \quad (13)$$

Los resultados se visualizan en la tabla 15.

**Tabla 15**

*Sensibilidad del receptor por enlace*

Ubicación	Enlaces	Sensibilidad del receptor (dBm)
Acceso 1	P37 - P1	-38.24
	P1 - G1	-40.04
	P14 - G1	-39.59
Acceso 2B	P02 - G1	-29.25
Acceso 3A	P24 - P16	-46.58
	P16 - P3	-35.67
	P15 - P10	-36.90
	P10 - P03	-36.20
	P03 - G1	-33.95
Acceso 5A	P4 - G0	-39.67
Ex portón 5	P5 - P31	-22.52
	P6 - P31	-29.33
	P31 - G0	-36.32
Aeropuerto	P36 - G0	-27.20
Planta de ventas	P33 - P29	-31.37
	P29 - P27	-29.67
	P28 - P27	-24.54
	P27 - P32	-32.73
	P35 - P34	-29.16
	P34 - P32	-21.35
	P32 - G0	-15.84
Acceso 7	P9 - P7	-38.98
	P8 - P7	-26.33
	P7 - G0	-41.16
Garita Punta Arenas	P11 - G1	-27.45
Patio tubos II	P30 - G0	-37.03
Residencial Punta Arenas	P18 - P19	-28.03
	P19 - P20	-28.76
	P20 - P21	-17.26
	P23 - P22	-27.51
	P22 - P13	-36.06

	P25 - P17	-42.93
	P26 - P17	-28.53
	P17 - P13	-29.05
	P13 - G0	-36.55
Enlace troncal	G0 - G1	-8.32

### **3.5.15 Simulación de enlace con aplicación UISP Design Center y RadioMobile.**

Para la simulación de los radioenlaces, se utilizan las 02 herramientas de diseño indicadas en el subtítulo 3.5. La primera tiene como nombre UISP Design Center, cuya aplicación nos permite dimensionar radioenlaces en la marca Ubiquiti, y la segunda tiene como nombre RadioMobile, la cual permite ingresar los valores calculados para obtener un dimensionamiento más preciso.

De la figura 26 a la figura 93 se muestran las simulaciones de los enlaces dimensionados para el proyecto, en estas simulaciones se validan en todos los enlaces, que entre ambos puntos existe línea de vista y que los valores sean los adecuados para establecer la comunicación entre los puntos indicados.

Figura 26

Simulación del enlace P37 – P01 en RadioMobile

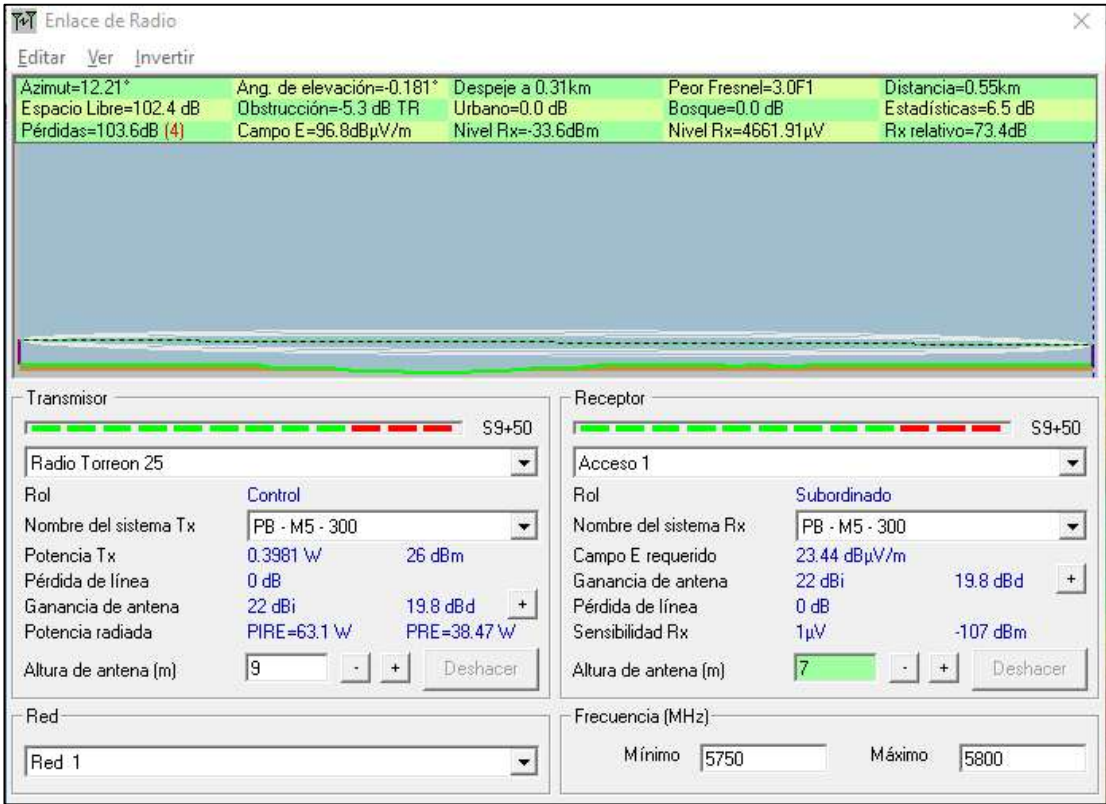


Figura 27

Simulación del enlace P37 – P01 en UISP Design Center



Figura 28

Simulación del enlace P01 – G01 en RadioMobile

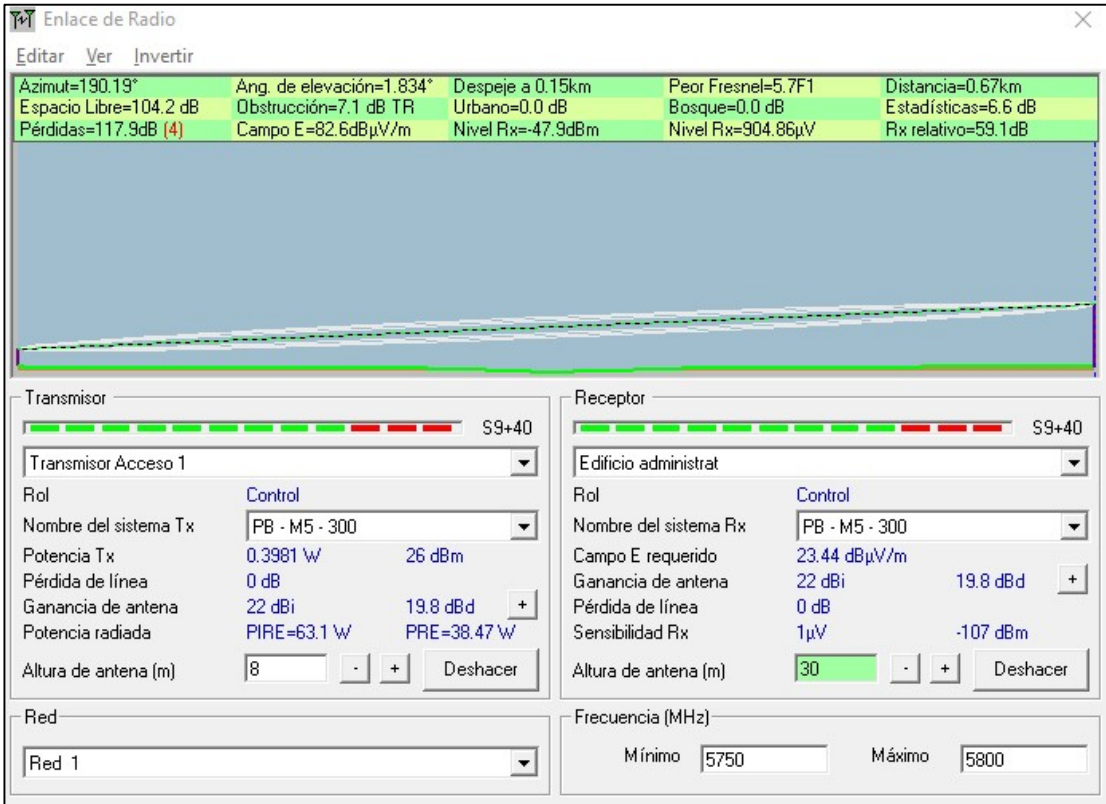


Figura 29

Simulación del enlace P01 – G01 en UISP Design Center



Figura 30

Simulación del enlace P14 – G01 en RadioMobile

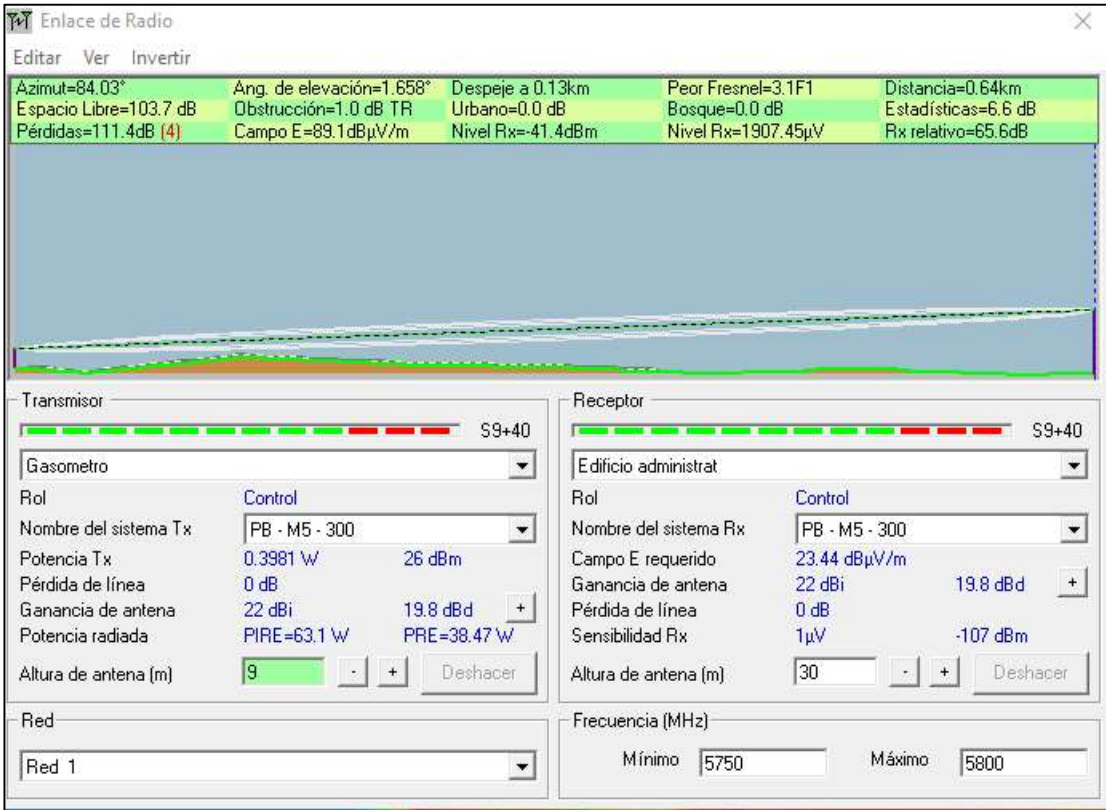


Figura 31

Simulación del enlace P14 – G01 en UISP Design Center



Figura 32

Simulación del enlace P02 – G01 en RadioMobile

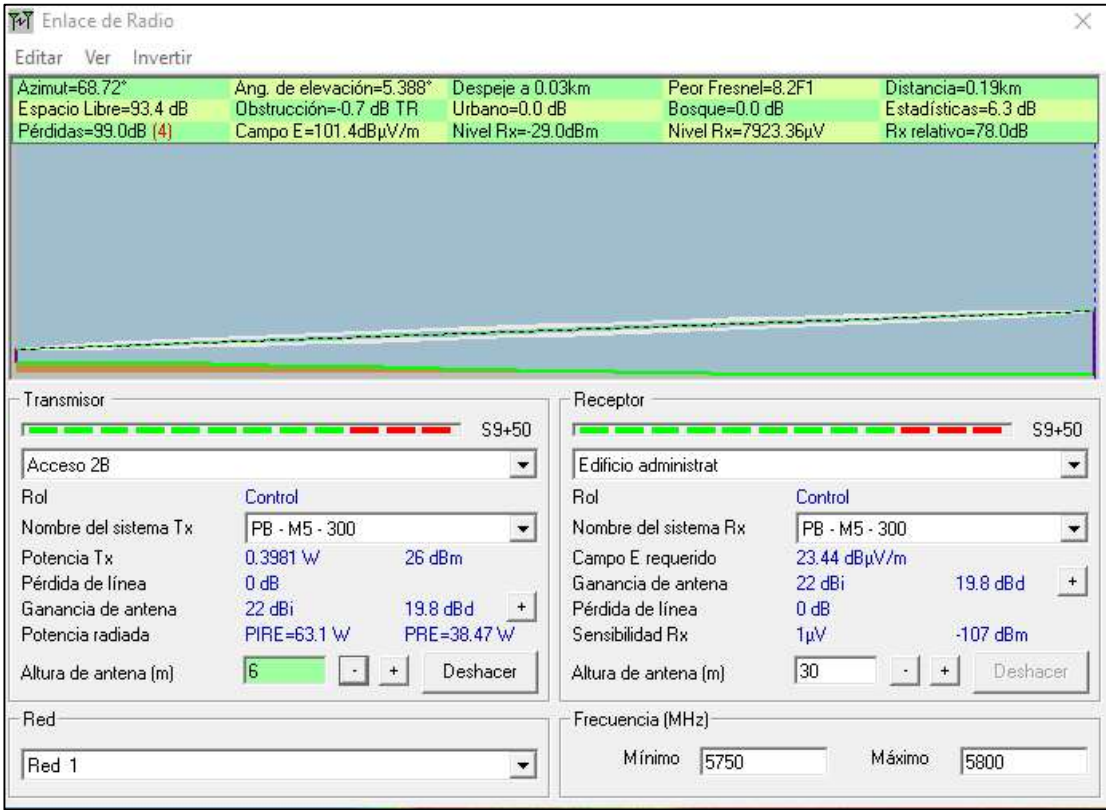


Figura 33

Simulación del enlace P02 – G01 en UISP Design Center

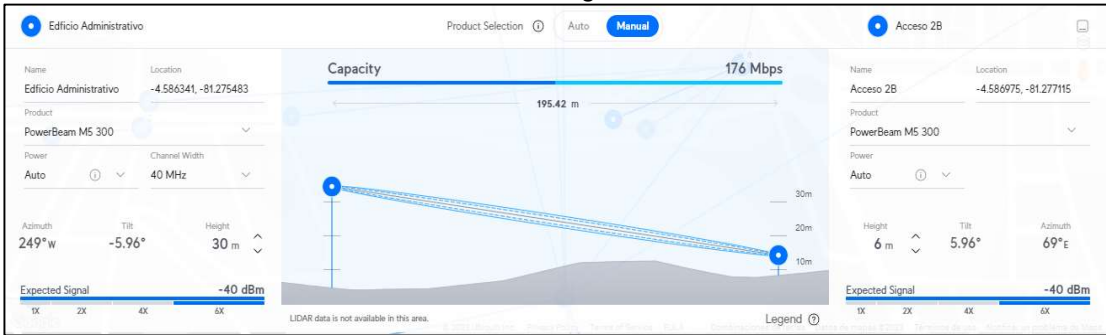




Figura 34

Simulación del enlace P24 – P16 en RadioMobile

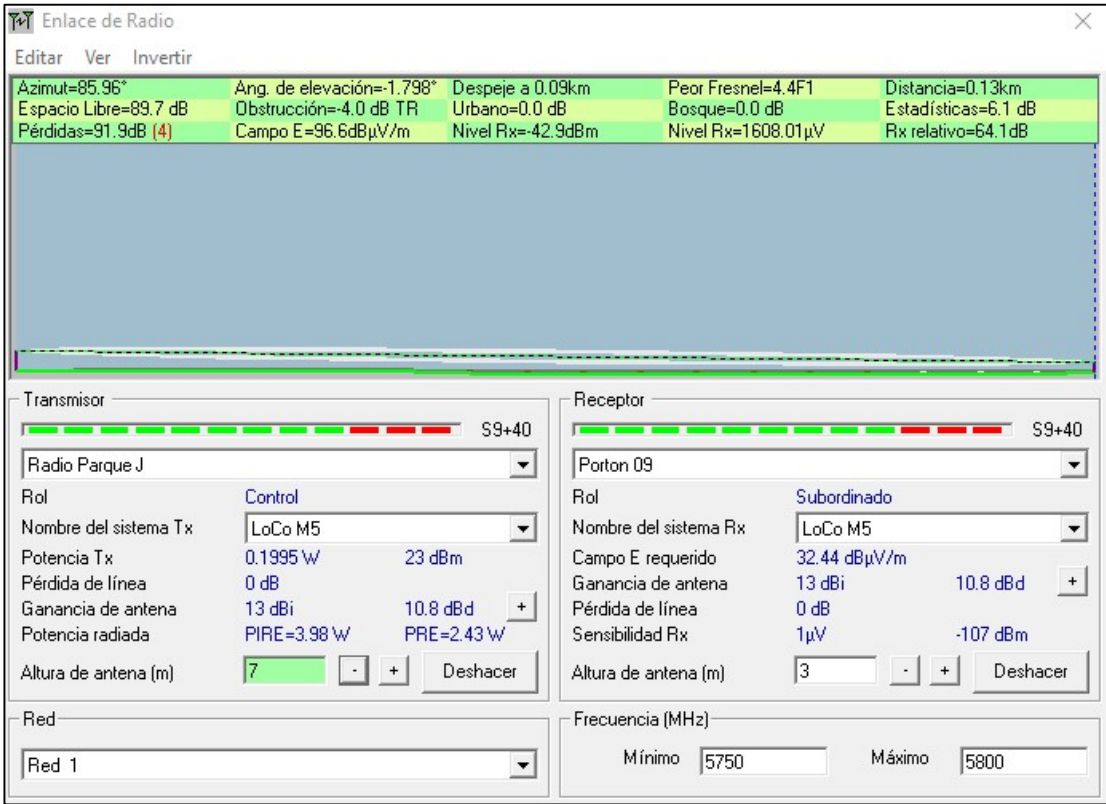


Figura 35

Simulación del enlace P24 – P16 en UISP Design Center

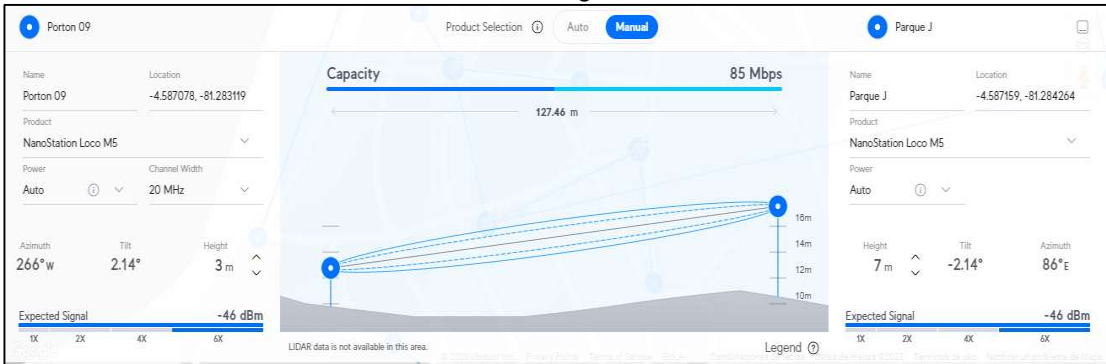


Figura 36

Simulación del enlace P16 – P03 en RadioMobile

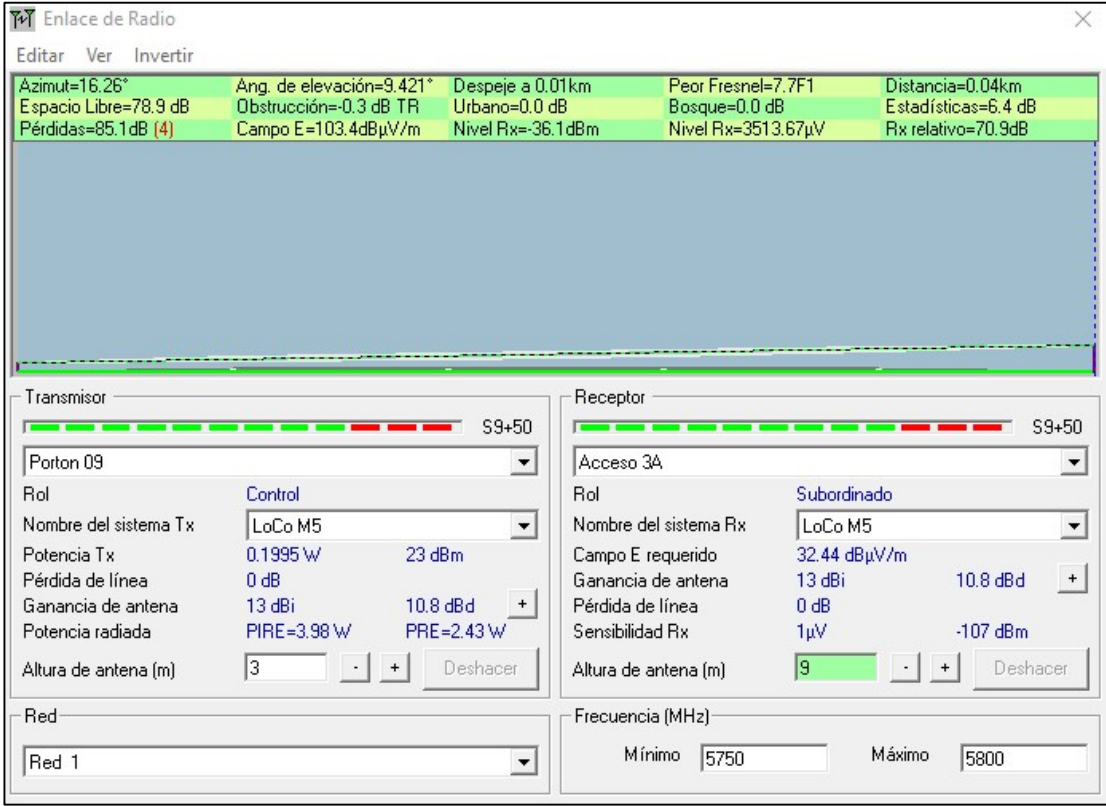
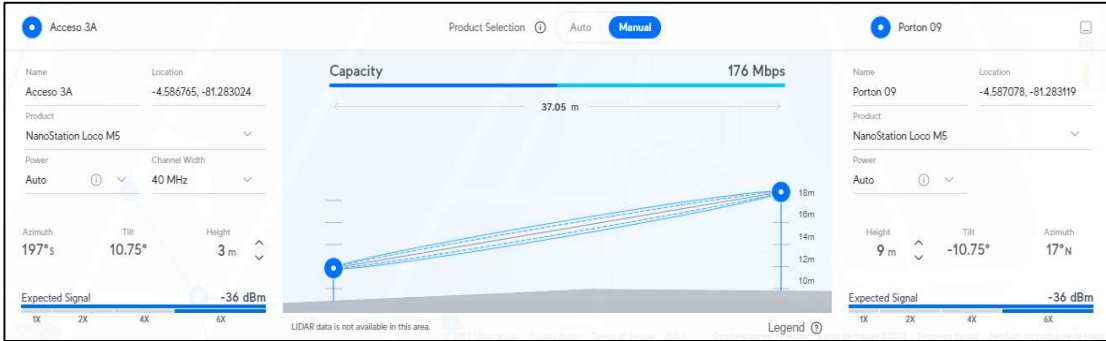


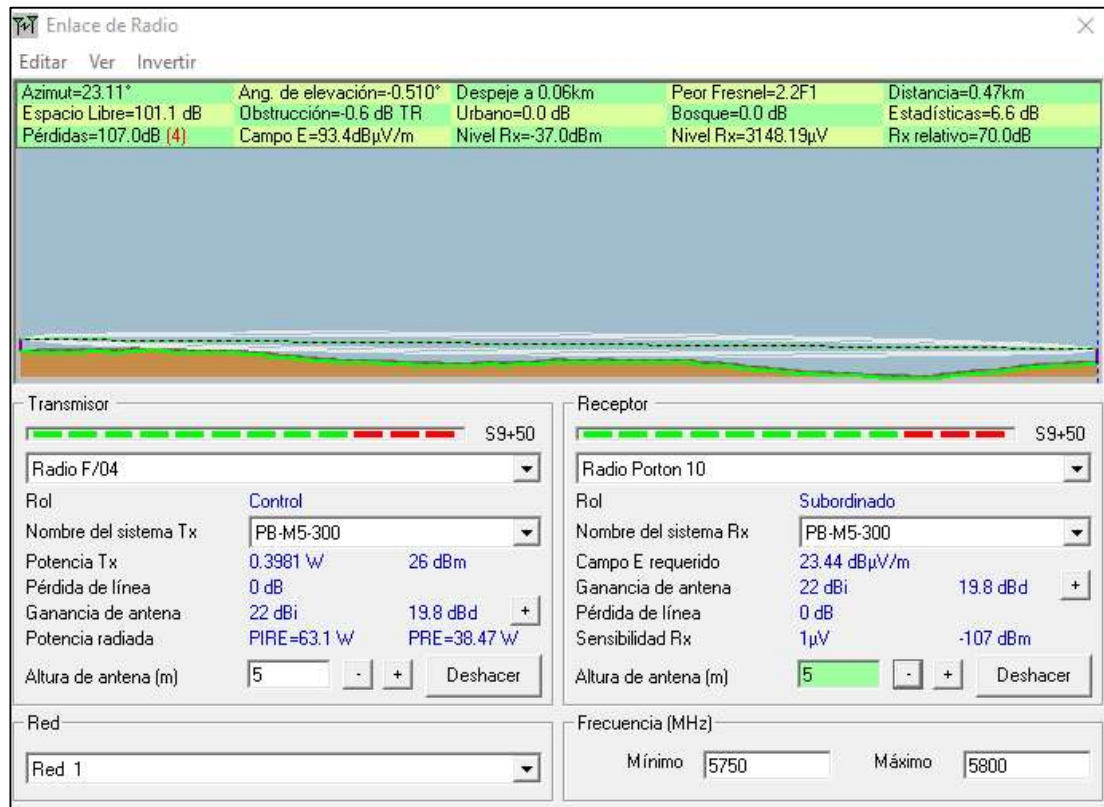
Figura 37

Simulación del enlace P16 – P03 en UISP Design Center



**Figura 38**

*Simulación del enlace P15 – P10 en RadioMobile*



**Figura 39**

*Simulación del enlace P15 – P10 en UISP Design Center*

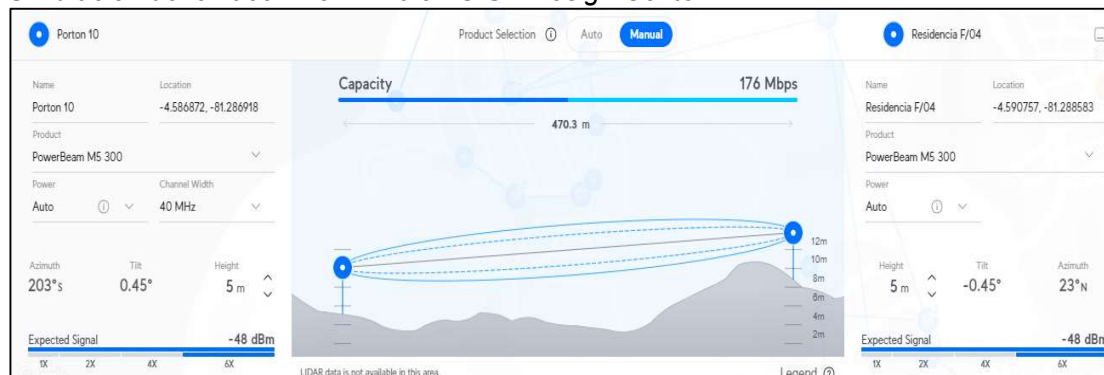


Figura 40

Simulación del enlace P10 – P03 en RadioMobile

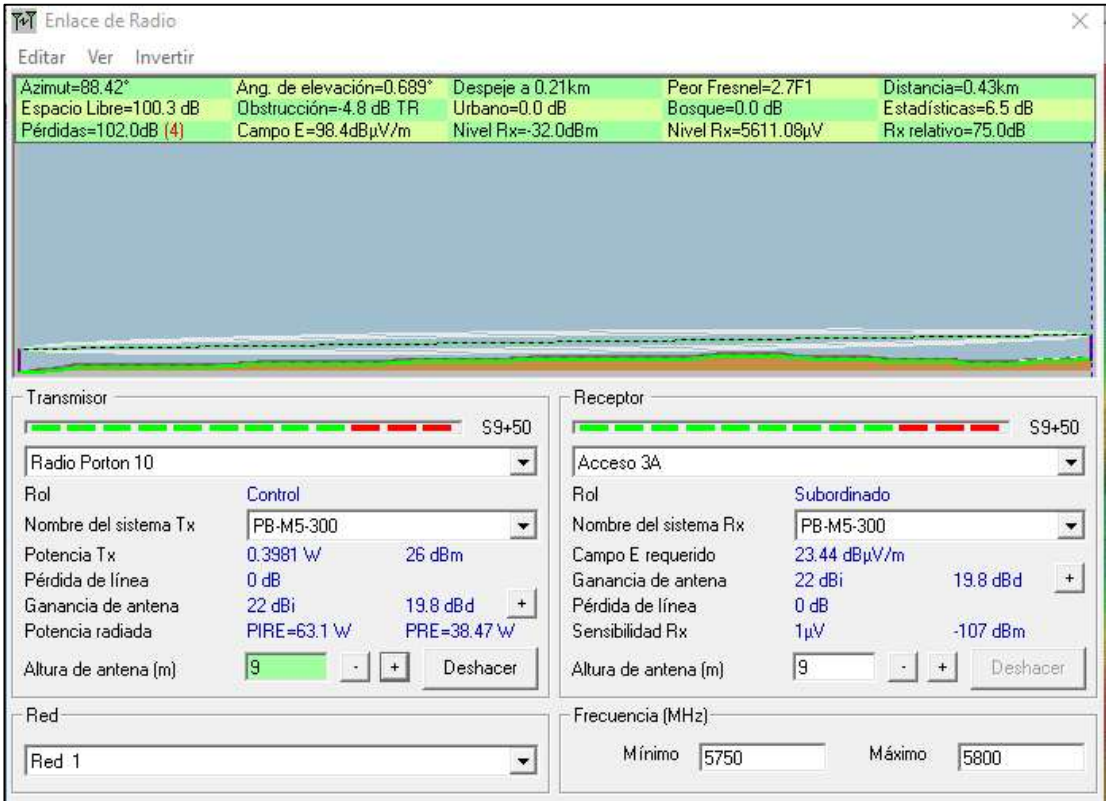


Figura 41

Simulación del enlace P10 – P03 en UISP Design Center

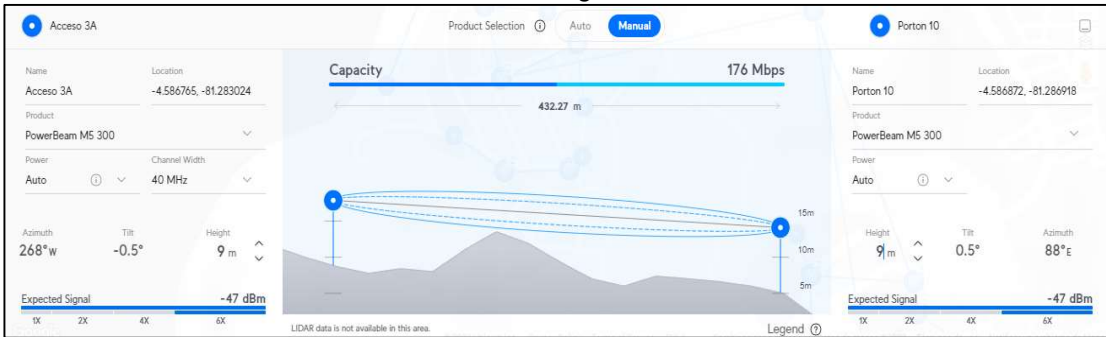


Figura 42

Simulación del enlace P03 – G01 en RadioMobile

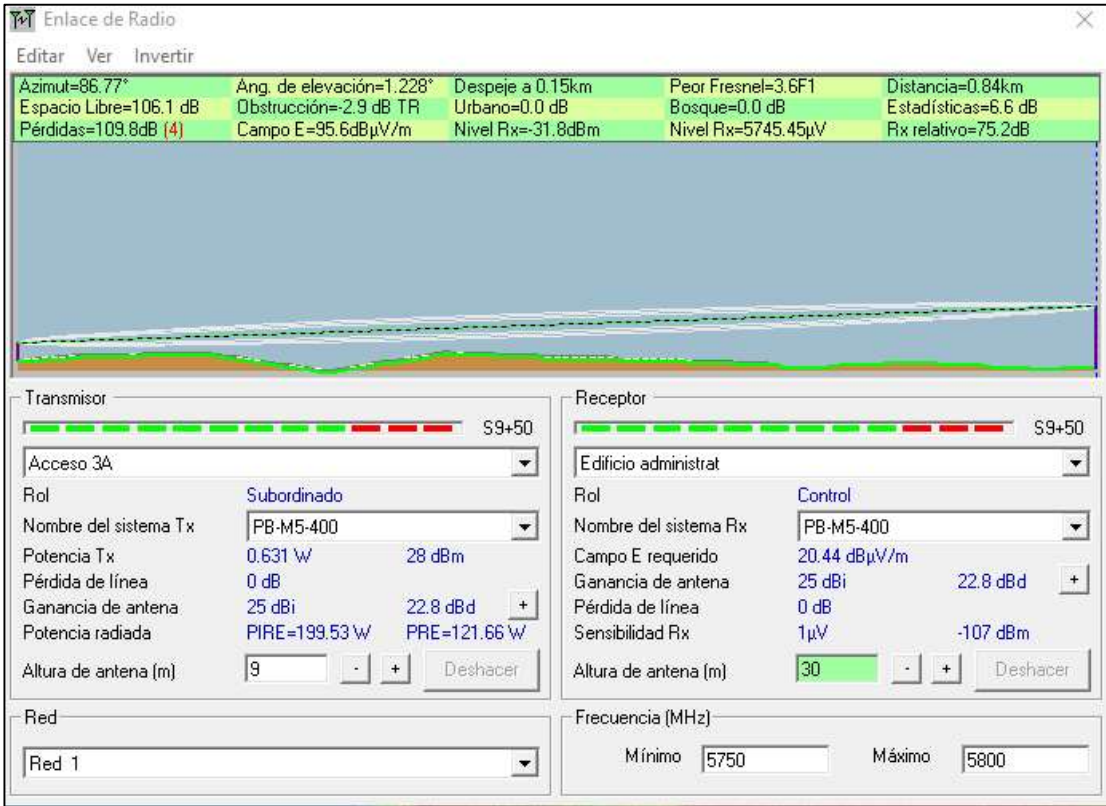


Figura 43

Simulación del enlace P03 – G01 en UISP Design Center





Figura 44

Simulación del enlace P04 – G0 en RadioMobile

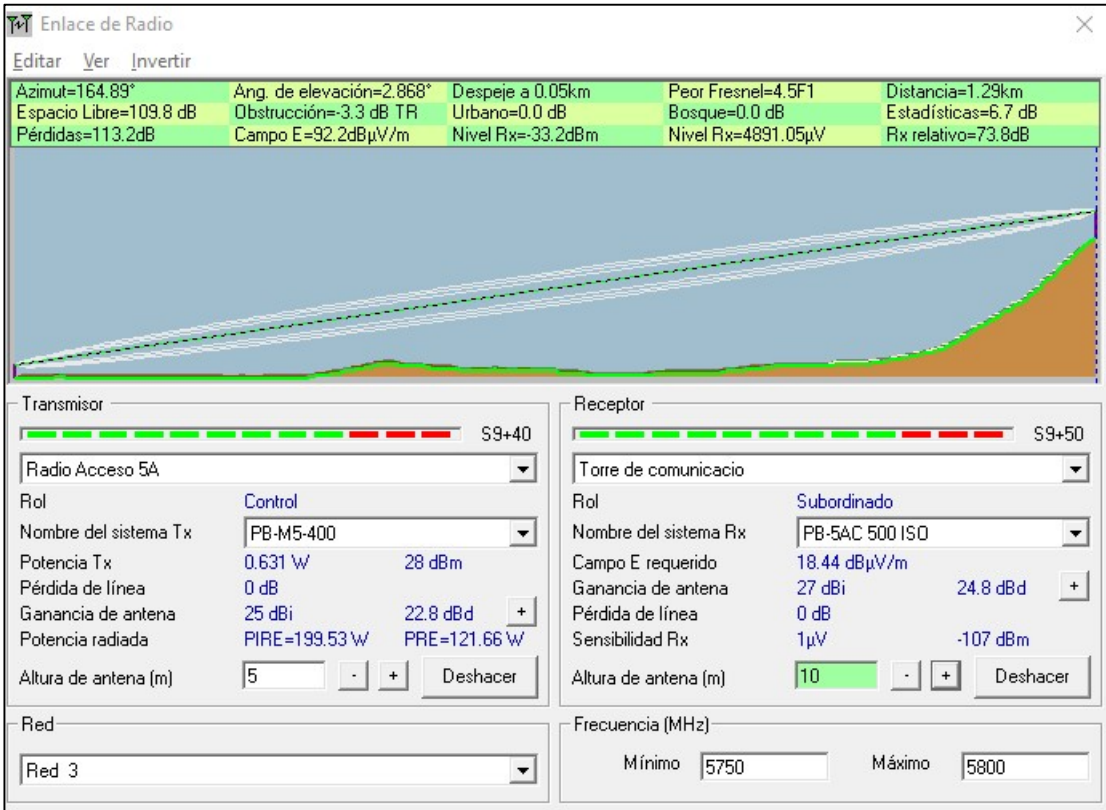


Figura 45

Simulación del enlace P04 – G0 en UISP Design Center



Figura 46

Simulación del enlace P05 – P31 en RadioMobile

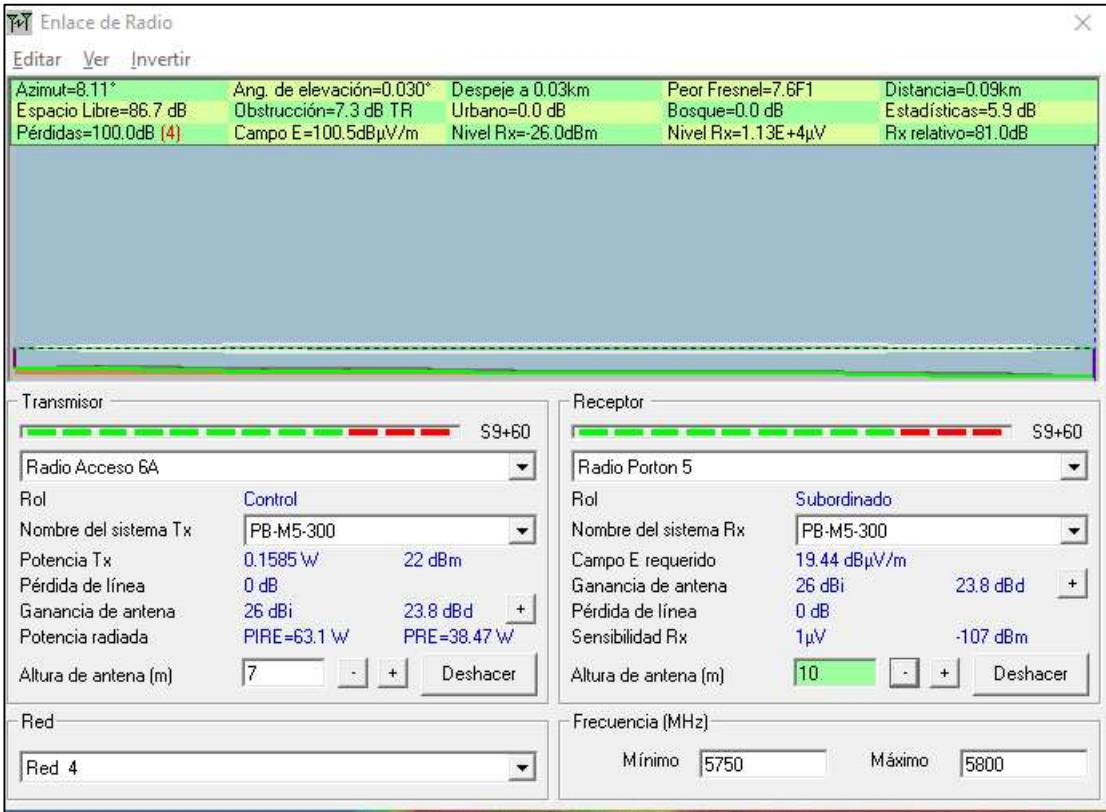


Figura 47

Simulación del enlace P05 – P31 en UISP Design Center

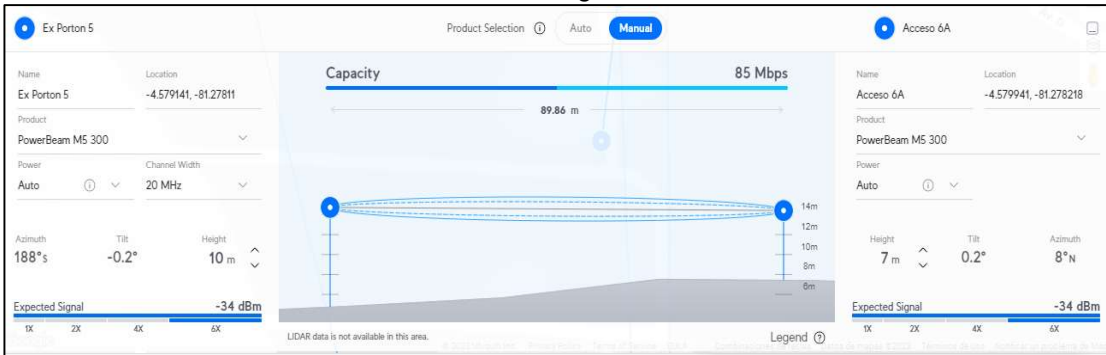


Figura 48

Simulación del enlace P06 – P31 en RadioMobile

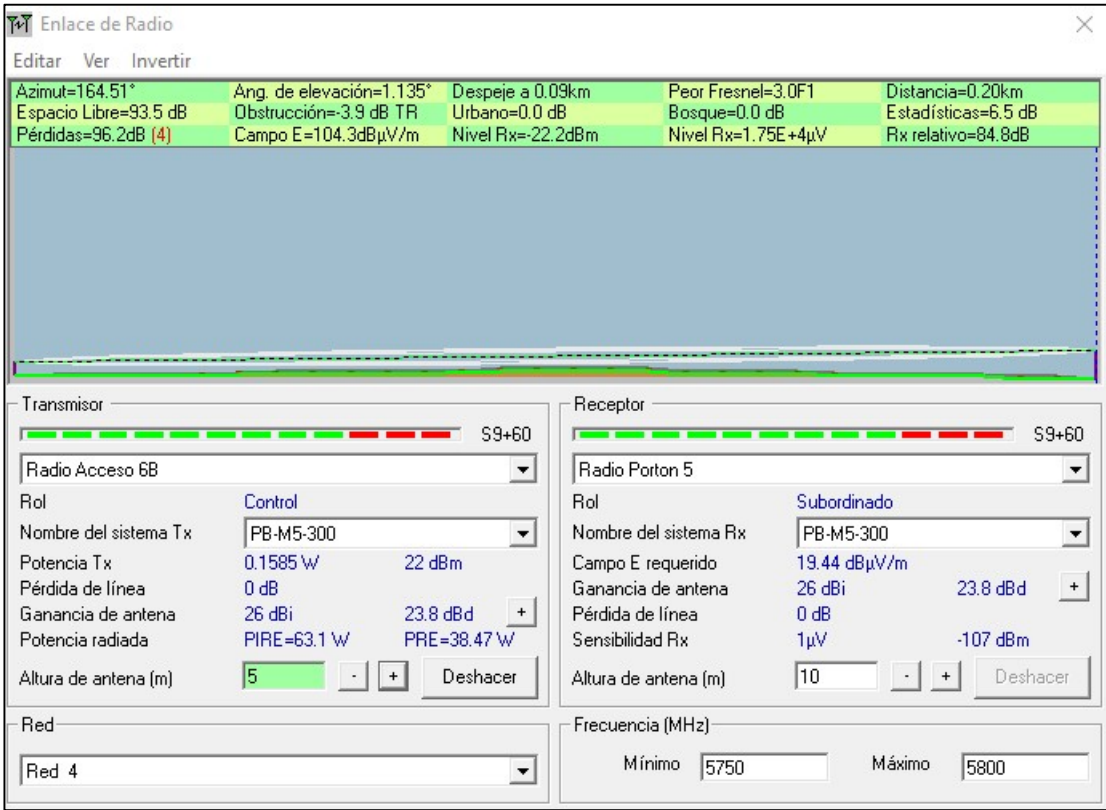


Figura 49

Simulación del enlace P06 – P31 en UISP Design Center

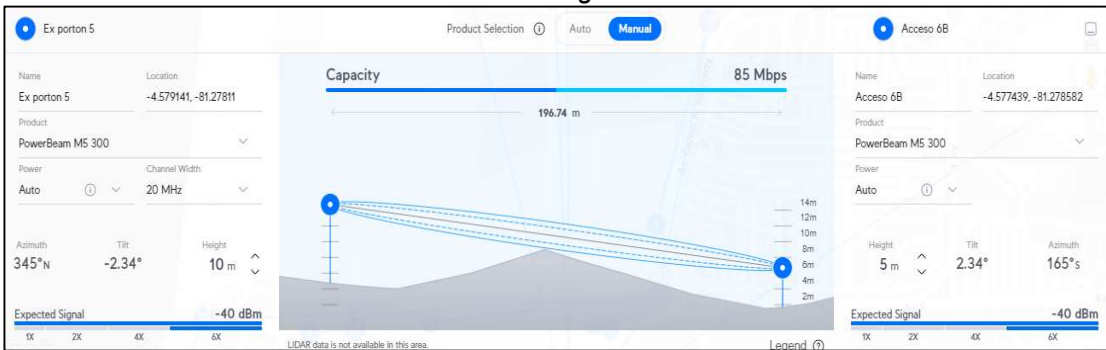




Figura 50

Simulación del enlace P31 – G0 en RadioMobile

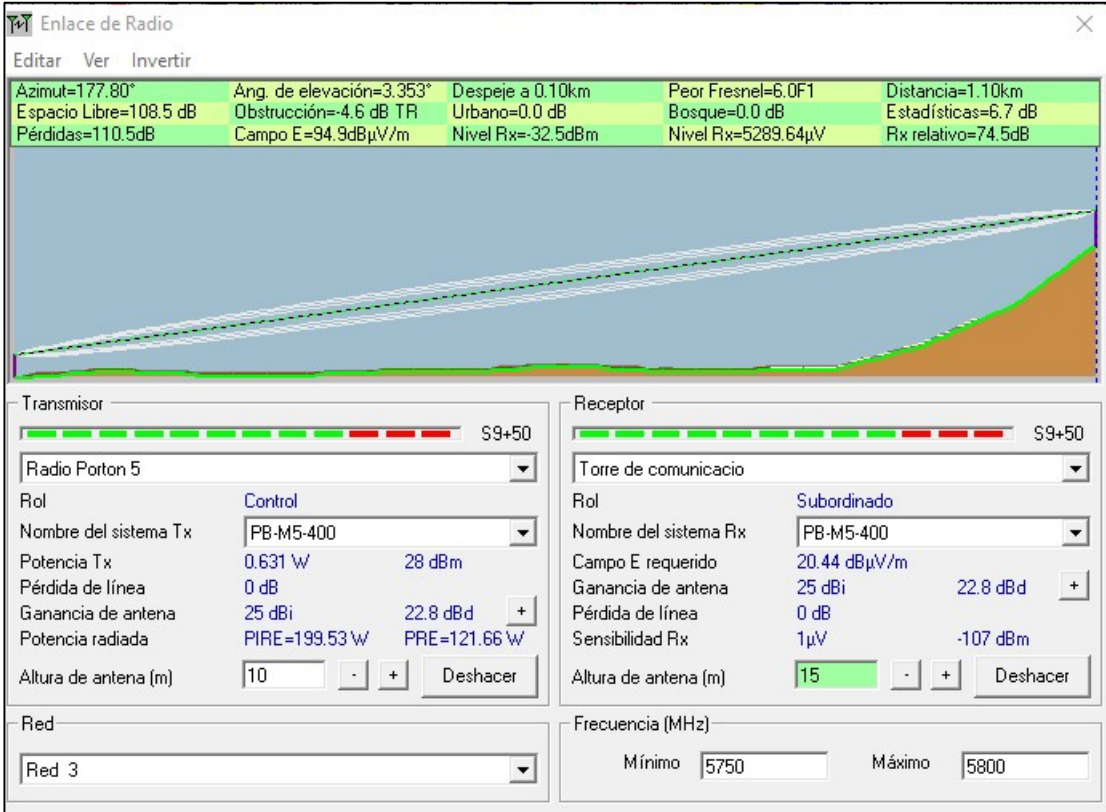


Figura 51

Simulación del enlace P31 – G0 en UISP Design Center



Figura 52

Simulación del enlace P36 – G0 en RadioMobile

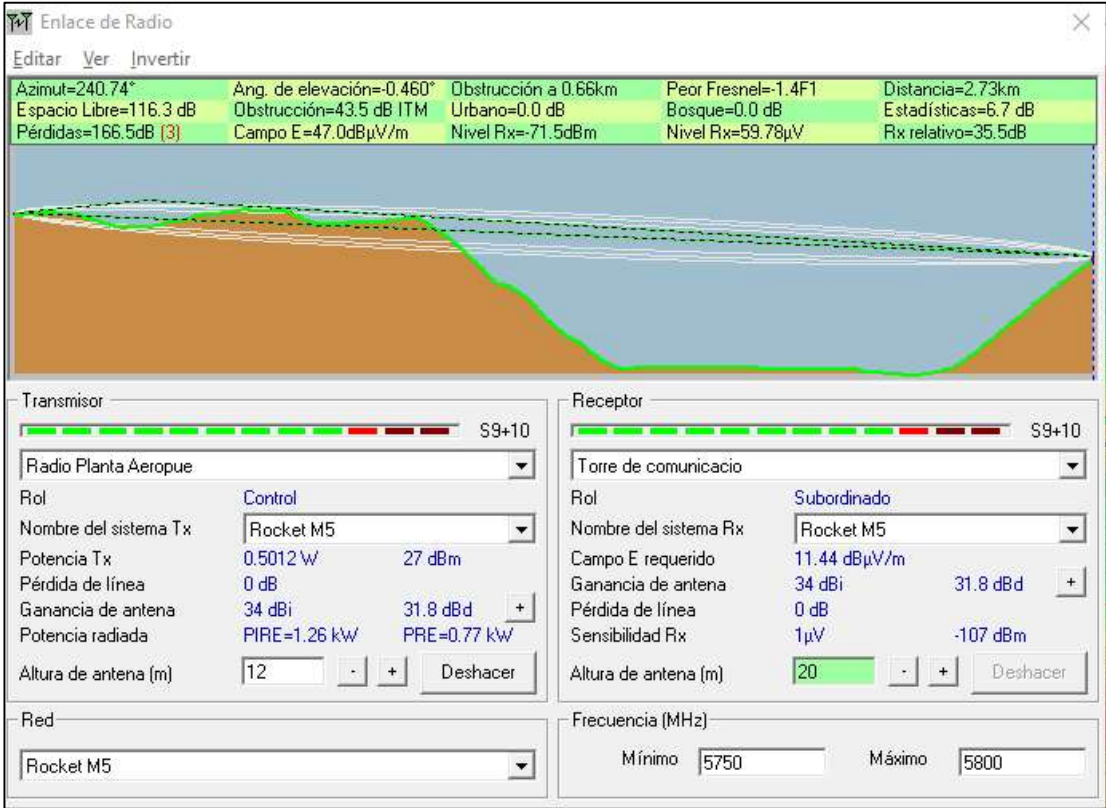


Figura 53

Simulación del enlace P36 – G0 en UISP Design Center



Figura 54

Simulación del enlace P33 – P29 en RadioMobile

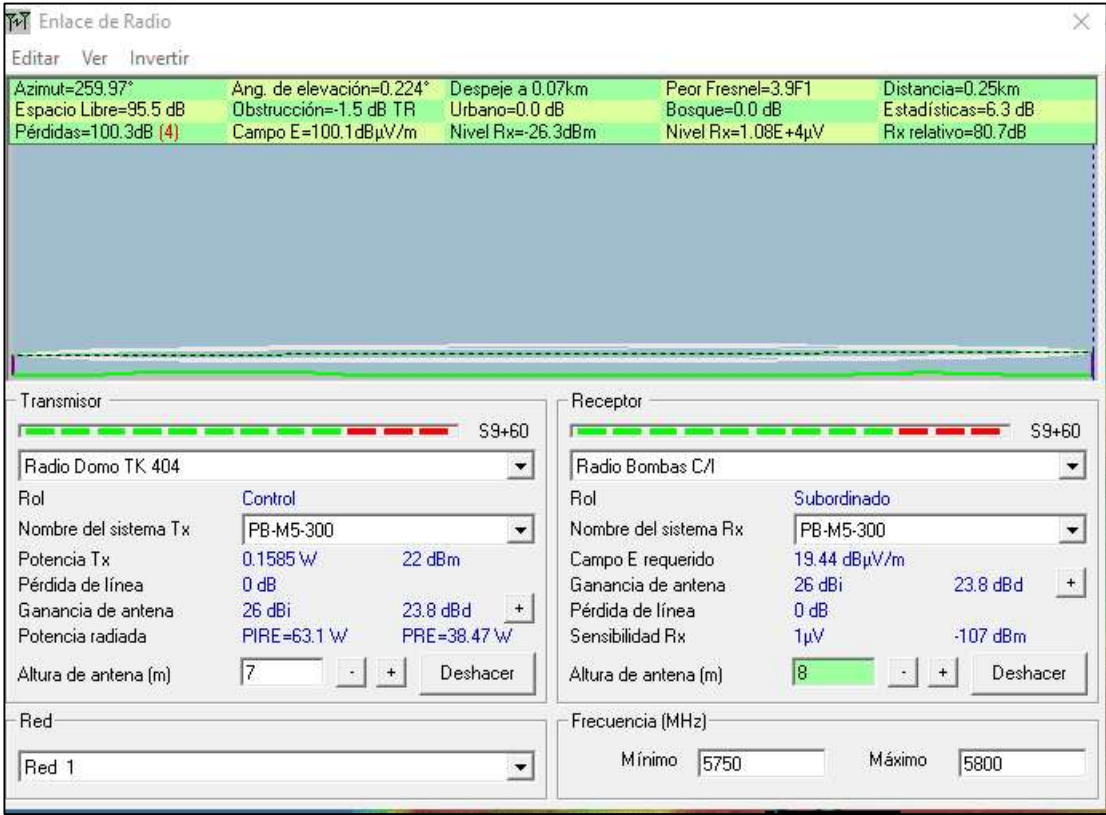


Figura 55

Simulación del enlace P33 – P29 en UISP Design Center

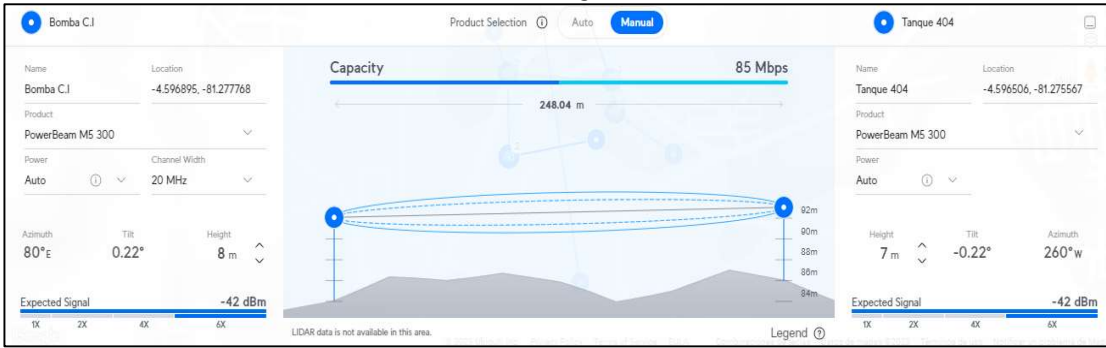


Figura 56

Simulación del enlace P29 – P27 en RadioMobile

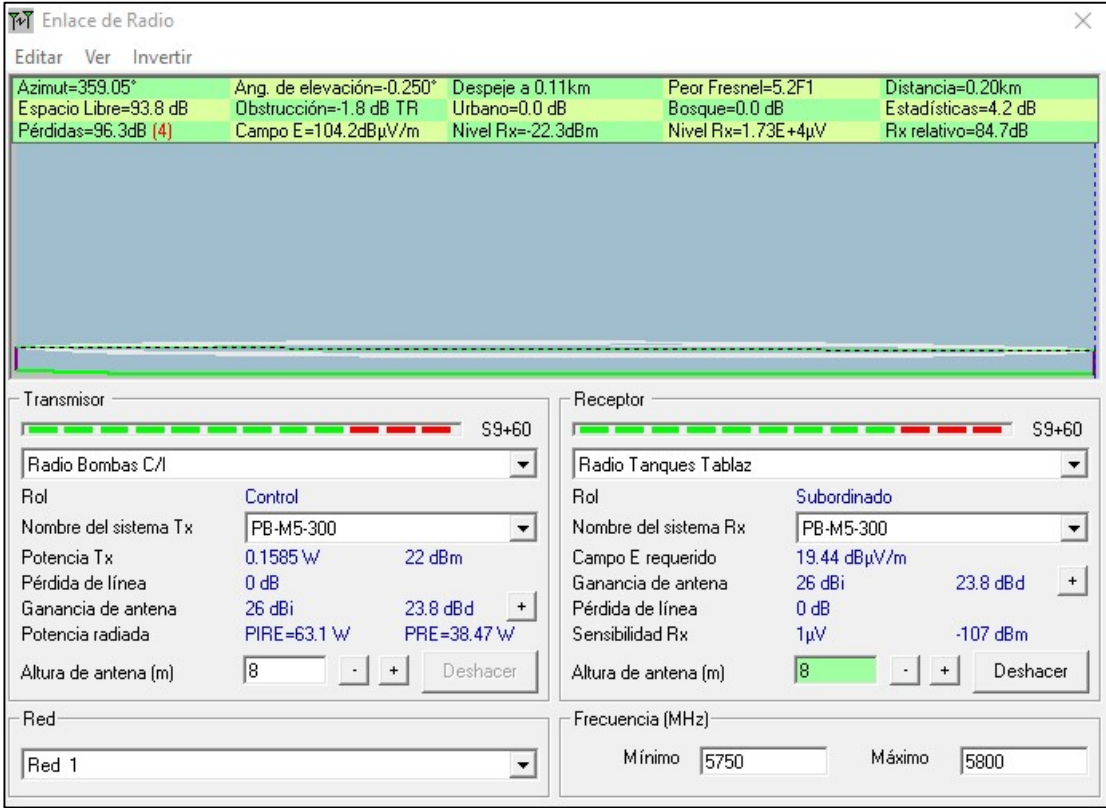


Figura 57

Simulación del enlace P29 – P27 en UISP Design Center



Figura 58

Simulación del enlace P29 – P28 en RadioMobile

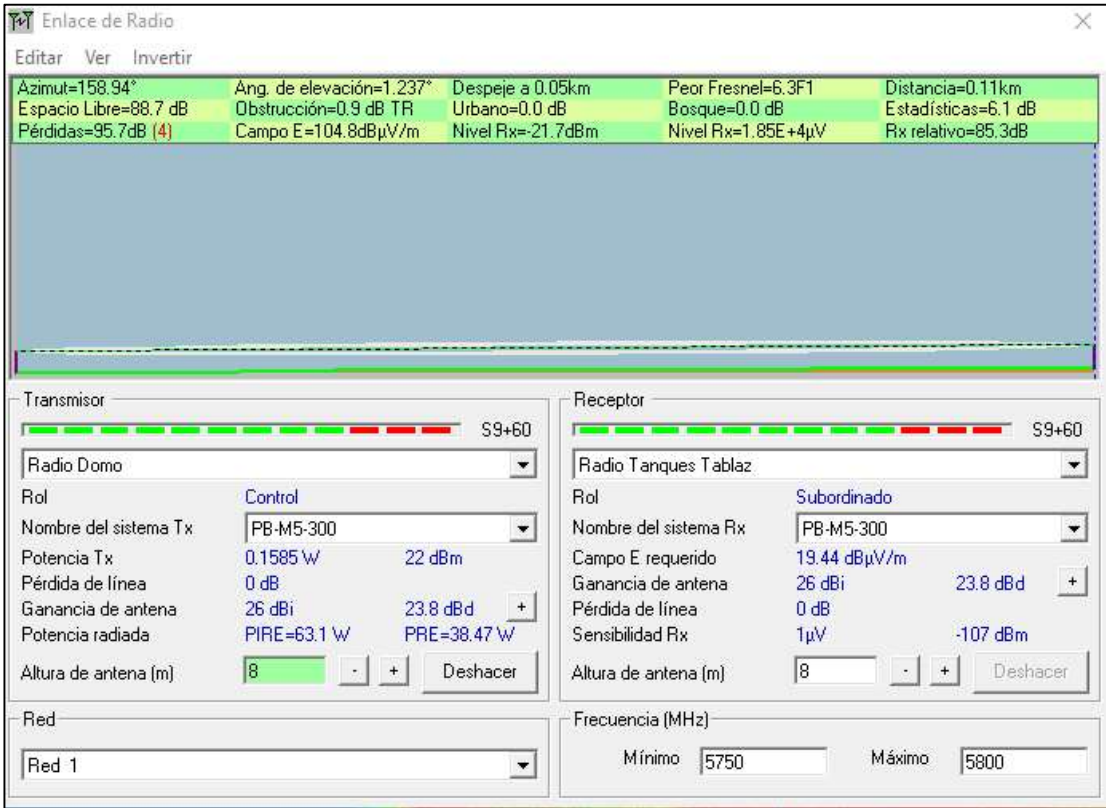


Figura 59

Simulación del enlace P29 – P28 en UISP Design Center





Figura 60

Simulación del enlace P27 – P32 en RadioMobile

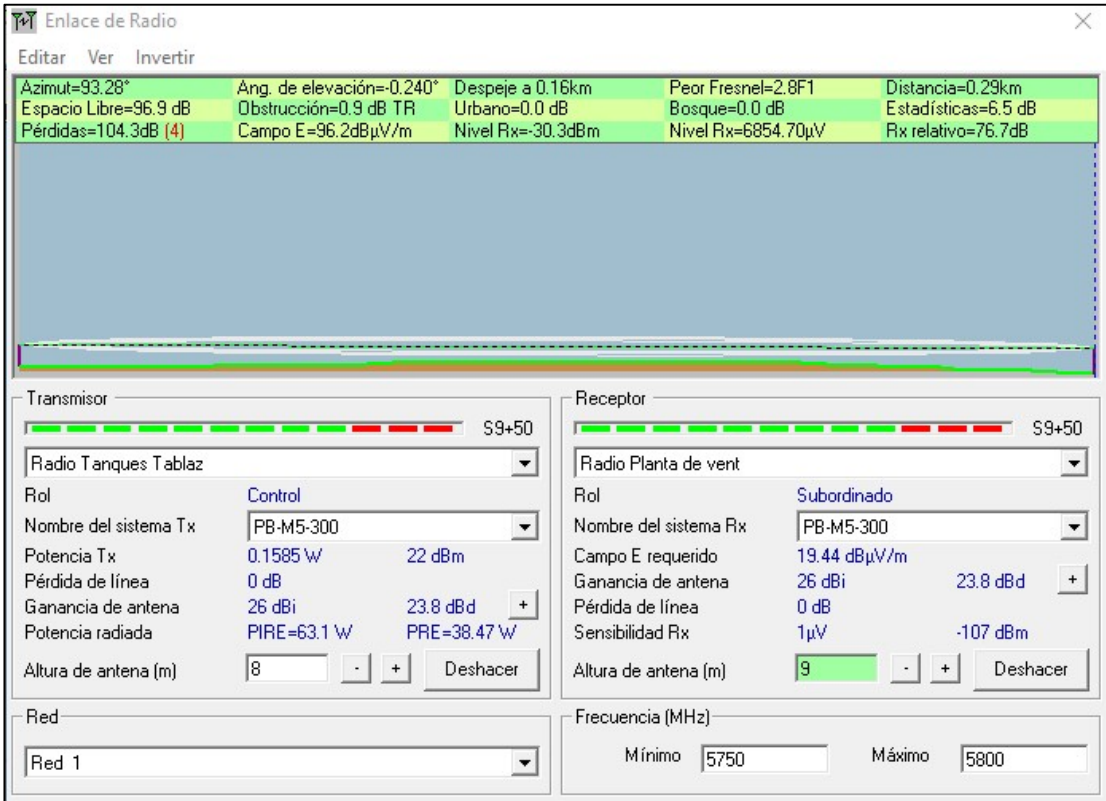


Figura 61

Simulación del enlace P27 – P32 en UISP Design Center



Figura 62

Simulación del enlace P35 – P34 en RadioMobile

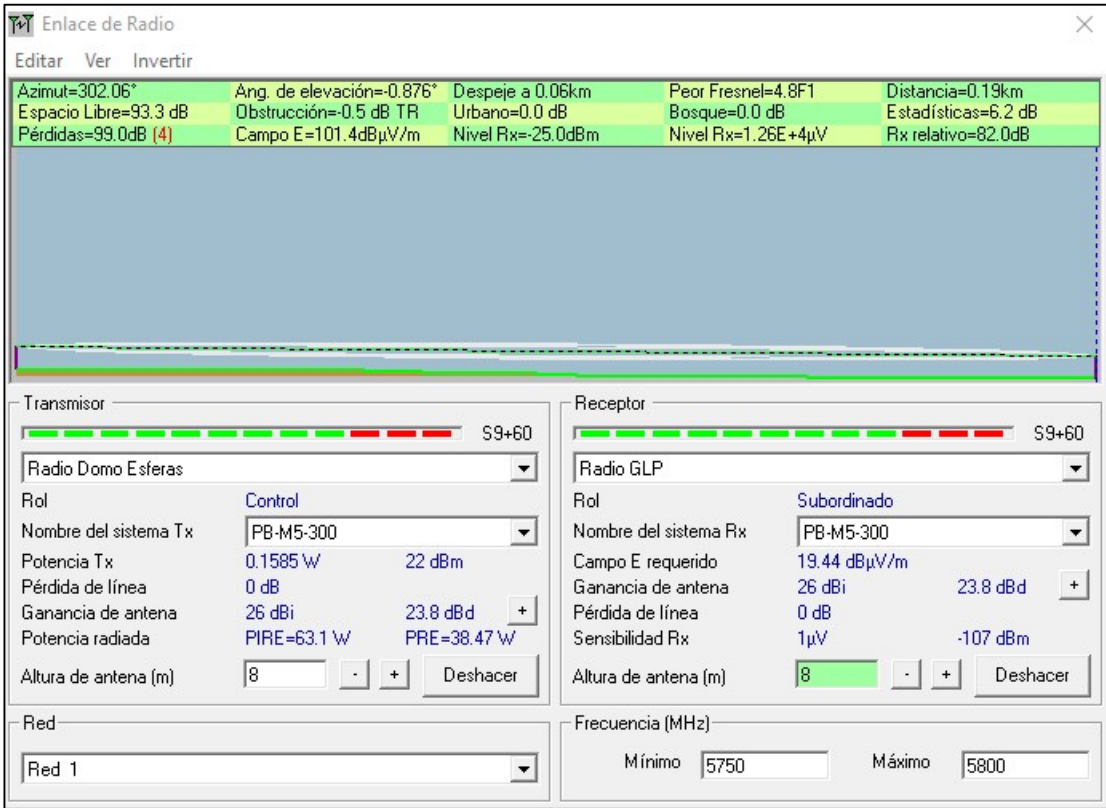


Figura 63

Simulación del enlace P35 – P34 en UISP Design Center



Figura 64

Simulación del enlace P34 – P32 en RadioMobile

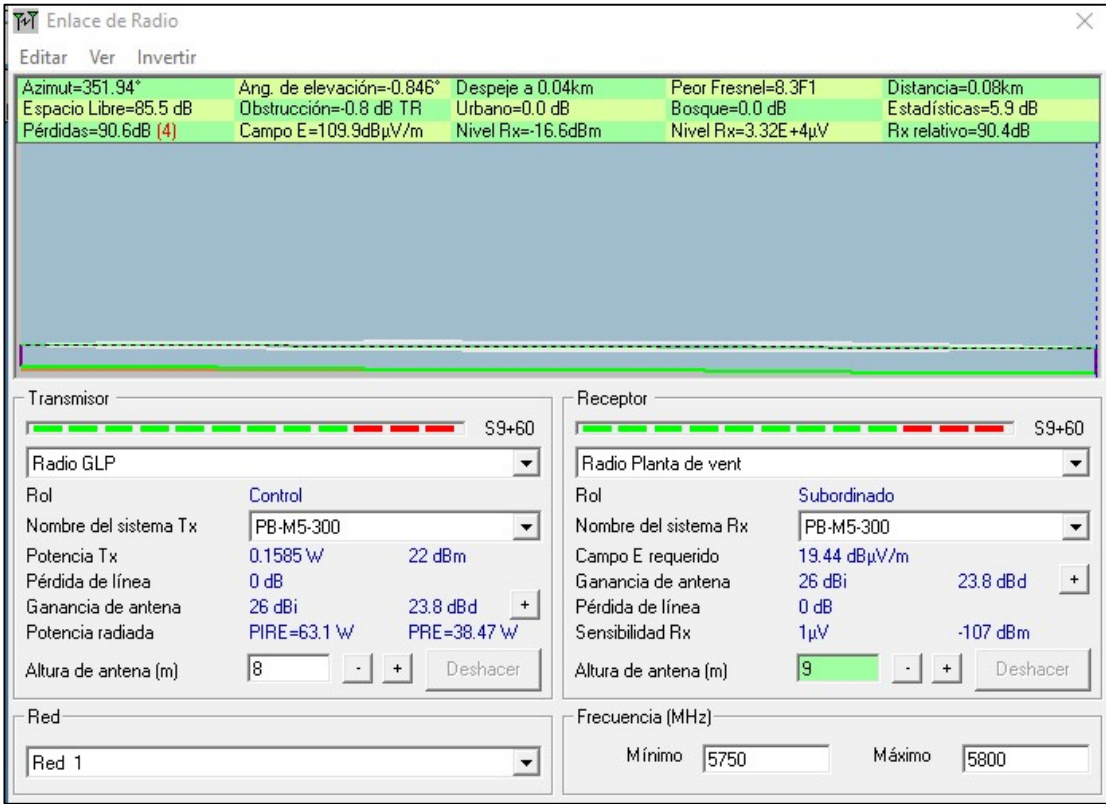


Figura 65

Simulación del enlace P34 – P32 en UISP Design Center





Figura 66

Simulación del enlace P32 – G0 en RadioMobile

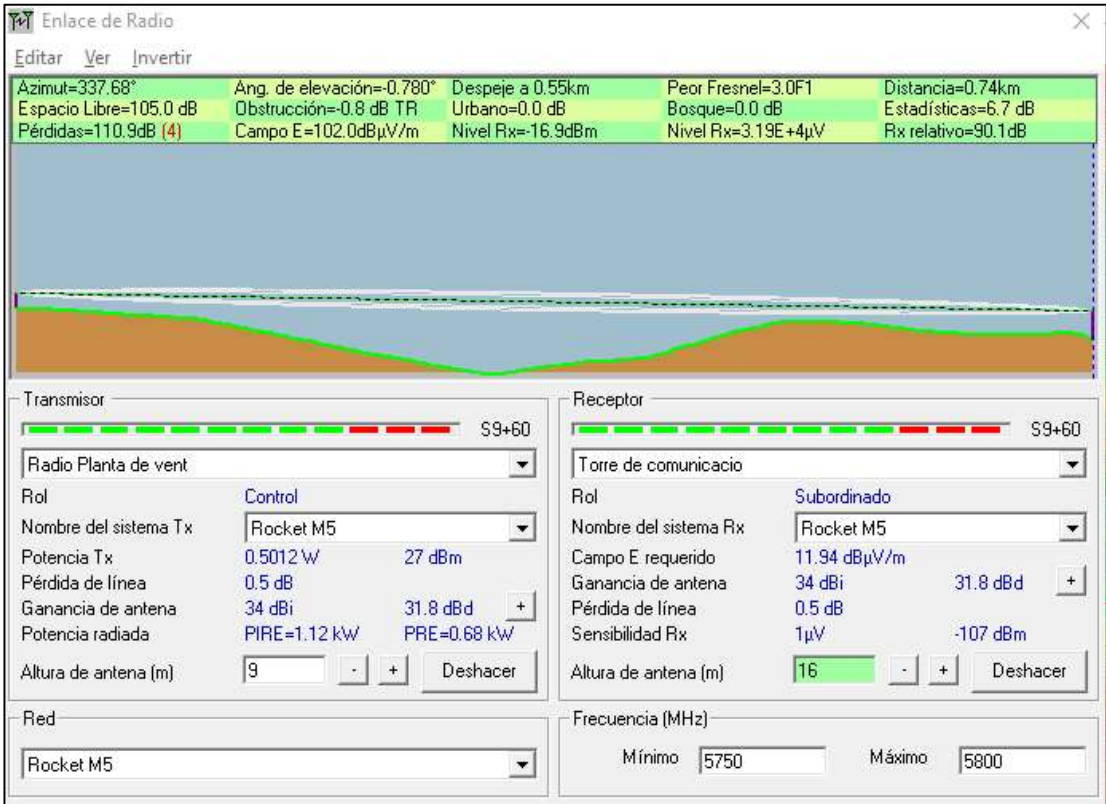


Figura 67

Simulación del enlace P32 – G0 en UISP Design Center



Figura 68

Simulación del enlace P09 – P07 en RadioMobile

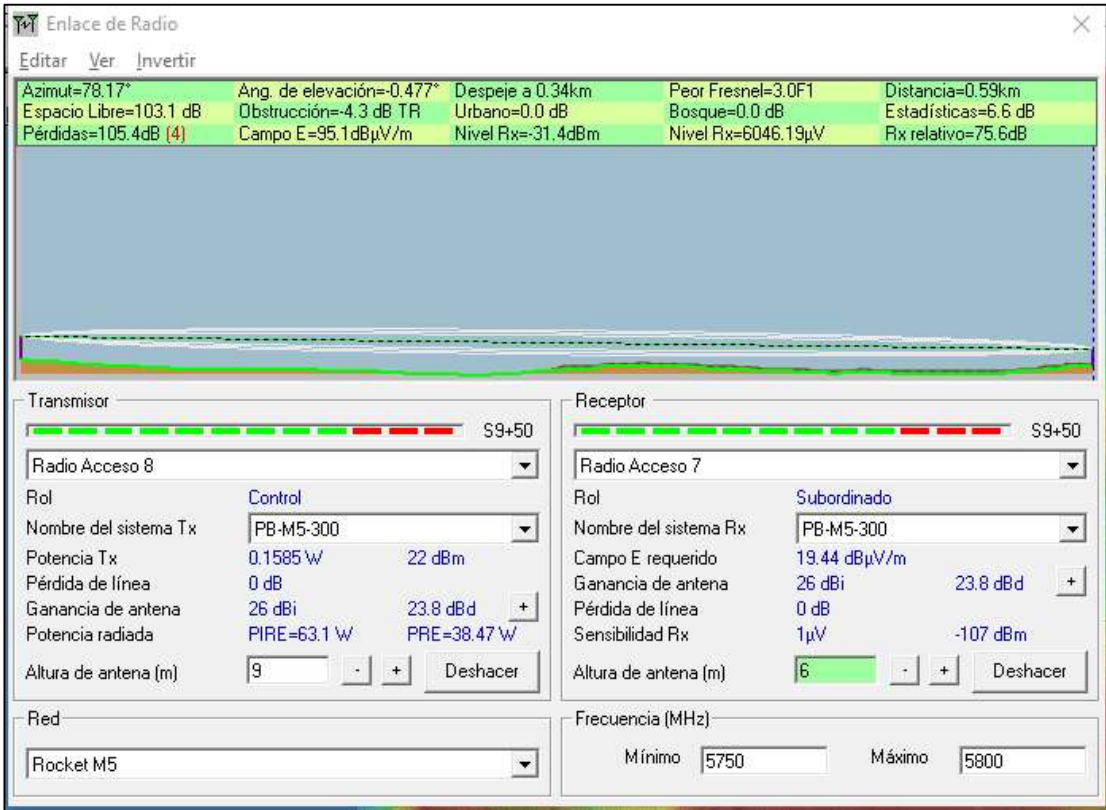


Figura 69

Simulación del enlace P09 – P07 en UISP Design Center

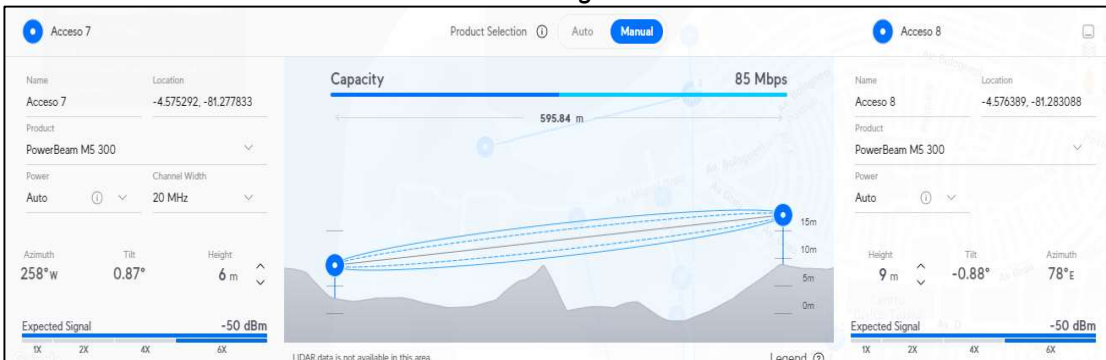


Figura 70

Simulación del enlace P08 – P07 en RadioMobile

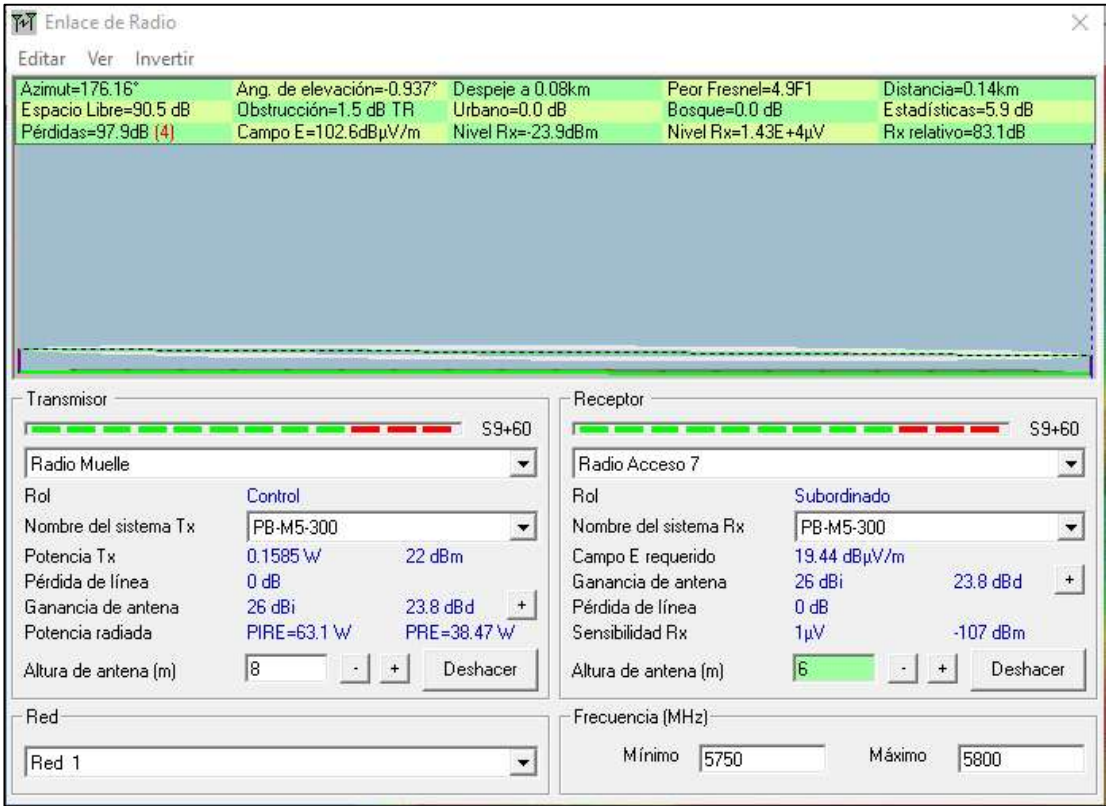


Figura 71

Simulación del enlace P08 – P07 en UISP Design Center

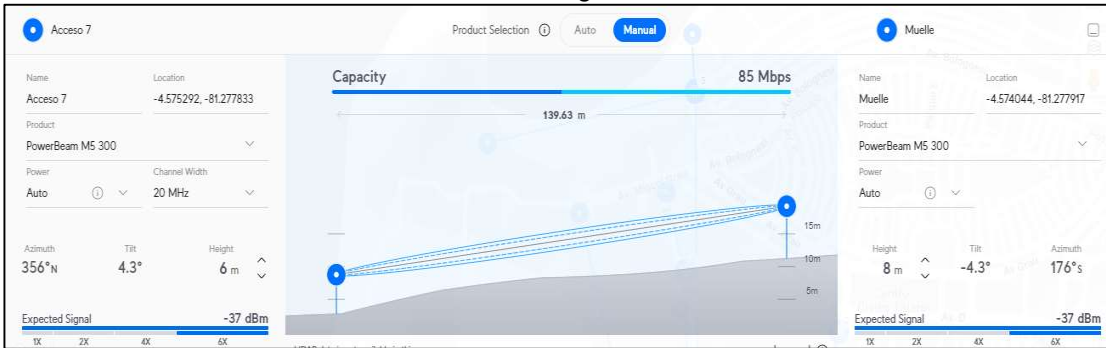


Figura 72

Simulación del enlace P07 – G0 en RadioMobile

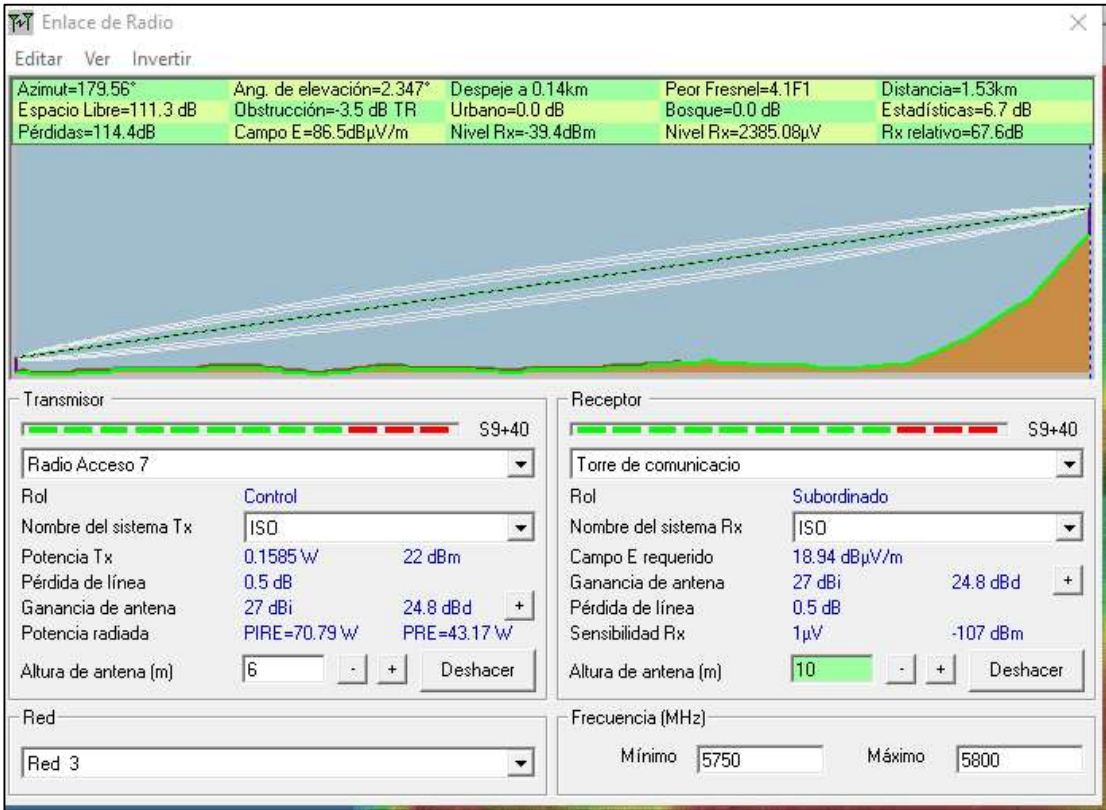


Figura 73

Simulación del enlace P07 – G0 en UISP Design Center

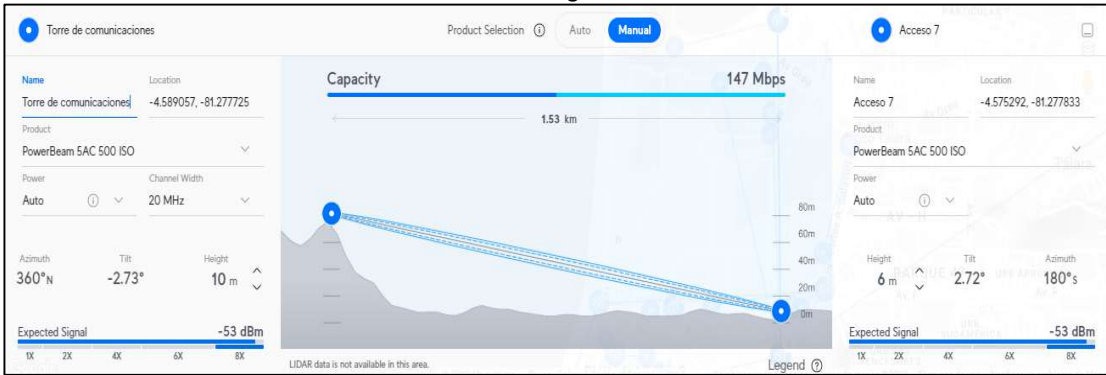


Figura 74

Simulación del enlace P30 – G0 en RadioMobile

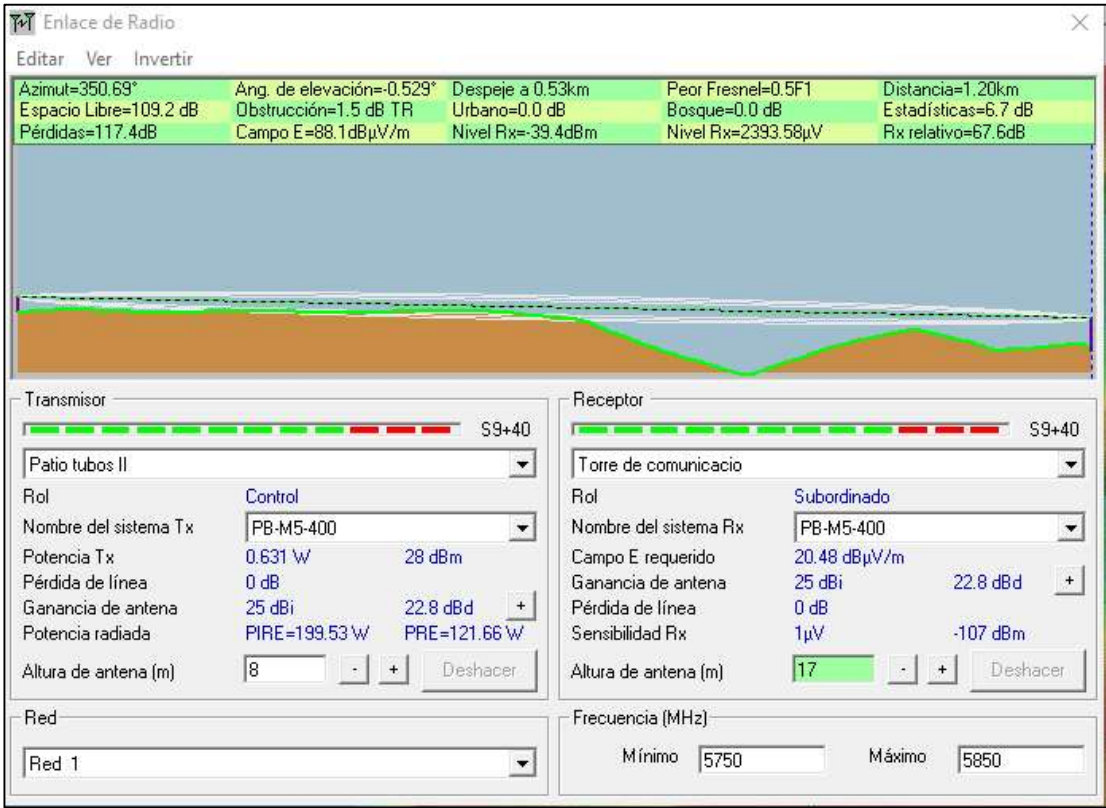


Figura 75

Simulación del enlace P30 – G0 en UISP Design Center





Figura 76

Simulación del enlace P18 – P19 en RadioMobile

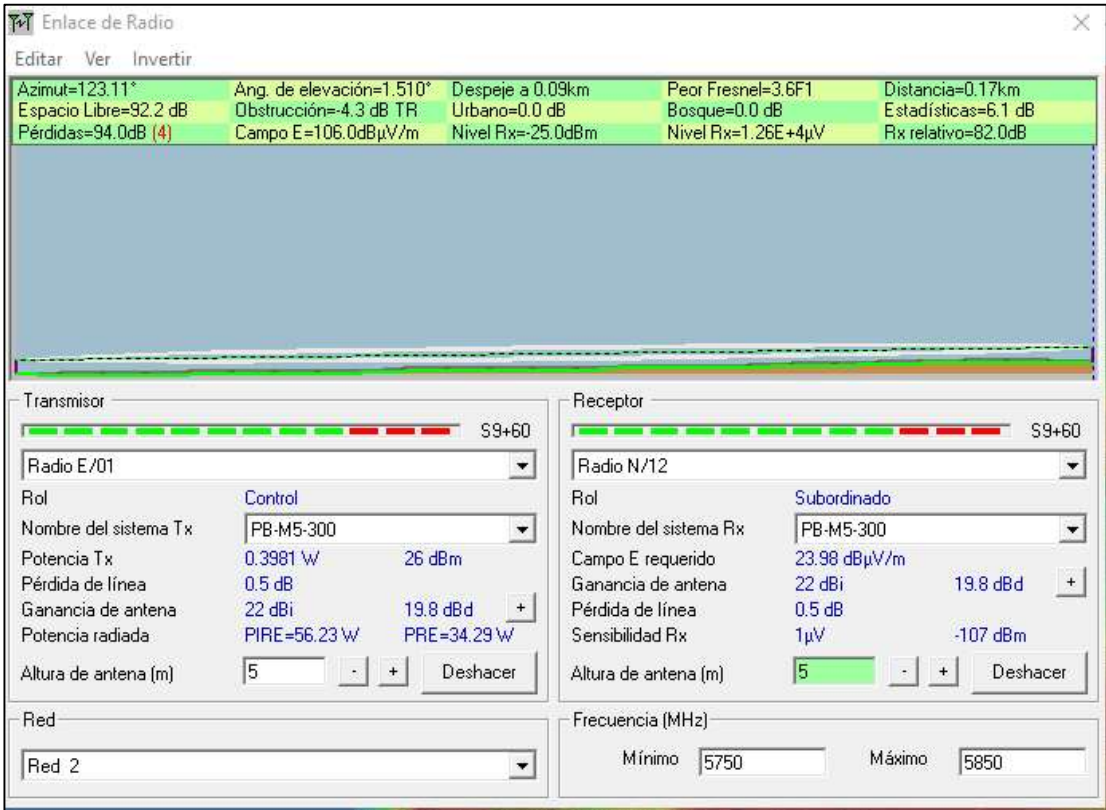


Figura 77

Simulación del enlace P18 – P19 en UISP Design Center



Figura 78

Simulación del enlace P19 – P20 en RadioMobile

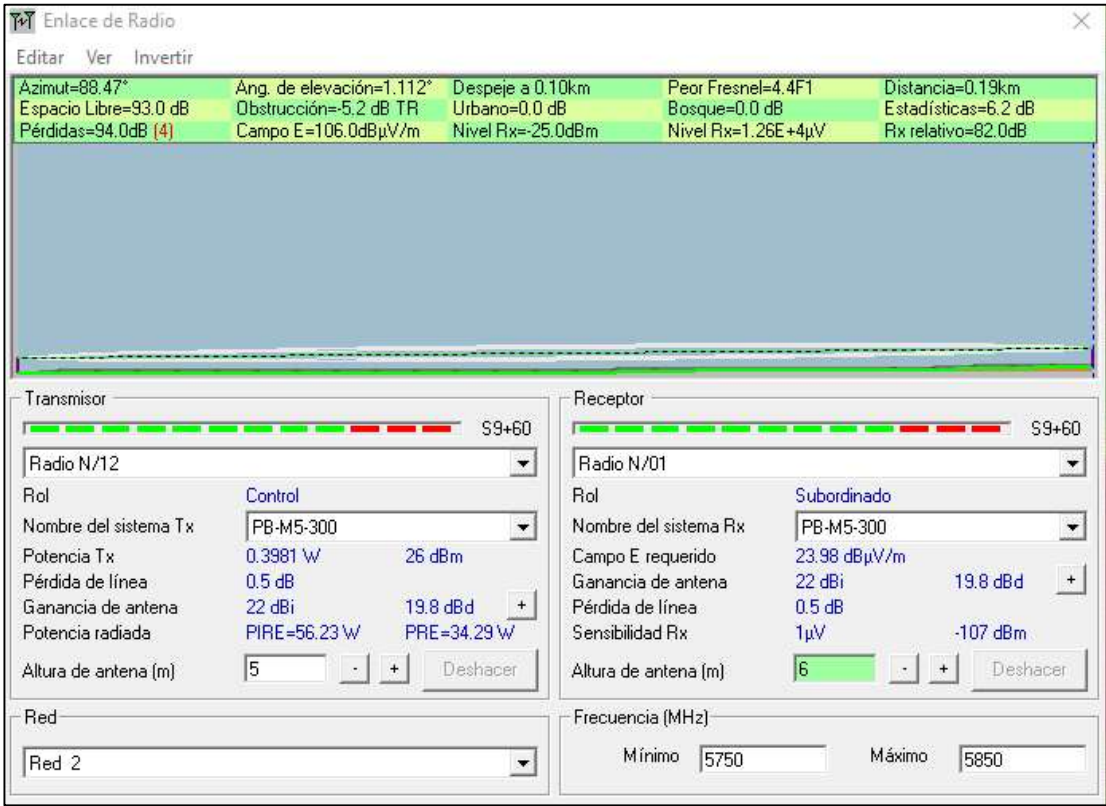


Figura 79

Simulación del enlace P19 – P20 en UISP Design Center



Figura 80

Simulación del enlace P20 – P21 en RadioMobile

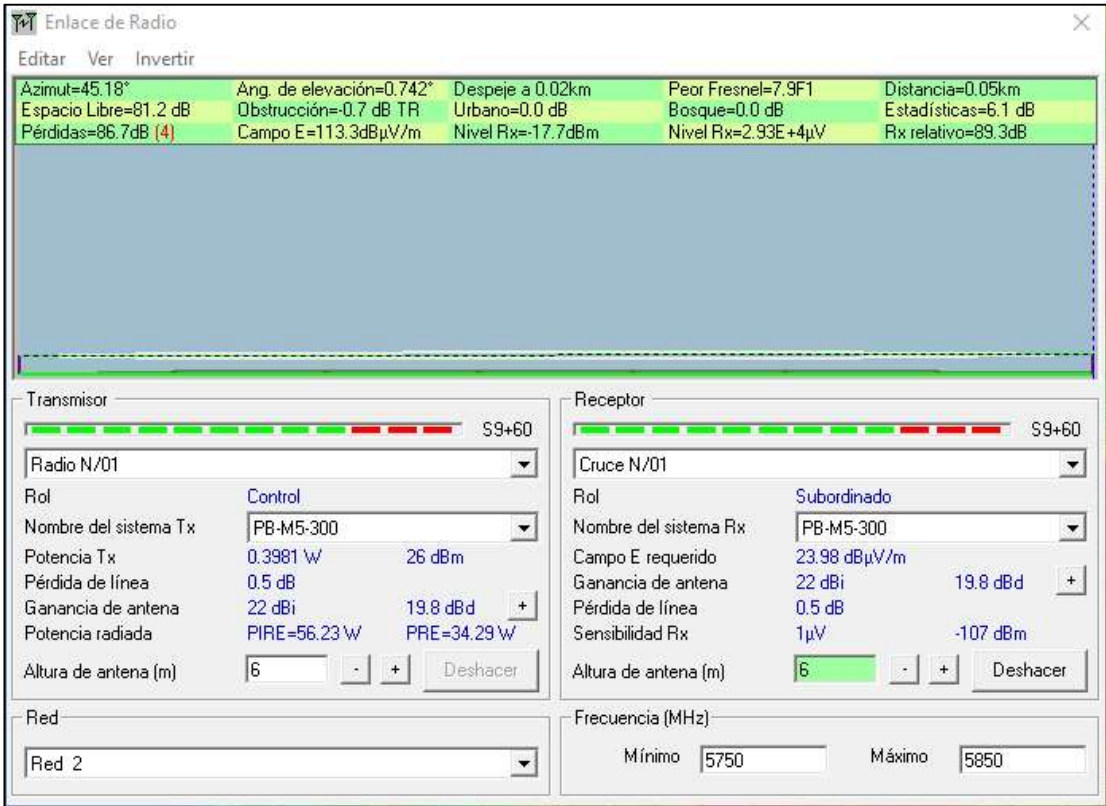


Figura 81

Simulación del enlace P20 – P21 en UISP Design Center

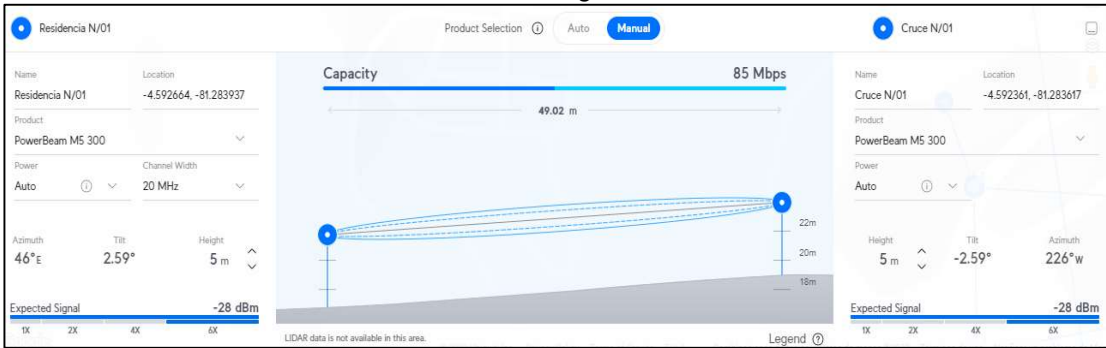




Figura 82

Simulación del enlace P23 – P22 en RadioMobile

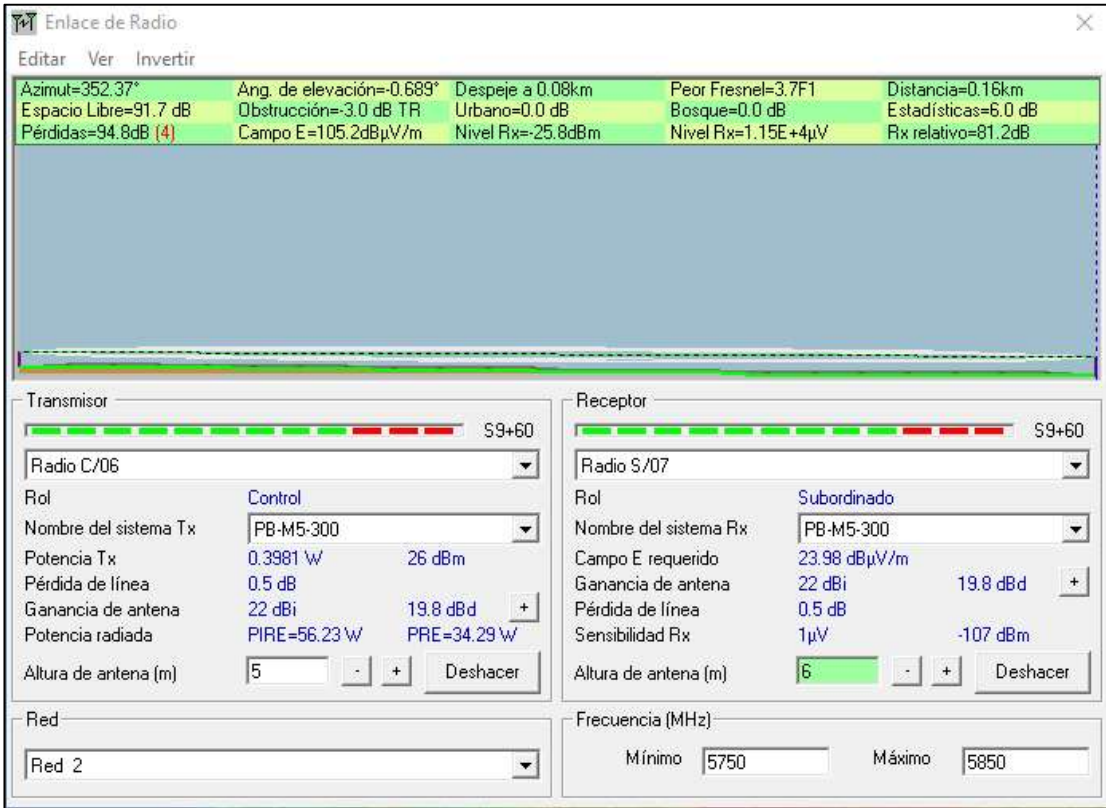


Figura 83

Simulación del enlace P23 – P22 en UISP Design Center

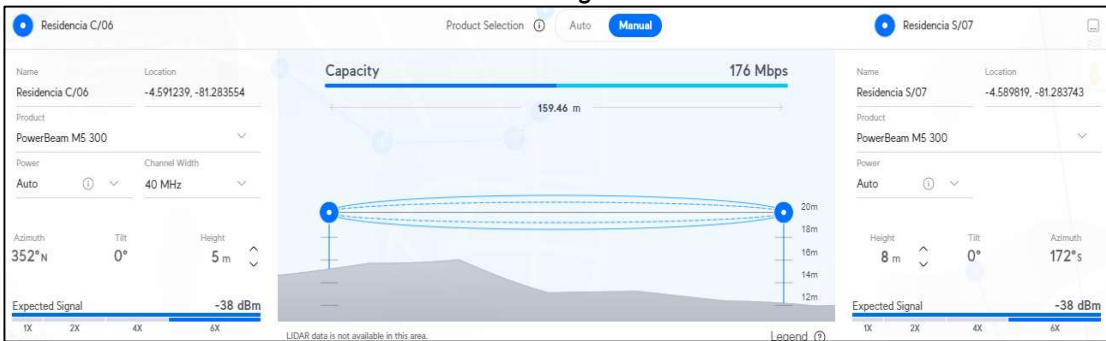


Figura 84

Simulación del enlace P25 – P17 en RadioMobile

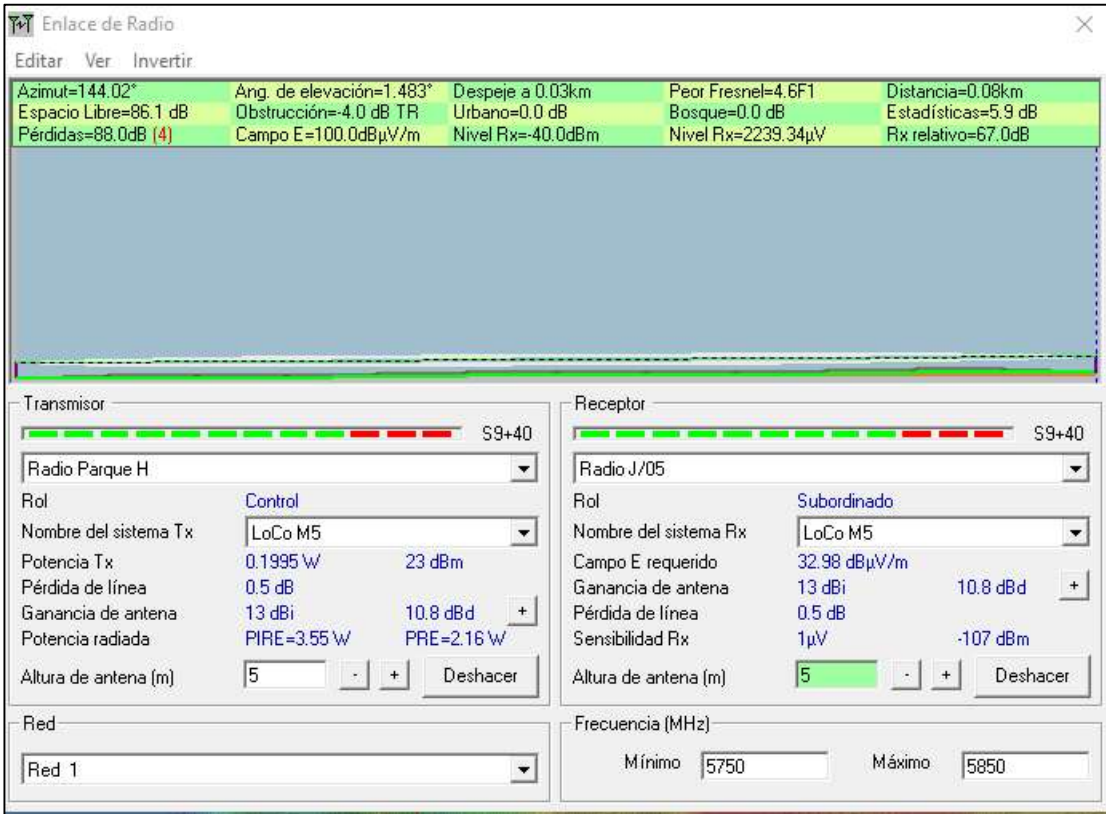
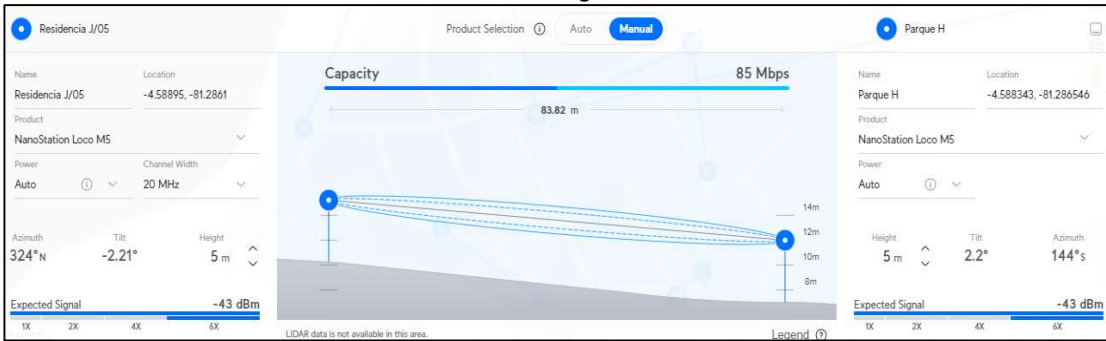


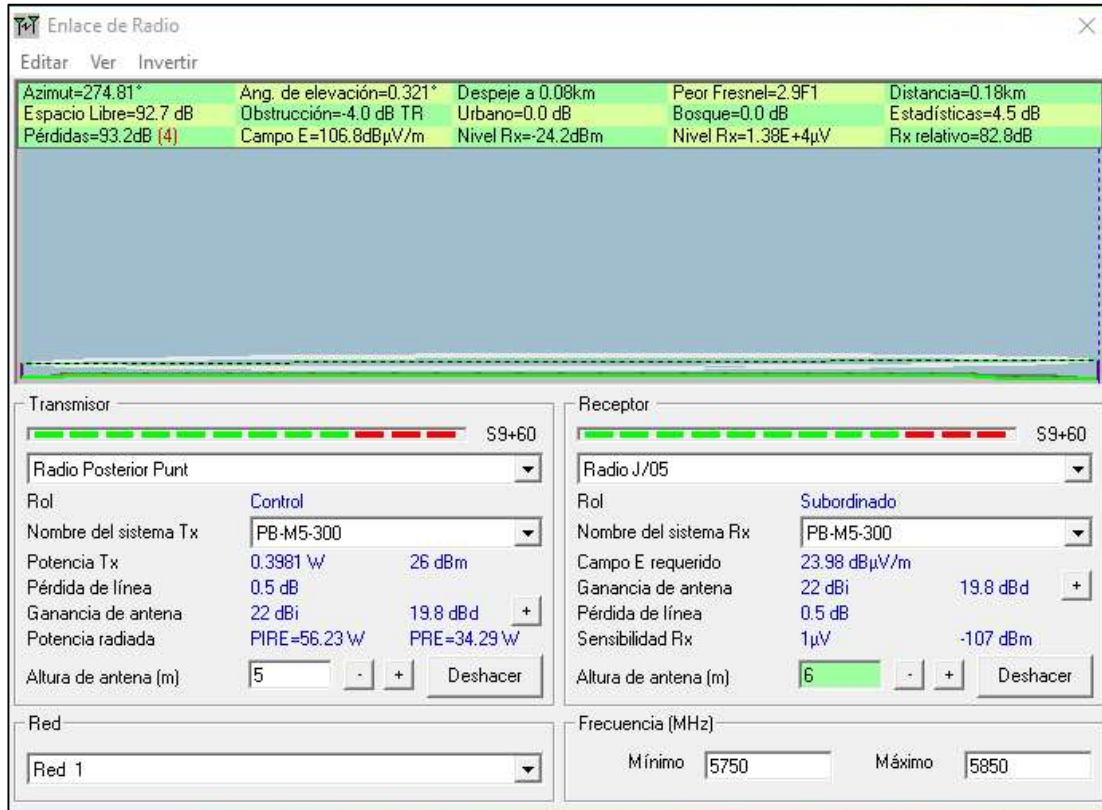
Figura 85

Simulación del enlace P25 – P17 en UISP Design Center



**Figura 86**

### Simulación del enlace P26 – P17 en RadioMobile



**Figura 87**

### Simulación del enlace P26 – P17 en UISP Design Center

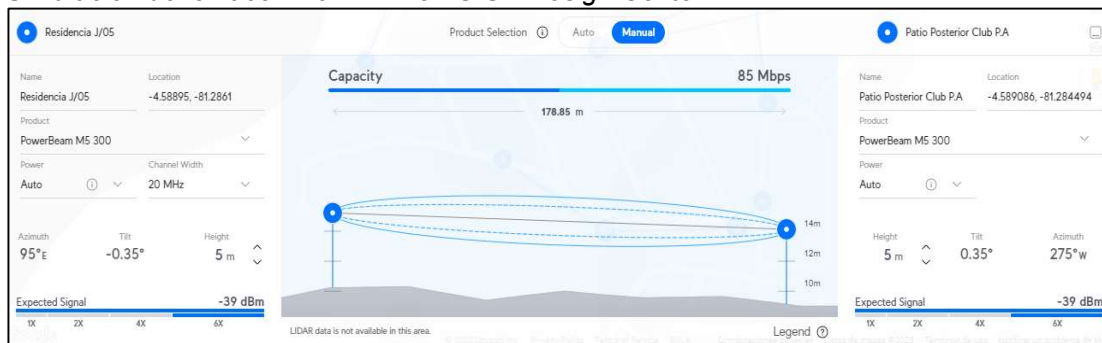


Figura 88

Simulación del enlace P17 – P13 en RadioMobile

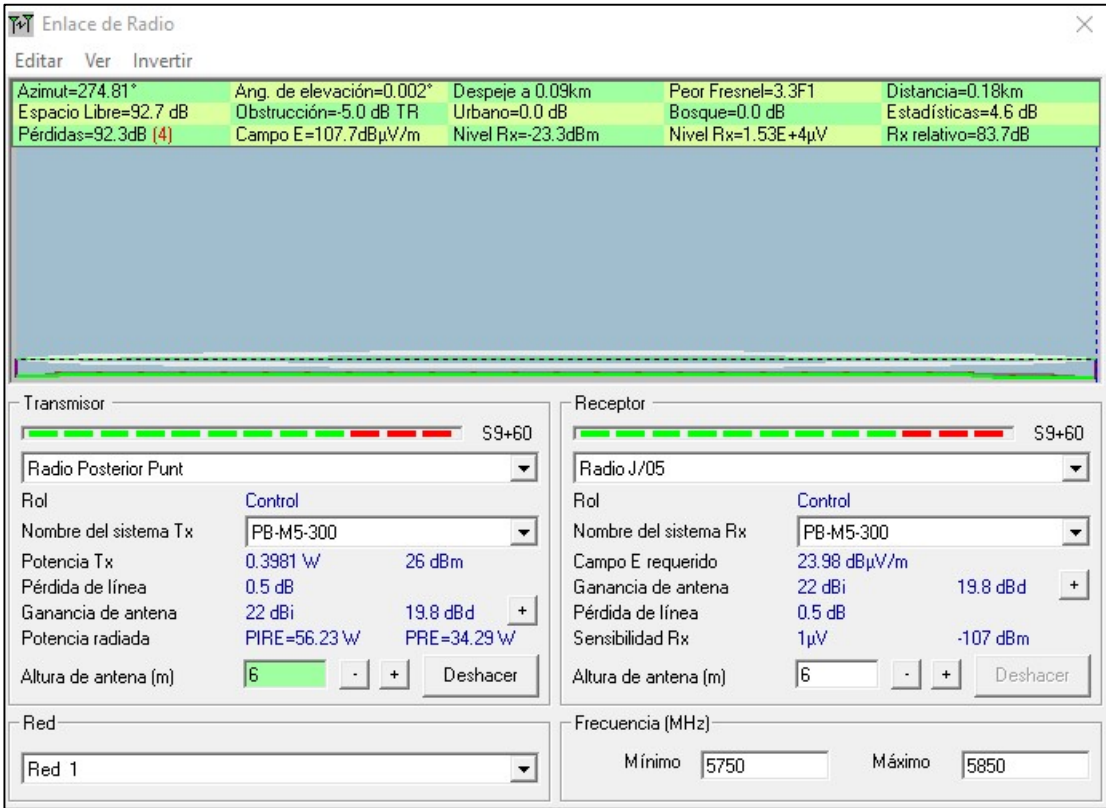


Figura 89

Simulación del enlace P17 – P13 en UISP Design Center

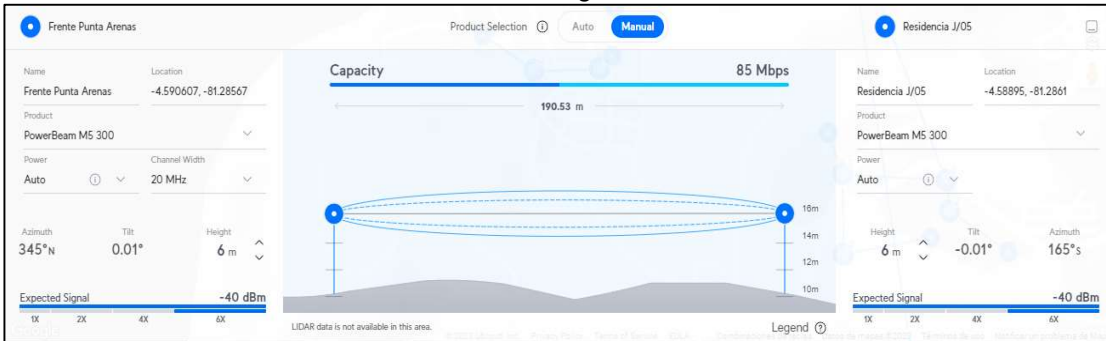


Figura 90

Simulación del enlace P13 – G0 en RadioMobile

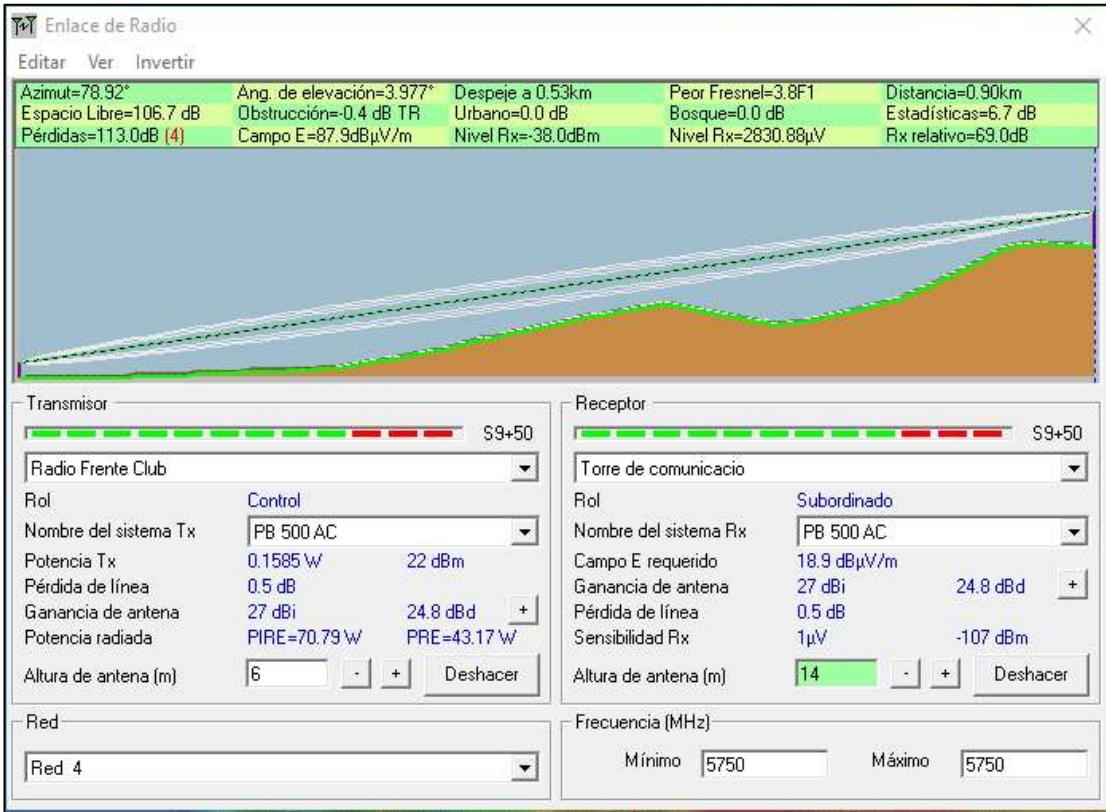


Figura 91

Simulación del enlace P13 – G0 en UISP Design Center





Figura 92

Simulación del enlace G0 – G1 en RadioMobile

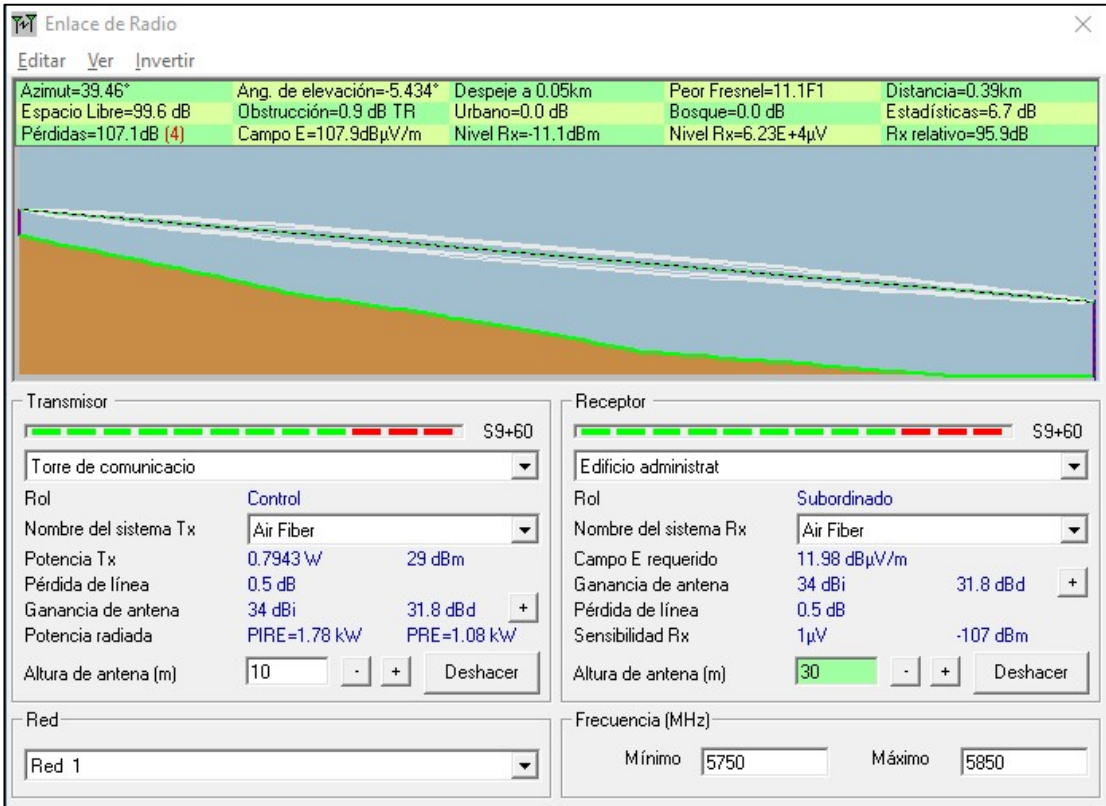
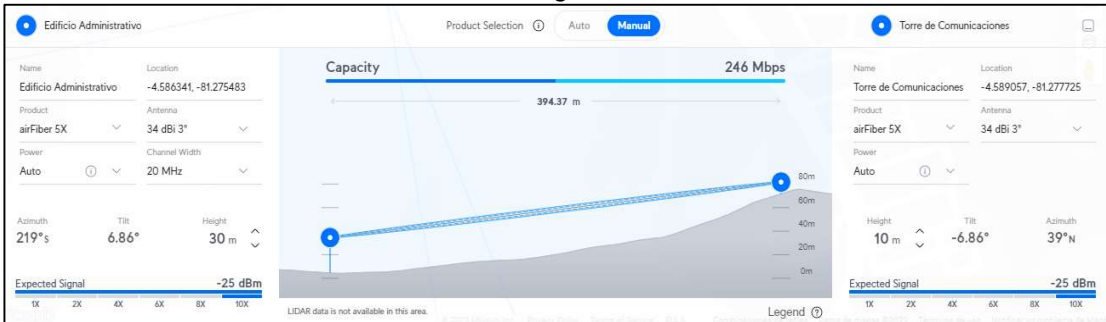


Figura 93

Simulación del enlace G0 – G1 en UISP Design Center



De la figura 26 hasta la figura 93, se afirma que sí es factible la realización de los enlaces de red, siendo los niveles de recepción aceptables para cada enlace.

La altura de la torre de comunicaciones calculada es la adecuada para que los radioenlaces primarios puedan superar los obstáculos que se encuentran en el trayecto; sin embargo, en la figura 52 se logra visualizar que la altura de las antenas no es la adecuada, ya que esta presenta pérdidas en la transmisión. Estos datos también se validaron en la instalación del sistema de radioenlace.

Para realizar la implementación de los enlaces, se utilizaron antenas con tecnología MIMO 2x2 para evitar reflexiones que ocasionen la degradación de la señal y por consecuencia, la pérdida de datos.

#### **3.5.16 Equipamiento de radioenlaces**

Para la selección de los equipos de radioenlace en las redes secundarias, como se observan en las simulaciones en el software UISP Design Center, se eligieron antenas de la marca Ubiquiti, en los modelos PB-M5-300 y LoCo M5.

Estos equipos poseen un rango de frecuencia de 5 a 6 GHz, se obtienen rendimientos de hasta 150 Mbps, proveen un espectro con una eficiencia alta, haciendo uso de una modulación QAM256. También, poseen un ancho de banda de hasta 40Mhz.

Estas soluciones poseen un alcance de hasta 20 km y el consumo de potencia es menor a los 6w.

En la tabla 16 se muestra la comparación de parámetros de las antenas escogidas.

**Tabla 16***Comparación de equipos de red secundaria*

<b>Antena</b>	<b>PB-M5-300</b>	<b>LoCo M5</b>
Potencia de salida	26	23
Antena	Seleccionable	Seleccionable
Banda de frecuencia	5 GHz	5 GHz
Consumo de potencia	6w	5.5w
Máxima capacidad	150 Mbps	150 Mbps
Alcance	20 km	10 km
Interfaz	10/100 Base Tx	10/100 Base Tx
Temperatura de operación	-40°C a 70°C	-30°C a 75°C
Ancho de banda	5/8/10/20/30/40 MHz	20/40 MHz

En la tabla 16, se observa que ambas antenas cumplen con los requerimientos necesarios para el dimensionamiento. También se puede observar que el rango de frecuencias es similar, la potencia de consumo de la PB-M5-300 es mayor por lo que este modelo se utilizaría para radioenlaces más largos.

Por la red en donde se envía la información, se consideró un máximo de 03 cámaras por par de antenas, ya que estas soportan anchos de banda de hasta de 150 Mbps, por lo que podrían transportar información de las mismas con mucha facilidad.

El material de las antenas se tomó en consideración para el dimensionamiento de la red inalámbrica, ya que la antena PB-M5-300 está hecha en su mayoría de metal, por lo que se utilizó este modelo más para ambientes exteriores, y la LoCo M5, que está hecha en su mayoría de plástico, se utilizó solo para ambientes interiores (residencia Punta Arenas).

Para la selección de equipos de radioenlace en redes primaria, se eligieron antenas también de la marca Ubiquiti, en los modelos PB-M5-400, PB-500-AC y Rocket M5.

Estos equipos también poseen un rango de frecuencia entre 5 a 6 GHz, la diferencia es que estos obtienen rendimientos de hasta 450 Mbps y anchos de banda de hasta 80 MHz, lo que los hace ideal para transportar información para una mayor cantidad de cámaras. Estas antenas también poseen una potencia de salida de hasta 27 DBm.

En la tabla 17 se muestra la comparación de parámetros de las antenas escogidas.



**Tabla 17*****Comparación de equipos de red primaria***

<b>Antena</b>	<b>PB-M5-400</b>	<b>PB-500-AC</b>	<b>Rocket M5</b>
Potencia de salida	26	24	27
Antena	Seleccionable	Seleccionable	Seleccionable
Banda de frecuencia	5 GHz	5 GHz	5 GHz
Consumo de potencia	8w	8.5w	8w
Máxima capacidad	150 Mbps	450 Mbps	150 Mbps
Alcance	25 km	20 km	50 km
Interfaz	10/100/1000	10/100/1000	10/100
Temperatura de operación	-40°C a 70°C	-40°C a 70°C	-30°C a 75°C
Ancho de banda	5/8/10/20/30/40 MHz	10/20/30/40/50/60/80 MHz	5/8/10/20/30/40 MHz

En la tabla 17, se visualiza que la antena PB-500-AC tiene mayor capacidad de transmisión de datos (450 Mbps), por lo que esta se instaló en lugares donde la distancia de transmisión es mayor. En cambio, para lugares donde la distancia de transmisión es más larga, se utilizó la antena Rocket M5 (ejemplo: Aeropuerto), ya que esta posee una potencia de salida mayor a las demás.

Para las demás ubicaciones, se utilizó la antena PB-M5-400.

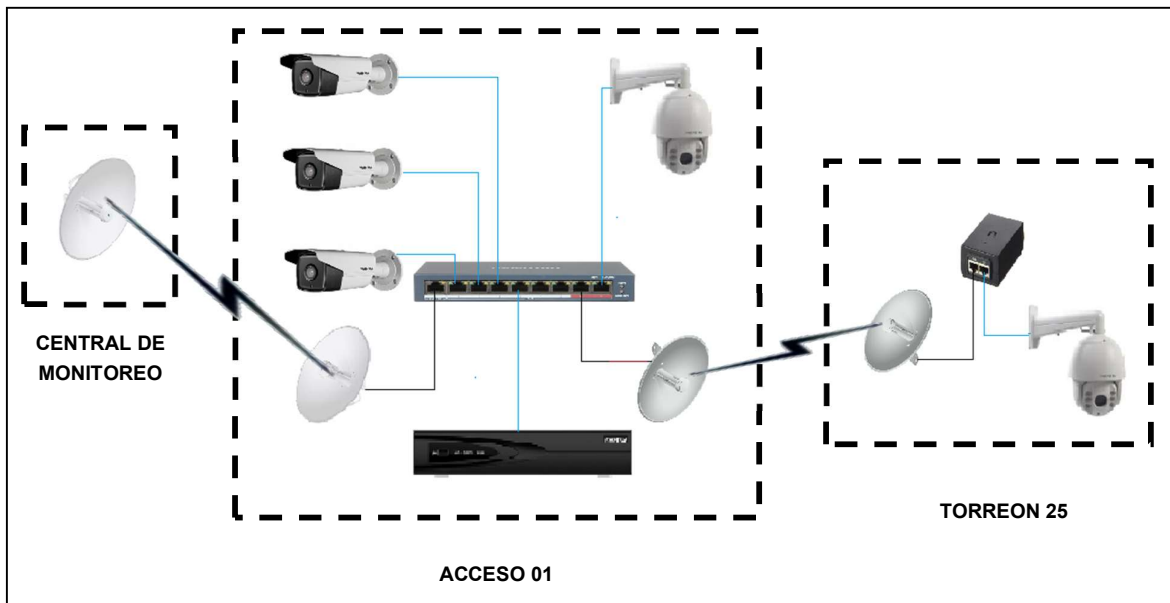
Los materiales de las antenas PB-M5-400, PB-500-AC y Rocket M5 están hechos en su mayoría de metal, por lo que su uso está más diseñado para instalarse en exteriores.

**3.5.17 Diagrama de conexiones de los radioenlaces**

Los diagramas de conexiones de los radioenlaces primarios y secundarios se visualizan desde la figura 94 hasta la 115, considerando los equipos en mención de las tablas 16 y 17.

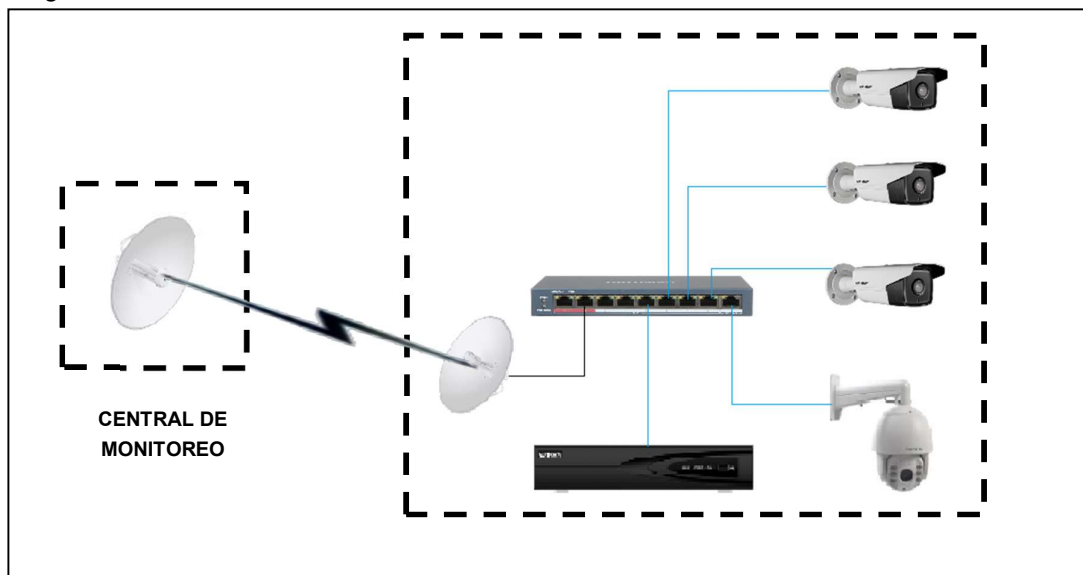
**Figura 94**

*Diagrama de conexión de acceso 01 y torreón 25*



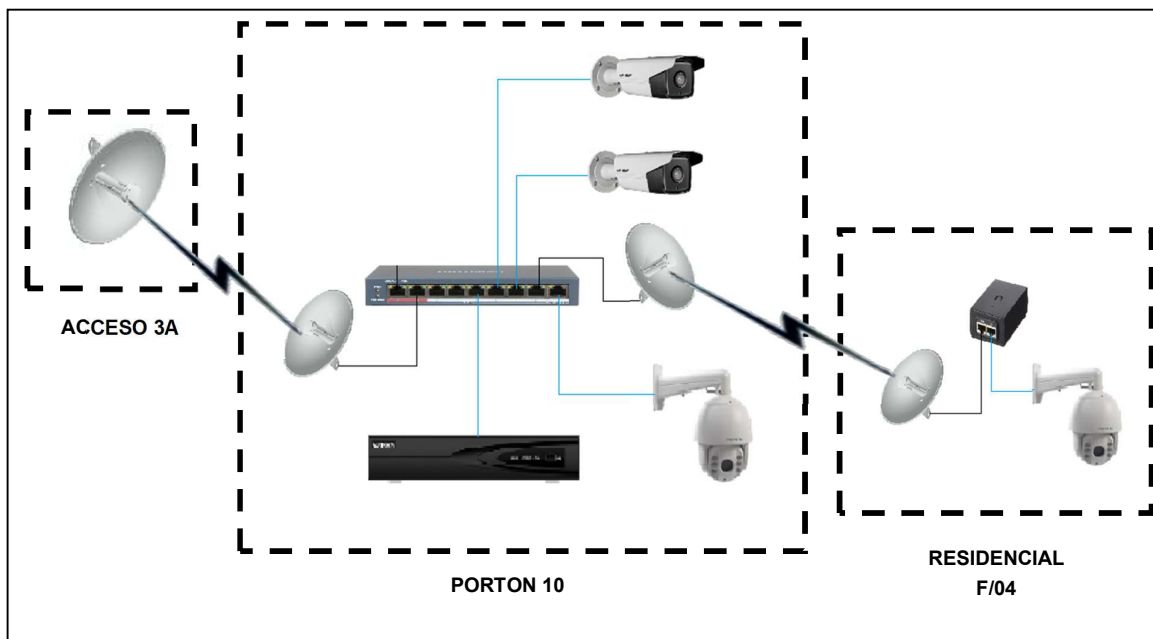
**Figura 95**

*Diagrama de conexión de acceso 2B*



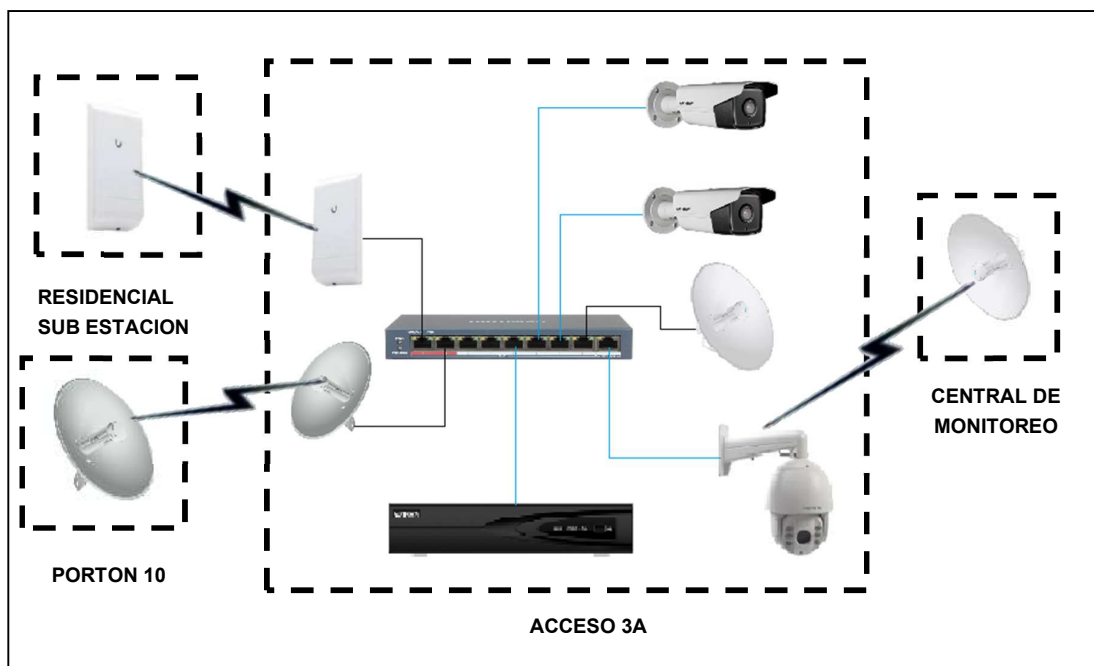
**Figura 96**

*Diagrama de conexión de portón 10*



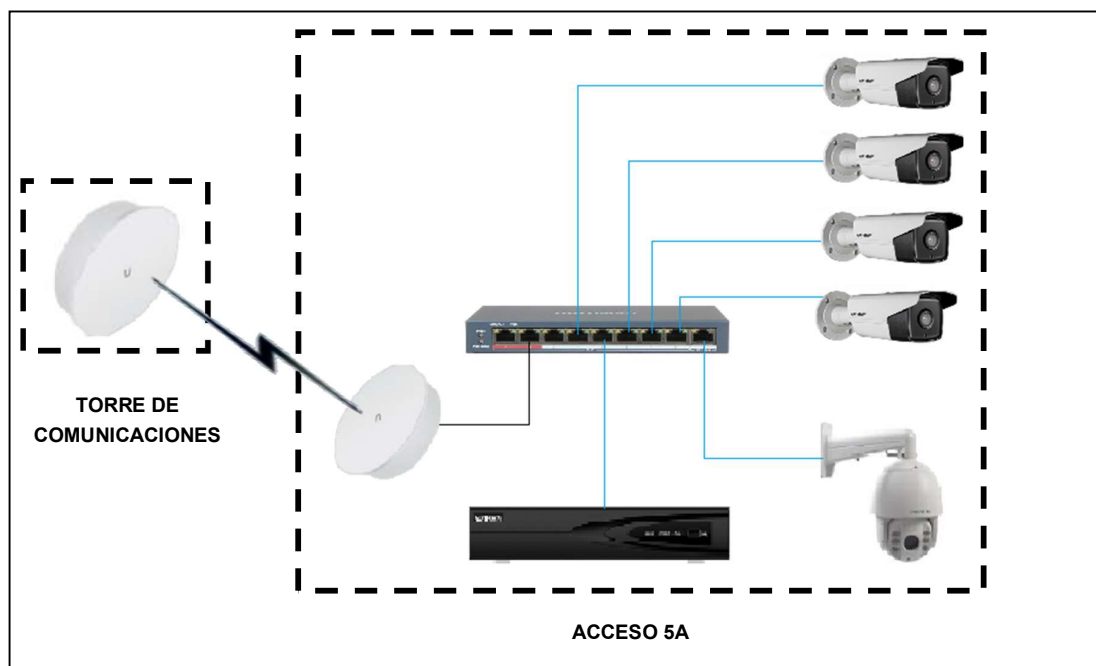
**Figura 97**

*Diagrama de conexión de acceso 3A*



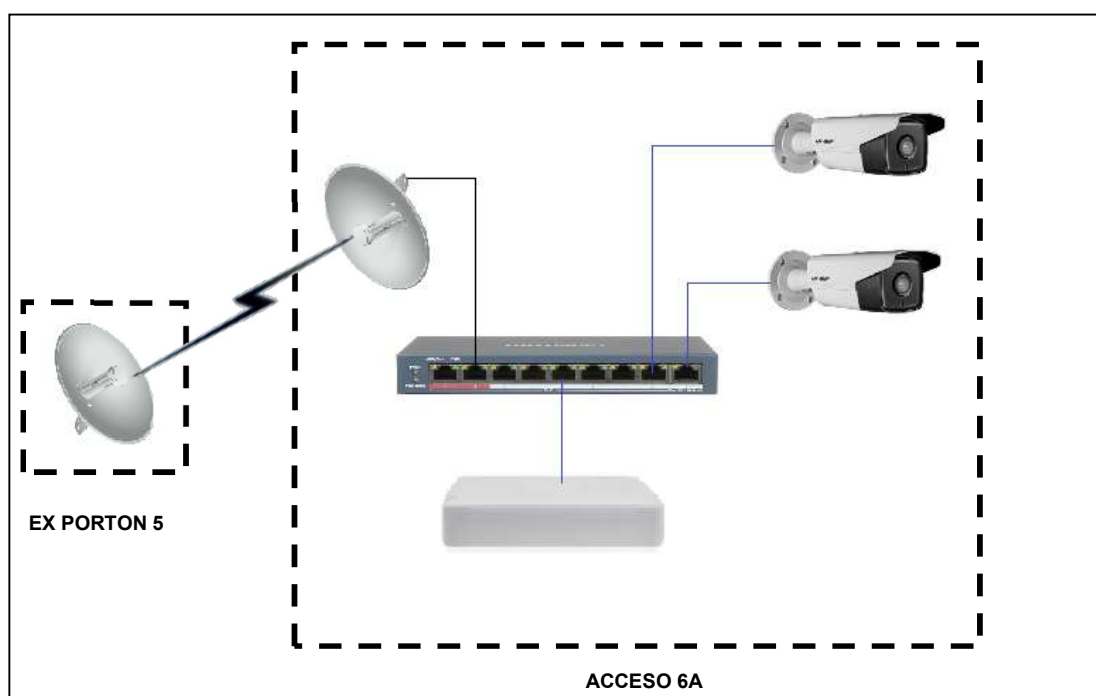
**Figura 98**

*Diagrama de conexión de acceso 5A*



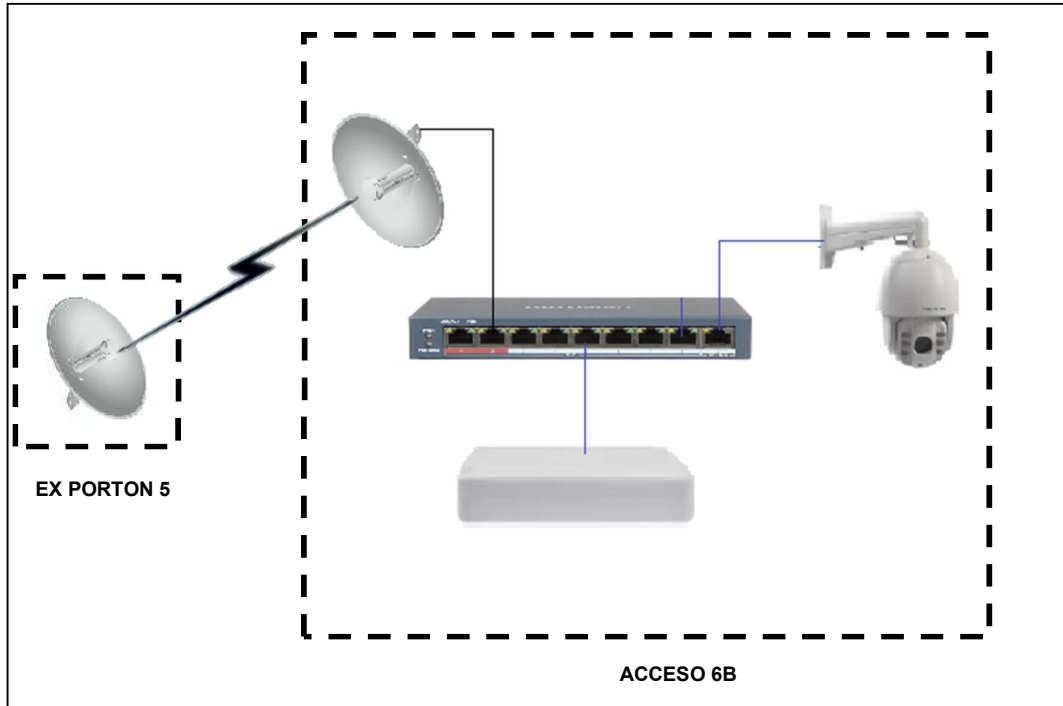
**Figura 99**

*Diagrama de conexión de acceso 6A*



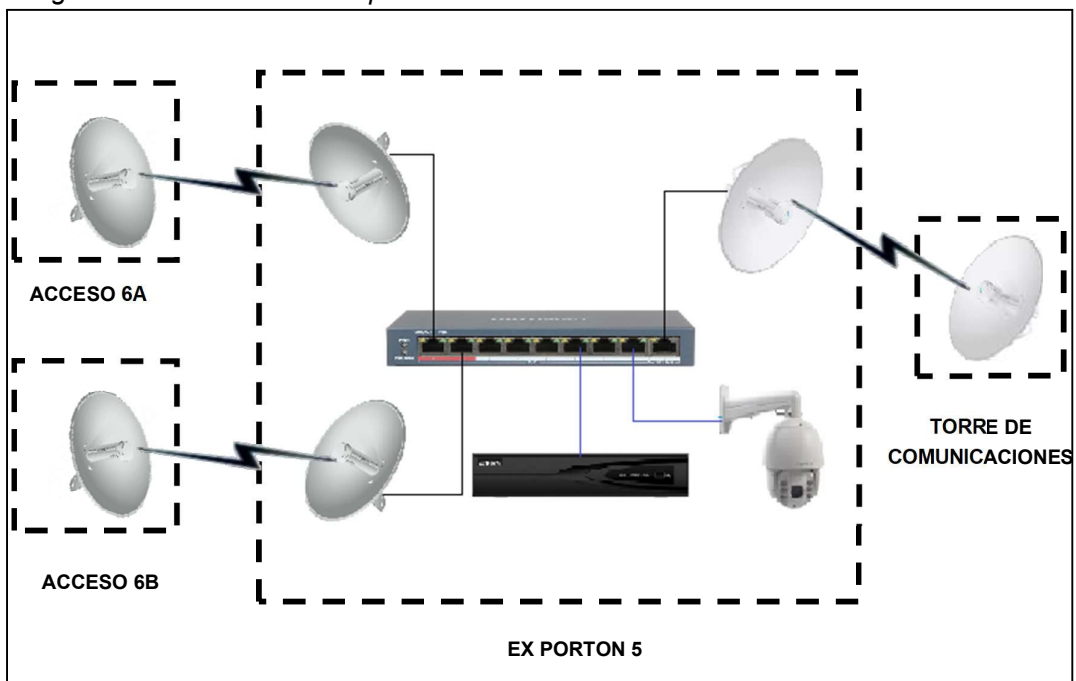
**Figura 100**

*Diagrama de conexión de acceso 6B*



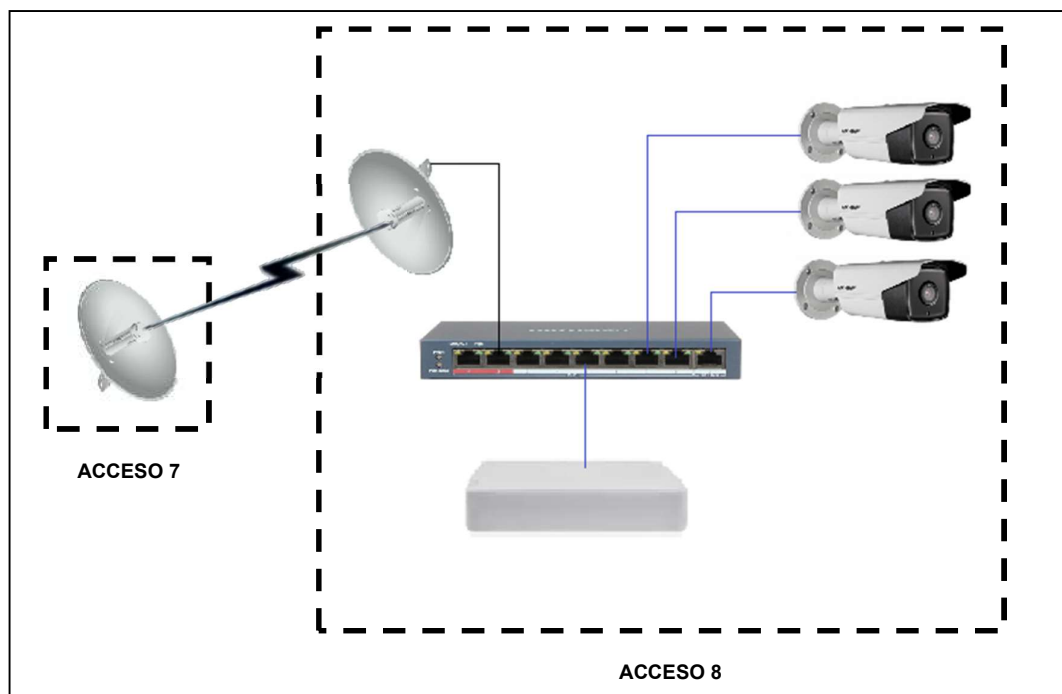
**Figura 101**

*Diagrama de conexión de ex portón 5*



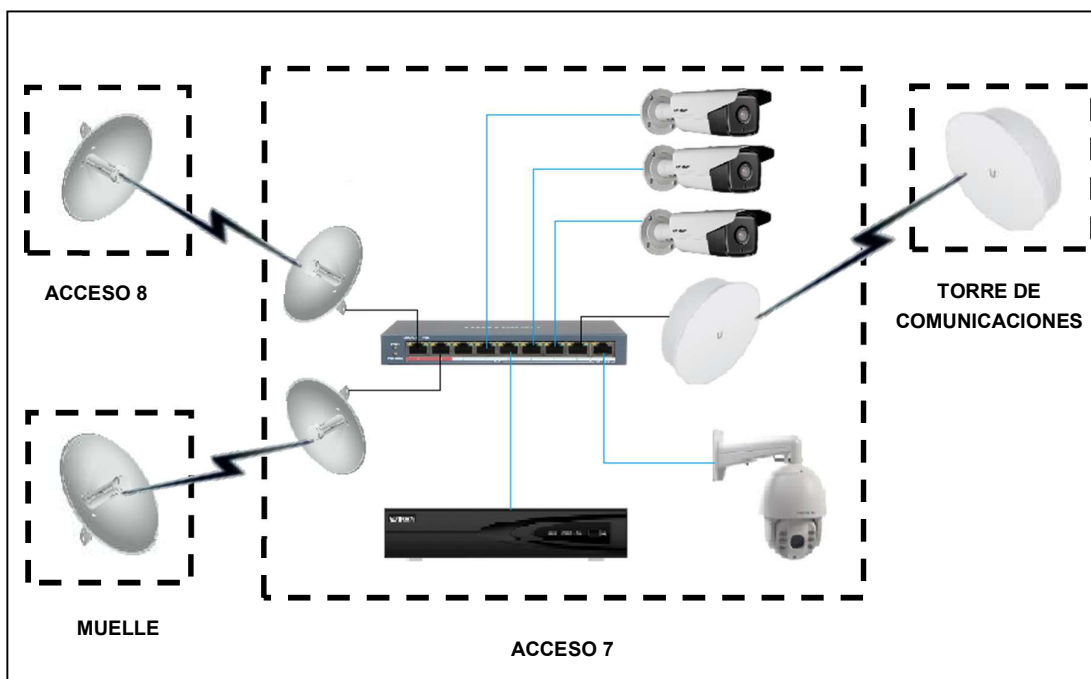
**Figura 102**

*Diagrama de conexión de acceso 8*



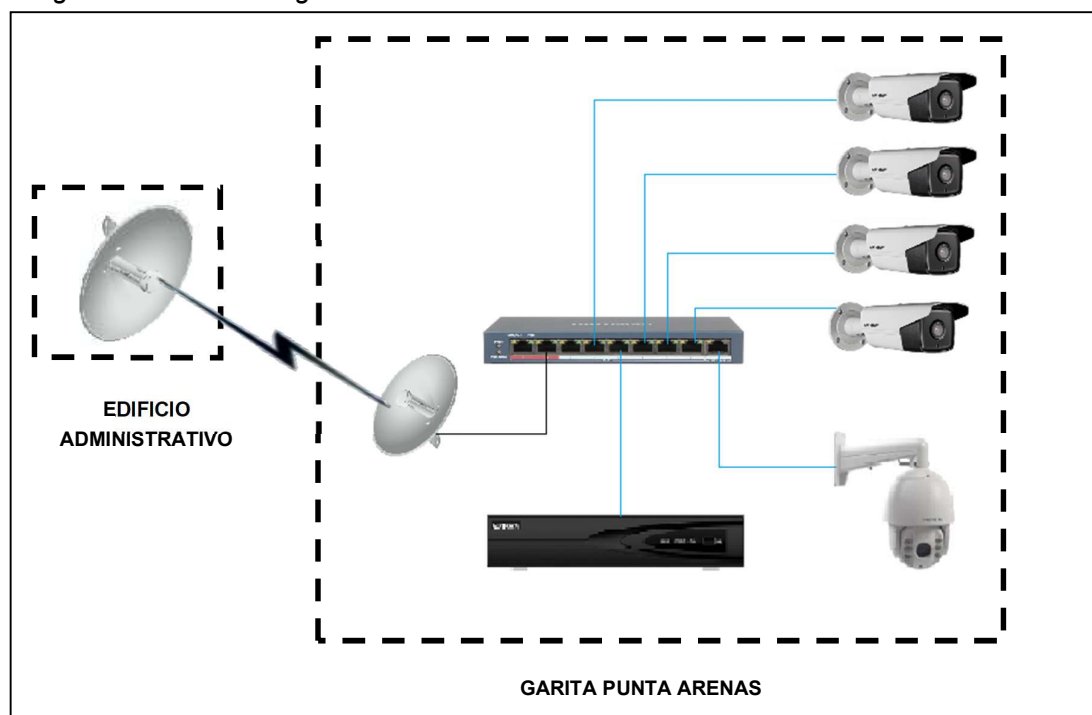
**Figura 103**

*Diagrama de conexión de acceso 7*



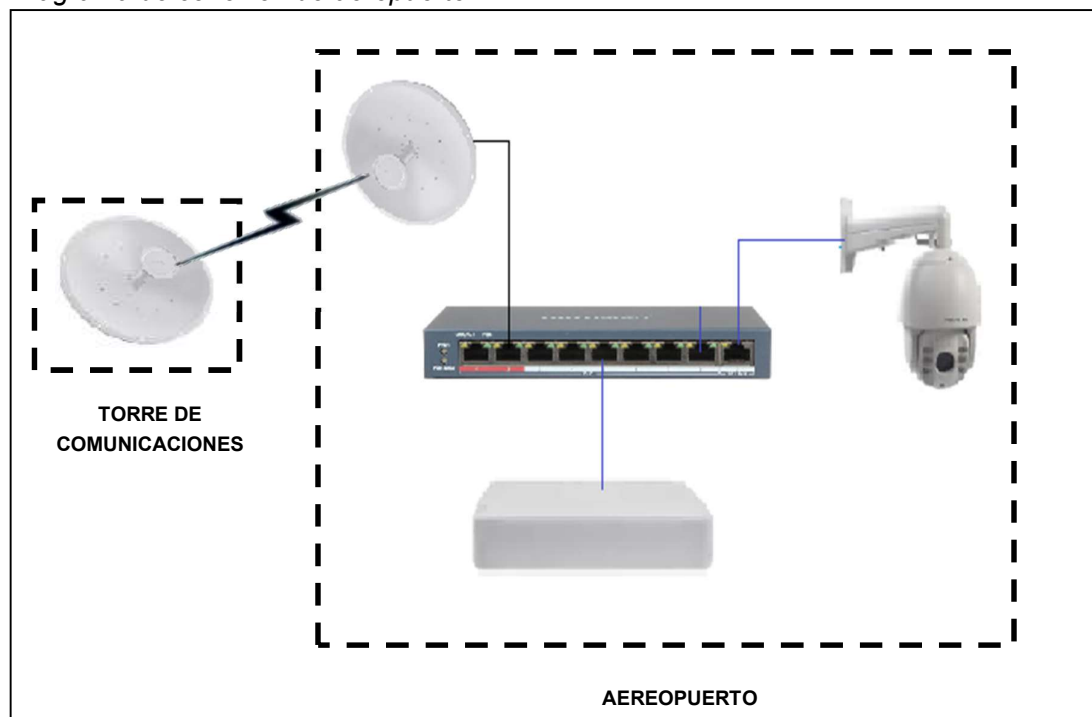
**Figura 104**

*Diagrama de conexión garita Punta Arenas*



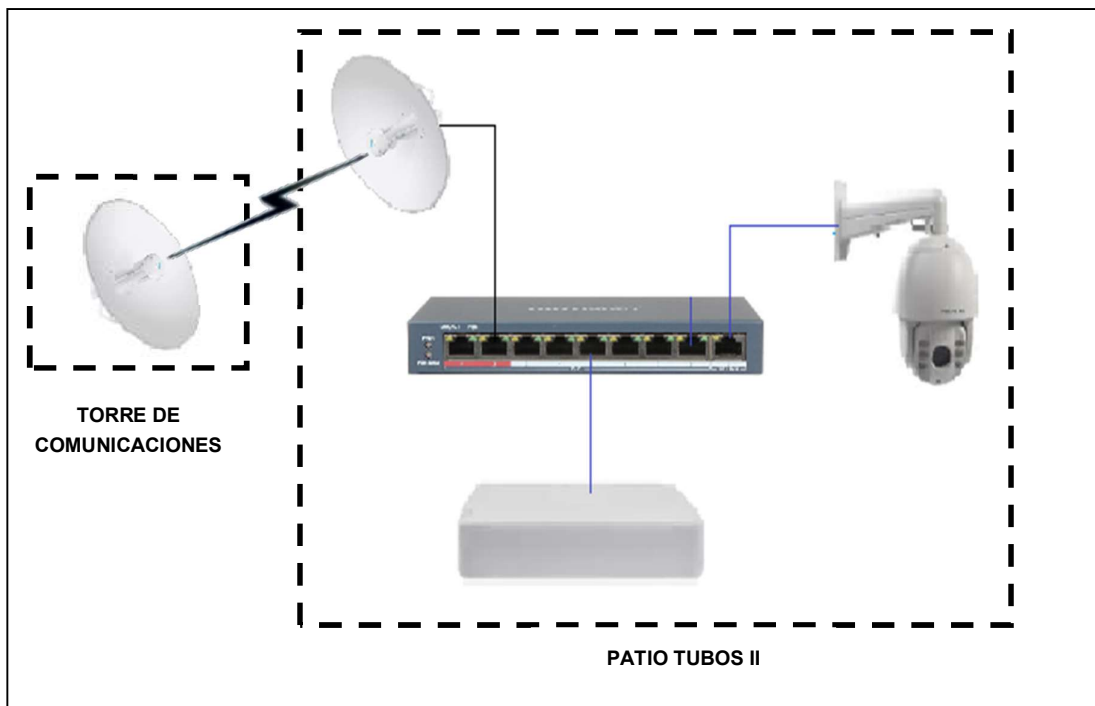
**Figura 105**

*Diagrama de conexión de aeropuerto*



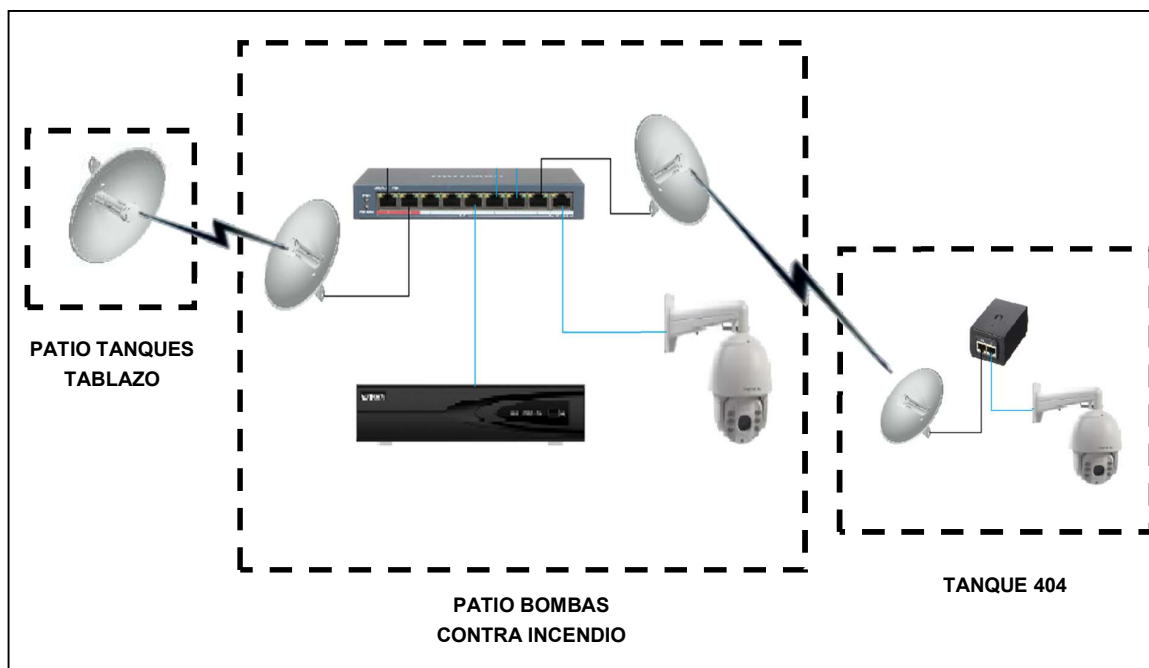
**Figura 106**

*Diagrama de conexión de patio tubos II*



**Figura 107**

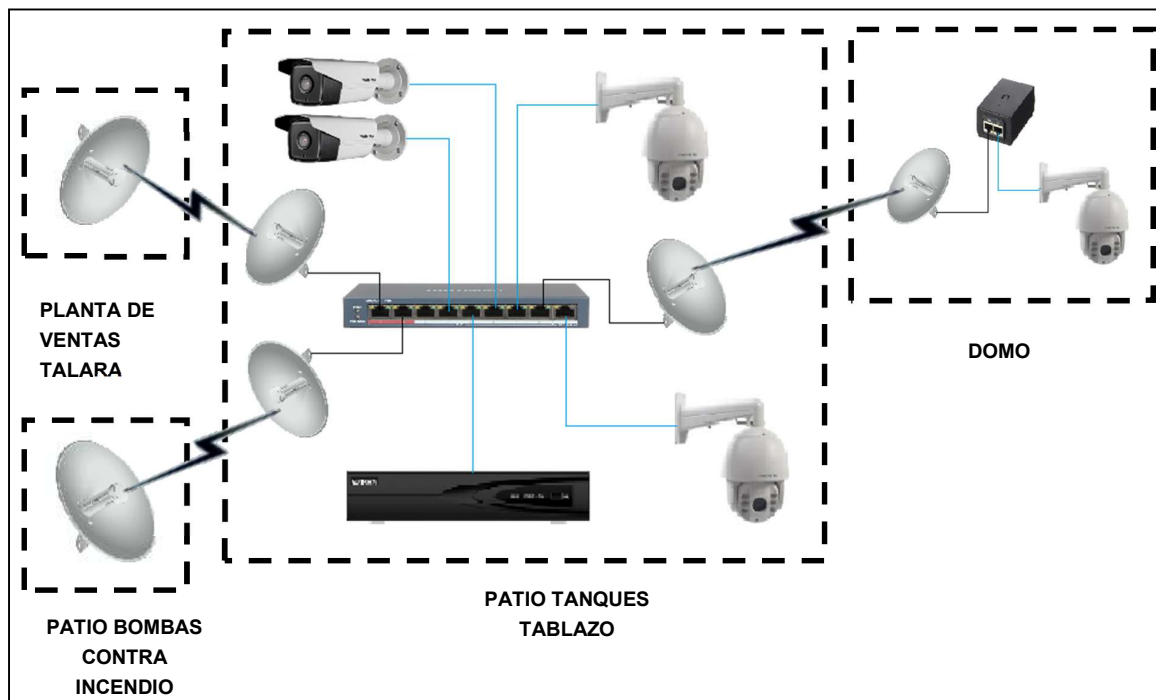
*Diagrama de conexión de patio bombas contra incendio*





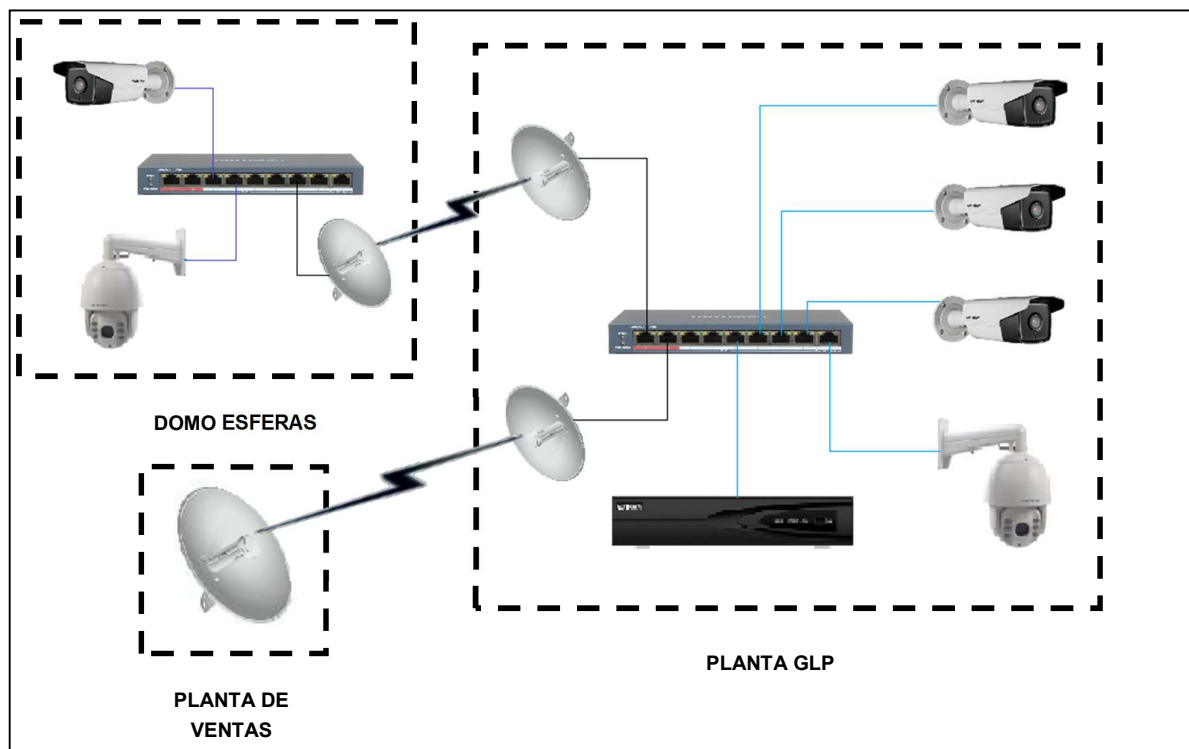
**Figura 108**

*Diagrama de conexión de patio tanques Tablazo*



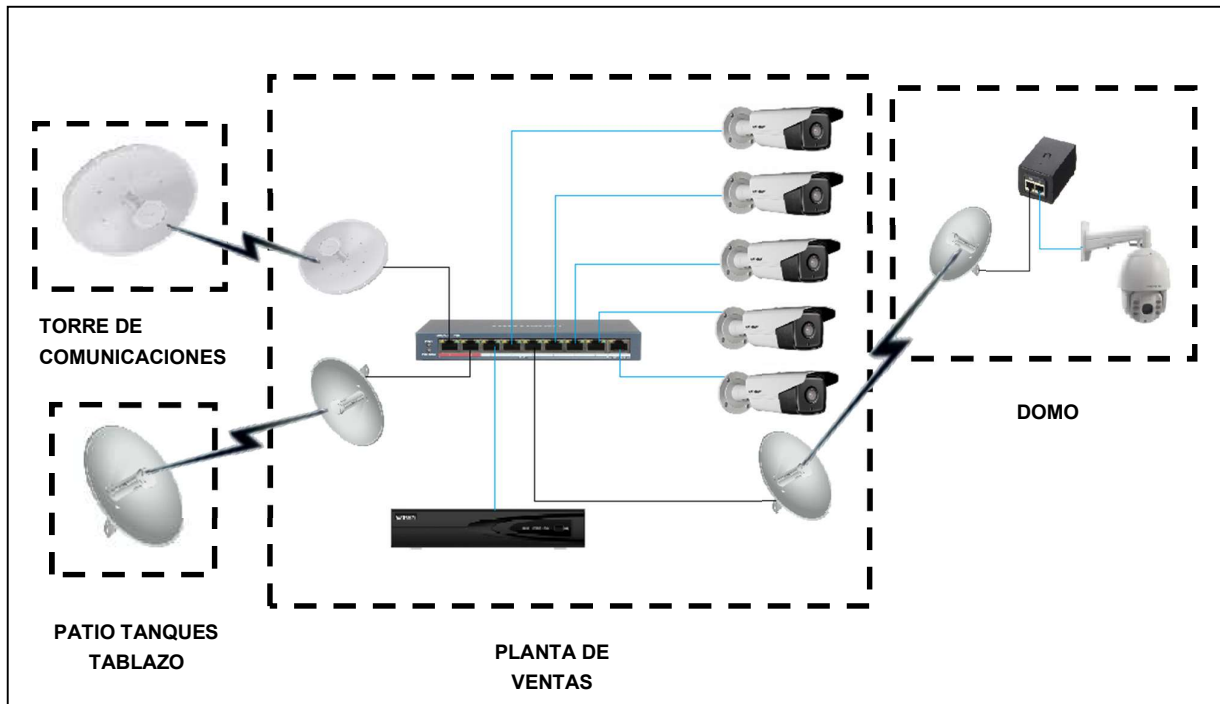
**Figura 109**

*Diagrama de conexión de planta GLP*



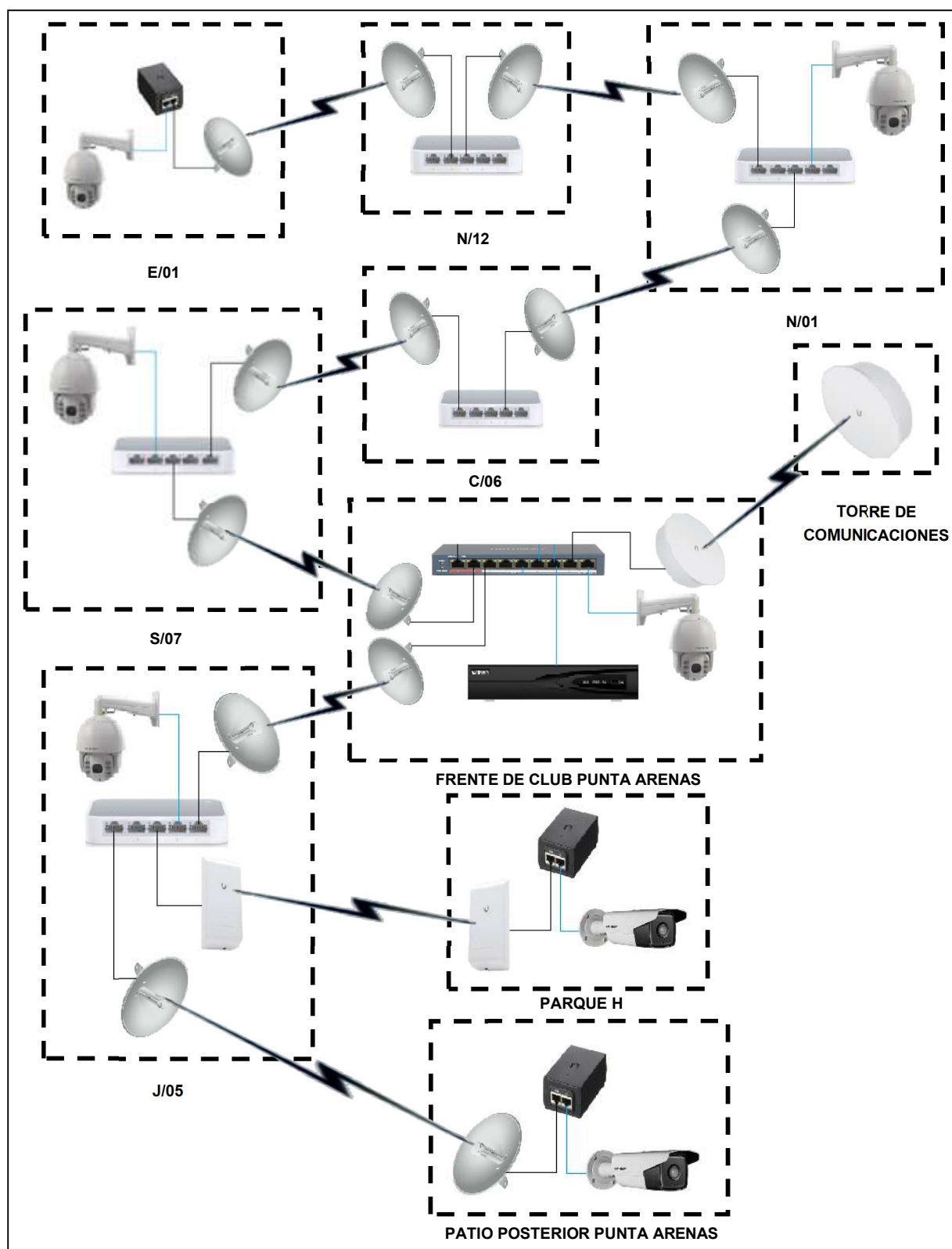
**Figura 110**

*Diagrama de conexión de Planta De Ventas*



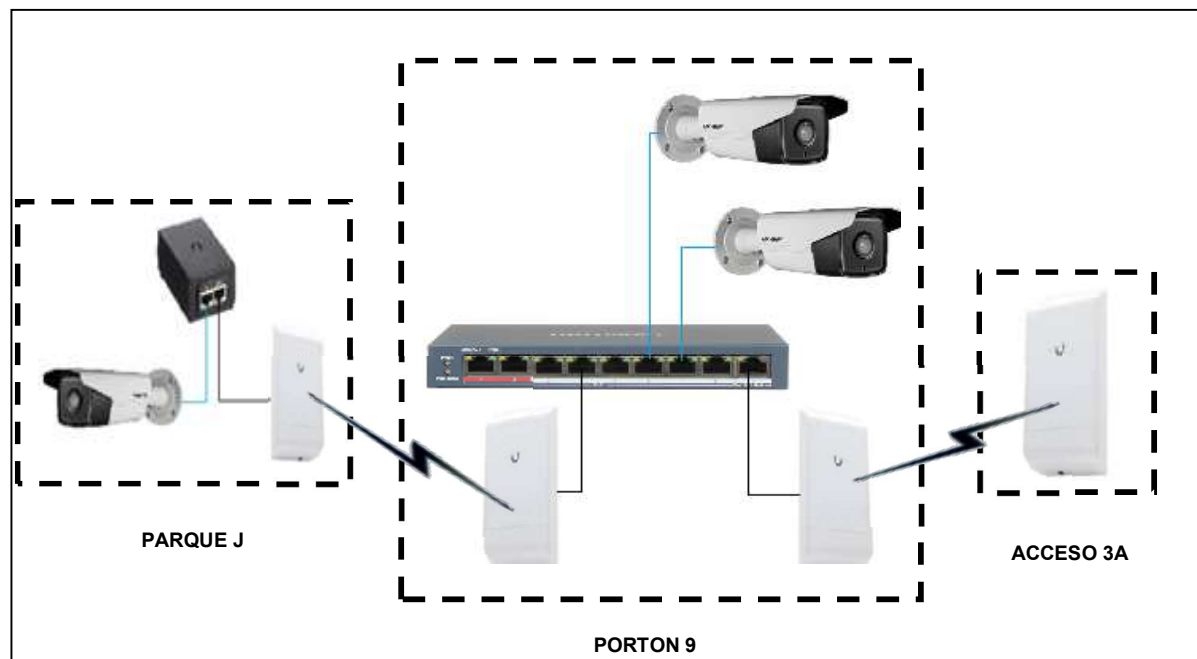
**Figura 111**

*Diagrama de conexión de residencia Punta Arenas Lado A*



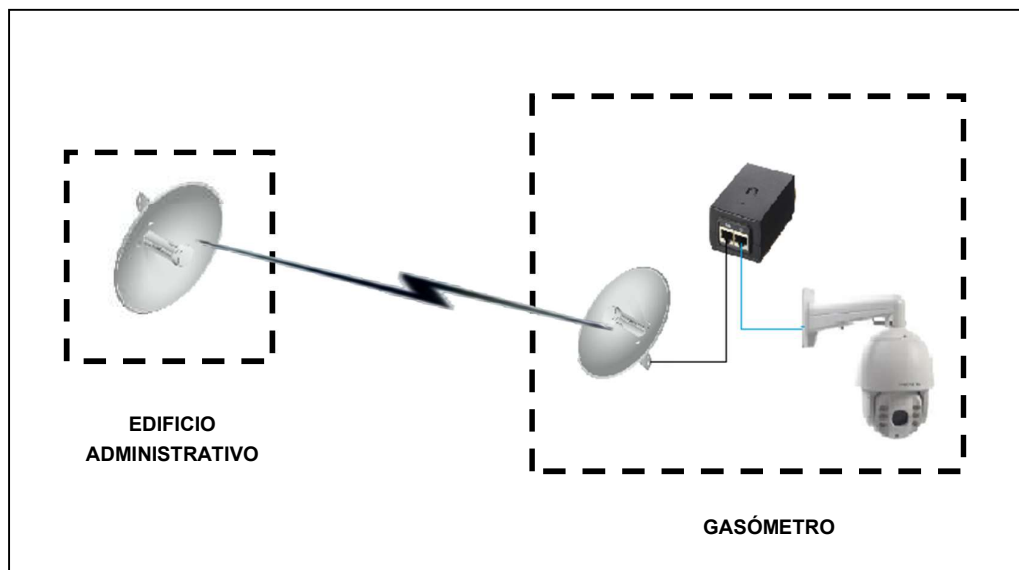
**Figura 112**

*Diagrama de conexión de residencia Punta Arenas Lado B*



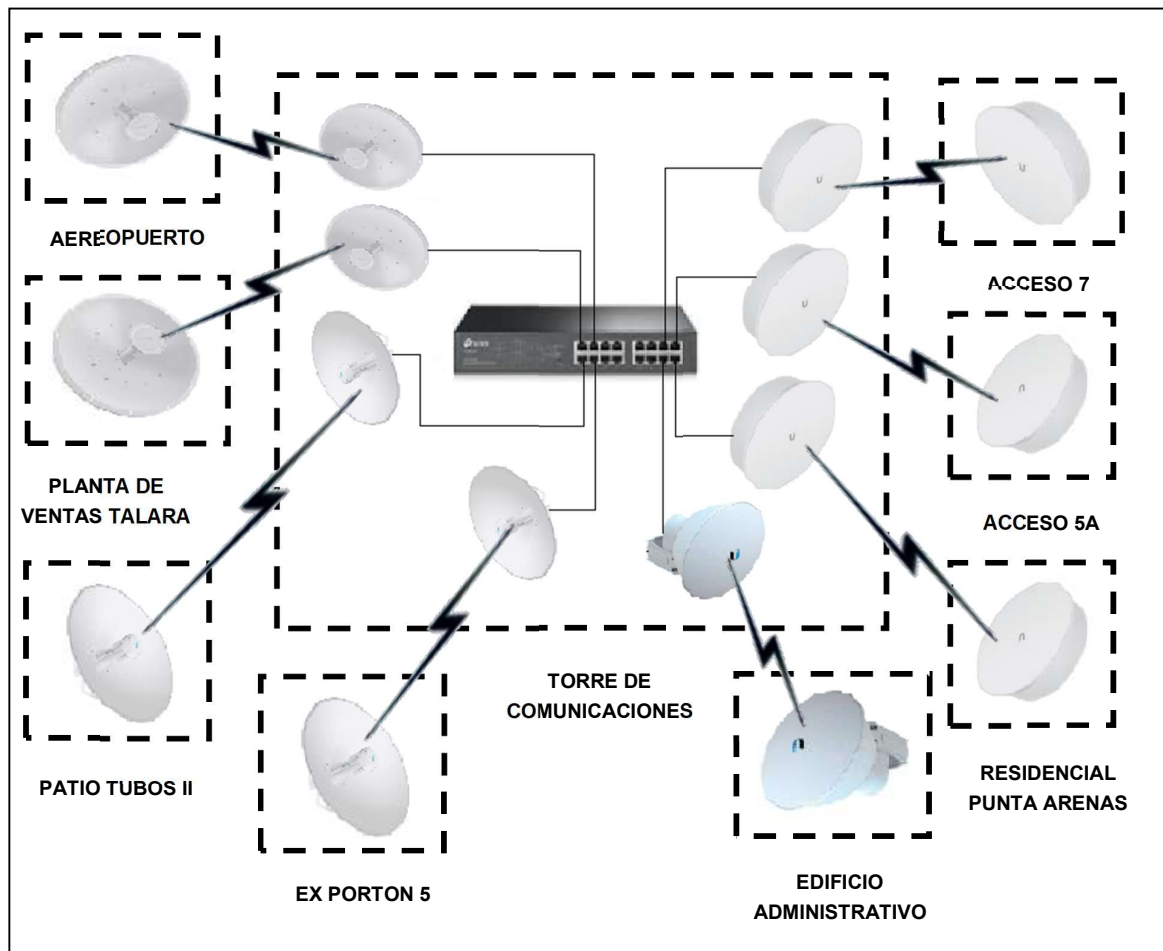
**Figura 113**

*Diagrama de conexión de residencia Punta Arenas*



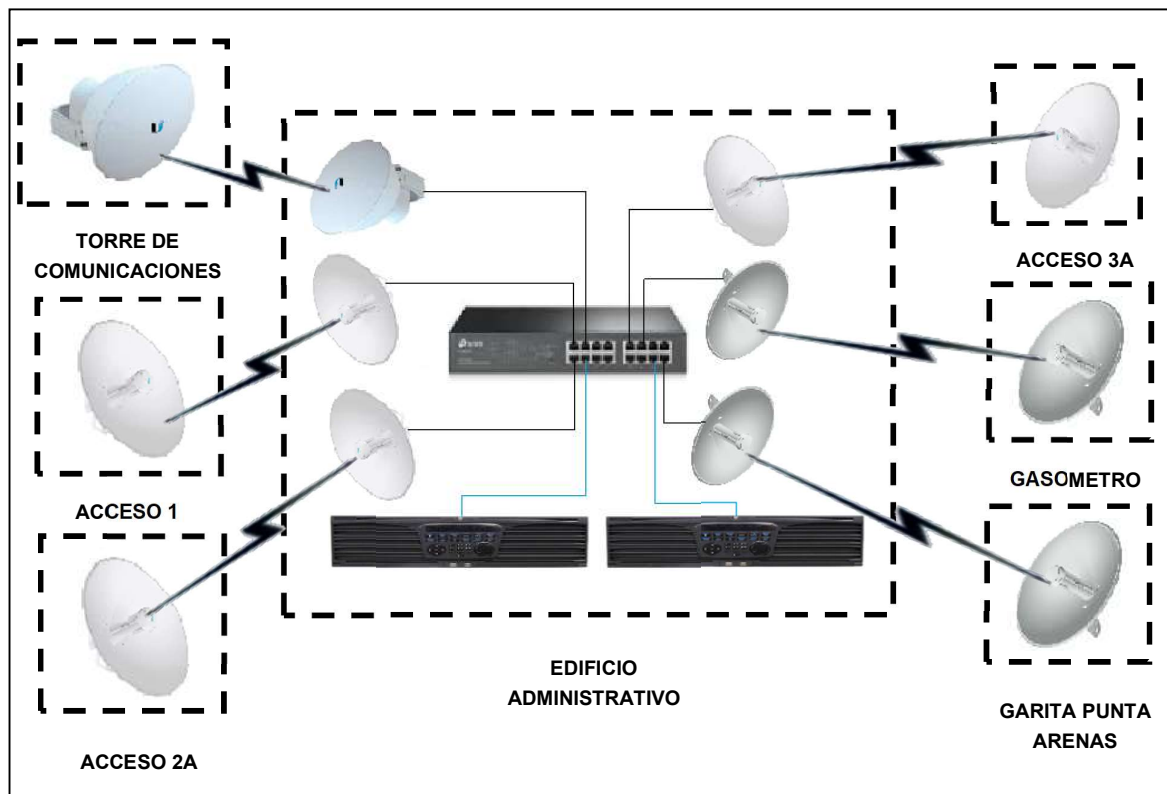
**Figura 114**

*Diagrama de conexión de torre de comunicaciones*



**Figura 115**

*Diagrama de conexión de edificio administrativo*



### 3.6 Sistema fotovoltaico

El sistema de monitoreo remoto CCTV está distribuido en 21 ubicaciones remotas, donde se instalaron y conectaron los dispositivos necesarios, los cuales requieren puntos de alimentación. De estas 21 ubicaciones, 2 se encuentran en áreas apartadas y de difícil acceso, por lo que no disponen de suministro eléctrico. Debido a esto, se diseñó la implementación de un sistema de energía fotovoltaica. La tabla 18 presenta un listado del consumo de cargas en cada ubicación remota, con el fin de determinar la potencia total requerida en cada punto y la cantidad de energía consumida diariamente.

**Tabla 18**

*Cuadro de cargas*

Ubicaciones	Dispositivos	Cantidad	Potencia (W)	Potencia Total (W)	Horas / día	Energía - E (w/h día)	Total consumo Et (w/h día)
Patio tubos II	Cámara IP PTZ	1	40	48	24	960	1152
	Equipo radioenlace 1	1	8		24	192	
Torre de comunicaciones	Equipo de radioenlace 1	2	16	90.5	24	384	2172
	Equipo de radioenlace 2	2	16		24	384	
	Equipo de radioenlace 3	3	25.5		24	612	
	Equipo de radioenlace 4	1	15		24	360	
	Switch	1	18		24	432	

De la tabla 18, se verifica que las cargas son diferentes en varios puntos, por lo que se desarrolló el dimensionamiento para 2 sistemas fotovoltaicos.

- Sistema fotovoltaico 1: se aplicará para patio tubos II
- Sistema fotovoltaico 2: se aplicará para la torre de comunicaciones

Los sistemas fotovoltaicos 1 y 2 presentan una potencia total de 1320 y 2172 w/h respectivamente, considerando que la hora solar pico en la zona de Talara es de 4.81. El

consumo en cada sistema sería de 274.42 y 451.56 respectivamente. Se ha optado por trabajar con paneles tipo policristalino por generar una mayor duración y a la vez para que parte de su rendimiento se mantenga con el tiempo, asimismo, se trabajó con un sistema de 24V.

Para las elecciones de los paneles, se muestran las opciones elegidas para el primer sistema fotovoltaico.

**Tabla 19**

*Comparación de características de paneles solares*

Sistema	Primera opción	Segunda opción
Equipo	REC 250W	Ecogreen 200W
Potencia de salida	250 W	200 W
Tolerancia de potencia de salida	+/- 5%	+/- 5%
Eficiencia de módulo	15.1%	15.27%
Tensión nominal –Vpp(V)	30.2 V	18.54 V
Corriente nominal – Isc(A)	8.30 A	10.79 A
Tensión en circuito abierto – Voc(V)	37.4 V	22.51 V
Corriente en cortocircuito – Isc(A)	8.86 A	11.75 A
Dimensiones	1665x991x38 mm	1320x992x35 mm
Temperatura de operación	-48 °C a 86 °C	-45 °C a 85 °C
Peso	18 kg	15 kg

En la tabla 19, se aprecian los paneles a elegir que serán de la marca REC. Se eligió esta marca pues presenta una mejor eficiencia en comparación a otras marcas de la competencia, aparte de tener un rango de temperatura mayor que otras alternativas.

### 3.6.1 Sistema fotovoltaico 1

Con los datos del consumo energético diario, se calcula el consumo energético real utilizando las ecuaciones 15 y 16.

$$R = (1 - K_b - K_c - Kv)x \left(1 - \frac{K_a N}{P_d}\right) \quad (15)$$

$$E_{(w-h)} = \frac{E_t}{R} \quad (16)$$



Para calcular el parámetro y rendimiento global, se consideraron 2 días de trabajo en condiciones de baja radiación con un 50% de descarga.

$$R = (1 - 0.05 - 0.05 - 0.05) \times (1 - \frac{0.005 * 2}{0.5})$$

$$R = 0.83$$

El consumo energético real

$$E_{(w-h)} = \frac{1152}{0.83}$$

$$E_{(w-h)} = 1387.95 \text{ w} - h$$

Con el valor del consumo energético real calculado, se calcula la capacidad de las baterías mediante la ecuación 17. Se consideró 02 días de funcionamiento.

$$C = \frac{ExN}{V_x P_d} (A - H) \quad (17)$$

$$C = \frac{1387.95 * 2}{24 * 0.5}$$

$$C = 230.99 (A - H)$$

De acuerdo con el resultado, se necesitó un banco de baterías de 250 A-h, que se logró con una configuración de 2 baterías en serie y 2 en paralelo, cada una de 12V y 125 A-h.

La radiación solar en Talara se determina según la tabla 20, utilizando la irradiación global en condiciones de baja radiación. Por lo tanto, se elige el mes de junio como el período más desfavorable. La hora pico se calcula usando la ecuación 18.

**Tabla 20***Irradiación global promedio en un plano horizontal*

Mes	Irradiación global (kWh/m <sup>2</sup> /día)
enero	6.1
febrero	6.36
marzo	6.27
abril	6.07
mayo	5.02
junio	4.81
julio	5.05
agosto	5.13
setiembre	5.47
octubre	5.91
noviembre	6.26
diciembre	6.09
Promedio Anual	5.71

*Nota:* La tabla nos indica la irradiación solar por mes en la ciudad de Talara. Adaptado de <https://power.larc.nasa.gov/>

$$HSP = \frac{4810wh/m^2}{1000w/m^2}$$

$$HSP = 4.81$$

El número de paneles se determina por la ecuación 19. Con el valor de la hora solar pico indicado, de la tabla 20, se visualizan las características técnicas del panel solar.

$$Cantidad\ de\ Paneles = \frac{Ex .3}{HSP \times p} \quad (19)$$

$$Cantidad\ de\ Paneles = \frac{1387.95 \times 1.3}{4.81 \times 250}$$

$$Cantidad\ de\ Paneles = 1.5 = 2\ und.$$

Para determinar los paneles que se instalaron en paralelo, se utiliza la ecuación 20 y se realiza el cálculo de la corriente del sistema. Se indica también que este sistema

funciona a 24v. una vez hallada la corriente del sistema se aplica la ecuación 21 para hallar el número de paneles en paralelo.

$$I_{GV} = \frac{E}{V_{BAT} * HSP} \quad (20)$$

$$I_{GV} = \frac{1387.95}{24 * 4.81}$$

$$I_{GV} = 12.02$$

El valor de la corriente nominal del panel es igual a 8.30 Amp.

$$N_p = \frac{I_{GV}}{I_{MOD}} \quad (21)$$

$$N_p = \frac{12.02}{8.30}$$

$$N_p = 1.44$$

Los paneles en serie se determinan por la ecuación 22.

$$N_s = \frac{V_{BAT}}{V_{MOD}} \quad (22)$$

$$N_s = \frac{24}{30.2}$$

$$N_s = 0.79$$

De acuerdo con los cálculos, se colocaron 02 paneles en paralelo.

Para realizar el cálculo de la unidad de control, se obtiene la máxima corriente del arreglo de los módulos fotovoltaicos. En la tabla 19 se aprecia que la corriente máxima en cortocircuito del panel es de 8.86 Amp. Como ambos paneles se encuentran en paralelo, la corriente máxima del arreglo es de 17.72 Amp.

La corriente para la selección del regulador se calcula mediante la ecuación 23.

$$I_{SR}(A) = 1.25 * I_{max} \quad (23)$$

$$I_{SR}(A) = 1.25 * 17.22$$

$$I_{SR} = 21.53$$

Para elegir el inversor, se toma en cuenta la potencia de las cargas calculadas en el sistema fotovoltaico, además de añadir un margen de seguridad del 25%. La potencia necesaria para el inversor se determina utilizando la ecuación 24.

$$P_{INV(w)} = 1.25 * P_{TC} \quad (24)$$

$$P_{INV(w)} = 1.25 * 48$$

$$P_{INV(w)} = 60w$$

Con base en los cálculos efectuados, se seleccionó la unidad de control, optando por un controlador de carga MPPT (seguimiento del punto de máxima potencia ultrarrápido). Estos controladores maximizan la eficiencia de los paneles solares, lo que resulta en una mayor generación de energía. La tabla 21 presenta las opciones recomendadas para la elección del controlador de carga.

**Tabla 21**

*Comparación de características de controlador de carga para el sistema fotovoltaico 1*

Alternativa	Primera	Segunda
Equipo	MPPT LD Solar 20A	MPPT1600A SERIES 20A
Voltaje del sistema	12V/24V	12V/24V
Corriente de carga máxima	20A	20A
Potencia nominal	24V:540W	24V:600W
Voltaje panel en circuito abierto	75V	145V
LVD	11.0V ADJ 9V ...12V; × 2 / 24V	10.0VDC / 20.0 VDC
LVR	12.6 V ADJ 11V...13.5V; × 2 / 24V	11.0VDC / 22.0VDC
Tensión carga de absorción	13.8V ADJ 13V...15V; × 2 / 24V	10.25VDC / 20.5VDC
Eficiencia	95%	98%

De la tabla 21, se eligió la segunda opción, ya que esta tiene mejor eficiencia que la primera. Además, la segunda opción pertenece a la gama de la familia de la marca

MUST y esta es reconocida a nivel internacional, por lo que se garantiza su buen funcionamiento.

En la figura 116, se muestra el controlador seleccionado.

**Figura 116**

*Unidad de control seleccionado para el sistema fotovoltaico 1*



*Nota:* adaptado de "PC1600A SERIES (20/30/40A)". (p.2) por Shenzhen Must Energy Technology Co., Ltd., <https://cdn.autosolar.pe/pdf/Controladores-Solares-MPPT-Must-Solar.pdf>

Para elegir el inversor de voltaje adecuado, se consideró un inversor de onda pura. Este genera una onda de corriente cuadrada, la cual simula a la onda de corriente real; también, se consideró un valor de potencia 1.5 veces mayor al valor de la potencia máxima.

Con los datos considerados, se eligió el inversor 24V 250VA Victron Phoenix, ya que este cumple con la potencia requerida para el sistema. Además, presenta niveles de disparo al detectar alarmas y compensación cuando las baterías llegan a una baja tensión. Las características principales del inversor se muestran en la tabla 22.

**Tabla 22**

*Características del inversor de voltaje*

Descripción	Características
Equipo	Inversor Phoenix 24V 250VA
Potencia a 25°C	250VA
Pico de Potencia	400W
Consumo en vacío	5.2W
Desconexión por CC baja	18.6V
Alarma por CC baja	21.8V
Eficiencia	88%

En la figura 117, se muestra el inversor seleccionado.

**Figura 117**

*Inversor de voltaje seleccionado*

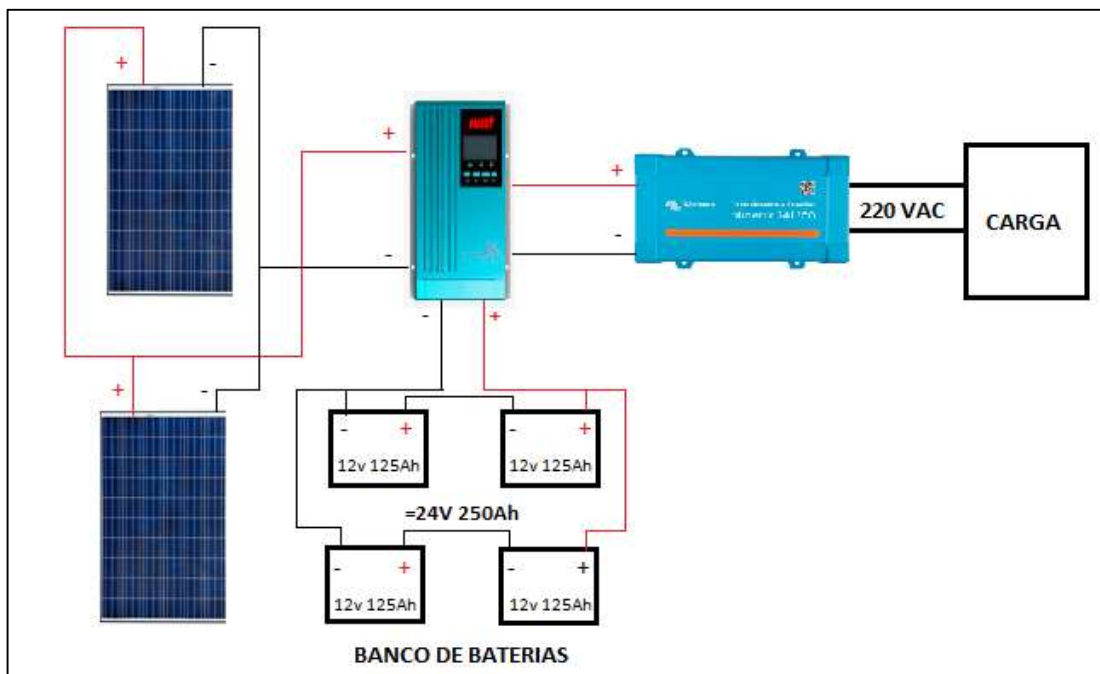


Nota: adaptado de "Inversores 250 VA – 1200 VA 230 V y 120 V, 50 Hz o 60 Hz". (p.1) por Victron Energy Blue Power, <https://www.victronenergy.com/es/upload/documents/Datasheet-Inverter-VE.Direct-250VA-1200VA-ES.pdf>

En la figura 118 se presenta el diagrama de conexiones, que ilustra la conexión de 2 paneles de 24V en paralelo, conectados a un controlador de carga que a su vez está vinculado al banco de baterías y al inversor de voltaje.

**Figura 118**

*Diagrama de sistema fotovoltaico 1.*



En la tabla 23 se muestra la selección de los equipos instalados.

**Tabla 23***Selección de equipos del sistema fotovoltaico de patio tubos II.*

Item	Equipamiento principal	Unid.	Cant.
01	Panel Solar REC 250W	Unid.	2
02	Controlador Mustsolar PC1600A Series 20A	Unid.	1
03	Batería Solar 125Ah /12V	Unid.	4
04	Inversor Phoenix 24V 250VA	Unid.	1

**3.6.2 Sistema fotovoltaico 2**

Con los datos del consumo energético diario, se calcula el consumo energético real utilizando las ecuaciones 15 y 16 para el sistema fotovoltaico 2.

Para calcular el parámetro y rendimiento global, se consideraron 2 días de trabajo en condiciones de baja radiación con un 50% de descarga.

$$R = (1 - 0.05 - 0.05 - 0.05)x(1 - \frac{0.005*2}{0.5}) \quad (15)$$

$$R = 0.83$$

El consumo energético real

$$E_{(w-h)} = \frac{2172}{0.83} \quad (16)$$

$$E_{(w-h)} = 2616.86 \text{ w} - h$$

Con el valor del consumo energético real calculado, se procede con el cálculo de la capacidad de las baterías mediante la ecuación 17, se consideró 02 días de funcionamiento.

$$C = \frac{ExN}{V_x P_d} (A - H) \quad (17)$$

$$C = \frac{2616.83 * 2}{24 * 0.5}$$

$$C = 436.14 (A - H)$$

Según el resultado, se requirió un banco de baterías de 450 A-h, el cual se obtuvo con un arreglo de 02 baterías en serie, y 02 en paralelo, estas de 12v y 225 A-h

El valor de la hora solar pico, calculada para el sistema fotovoltaico 1, es el mismo para el sistema fotovoltaico 2. Con este valor se calcula el número de paneles el cual se determina mediante la ecuación 18. De la tabla 19, se obtienen las características técnicas del panel solar.

$$Cantidad\ de\ Paneles = \frac{Ex1.3}{HSP \times p} \quad (18)$$

$$Cantidad\ de\ Paneles = \frac{2616.86 \times 1.3}{4.81 \times 250}$$

$$Cantidad\ de\ Paneles = 2.82 = 3\ paneles$$

Para calcular los paneles que se instalarán en paralelo, se emplea la ecuación 20 para determinar la corriente del sistema, el cual opera a 24V. Tras obtener la corriente del sistema, se utiliza la ecuación 21 para determinar el número de paneles necesarios en paralelo.

$$I_{GV} = \frac{E}{V_{BAT} \times HSP} \quad (20)$$

$$I_{GV} = \frac{2616.86}{24 \times 4.81}$$

$$I_{GV} = 22.66$$

El valor de la corriente nominal del panel es igual a 8.30 Amp.

$$N_p = \frac{I_{GV}}{I_{MOD}} \quad (21)$$

$$N_p = \frac{22.66}{8.30}$$

$$N_p = 2.73$$



Los paneles en serie se determinan mediante la ecuación 22.

$$N_s = \frac{V_{BAT}}{V_{MOD}} \quad (22)$$

$$N_s = \frac{24}{30.2}$$

$$N_s = 0.79$$

De los cálculos, se concluye que se necesitó instalar 03 paneles en paralelo.

Para realizar el cálculo de la unidad de control, se obtiene la máxima corriente del arreglo de los módulos fotovoltaicos. En la tabla 19 se aprecia que la corriente máxima en cortocircuito del panel es de 8.86 Amp. Como los 03 paneles se encuentran en paralelo, la corriente máxima del arreglo es de 26.58 Amp.

La corriente para la selección del regulador se calcula mediante la ecuación 23.

$$I_{SR}(A) = 1.25 * I_{max} \quad (23)$$

$$I_{SR}(A) = 1.25 * 26.58$$

$$I_{SR} = 33.22$$

Para el sistema fotovoltaico mencionado, se calcula la potencia de las cargas instaladas para seleccionar el inversor adecuado. Con un margen de seguridad del 25%, se determina la potencia necesaria para el inversor utilizando la ecuación 24.

$$P_{INV(w)} = 1.25 * P_{TC} \quad (24)$$

$$P_{INV(w)} = 1.25 * 90.5$$

$$P_{INV(w)} = 113.125w$$

Con los cálculos realizados, se deberá de elegir la unidad de control. Se utilizará de igual manera, un controlador de carga MPPT (seguimiento ultrarrápido del punto de máxima potencia).

Como se indicó anteriormente, se seleccionará un controlador de la marca MUST, ya que esta tiene mejor eficiencia que otras marcas del mercado. En la tabla 24 se visualizan las características principales del controlador seleccionado.

**Tabla 24**

*Comparación de características de controlador de carga para el sistema fotovoltaico 2*

Descripción	Características
Equipo	MPPT1600A SERIES 40A
Voltaje del sistema	12V/24V/48V
Corriente de carga máxima	40A
Potencia nominal	24V:1200W
Voltaje panel en circuito abierto	145V
LVD	10.25VDC / 20.5VDC
LVR	11.0VDC / 22.0VDC
Tensión carga de absorción	11.0VDC / 22.0VDC
Eficiencia	98%

**Figura 119**

*Unidad de control seleccionado para el sistema fotovoltaico 2*



*Nota:* tomado de MPPT SOLAR CHARGE CONTROLLER. (p.1) por Must Solar Power System, Fuente <https://www.mustsolar.com/wp-content/uploads/2015/07/PC-210508.pdf>

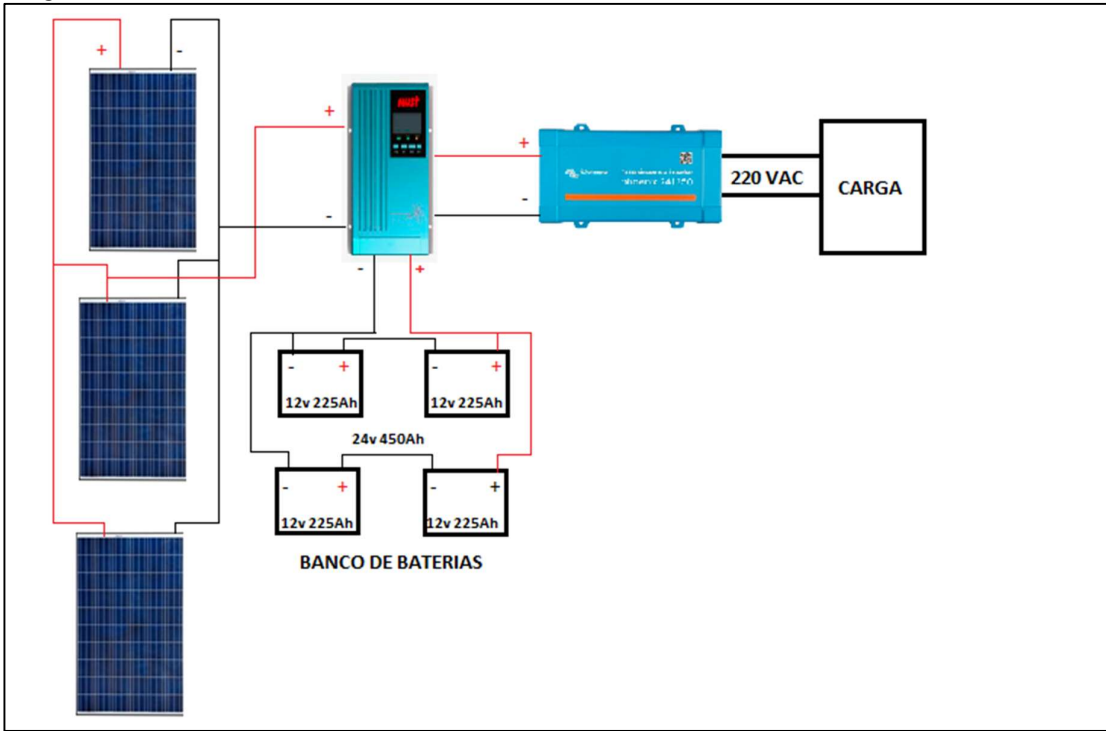
Según los cálculos realizados, se seleccionó el inversor de voltaje adecuado. Tal como se mencionó anteriormente, se utilizó un inversor de onda pura, que produce una onda de corriente cuadrada que imita la onda de corriente real. Además, se debe considerar una potencia 150% superior a la potencia máxima requerida.

Para el proyecto, se empleó el inversor Victron Phoenix de 24V y 250VA, ya que cumple con la potencia necesaria para el sistema. Este inversor también cuenta con funciones de alarma y compensación cuando las baterías alcanzan una baja tensión.

La figura 120 presenta el diagrama de conexiones, que muestra la conexión de 3 paneles de 24V en paralelo, conectados a un controlador de carga, el banco de baterías y el inversor de voltaje, conforme a los cálculos realizados.

**Figura 120**

*Diagrama de sistema fotovoltaico 2*



En la tabla 25 se muestra la selección y cantidad de equipos a instalar.

**Tabla 25**

*Selección de equipos del sistema fotovoltaico de torre de comunicaciones*

Item	Equipamiento principal	Und	Cant
01	Panel solar REC 250W	Unid.	3
02	Controlador Mustsolar PC1600A Series 40A	Unid.	1
03	Batería solar 225Ah /12V	Unid.	4
04	Inversor Phoenix 24V 250VA	Unid.	1

### 3.7 Sistema CCTV (Circuito cerrado de televisión)

El sistema CCTV implementado tiene dos funciones principales: grabar imágenes y videos durante 90 días, lo que permite descargar videos de eventos importantes, y ofrecer visualización en tiempo real para prevenir y gestionar eficazmente la refinería de Petroperú.

Durante la fase de implementación, se instalaron 70 cámaras (42 fijas y 28 domos PTZ) en los puntos más críticos de actividad. El NVR es el equipo encargado de almacenar y gestionar los videos, por lo que debe tener una capacidad de almacenamiento adecuada para el período de grabación requerido y los diferentes modos de grabación, como por movimiento o eventos.

También se instalaron grabadores en cada ubicación de la refinería para servir como respaldo del NVR principal en caso de fallos.

En la selección de cámaras, se consideraron dos marcas reconocidas en sistemas CCTV: HIKVISION y DAHUA. La comparación de las cámaras PTZ se presenta en la tabla 26.

**Tabla 26**

*Comparación de características de las cámaras PTZ propuestas*

Alternativa	Primera	Segunda
Equipo	DS-2DE7232IW- AE(OSTD)(B)	DH-SD5A232XA-HNR
Resolución	1920 × 1080	1920 x 1080
Lente	4.8 a 153 mm, 32× optical zoom	4.9 a 156 mm, 32× optical zoom
Enfoque	Automático	Automático
Carcasa	IP66, IK10	IP66, IK10
Potencia de consumo	40W Máximo	40W Máximo
Mínima Iluminación / color	0.005 Lux	0.005 Lux
Mínima Iluminación / blanco y negro	0.001 Lux	0.001 Lux
Compresión de video	H.265+	H.265+
Peso	4.5 kg	4.7 kg
VMS	iVMS-4200	SmartPSS

De acuerdo con la tabla 26, ambas soluciones poseen similares características, sin embargo, se eligió la primera alternativa, ya que el VMS de Hikvision posee mejores características que el de Dahua. Aparte, que este software es compatible con distintas soluciones de la marca (intrusión, control de accesos, etc.).

En la figura 121 se muestra el modelo de cámara PTZ seleccionado para la instalación en las ubicaciones de la tabla 1.

**Figura 121**

*Cámara DS-2DE7232IW- AE(OSTD)(B)*



*Nota:* adaptado de “DS-2DE7232IW-AE”. (p.1) por Hangzhou Hikvision Digital Technology Co., Ltd  
<https://www.hikvision.com/en/products/IP-Products/PTZ-Cameras/Pro-Series/ds-2de7232iw-ae/>

Para la cámara fija, se eligió el modelo DS-2CD2T25FHWD-I5(2.8mm) de la misma marca elegida para la cámara PTZ (Hikvision), debido a que el VMS de esta solo es compatible para equipos de la misma marca. En la tabla 27, se describen las características del modelo seleccionado.

**Tabla 27**

*Características del modelo de las cámaras fijas a utilizar*

Descripción	Características
Equipo	DS-2CD2T25FHWD-I5(2.8mm)
Resolución	1920 × 1080
Lente	2.8 mm/4mm/6mm/8 mm/12mm
Enfoque	Automático
Carcasa	IP67, IK10
Potencia de consumo	9W
Mínima Iluminación / color	0.005 Lux
Mínima Iluminación / blanco y negro	0.001 Lux
Compresión de video	H.265+

En la figura 122 se muestra el modelo de la cámara fija seleccionada para la para la instalación en las ubicaciones de la tabla 1.

**Figura 122**

*Cámara DS-2CD2T25FHWD-I5*



*Nota:* adaptado de “DS-2CD2T25FHWD-I5/I8”. (p.1) por Hangzhou Hikvision Digital Technology Co., Ltd  
<https://www.hikvision.com/es-la/products/IP-Products/Network-Cameras/Pro-Series-EasyIP-/DS-2CD2T25FHWD-I5-I8/>

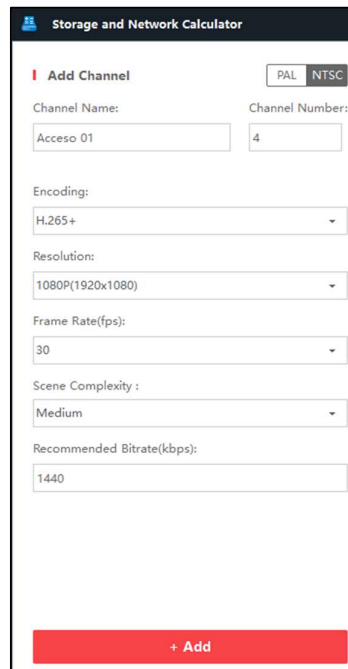
### **3.7.1 Análisis del almacenamiento de información**

En cada ubicación señalada en la tabla 1, se instaló un NVR de respaldo capaz de almacenar información por 90 días solo de la zona a la que pertenece, no obstante, el NVR principal almacena la información completa del sistema de CCTV. Por lo tanto, se dimensionó, mediante la aplicación de Hikvision Storage and Network Calculator, el cálculo de almacenamiento tanto para cada ubicación como para el sistema completo.

En la figura 123, se visualizan los parámetros de dimensionamiento necesarios para ingresar en la aplicación Storage and Network Calculator como la resolución, compresión de video, cuadros por segundo y cantidad de canales. Estos datos se encuentran en las tablas 1 y 27.

**Figura 123**

*Ingreso de parámetros de cámaras*

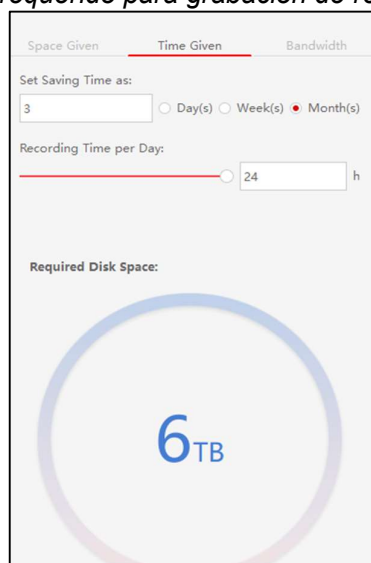


The screenshot shows the 'Storage and Network Calculator' application interface. At the top, there is a title bar with the application name. Below it, there is a section titled 'Add Channel' with a toggle switch for 'PAL' and 'NTSC'. The form contains several input fields: 'Channel Name' (with the value 'Acceso 01'), 'Channel Number' (with the value '4'), 'Encoding' (dropdown menu with 'H.265+' selected), 'Resolution' (dropdown menu with '1080P(1920x1080)' selected), 'Frame Rate(fps)' (dropdown menu with '30' selected), 'Scene Complexity' (dropdown menu with 'Medium' selected), and 'Recommended Bitrate(kbps)' (with the value '1440'). At the bottom of the form, there is a red button labeled '+ Add'.

En la figura 124, se visualiza la cantidad de días de grabación necesarios para ingresar en la aplicación Storage and Network Calculator para que este valide el almacenamiento requerido para el NVR.

**Figura 124**

*Reporte de almacenamiento requerido para grabación de respaldo*



The screenshot shows the 'Storage and Network Calculator' application interface, specifically the 'Time Given' tab. The interface has three tabs: 'Space Given', 'Time Given' (selected), and 'Bandwidth'. Under the 'Time Given' tab, there is a section titled 'Set Saving Time as:' with a text input field containing the value '3' and three radio buttons: 'Day(s)', 'Week(s)', and 'Month(s)'. Below this, there is a section titled 'Recording Time per Day:' with a horizontal slider and a text input field containing the value '24' followed by 'h'. At the bottom, there is a section titled 'Required Disk Space:' with a large circular graphic displaying the value '6TB'.

Para todas las ubicaciones mencionadas en la tabla 1, se realizó el mismo cálculo, los resultados se muestran en la tabla 28.

**Tabla 28**

*Cálculo del almacenamiento requerido para cada ubicación*

Ubicación	Cantidad de cámaras	Almacenamiento requerido
Acceso 1 / Torreón 25	5	8 TB
Acceso 2B	4	6 TB
Acceso 3A	3	5 TB
Acceso 5A	5	8 TB
Acceso 6A	2	3 TB
Acceso 6B	1	2 TB
Acceso 7	5	8 TB
Acceso 8	3	5 TB
Portón 10	3	5 TB
Garita Punta Arenas - Entrada	5	8 TB
Residencial Punta Arenas	12	18 TB
Patio tanques Tablazo	5	8 TB
Bombas contra incendio	1	2 TB
Patio Tubos II	1	2 TB
Ex Portón N°5	1	2 TB
Planta Talara	7	11 TB
Planta GLP	6	9 TB
Planta aeropuerto	1	2 TB

Con los datos obtenidos en la tabla 28, se seleccionaron los NVRs a utilizar. En la tabla 29 se muestra una tabla comparativa de los equipos seleccionados.



**Tabla 29**

*Comparación de características de los NVRs propuestos*

Alternativa	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta
Equipo	DS-7104NI-Q1	DS-7604NI-Q1	DS-7608NI-Q1	DS-7616NI-K2
Resolución máxima por canal	1920 × 1080	1920 × 1080	1920 × 1080	1920 × 1080
Capacidad máxima de grabación	6 TB	8 TB	8 TB	20 TB
Máxima cantidad de canales	4 canales	4 canales	8 canales	16 canales
Potencia de consumo	10W Máximo	10W Máximo	10W Máximo	15W Máximo
Compresión de video	H.265+	H.265+	H.265+	H.265+
Peso	1 kg	1 kg	1 kg	1 kg

En las figuras 125, 126 y 127. se muestran los modelos seleccionados según la tabla 29.

**Figura 125**

*NVR DS-7104NI-Q1*



*Nota:* adaptado de “DS-7104NI-Q1”. (p.1) por Hangzhou Hikvision Digital Technology Co., Ltd  
<https://www.hikvision.com/es-la/products/IP-Products/Network-Video-Recorders/Value-Series/ds-7104ni-q1/>

**Figura 126**

*NVR DS-7604NI-Q1 / DS-7608NI-Q1*



*Nota:* adaptado de “DS-7616NI-K2”. (p.1) por Hangzhou Hikvision Digital Technology Co., Ltd  
<https://www.hikvision.com/es-la/products/IP-Products/Network-Video-Recorders/Value-Series/ds-7104ni-q1/>

**Figura 127**

*NVR DS-7616NI-K2*



*Nota:* adaptado de “DS-7104NI-Q1”. (p.1) por Hangzhou Hikvision Digital Technology Co., Ltd  
<https://www.hikvision.com/es-la/products/IP-Products/Network-Video-Recorders/Pro-Series/ds-7616ni-k2/>

De los resultados obtenidos en la tabla 29, se muestran los equipos seleccionados para cada ubicación en la tabla 30.

**Tabla 30**

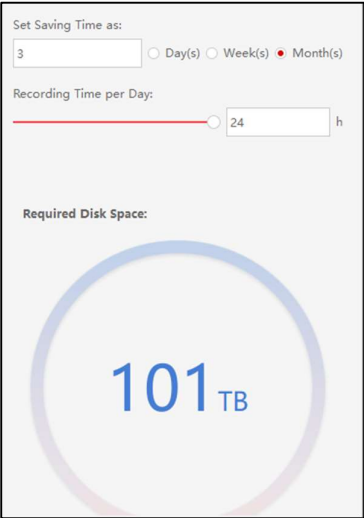
*NVRs de respaldo para las ubicaciones de la refinería*

Ubicación	Cantidad de cámaras	Almacenamiento Requerido	NVR
Acceso 1 / Torreón 25	5	8 TB	DS-7608NI-Q1
Acceso 2B	4	6 TB	DS-7604NI-Q1
Acceso 3A	3	5 TB	DS-7604NI-Q1
Acceso 5A	5	8 TB	DS-7608NI-Q1
Acceso 6A	2	3 TB	DS-7104NI-Q1
Acceso 6B	1	2 TB	DS-7104NI-Q1
Acceso 7	5	8 TB	DS-7608NI-Q1
Acceso 8	3	5 TB	DS-7604NI-Q1
Portón 10	3	5 TB	DS-7604NI-Q1
Garita Punta Arenas - Entrada	5	8 TB	DS-7608NI-Q1
Residencial Punta Arenas	12	18 TB	DS-7616NI-K2
Patio Tanques Tablazo	5	8 TB	DS-7608NI-Q1
Bombas Contra Incendio	1	2 TB	DS-7104NI-Q1
Patio Tubos II	1	2 TB	DS-7104NI-Q1
Ex Portón N°5	1	2 TB	DS-7104NI-Q1
Planta Talara	7	11 TB	DS-7616NI-K2
Planta GLP	6	9 TB	DS-7616NI-K2
Planta Aeropuerto	1	2 TB	DS-7104NI-Q1

De la misma manera que se calculó la capacidad de almacenamiento requerida de respaldo para cada ubicación, se calculó el almacenamiento principal del sistema. En la figura 128 se indica el resultado del cálculo.

**Figura 128**

*Reporte de almacenamiento requerido para grabación principal*



Por lo que aproximadamente, se necesitaron 100 terabits para obtener 03 meses de grabación para el sistema de CCTV de la refinería.

Con el valor calculado, se define el NVR a utilizar. En la tabla 31 se especifican las características del equipo.

**Tabla 31**

*Características del modelo del NVR principal a utilizar*

Descripción	Características
Equipo	DS-9664NI-I16
Cantidad de equipos a utilizar	02
Resolución máxima por canal	1920 × 1080
Capacidad máxima de grabación	64 TB
Máxima cantidad de canales	64 canales
Potencia de consumo	10W Máximo
Compresión de video	H.265+
Peso	1 kg

De la tabla 31, se identificó que era necesario utilizar 02 NVRs para abarcar los 100 terabits calculados. En cada equipo, se almacenan 50 terabits de la información total y se utilizan 35 canales de los 64 disponibles para cada NVR.

En la figura 129 se muestra el modelo seleccionado según la tabla 31.

**Figura 129**

*NVR DS-9664NI-I16*



Nota: la figura muestra el grabador principal instalado. Adaptado de "NVR DE LA SERIE DS-9600NI-I16". (p.1) por Hangzhou Hikvision Digital Technology Co., Ltd [https://www.hikvision.com/content/dam/hikvision/es-la/fichas-t%C3%A9cnicas/Ficha-T%C3%A9cnica\\_DS-9600NI-I16\\_NVR\\_V4.40.01020200727.pdf](https://www.hikvision.com/content/dam/hikvision/es-la/fichas-t%C3%A9cnicas/Ficha-T%C3%A9cnica_DS-9600NI-I16_NVR_V4.40.01020200727.pdf)

### **3.7.2 iVMS 4200**

Para la visualización de las 70 cámaras de la refinería, se utiliza el software iVMS 4200, ya que este es propio de la marca Hikvision. Además, es un software gratuito para una cierta cantidad limitada de cámaras.

El software permite detectar las cámaras que se encuentran en red y se añaden al sistema para visualizar las imágenes y almacenarlas.

En la figura 130, se muestra el logo del software.

**Figura 130**

*iVMS 4200*



Nota: adaptado de "iVMS-4200 V3.9.1.4& 4200 AC V1.9.1.4". (p.1) por Hangzhou Hikvision Digital Technology Co., Ltd <https://www.hikvision.com/es-la/support/download/software/ivms4200-series/>

## Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados

### 4.1 Evaluación de resultados

Para el dimensionamiento de la red de monitoreo remoto CCTV, se abordó el diseño e implementación de los sistemas de radioenlace, energía fotovoltaica y CCTV, los cuales operan de manera eficiente. En este capítulo, se presentan imágenes y tablas que ayudan a verificar el funcionamiento de cada uno de estos sistemas.

#### 4.1.1 Resultados del dimensionamiento del sistema de radioenlace

En la tabla 32 se detallan las conexiones de los equipos de radioenlace de la red primaria y secundaria que están conectados con las cámaras.

**Tabla 32**

*Dispositivos de los radioenlaces primarios y secundarios utilizados*

Ubicación	Dirección de antenas	Total por zona	Dirección IP
<b>ACCESO 1</b>	Recibe de Torreón 25	<b>2</b>	192.168.1.2
	Emite a edificio administrativo		192.168.1.5
<b>ACCESO 2B</b>	Emite a edificio administrativo	<b>1</b>	192.168.1.7
<b>ACCESO 3A</b>	Recibe de Portón 10	<b>3</b>	192.168.1.8
	Recibe de Portón 9		192.168.1.70
	Emite a edificio administrativo		192.168.1.65
<b>ACCESO 5A</b>	Emite a torre de comunicaciones	<b>1</b>	192.168.1.15
<b>ACCESO 6A</b>	Emite a ex Portón 5	<b>1</b>	192.168.1.17
<b>ACCESO 6B</b>	Emite a ex Portón 5	<b>1</b>	192.168.1.19
<b>EX PORTÓN 5</b>	Recibe de Acceso 6A	<b>3</b>	192.168.1.16
	Recibe de Acceso 6B		192.168.1.18
	Emite a torre de comunicaciones		192.168.1.21
<b>ACCESO 7</b>	Recibe de Radio Muelle	<b>3</b>	192.168.1.22
	Recibe de Acceso 8		192.168.1.28
	Emite a la torre de comunicaciones		192.168.1.31
<b>RADIO MUELLE</b>	Emite a acceso 7	<b>1</b>	192.168.1.23
<b>ACCESO 8</b>	Emite a acceso 7	<b>1</b>	192.168.1.29
<b>GARITA PTA ARENAS</b>	Emite a edificio administrativo	<b>1</b>	192.168.1.11
<b>PORTON 10</b>	Emite a Acceso 3A	<b>2</b>	192.168.1.9
	Recibe de Radio F/04		192.168.1.32
<b>GLP</b>	Recibe de Radio Domo Esferas	<b>2</b>	192.168.1.34

	Emite a Planta de Ventas		192.168.1.37
RADIO DOMO	Emite a GLP	1	192.168.1.35
ESFERAS	Emite a torre de comunicaciones		192.168.1.39
PLANTA DE VENTAS	Recibe de GLP	3	192.168.1.36
	Recibe de Tanques Tablazo		192.168.1.46
RADIO DOMO TK 404	Emite a Bombas C/I	1	192.168.1.41
BOMBAS C/I	Recibe de Radio Domo TK 404	2	192.168.1.40
	Emite a Tanques Tablazo		192.168.1.43
TANQUES TABLAZO	Recibe de Bombas C/I		192.168.1.42
	Recibe de Radio Domo	3	192.168.1.44
	Emite a Planta de Ventas		192.168.1.47
RADIO DOMO	Emite a Tanques Tablazo	1	192.168.1.45
AEROPUERTO	Emite a torre de comunicaciones	1	192.168.1.27
TORREON 25	Emite a Acceso 1	1	192.168.1.3
PATIO TUBOS II	Emite a torre de comunicaciones	1	192.168.1.63
RESIDENCIAL	Recibe de C/06	1	192.168.1.54
PUNTA ARENAS S/07	Envía a Radio Frente Club	1	192.168.1.59
PORTÓN 9	Emite a Acceso 3A	1	192.168.1.71
	Recibe de Parque J	1	192.168.1.72
PARQUE J	Emite a Portón 9	1	192.168.1.73
PARQUE H	Emite a J/05	1	192.168.1.74
PATIO POSTERIOR CLUB P.A	Emite a J/05	1	192.168.1.76
F/04	Emite a Portón 10	1	192.168.1.33
E/01	Emite a N/12	1	192.168.1.49
N/12	Recibe de E/01		192.168.1.48
	Emite a N/01	2	192.168.1.51
N/01	Recibe de N/12		192.168.1.50
	Emite a cruce domo	2	192.168.1.53
C/06	Recibe de N/01		192.168.1.52
	Envía a Residencial Punta Arenas S/07	2	192.168.1.55
J/05	Envía a Radio Frente Club		192.168.1.57
	Recibe de Parque H	3	192.168.1.75
	Recibe de Patio Posterior de Club P.A		192.168.1.77
RADIO FRENTE CLUB	Emite a torre de comunicaciones		192.168.1.61
	Recibe de J/05	3	192.168.1.56
	Recibe de S/07		192.168.1.58
GASÓMETRO	Envía a Edificio administrativo	1	192.168.1.13
	Recibe de Acceso 1		192.168.1.4
	Recibe de Acceso 2B		192.168.1.6
EDIFICIO ADMINISTRATIVO	Recibe de Acceso 3A	6	192.168.1.64
	Recibe de Garita Punta Arenas		192.168.1.10
	Recibe de torre de comunicaciones		192.168.1.66
	Recibe de Gasómetro		192.168.1.12

<b>TORRE DE COMUNICACIONES</b>	Recibe de Acceso 5A		192.168.1.14
	Recibe de Ex Portón 5		192.168.1.20
	Recibe de Aeropuerto		192.168.1.26
	Recibe de residencial punta arenas	<b>8</b>	192.168.1.60
	Recibe de Acceso 7		192.168.1.30
	Recibe de Planta de Ventas		192.168.1.38
	Recibe de Patio Tubos II		192.168.1.62
	Envía a edificio administrativo		192.168.1.67
<b>Total</b>		<b>72</b>	<b>192.168.1.X</b>

Las conexiones de las antenas del sistema de radioenlace a la red se validaron mediante el software IP scanner desde la central de monitoreo (datacenter). Del software se detectaron 72 antenas en el segmento 192.168.1.x, confirmando el funcionamiento de los radioenlaces.

De la información recopilada del software IP de cada antena, en la tabla 33 se muestra el resultado de la calidad de conexión (*Airmax quality*), la máxima capacidad de datos (*Airmax capacity*) de cada antena, emisora y receptora y la calidad de conexión del cliente inalámbrico.

**Tabla 33**

*Calidad de conexión de los radioenlaces*

<b>IP de la antena</b>	<b>Transmisor / Receptor</b>	<b>Airmax quality</b>	<b>Airmax capacity</b>	<b>Transmit CCQ</b>
192.168.1.2	Rx	99%	95%	99.5%
192.168.1.3	Tx			
192.168.1.4	Rx	95%	92%	96.3%
192.168.1.5	Tx			
192.168.1.6	Rx	96%	92%	96.5%
192.168.1.7	Tx			
192.168.1.8	Rx	97%	93%	97.9%
192.168.1.9	Tx			
192.168.1.10	Rx	93%	88%	94.1%
192.168.1.11	Tx			
192.168.1.12	Rx	96%	91%	96.3%
192.168.1.13	Tx			
192.168.1.14	Rx	94%	87%	94.5%
192.168.1.15	Tx			
192.168.1.16	Rx	96%	90%	96.1%
192.168.1.17	Tx			

192.168.1.18	Rx	95%	89%	95.8%
192.168.1.19	Tx			
192.168.1.20	Rx	97%	91%	97.5%
192.168.1.21	Tx			
192.168.1.22	Rx	95%	88%	96.4%
192.168.1.23	Tx			
<b>192.168.1.26</b>	<b>Rx</b>	<b>89%</b>	<b>85%</b>	<b>86.1%</b>
<b>192.168.1.27</b>	<b>Tx</b>			
192.168.1.28	Rx	96%	89%	96.2%
192.168.1.29	Tx			
192.168.1.30	Rx	94%	87%	95.1%
192.168.1.31	Tx			
192.168.1.32	Rx	94%	88%	95.3%
192.168.1.33	Tx			
192.168.1.34	Rx	98%	91%	98.4%
192.168.1.35	Tx			
192.168.1.36	Rx	99%	93%	99.2%
192.168.1.37	Tx			
192.168.1.38	Rx	97%	91%	97.6%
192.168.1.39	Tx			
192.168.1.40	Rx	93%	86%	94.2%
192.168.1.41	Tx			
192.168.1.42	Rx	95%	88%	95.4%
192.168.1.43	Tx			
192.168.1.44	Rx	98%	91%	98.3%
192.168.1.45	Tx			
192.168.1.46	Rx	93%	86%	93.8%
192.168.1.47	Tx			
192.168.1.48	Rx	97%	90%	97.4%
192.168.1.49	Tx			
192.168.1.50	Rx	95%	88%	95.6%
192.168.1.51	Tx			
192.168.1.52	Rx	94%	87%	94.8%
192.168.1.53	Rx			
192.168.1.54	Tx	98%	91%	98.5%
192.168.1.55	Rx			
192.168.1.56	Tx	95%	87%	96.1%
192.168.1.57	Rx			
192.168.1.58	Tx	94%	85%	94.3%
192.168.1.59	Rx			
192.168.1.60	Tx	97%	91%	97.6%
192.168.1.61	Rx			
192.168.1.62	Tx	95%	88%	95.4%
192.168.1.63	Rx			



192.168.1.64	Tx	94%	86%	94.2%
192.168.1.65	Rx			
192.168.1.66	Tx	96%	89%	96.4%
192.168.1.67	Rx			
192.168.1.70	Tx	97%	91%	97.5%
192.168.1.71	Rx			
192.168.1.72	Tx	97%	91%	97.5%
192.168.1.73	Rx			
192.168.1.74	Tx	98%	91%	98.5%
192.168.1.75	Rx			
192.168.1.76	Tx	96%	89%	95.6%
192.168.1.77	Rx			

Para verificar los resultados mostrados en la tabla 33, se realizó un ping de conectividad desde el *datacenter* hacia las direcciones IP de las cámaras, las cuales varían desde el IP 192.168.1.101 al IP 192.168.170. En la tabla 34 se muestra el resultado de las pruebas realizadas, en la cual se visualiza el tiempo de respuesta para cada cámara.

**Tabla 34**

*Pruebas de continuidad*

Lugares	Tipo de cámara	Ubicación	Dirección IP	Tiempo de respuesta	Movilidad PTZ
ACCESO 1	Fija	Salida Peatonal	192.168.1.101	2ms	No aplica
	Fija	Ingreso Peatonal	192.168.1.102	3ms	No aplica
	Fija	Interior de Garita	192.168.1.103	2ms	No aplica
	PTZ	Estacionamiento	192.168.1.104	3ms	Continua
ACCESO 2	Fija	Ingreso Vehicular	192.168.1.105	4ms	No aplica
	Fija	Salida Vehicular	192.168.1.106	5ms	No aplica
	Fija	Interior de Garita	192.168.1.107	4ms	No aplica
	PTZ	Estacionamiento	192.168.1.108	4ms	Continua
ACCESO 3A	Fija	Ingreso Peatonal	192.168.1.109	2ms	No aplica
	Fija	Salida Peatonal	192.168.1.110	2ms	No aplica
	PTZ	Ingreso/Salida vehicular	192.168.1.111	4ms	Continua
ACCESO 5A	Fija	Ingreso Peatonal	192.168.1.113	3ms	No aplica
	Fija	Salida Peatonal	192.168.1.114	4ms	No aplica
	Fija	Ingreso Vehicular	192.168.1.115	4ms	No aplica
	Fija	Salida Vehicular	192.168.1.116	3ms	No aplica
	PTZ	Estacionamiento	192.168.1.117	5ms	Continua
ACCESO 6A	Fija	Ingreso Peatonal	192.168.1.118	3ms	No aplica
	Fija	Salida Peatonal	192.168.1.119	4ms	No aplica
ACCESO 6B	PTZ	Estacionamiento	192.168.1.120	5ms	Continua

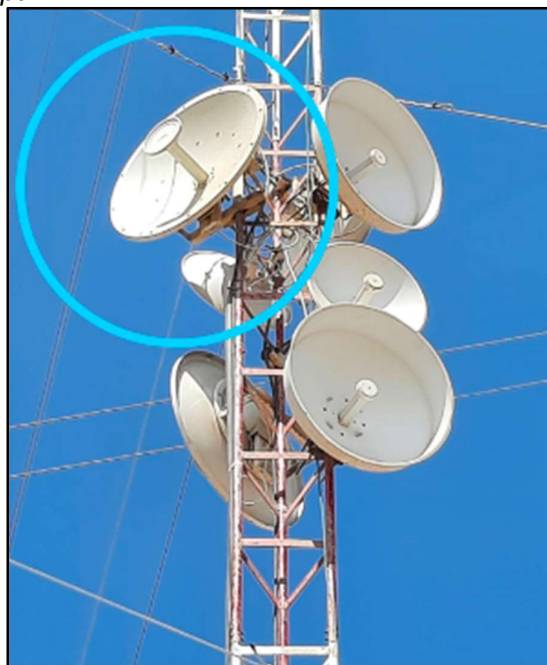
ACCESO 7	Fija	Ingreso Peatonal	192.168.1.121	3ms	No aplica
	Fija	Salida Peatonal	192.168.1.122	2ms	No aplica
	Fija	Ingreso Peatonal Exterior	192.168.1.123	3ms	No aplica
	PTZ	Ingreso/Salida vehicular	192.168.1.124	5ms	Continua
	PTZ	Muelle	192.168.1.125	5ms	Continua
ACCESO 8	Fija	Ingreso Peatonal	192.168.1.126	4ms	No aplica
	Fija	Salida Peatonal	192.168.1.127	4ms	No aplica
	Fija	Ingreso/Salida vehicular	192.168.1.128	3ms	No aplica
EXPORTON 5	PTZ	Ingreso/Salida peatonal/vehicular	192.168.1.129	5ms	Continua
PORTON 10	Fija	Ingreso Peatonal	192.168.1.130	3ms	No aplica
	Fija	Salida Peatonal	192.168.1.131	2ms	No aplica
	PTZ	Ingreso/Salida Peatonal	192.168.1.132	4ms	Continua
TORREON 25	PTZ	Avenida "G"	192.168.1.133	4ms	Continua
GARITA PUNTA ARENAS	Fija	Ingreso Peatonal	192.168.1.134	3ms	No aplica
	Fija	Salida Peatonal	192.168.1.135	2ms	No aplica
	Fija	Ingreso Vehicular	192.168.1.136	3ms	No aplica
	Fija	Salida Vehicular	192.168.1.137	4ms	No aplica
	PTZ	Estacionamiento	192.168.1.138	4ms	Continua
TANQUES TABLAZO	Fija	Ingreso/Salida peatonal/vehicular	192.168.1.139	3ms	No aplica
	Fija	Estacionamiento	192.168.1.112	3ms	No aplica
	PTZ	Cerro Punta Arenas	192.168.1.140	5ms	Continua
	PTZ	Despacho Cisterna In/Out	192.168.1.141	5ms	Continua
	PTZ	Despacho Cisterna descarga	192.168.1.142	5ms	Continua
BOMBAS C/I	PTZ	Bombas Contra Incendio	192.168.1.143	4ms	Continua
VENTAS TALARA	Fija	Estacionamiento 1	192.168.1.144	3ms	No aplica
	Fija	Estacionamiento 2	192.168.1.145	2ms	No aplica
	Fija	Ingreso Peatonal	192.168.1.146	3ms	No aplica
	Fija	Interior de Garita	192.168.1.147	4ms	No aplica
	Fija	Salida Vehicular	192.168.1.148	3ms	No aplica
	PTZ	Estacionamiento Interior	192.168.1.149	5ms	Continua
	PTZ	Domo tanques 404	192.168.1.150	4ms	Continua
GLP	Fija	Ingreso Vehicular Exterior	192.168.1.151	2ms	No aplica
	Fija	Salida Vehicular	192.168.1.152	3ms	No aplica
	Fija	Interior de Garita	192.168.1.153	4ms	No aplica
	Fija	Islas	192.168.1.154	2ms	No aplica
	PTZ	Esferas	192.168.1.155	4ms	Continua
	PTZ	Estacionamiento Interior	192.168.1.156	5ms	Continua
AEREOPUERTO	PTZ	Estacionamiento	192.168.1.157	10 ms	Continua
PATIO TUBOS 2	PTZ	Tubos II	192.168.1.158	2ms	Continua
RESIDENCIAL PUNTA ARENAS	PTZ	Gasómetro	192.168.1.159	3ms	Continua
	PTZ	S/07	192.168.1.160	4ms	Continua
	PTZ	Frente al Club Punta Arenas	192.168.1.161	3ms	Continua

PTZ	J/05	192.168.1.162	4ms	Continua
PTZ	F/04	192.168.1.163	3ms	Continua
PTZ	E/01	192.168.1.164	4ms	Continua
PTZ	N/01	192.168.1.165	3ms	Continua
Fija	Portón 9 lado izquierdo	192.168.1.166	2ms	No aplica
Fija	Portón 9 lado derecho	192.168.1.167	3ms	No aplica
Fija	Parque J	192.168.1.168	2ms	No aplica
Fija	Parque H	192.168.1.169	2ms	No aplica
Fija	Patio Posterior del Club P.A.	192.168.1.170	3ms	No aplica

En figura 131, se muestra la instalación del sistema de radioenlace en la torre de comunicaciones. En el círculo de color azul se indica la antena primaria central que emite señal al edificio administrativo.

**Figura 131**

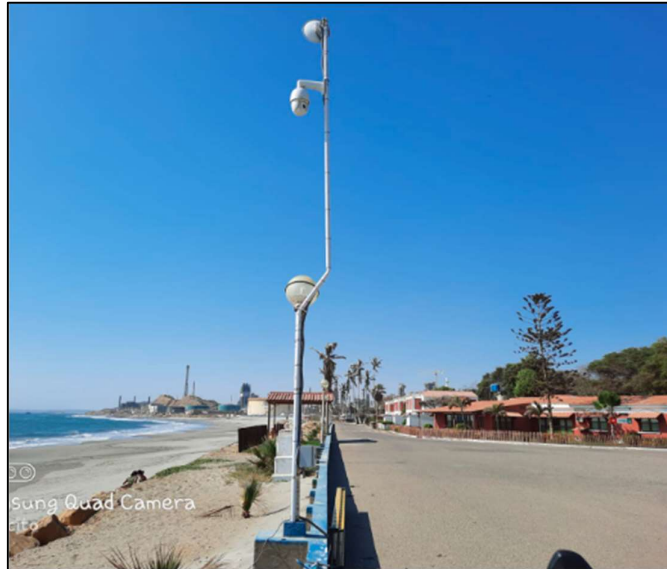
*Antena primaria principal*



En la figura 132, se muestra la antena emisora cercana a la residencia F/04, ubicada en la residencial Punta Arenas.

**Figura 132**

*Antena de residencial F/04*



En la figura 133, se muestran las antenas emisora y receptora ubicadas en el portón 09 de la residencial Punta Arenas.

**Figura 133**

*Antena de Portón 09*



#### 4.1.2 Resultados del dimensionamiento del sistema de energía fotovoltaica

En la tabla 35 se presentan los voltajes de operación suministrados por cada etapa del sistema de energía fotovoltaica, los cuales están dentro de los rangos requeridos para los dispositivos conectados.

**Tabla 35**

*Cuadro de voltajes de los sistemas fotovoltaicos*

Ubicación	Voltaje paneles (vdc)	Voltaje banco de baterías (vdc)	Voltaje salida unidad de control (vdc)	Voltaje salida de inversor (vac)	Variación de tensión en inversor (%)
Torre de comunicaciones	25.6	24.1	24.0	221.2	0.54%
Patio tubos II	24.8	24.2	24.1	222.1	0.94%

En las figuras 134 y 135, se observa el sistema de energía fotovoltaico instalado debajo de la torre de comunicaciones.

**Figura 134**

Paneles solares ubicados en la torre de comunicaciones



**Figura 135**

*Gabinete principal del sistema fotovoltaico de la torre de comunicaciones*



#### **4.1.3 Resultados del dimensionamiento del sistema CCTV**

Las cámaras IP del sistema de monitoreo remoto CCTV se instalaron en las ubicaciones remotas indicadas en la tabla 1. El sistema operó correctamente al integrarse con el sistema de energía fotovoltaica y el sistema de radioenlaces. Además, se transmitieron imágenes en tiempo real a la central de monitoreo. La figura 136 muestra los grabadores NVR instalados en el gabinete de comunicaciones.

**Figura 136**

*Grabadores NVR de la refinería*

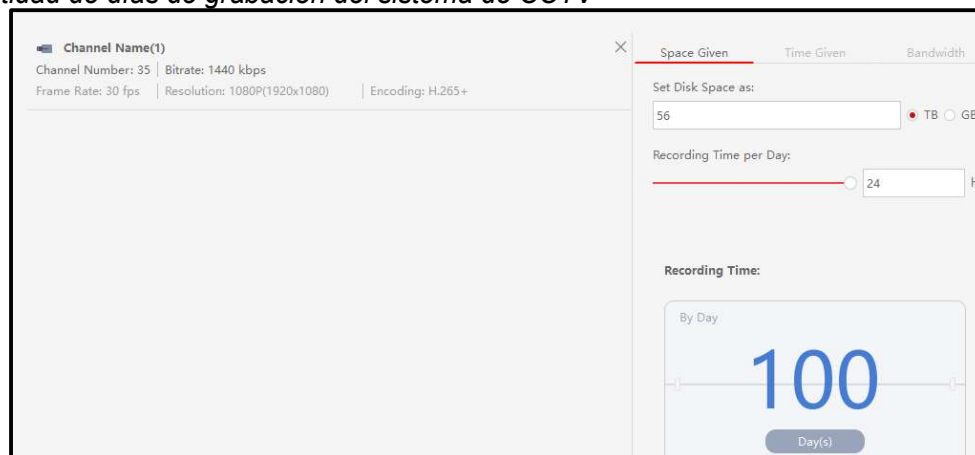


El requisito principal de la refinería consistía en que el tiempo de grabación sea mayor o igual a 90 días, para ello, se calculó que cada NVR almacene 50 TB de almacenamiento, por lo tanto, se instaló 7 HDD de 8 terabits de capacidad para cada uno, de esta manera, se obtuvo 56 terabits para cada NVR.

Cada NVR almacena 35 cámaras para la capacidad de terabits del sistema. En la figura 137, se visualiza la cantidad de días que el sistema almacena utilizando el software Storage and Network Calculator.

**Figura 137**

*Cantidad de días de grabación del sistema de CCTV*

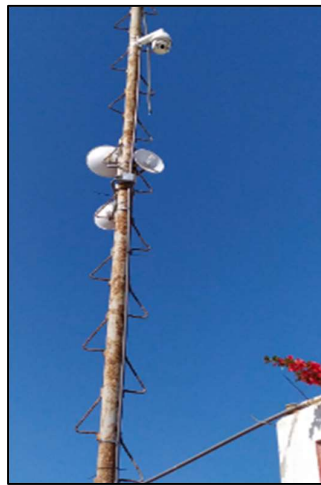


En la figura 137 se muestra que la cantidad de días de almacenamiento del sistema es de 100 días, este resultado cumple con el requisito principal de la refinería. Incluso se podría agregar mayor cantidad de cámaras sin que sobrepasen los 90 días de almacenamiento del sistema, en el apartado 4.2 se analiza lo indicado.

En las figuras 138 se observa el resultado de la instalación de una cámara PTZ en el sitio “planta de ventas” de la refinería.

### **Figura 138**

*Instalación de cámara PTZ en planta de ventas*



El sistema de monitoreo remoto CCTV es gestionado por un centro de control, donde el personal realiza una supervisión continua y administra las imágenes en tiempo real y grabadas. Esto permite una respuesta eficaz ante cualquier incidente en las ubicaciones remotas. La figura 139 muestra el centro de control encargado de la visualización de las imágenes captadas.



**Figura 139**

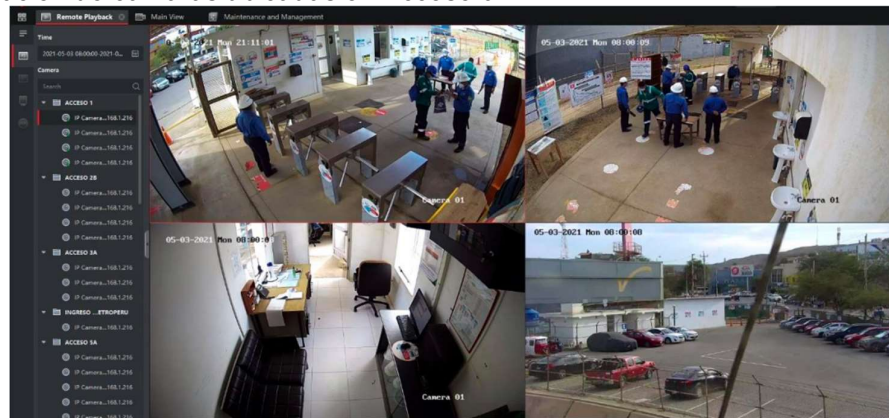
*Centro de Control*



Un requisito de la refinería, es que se tenga visualización de las zonas indicadas en la tabla 1. Desde la figura 140 hasta la 156, se muestran la operatividad de todas las cámaras divididas en sus respectivas ubicaciones, en horarios nocturnos y diurnos.

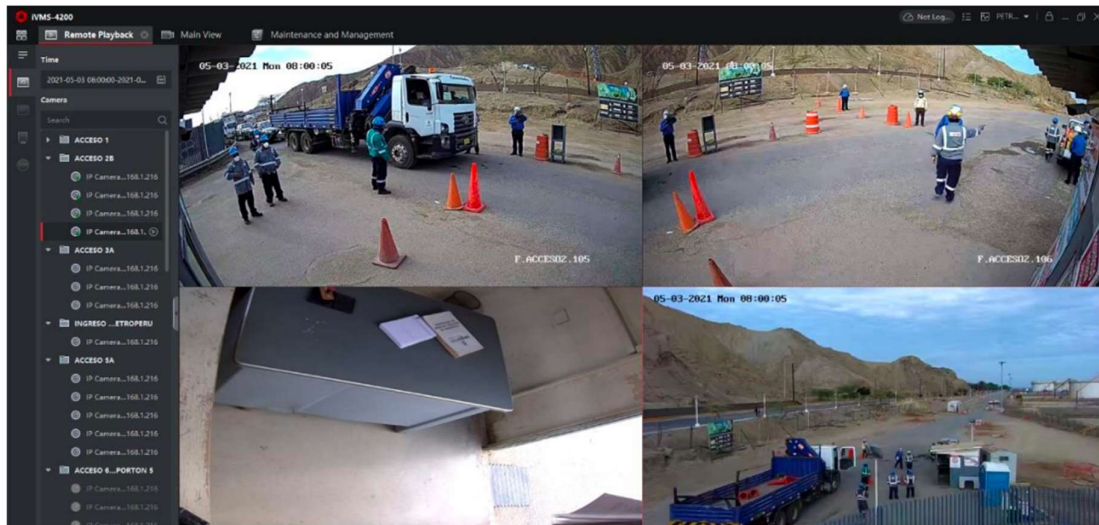
**Figura 140**

*Visualización de cámaras ubicadas en Acceso 01*



**Figura 141**

*Visualización de cámaras ubicadas en Acceso 02*



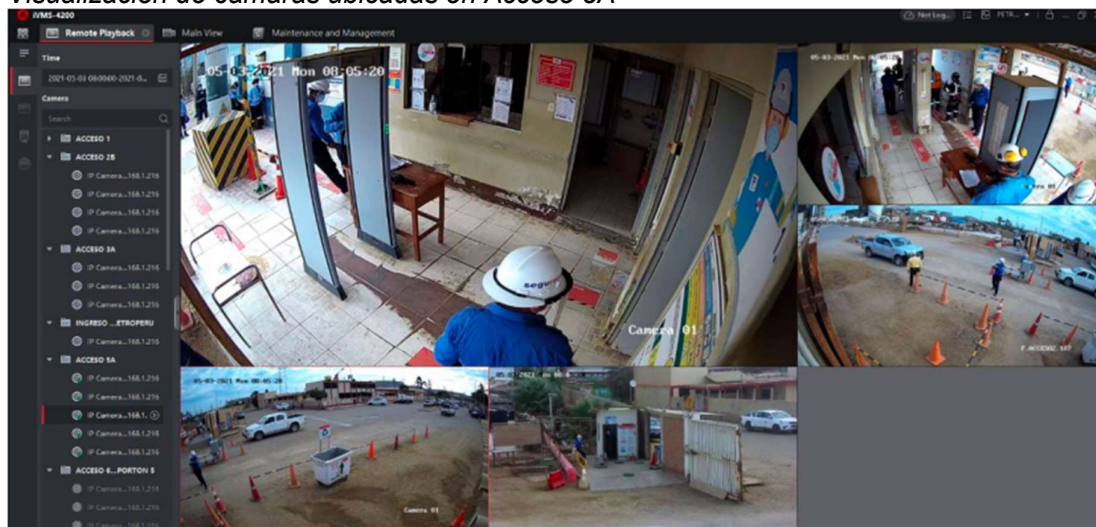
**Figura 142**

*Visualización de cámaras ubicadas en Acceso 3A*



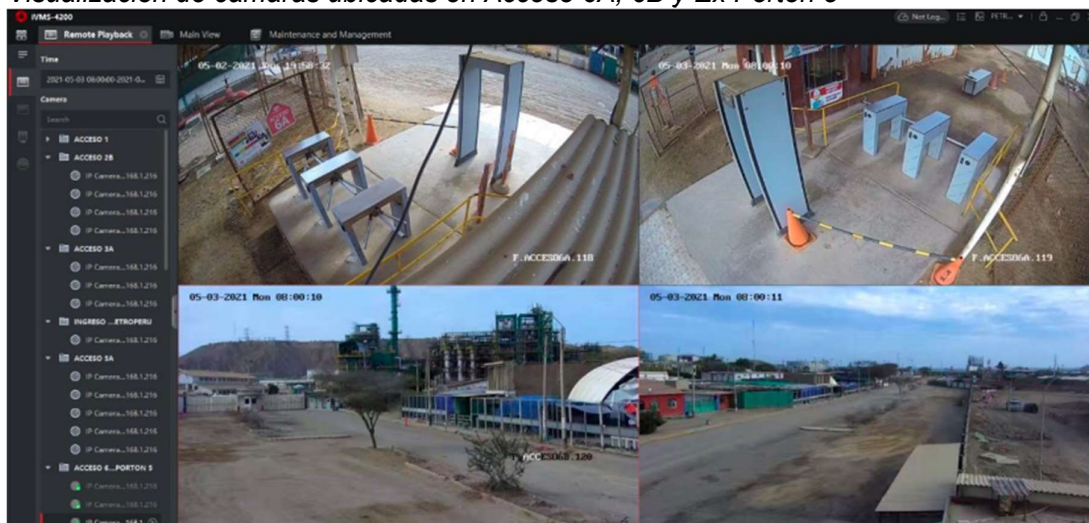
**Figura 143**

*Visualización de cámaras ubicadas en Acceso 5A*



**Figura 144**

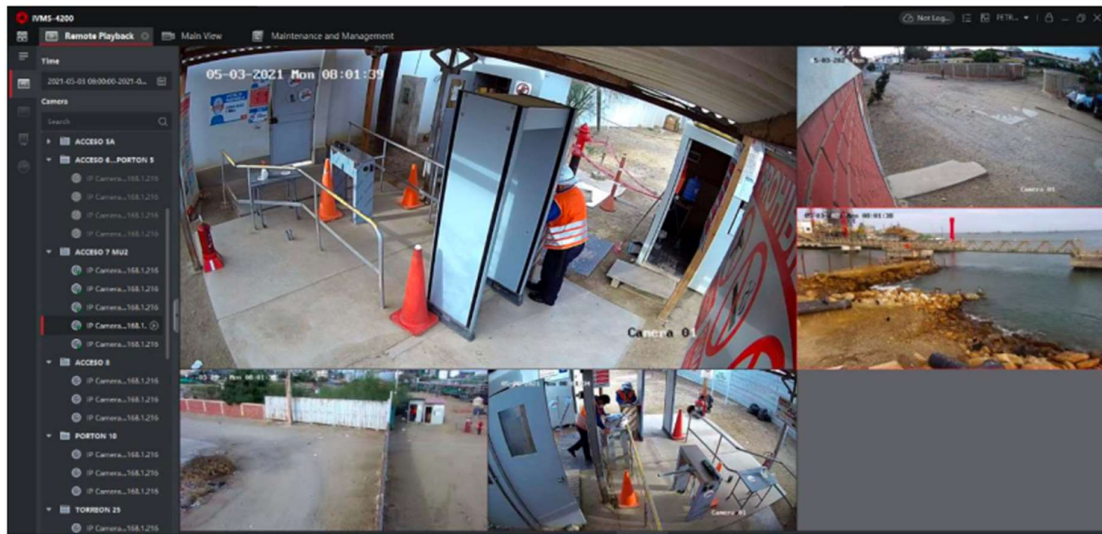
*Visualización de cámaras ubicadas en Acceso 6A, 6B y Ex Portón 5*





**Figura 145**

*Visualización de cámaras en Acceso 07*



**Figura 146**

*Visualización de cámaras en Acceso 08*

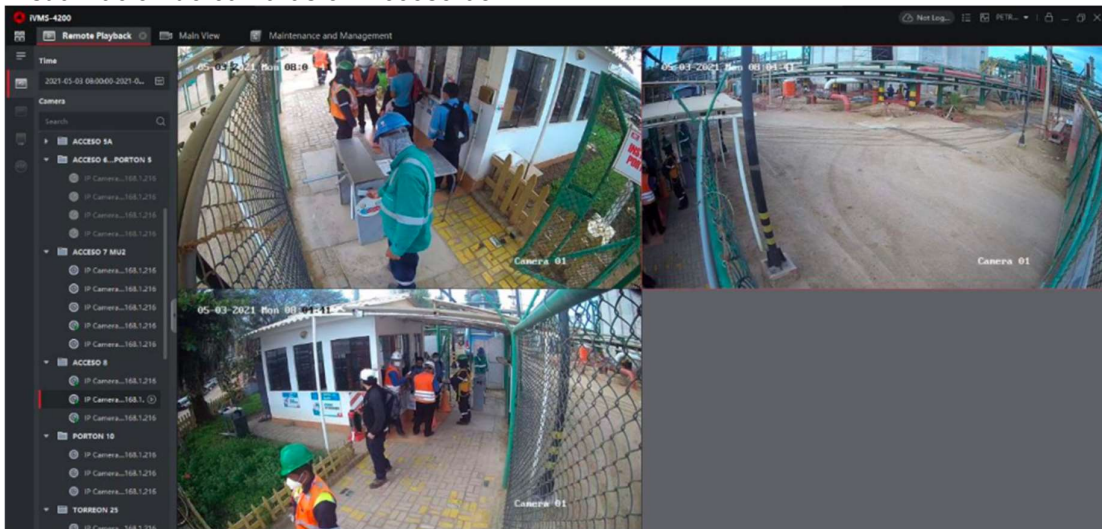


Figura 147

Visualización de cámaras en Portón 10

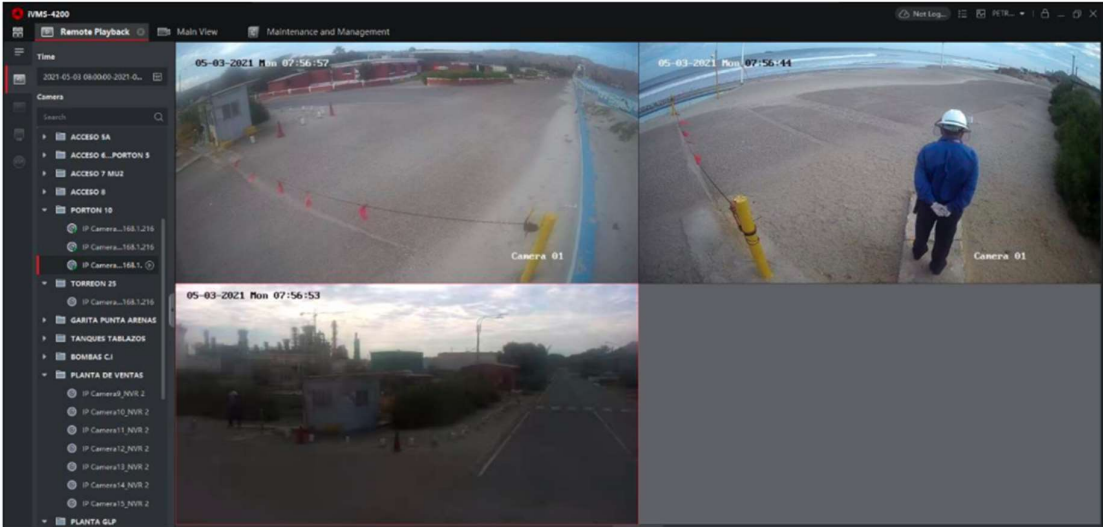
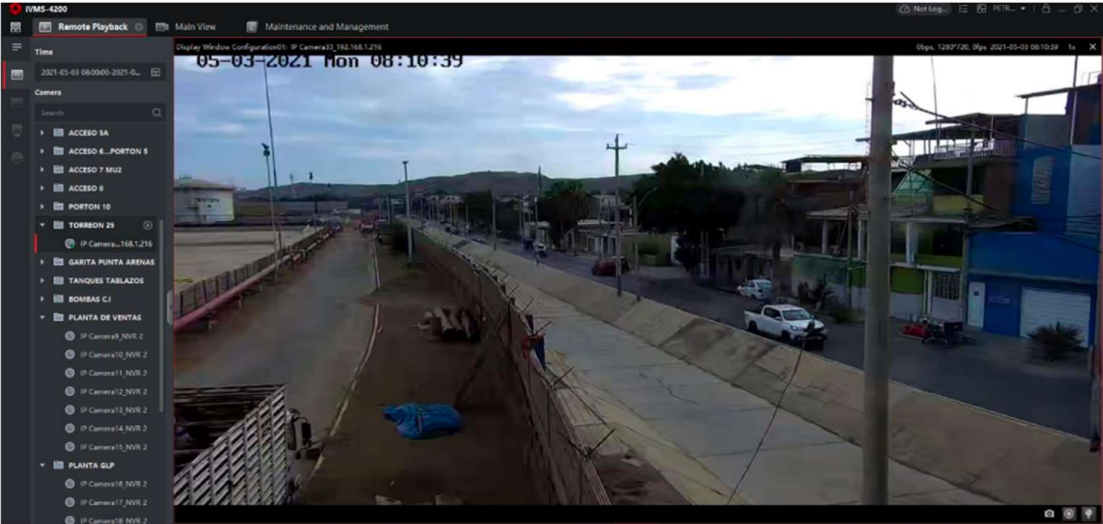


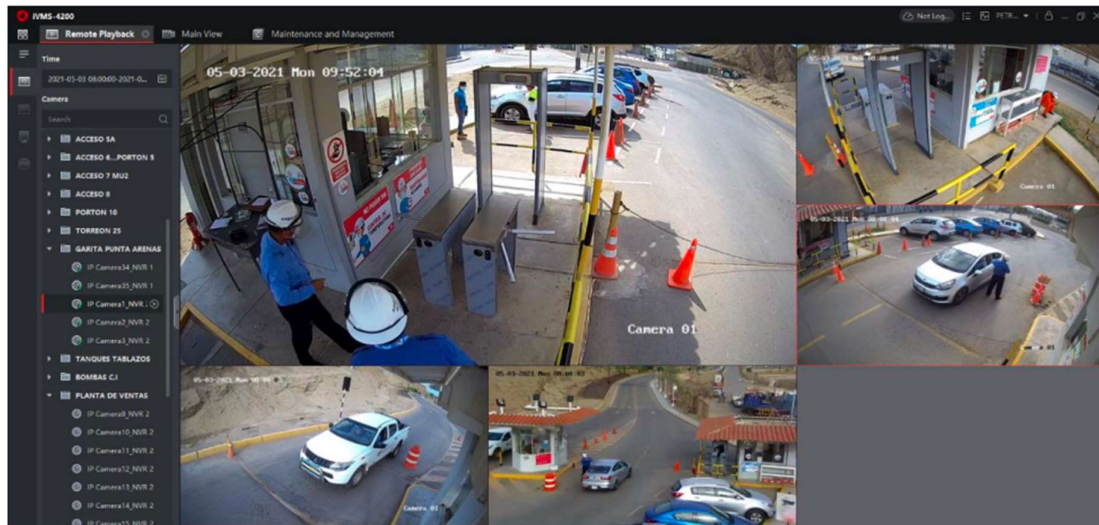
Figura 148

Visualización de cámaras en Torreón 25



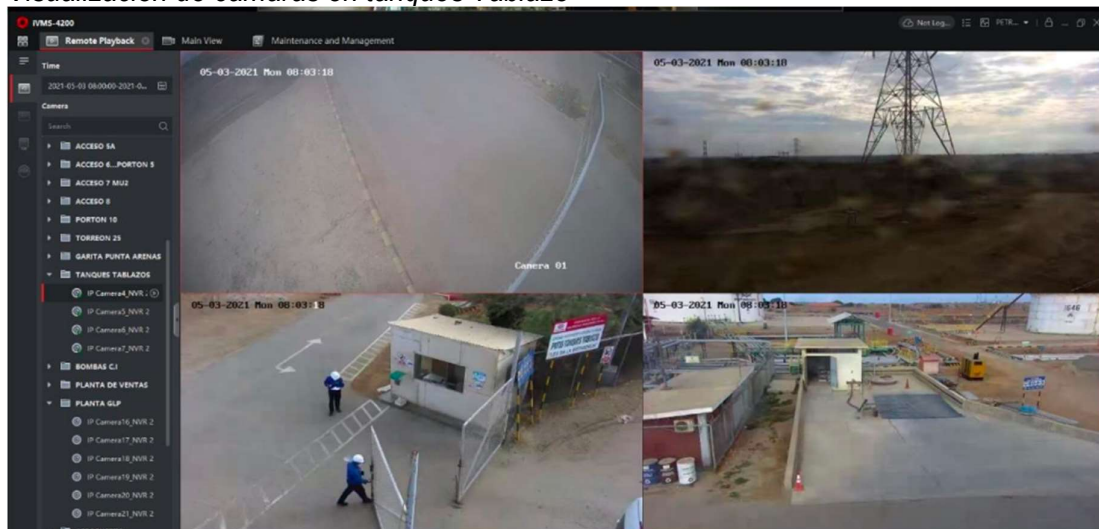
**Figura 149**

*Visualización de cámaras en Garita Punta Arenas*



**Figura 150**

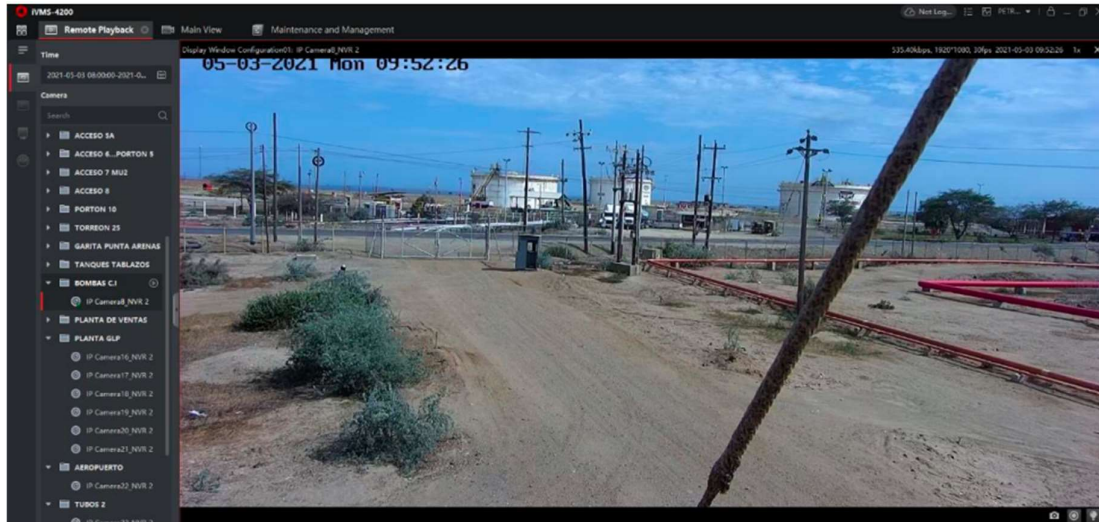
*Visualización de cámaras en tanques Tablazo*





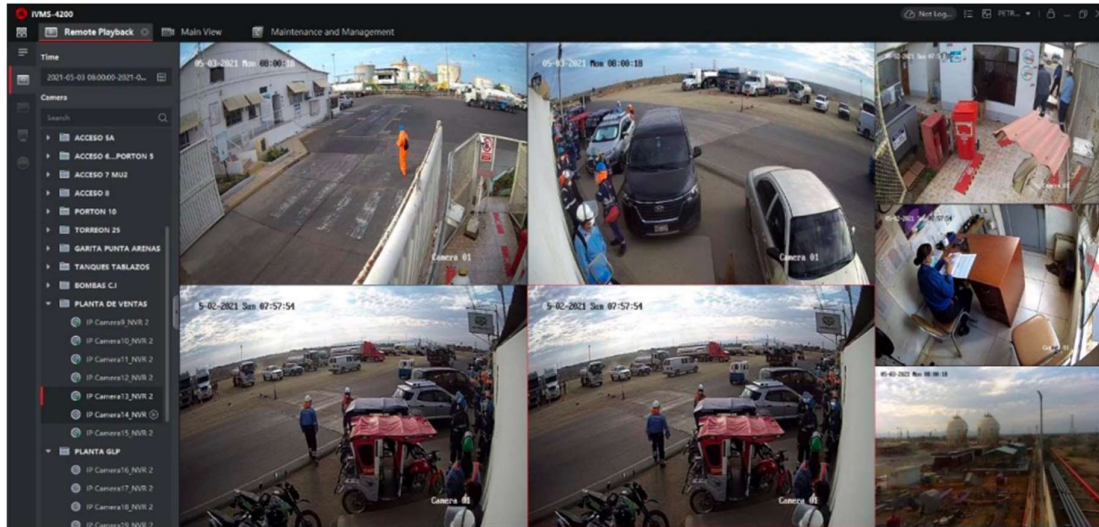
**Figura 151**

*Visualización de cámaras en Bombas Contra Incendio*



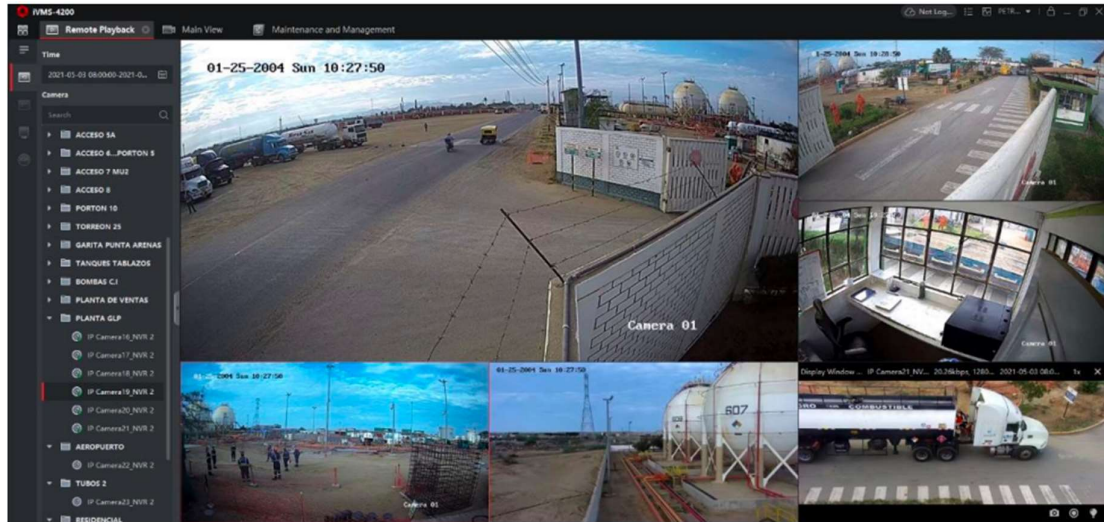
**Figura 152**

*Visualización de cámaras en Planta de Ventas*



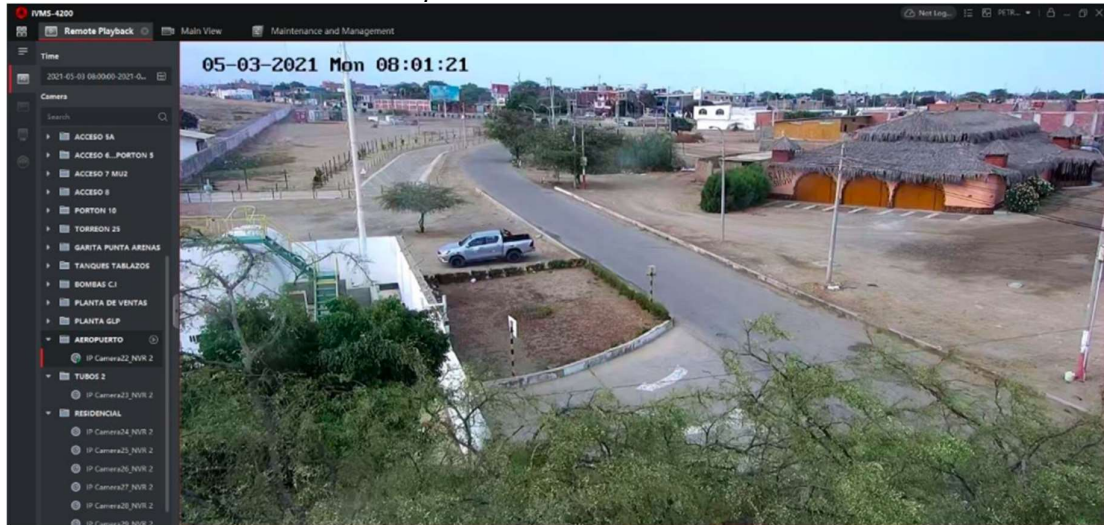
**Figura 153**

*Visualización de cámaras en Planta GLP*



**Figura 154**

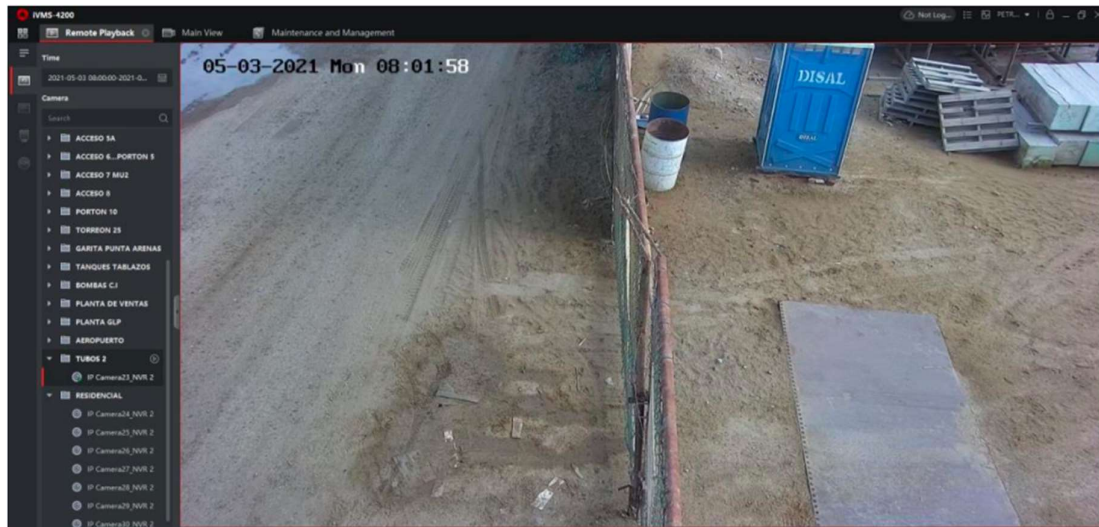
*Visualización de cámaras en Aeropuerto*





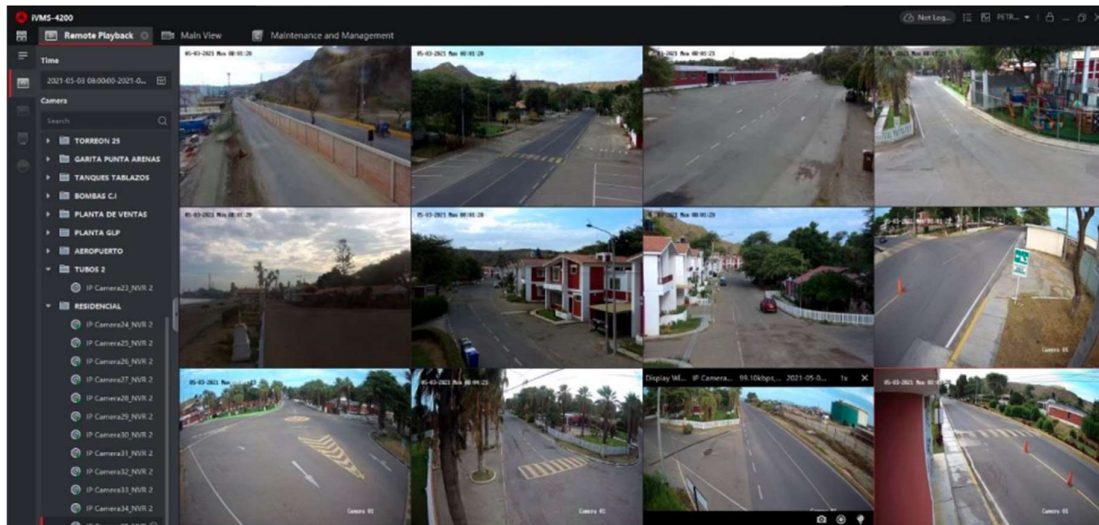
**Figura 155**

*Visualización de cámaras en Patio Tubos II*



**Figura 156**

*Visualización de cámaras en Residencial Punta Arenas*



De todas las cámaras instaladas, la cámara del aeropuerto presenta interferencia, esto se debe a la ausencia de vista directa entre las antenas del radioenlace. Se presenta un diseño alternativo del radioenlace en mención en la sección de análisis de resultados.

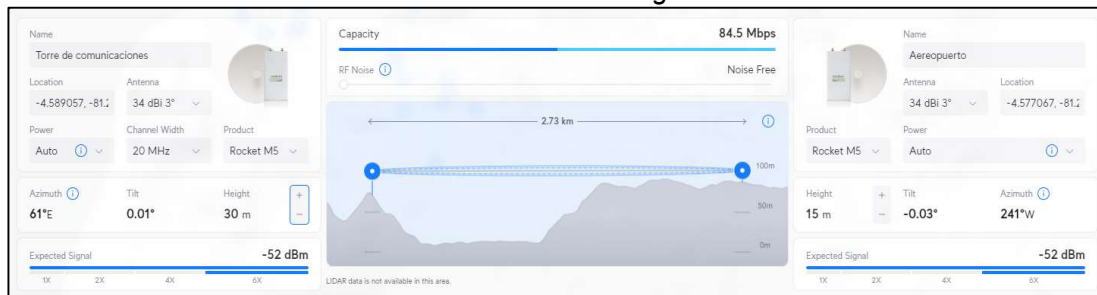
## 4.2 Análisis de resultados

De los resultados del sistema de radioenlace, en la tabla 33 se verifica que la calidad de conexión (*Airmax Quality*) de los radioenlaces supera el 90%. A excepción de las antenas del aeropuerto, debido a que en la simulación de la figura 52, la altura de las antenas no es la ideal para una buena comunicación entre ellas. Para las demás antenas, un *Airmax Quality* mayor al 90% indica una buena respuesta entre antenas, lo cual se reflejará en la visualización de las cámaras. De igual forma, la capacidad de datos (*Airmax Capacity*) supera el 85% para cada antena, lo cual indica una correcta transmisión de datos por radioenlace.

En la figura 157, se muestra la simulación del enlace P36 – G0 (aeropuerto), en el caso de que la altura de instalación de la antena receptora fuera de 30 metros, y la altura de instalación de la antena emisora, fuera de 15 metros.

**Figura 157**

*Nueva simulación del enlace P36 – G0 en UISP Design Center*



De la figura 157, se verifica que la línea de vista del radioenlace presenta menos interferencia que el diseño original; sin embargo, esta solución tendría un fuerte impacto en el costo del proyecto. Esto debido a que la torre ventada existente tiene 30 metros de altura, lo que indica que no se puede instalar ninguna antena que iguale o supere la altura indicada, salvo la opción de considerar una torre ventada de mayor tamaño.

Para el caso de la antena emisora, se pudo instalar la antena a 15 metros de altura como se visualiza en la figura 157; sin embargo, para lograr la altura indicada, era

necesario instalar un soporte de 03 metros de largo, que hubiera elevado los costos del proyecto.

En los resultados de conectividad, en la tabla 34 se verifica que todas cámaras, a excepción del aeropuerto, obtuvieron un tiempo de respuesta menor a 5ms. Estos valores indican que las cámaras se visualizan de forma continua sin presentar pérdida de datos ni interferencias.

Para el caso del aeropuerto, a pesar de que el tiempo de respuesta fue de 10ms, la movilidad de la cámara PTZ es continua y fluida: sin embargo, presenta interferencias cada periodo de tiempo.

Por lo tanto, al confirmar que las señales de las cámaras reciben una respuesta rápida de *ping* desde el *datacenter* hacia cada una de estas, se concluye que el sistema de radioenlace se encuentra dimensionado de forma eficaz.

De los resultados del sistema fotovoltaico, en la tabla 35 se verifica que, tanto el sistema de la Torre de Comunicaciones como el de Patio Tubos II, la variación de tensión en el inversor es menor a 5%. Si este valor se mantiene constante en el transcurso de la operación de los paneles fotovoltaicos, en el sistema no surgirán daños eléctricos debido a picos de tensión; por lo tanto, se concluye que el dimensionamiento del sistema fotovoltaico es eficaz y seguro, ya que este no presenta variaciones de tensión bruscas.

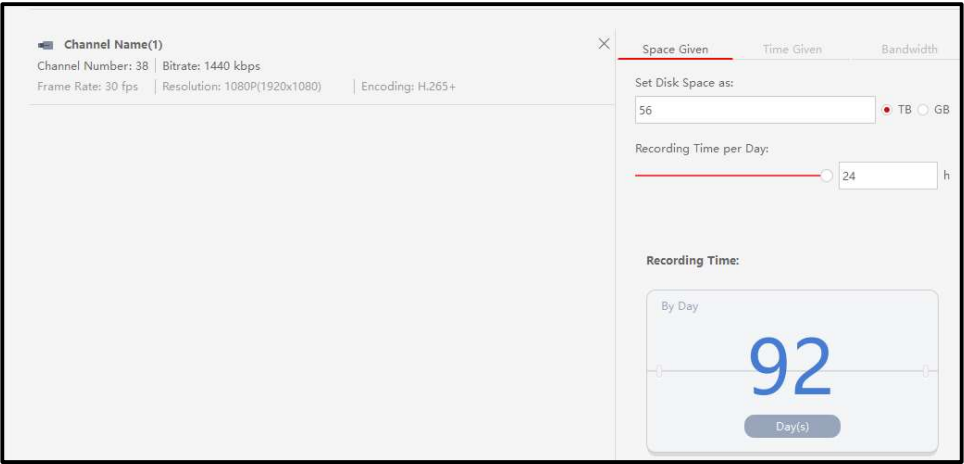
Si el dimensionamiento del sistema fotovoltaico fuese ineficaz, el sistema de radioenlaces se vería afectado, debido a que la mayor cantidad de señales de los radioenlaces llegan directo hacia la torre de comunicaciones. Todas las antenas de la torre son alimentadas por el sistema fotovoltaico. Si este fallara, no funcionarían la mayoría de radioenlaces.

De los resultados del sistema de CCTV, en la figura 137 se indica que los días de grabación es de 100 días para cada NVR. En el caso que se desee agregar más cámaras en el futuro, se debe determinar la cantidad de la misma para que la cantidad de días de grabación no sea menor que 90. En la figura 158 se indica, mediante el *software Storage*

and Network Calculator, la cantidad máxima de cámaras que el NVR almacena para que se cumplan los 90 días de grabación.

**Figura 158**

*Cantidad de cámaras adicionales*



En la figura 158, se visualiza que, para los 56 TB instalados, el sistema podrá soportar hasta 38 cámaras por cada NVR. Como se tienen instaladas 35 cámaras para cada NVR, dan como resultado un adicional de 6 cámaras en caso se deseen agregar a futuro.

Por último, de los resultados del sistema de CCTV desde la figura 140 hasta la 156, se observa que las ubicaciones de las cámaras se encuentran en las zonas indicadas por Petroperú, según la tabla 1. Por lo que se concluye que el sistema de CCTV fue dimensionado correctamente en base a los requerimientos solicitados por la refinería.

## Conclusiones

Se ha determinado las siguientes conclusiones:

1. La integración de los sistemas de radioenlaces y paneles solares dimensionados da como resultado el funcionamiento del sistema de CCTV, el cual fue dimensionado en base a los requerimientos indicados por la refinería.
2. El sistema de CCTV dimensionado supervisa 70 ubicaciones estratégicas de la refinería y tiene una capacidad de grabación de 100 días.
3. El sistema de radioenlaces implementado consta de 72 radioenlaces inalámbricos en una topología tipo árbol con enlaces punto a punto con un tiempo de respuesta menor a 5ms, a excepción del radioenlace del aeropuerto, debido a la interferencia en la línea de vista de las antenas.
4. La salida para cada sistema de paneles solares implementado es de 221.2AC y 222.1AC, respectivamente, con una variación de tensión menor a 5%

## **Recomendaciones**

1. En caso de problemas con el sistema, se aconseja realizar una revisión técnica por parte de personal especializado o capacitado en sistemas de CCTV, radioenlaces y sistemas fotovoltaico.
2. Para corregir la interferencia de señal de la cámara del aeropuerto, se recomienda modificar la altura de las antenas.
3. Se recomienda realizar un plan de mantenimiento preventivo para garantizar un mejor rendimiento del sistema.
4. Es recomendable disponer de un sistema de energía alterna, ante una falla en el sistema eléctrico.
5. Es recomendable el uso de seguridad en las redes inalámbricas para evitar accesos a la red no deseados.

## Referencias bibliográficas

- Ccama, J. (2014). *Diseño e implementación de un sistema de video vigilancia y control de asistencia biométrico de la empresa “Autoaccesorios Los Gemelos S.A.C” de la ciudad de Juliaca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio UNAP. <https://tesis.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/1906>
- Cruz, V. (2020). *Diseño e implementación de una red de monitoreo remoto CCTV con el uso de energía fotovoltaica en el refugio de vida silvestre Laquipampa – Lambayeque*. [Tesis de grado, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio UTP. [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3205/Cruz%20Inilupu\\_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional\\_Titulo%20Profesional\\_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3205/Cruz%20Inilupu_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cumpa, J. (2015). *Análisis para el Diseño del Proyecto de Seguridad Ciudadana aplicando Tecnologías de Información y Comunicación, en el Distrito de Ciudad Eten*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio UNPRG. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/3945>
- Gonzáles, G., Zambrano, J. y Estrada, E. (2014). *Estudio diseño e implementación de un sistema de energía solar en la comuna Puerto Roma de la Isla Mondragón del Golfo de Guayaquil, Provincia del Guayas*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.upes.edu.ec/handle/123456789/6553>
- Gutiérrez, A. y Vásquez, C. (2019). *Instalación de sistema fotovoltaico eficiente para generación y suministro de energía eléctrica de instituciones educativas de Arequipa*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional del Callao]. Repositorio UNAC. <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/5170>

- López, P. (2015). *Diseño de una instalación solar fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica de una vivienda aislada*. [Tesis de grado, Universitat Rovira I Virgili]. Repositorio Institucional URV. <http://sauron.etse.urv.es/public/PROPOSTES/pub/pdf/2317res.pdf>
- Martí, S. (2013). *Diseño de un sistema de televigilancia sobre IP para el edificio CRAI de la Escuela Politécnica Superior de Gandía*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio Institucional UPV. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/34082/memoria.pdf>
- Monteros, J. (2015). *Diseño de un sistema de video – vigilancia inalámbrica para la ciudad de Cayambe*. [Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional]. Repositorio Digital Institucional EPN. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10648>
- Moreno, A. (2016). *Dimensionado de una instalación fotovoltaica para una vivienda rural aislada*. [Tesis de doctorado, Universidad Carlos III de Madrid]. Repositorio UC3M. <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/24317>
- Peláez, J. (2013). *Diseño de un sistema de video vigilancia IP para la Corte Superior de Justicia*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/1371>
- Poma, L. (2015). *Diseño e implementación de un radioenlace de microondas en Achocalla y Aranjuez del departamento de La Paz*. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio UMSA. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/11474>
- Portabella, I. (2010). *Proceso de creación de una planta solar fotovoltaica conectada a red*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica de Cataluña]. Repositorio Institucional UPC. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/10756/PFC%20Ixtobe%20Portabella%2020100830.pdf>



- Rey, F. (2011). *Diseño de un sistema de CCTV basado en red IP inalámbrica para seguridad en estacionamientos vehiculares*. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio de Tesis PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/890>
- Rivas, J. y Velázquez, C. (2011). *Implementación de sistema de seguridad con video-vigilancia y software libre*. [Tesis de grado, Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio Digital IPN. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/11622/3.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tomasi, W. (2003). *Sistemas de comunicaciones electrónicas* (p. 8). Pearson Educación. [https://www.academia.edu/40148837/Sistemas\\_de\\_comunicaciones\\_electronicas\\_tomasi\\_4ta\\_edicion](https://www.academia.edu/40148837/Sistemas_de_comunicaciones_electronicas_tomasi_4ta_edicion)
- Yacelga, J. (2017). *Estudio de factibilidad y diseño de una red inalámbrica ISP, para proveer servicio de internet en las comunidades de la cuenca del lago San Pablo*. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio Nacional PUCE. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/13691>
- Zúñiga, T. y Cruz, V. (2013). *Diseño de sistemas de energía solar fotovoltaica – Aplicación en el Perú*. *Paideia XXI*, 3(4), 160–170. <https://doi.org/10.31381/paideiaxxi.v3i4.935>

## **Anexos**

Anexo 1: Ficha técnica de antenas PowerBeam M5 300 - 400 .....	1
Anexo 2: Ficha técnica de antenas PowerBeam 5AC GEN2 .....	14
Anexo 3: Ficha técnica de antenas Nanostation LoCo M5.....	23
Anexo 4 : Ficha técnica de antenas Rocket M5 .....	38
Anexo 5: Ficha técnica de antenas Airfiber.....	51
Anexo 6: Ficha técnica de NVR DS-7104NI-Q1.....	61
Anexo 7: Ficha técnica de NVR DS-7616NI-K2 .....	65
Anexo 8: Ficha técnica de NVR DS-9600NI .....	69
Anexo 9: Ficha técnica de NVR DS-7604NI-Q1.....	72
Anexo 10: Ficha técnica de NVR DS-7608NI-Q1.....	77
Anexo 11: Ficha técnica de NVR DS-9600NI-16 .....	82
Anexo 12: Ficha técnica de cámara tubular DS-2CD2T25FHWD-I5I8 .....	85
Anexo 13: Ficha técnica de cámara PTZ DS-2DE7232IW-AE(B) .....	90
Anexo 14: Ficha técnica de controladores PC1600A SERIES (203040A).....	97
Anexo 15: Ficha técnica de inversores 250 VA - 1200VA.....	101
Anexo 16: Especificaciones del Servicio del Proyecto .....	103

## Anexo 1

### Ficha técnica de antenas PowerBeam M5 300 - 400



## PowerBeam®

High-Performance airMAX® Bridge

Models: PBE-M5-620, PBE-M5-400, PBE-M5-300, PBE-M2-400

Uniform Beamwidth Maximizes Noise Immunity

Innovative Mechanical Design

High-Speed Processor for Superior Performance



## Overview

Starting with the first-generation NanoBridge®, Ubiquiti Networks pioneered the all-in-one design for an airMAX® product functioning as a CPE (Customer Premises Equipment). Now Ubiquiti Networks launches the latest generation of CPE, the PowerBeam®.

### Improved Noise Immunity

The PowerBeam directs RF energy in a tighter beamwidth. With the focus in one direction, the PowerBeam blocks or spatially filters out noise, so noise immunity is improved. This feature is especially important in an area crowded with other RF signals of the same or similar frequency.

### Integrated Design

Ubiquiti's InnerFeed® technology integrates the radio into the feedhorn of an antenna, so there is no need for a cable. This improves performance because it eliminates cable losses.

Providing high performance and innovative mechanical design at a low cost, the PowerBeam is extremely versatile and cost-effective to deploy.

### airMAX Technology Included

Unlike standard Wi-Fi protocol, Ubiquiti's Time Division Multiple Access (TDMA) airMAX protocol allows each client to send and receive data using pre-designated time slots scheduled by an intelligent AP controller.

This time slot method eliminates hidden node collisions and maximizes airtime efficiency. It provides significant performance improvements in latency, throughput, and scalability compared to all other outdoor systems in its class.

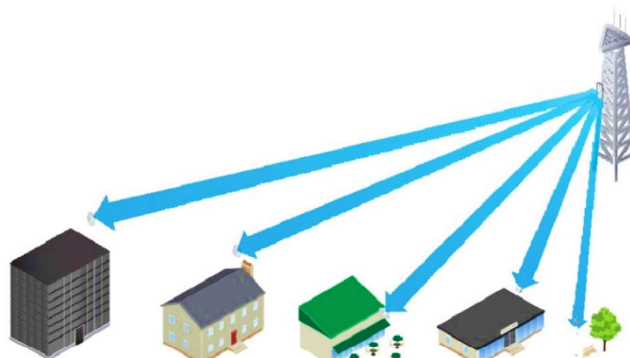
**Intelligent QoS** Priority is given to voice/video for seamless streaming.

**Scalability** High capacity and scalability.

**Long Distance** Capable of high-speed, carrier-class links.

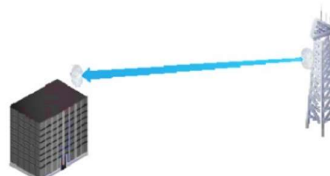
## Application Examples

### PtMP Client Links



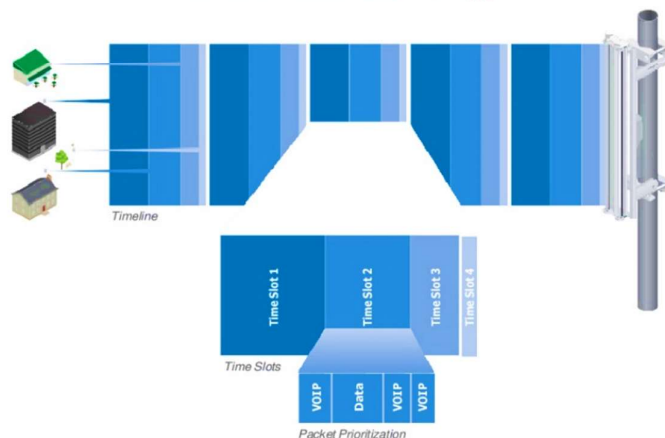
The PowerBeam used as a CPE device for each client in an airMAX PtMP network.

### PtP Link



Use a PowerBeam on each side of a PtP link.

## airMAX TDMA Technology



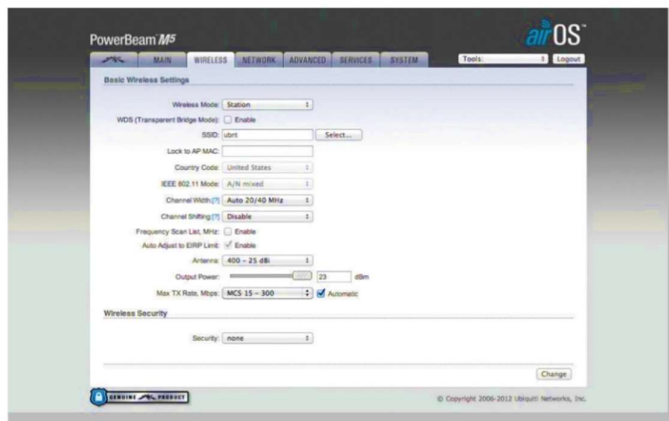
Up to 100 airMAX stations can be connected to an airMAX Sector; four airMAX stations are shown to illustrate the general concept.

## Software

### airOS®

airOS® is an intuitive, versatile, highly developed Ubiquiti firmware technology. It is exceptionally intuitive and was designed to require no training to operate. Behind the user interface is a powerful firmware architecture, which enables high-performance, outdoor multi-point networking.

- Protocol Support
- Ubiquiti Channelization
- Spectral Width Adjustment
- ACK Auto-Timing
- AAP Technology
- Multi-Language Support



### airView®

Integrated on all Ubiquiti M products, airView® provides advanced spectrum analyzer functionality: waterfall, waveform, and real-time spectral views allow operators to identify noise signatures and plan their networks to minimize noise interference.

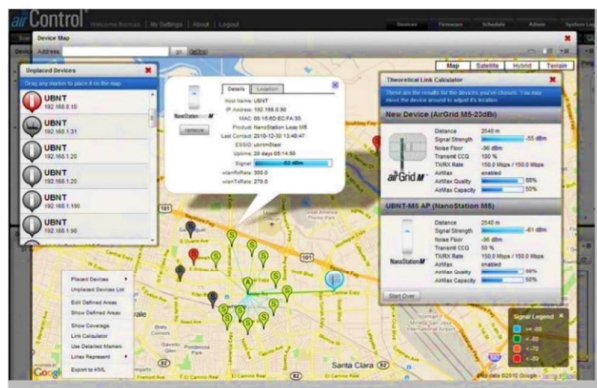
- **Waterfall** Aggregate energy over time for each frequency.
- **Waveform** Aggregate energy collected.
- **Real-time** Energy is shown in real time as a function of frequency.
- **Recording** Automate airView to record and report results.



### airControl®

airControl® is a powerful and intuitive, web-based server network management application, which allows operators to centrally manage entire networks of Ubiquiti devices.

- Network Map
- Monitor Device Status
- Mass Firmware Upgrade
- Web UI Access
- Manage Groups of Devices
- Task Scheduling





## Hardware Overview

### Innovative Mechanical Design

- **Built-in mechanical tilt** The mounting bracket conveniently offers 20° of uptilt and up to 20° of downtilt.
- **Quick assembly** The number of fasteners was reduced to simplify assembly. Tools are required only when the technician mounts the PowerBeam on the pole.
- **Easy removal** The antenna feed can be detached with the push of a button.

### Corrosion Resistance

- **Fasteners** GEOMET-coated for improved corrosion resistance when compared with zinc-plated fasteners.
- **Dish and brackets** Made of galvanized steel that is powder-coated for superior corrosion resistance. The redesigned pole bracket for the 400 mm dish and fender washers for the 300 mm dish prevent paint from being removed from the metal brackets for improved corrosion resistance.

## Model Comparison

	PBE-M5-620	PBE-M5-400	PBE-M5-300	PBE-M2-400
Frequency Band	5 GHz	5 GHz	5 GHz	2.4 GHz
Antenna Gain	29 dBi	25 dBi	22 dBi	18 dBi
Dish Reflector	620 mm	400 mm	300 mm	400 mm
Throughput	150+ Mbps	150+ Mbps	150+ Mbps	150+ Mbps
Network Interface	10/100/1000	10/100/1000	10/100	10/100



### PowerBeam<sup>®</sup> M 400 mm Radome

Model	PBE-M2-400	PBE-M5-400	PBE-M5-300
PBE-RAD-400	✓	✓	N/A

A protective radome is available as an optional accessory for the PBE-M2-400 and PBE-M5-400.

# PowerBeam® Accessories

## IsoBeam™

Model: ISO-BEAM-620



The IsoBeam™ is an isolator radome that is available as an optional accessory for the PBE-M5-620 and other models:

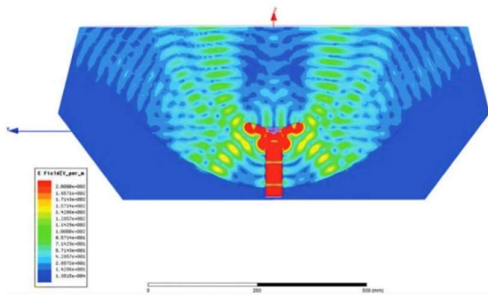
- airFiber® AF-5G30-S45
- PowerBeam PBE-5AC-620
- RocketDish™ RD-5G30-LW

The innovative RF-choke perimeter of the IsoBeam delivers superior noise immunity in co-location deployments; its perimeter corrugation provides enhanced RF shielding. Compare the two near-field plots below, and note the breakthrough isolation performance of the IsoBeam.

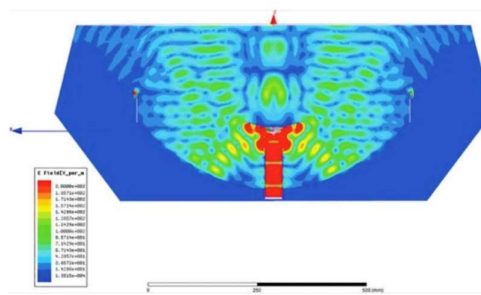
Both near-field plots are displayed in watts and use a linear scale. The strength of the electromagnetic field is color-coded:

- Red: Highest strength
- Green: Medium strength
- Indigo: Lowest strength

Without IsoBeam



With IsoBeam



## Precision Alignment Kit

Model: PAK-620



The Precision Alignment Kit is available as an optional accessory for the PBE-M5-620. It features 15° of azimuth adjustment and 15° of elevation adjustment to enable extremely accurate aiming for optimal PtP link performance.

The Precision Alignment Kit is also compatible with other dish antennas:

- airFiber AF-5G30-S45
- PowerBeam PBE-5AC-620
- RocketDish RD-5G30-LW

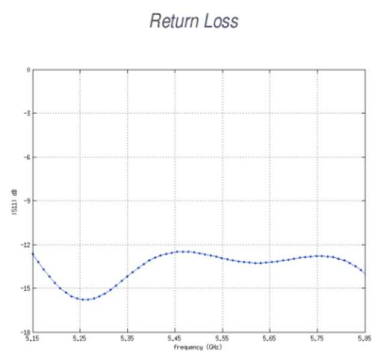
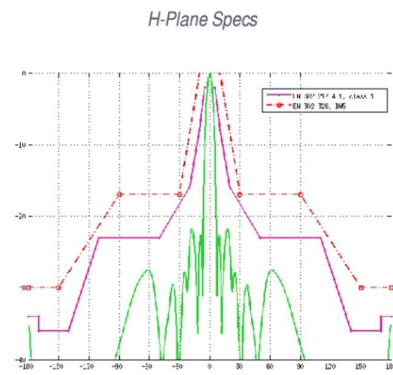
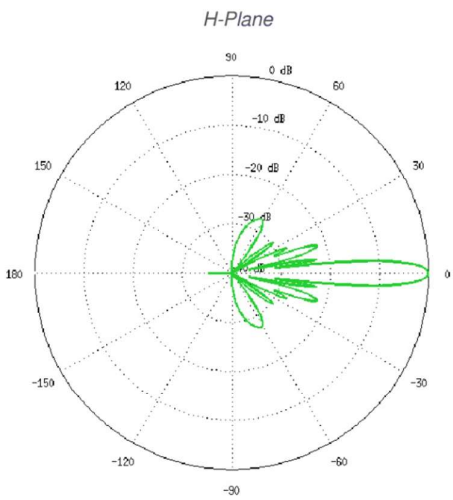
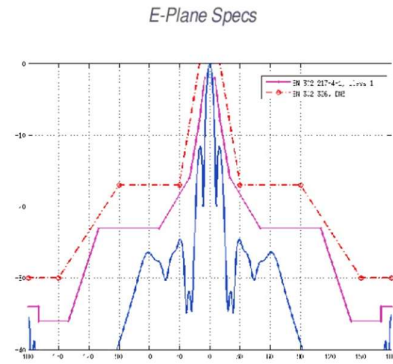
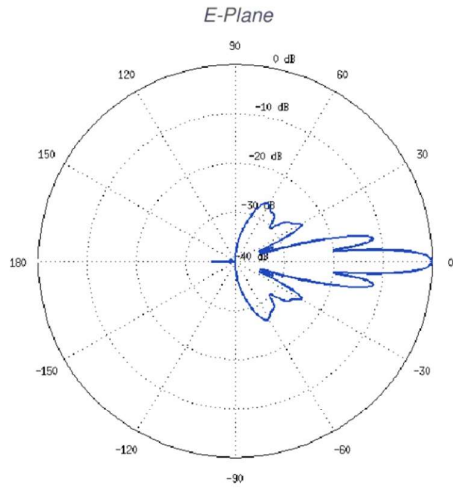
# Specifications

PBE-M5-620					
Dimensions	620 x 620 x 386 mm (24.41 x 24.41 x 15.2")				
Weight	6.4 kg (14.11 lb)				
Power Supply	24V, 0.5A Gigabit PoE				
Max. Power Consumption	8.5W				
Operating Frequency	Worldwide	USA: U-NII-1	USA: U-NII-2A	USA: U-NII-2C	USA: U-NII-3
	5150 - 5875 MHz	5150 - 5250 MHz*	5250 - 5350 MHz*	5470 - 5725 MHz*	5725 - 5850 MHz*
Gain	29 dBi				
Networking Interface	(1) 10/100/1000 Ethernet Port				
Processor Specs	Atheros MIPS 74Kc, 560 MHz				
Memory	64 MB DDR2, 8 MB Flash				
LEDs	(1) Power, (1) LAN, (4) WLAN				
Signal Strength LEDs	Software-Adjustable to Correspond to Custom RSSI Levels				
Max. VSWR	1.6:1				
Channel Sizes	5/8/10/20/30/40 MHz				
Polarization	Dual Linear				
Enclosure	Outdoor UV Stabilized Plastic				
Mounting	Pole-Mount (Kit Included)				
Wind Loading	1510 N @200 km/h (340 lbf @125 mph)				
Wind Survivability	200 km/h (125 mph)				
ESD/EMP Protection	Air: ± 24 kV, Contact: ± 24 kV				
Operating Temperature	-40 to 70° C (-40 to 158° F)				
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing				
Wireless Approvals	FCC, IC, CE				
RoHS Compliance	Yes				
Salt Fog Test	IEC 68-2-11 (ASTM B117), Equivalent: MIL-STD-810 G Method 509.5				
Vibration Test	IEC 68-2-6				
Temperature Shock Test	IEC 68-2-14				
UV Test	IEC 68-2-5 at 40° C (104° F), Equivalent: ETS 300 019-1-4				
Wind-Driven Rain Test	ETS 300 019-1-4, Equivalent: MIL-STD-810 G Method 506.5				

PBE-M5-620 Output Power: 24 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
802.11a	6 - 24 Mbps	24 dBm	± 2 dB	802.11a	6 - 24 Mbps	-94 dBm Min.	± 2 dB
	36 Mbps	24 dBm	± 2 dB		36 Mbps	-80 dBm	± 2 dB
	48 Mbps	23 dBm	± 2 dB		48 Mbps	-77 dBm	± 2 dB
	54 Mbps	22 dBm	± 2 dB		54 Mbps	-75 dBm	± 2 dB
802.11n/airMAX	MCS0	24 dBm	± 2 dB	802.11n/airMAX	MCS0	-96 dBm	± 2 dB
	MCS1	24 dBm	± 2 dB		MCS1	-95 dBm	± 2 dB
	MCS2	23 dBm	± 2 dB		MCS2	-92 dBm	± 2 dB
	MCS3	23 dBm	± 2 dB		MCS3	-90 dBm	± 2 dB
	MCS4	22 dBm	± 2 dB		MCS4	-86 dBm	± 2 dB
	MCS5	21 dBm	± 2 dB		MCS5	-83 dBm	± 2 dB
	MCS6	20 dBm	± 2 dB		MCS6	-77 dBm	± 2 dB
	MCS7	20 dBm	± 2 dB		MCS7	-74 dBm	± 2 dB
	MCS8	24 dBm	± 2 dB		MCS8	-96 dBm	± 2 dB
	MCS9	24 dBm	± 2 dB		MCS9	-95 dBm	± 2 dB
	MCS10	23 dBm	± 2 dB		MCS10	-92 dBm	± 2 dB
	MCS11	23 dBm	± 2 dB		MCS11	-90 dBm	± 2 dB
	MCS12	22 dBm	± 2 dB		MCS12	-86 dBm	± 2 dB
	MCS13	21 dBm	± 2 dB		MCS13	-83 dBm	± 2 dB
	MCS14	20 dBm	± 2 dB		MCS14	-77 dBm	± 2 dB
	MCS15	20 dBm	± 2 dB		MCS15	-74 dBm	± 2 dB

\* Some frequencies may require activation; visit: <https://www.ubnt.com/fcclabelrequest>



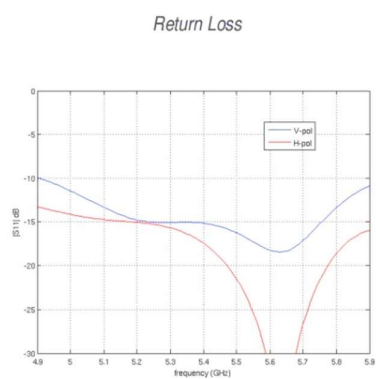
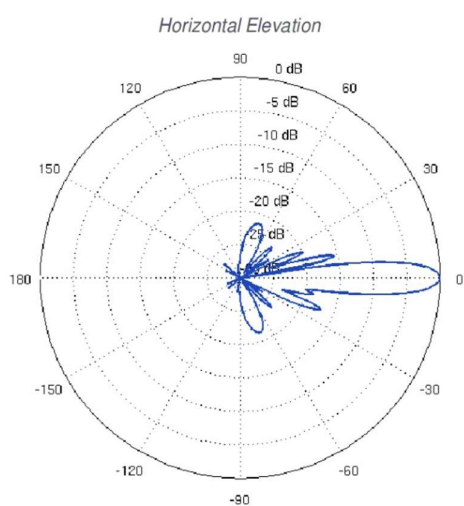
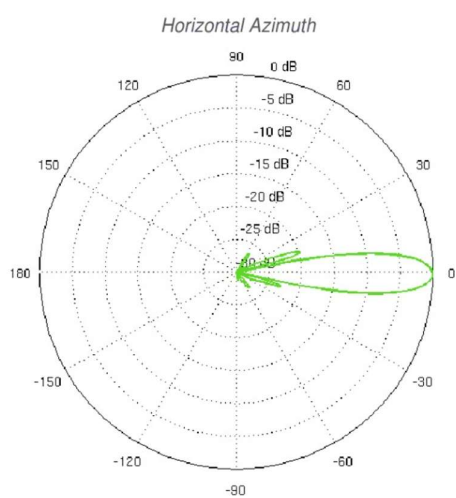
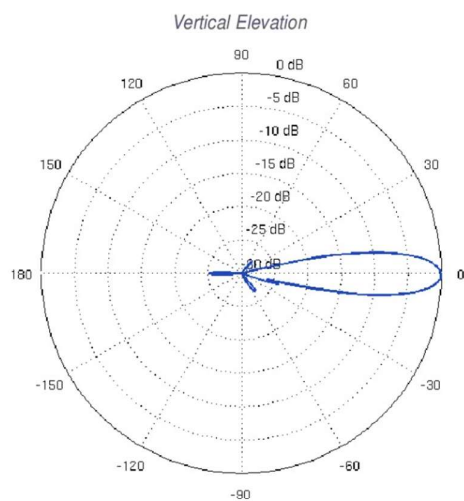
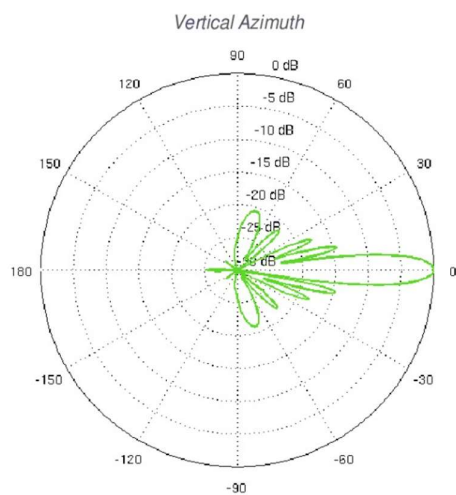


# Specifications

PBE-M5-400					
Dimensions	420 x 420 x 275 mm (16.54 x 16.54 x 10.83")				
Weight	1.753 kg (3.87 lb)				
Power Supply	24V, 0.5A Gigabit PoE				
Max. Power Consumption	8W				
Operating Frequency	Worldwide	USA: U-NII-1	USA: U-NII-2A	USA: U-NII-2C	USA: U-NII-3
	5150 - 5875 MHz	5150 - 5250 MHz*	5250 - 5350 MHz*	5470 - 5725 MHz*	5725 - 5850 MHz*
Gain	25 dBi				
Networking Interface	(1) 10/100/1000 Ethernet Port				
Processor Specs	Atheros MIPS 74Kc, 560 MHz				
Memory	64 MB DDR2, 8 MB Flash				
LEDs	(1) Power, (1) LAN, (4) WLAN				
Signal Strength LEDs	Software-Adjustable to Correspond to Custom RSSI Levels				
Max. VSWR	1.5:1				
Channel Sizes	5/8/10/20/30/40 MHz				
Polarization	Dual Linear				
Enclosure	Outdoor UV Stabilized Plastic				
Mounting	Pole-Mount (Kit Included)				
Wind Loading	278.4 N @ 120 km/h (63 lbf @ 75 mph)				
Wind Survivability	120 km/h (75 mph)				
ESD/EMP Protection	Air: ± 24 kV, Contact: ± 24 kV				
Operating Temperature	-40 to 70° C (-40 to 158° F)				
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing				
Wireless Approvals	FCC, IC, CE				
RoHS Compliance	Yes				
Salt Fog Test	IEC 68-2-11 (ASTM B117), Equivalent: MIL-STD-810 G Method 509.5				
Vibration Test	IEC 68-2-6				
Temperature Shock Test	IEC 68-2-14				
UV Test	IEC 68-2-5 at 40° C (104° F), Equivalent: ETS 300 019-1-4				
Wind-Driven Rain Test	ETS 300 019-1-4, Equivalent: MIL-STD-810 G Method 506.5				

PBE-M5-400 Output Power: 26 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
802.11a	6 - 24 Mbps	26 dBm	± 2 dB	802.11a	6 - 24 Mbps	-94 dBm Min.	± 2 dB
	36 Mbps	25 dBm	± 2 dB		36 Mbps	-80 dBm	± 2 dB
	48 Mbps	24 dBm	± 2 dB		48 Mbps	-77 dBm	± 2 dB
	54 Mbps	23 dBm	± 2 dB		54 Mbps	-75 dBm	± 2 dB
802.11n/airMAX	MCS0	26 dBm	± 2 dB	802.11n/airMAX	MCS0	-96 dBm	± 2 dB
	MCS1	25 dBm	± 2 dB		MCS1	-95 dBm	± 2 dB
	MCS2	25 dBm	± 2 dB		MCS2	-92 dBm	± 2 dB
	MCS3	25 dBm	± 2 dB		MCS3	-90 dBm	± 2 dB
	MCS4	24 dBm	± 2 dB		MCS4	-86 dBm	± 2 dB
	MCS5	23 dBm	± 2 dB		MCS5	-83 dBm	± 2 dB
	MCS6	23 dBm	± 2 dB		MCS6	-77 dBm	± 2 dB
	MCS7	23 dBm	± 2 dB		MCS7	-74 dBm	± 2 dB
	MCS8	26 dBm	± 2 dB		MCS8	-95 dBm	± 2 dB
	MCS9	25 dBm	± 2 dB		MCS9	-93 dBm	± 2 dB
	MCS10	25 dBm	± 2 dB		MCS10	-90 dBm	± 2 dB
	MCS11	25 dBm	± 2 dB		MCS11	-87 dBm	± 2 dB
	MCS12	24 dBm	± 2 dB		MCS12	-84 dBm	± 2 dB
	MCS13	23 dBm	± 2 dB		MCS13	-79 dBm	± 2 dB
	MCS14	23 dBm	± 2 dB		MCS14	-78 dBm	± 2 dB
	MCS15	23 dBm	± 2 dB		MCS15	-75 dBm	± 2 dB

\* Some frequencies may require activation; visit: <https://www.ubnt.com/fcclabelrequest>

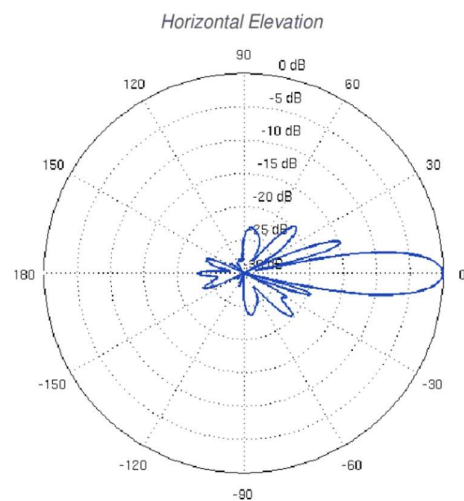
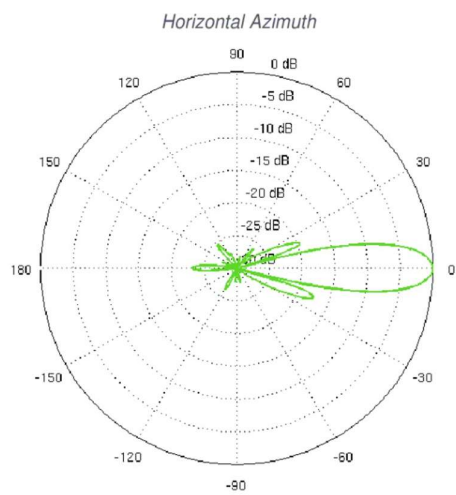
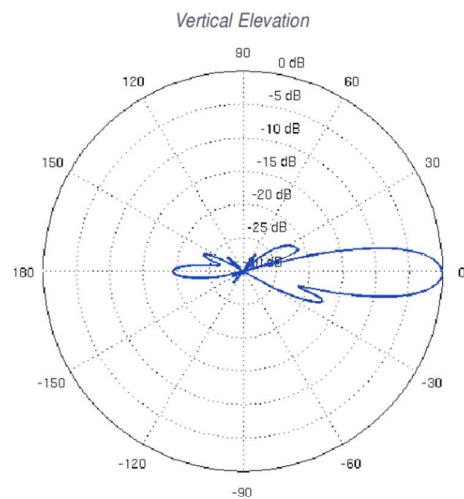
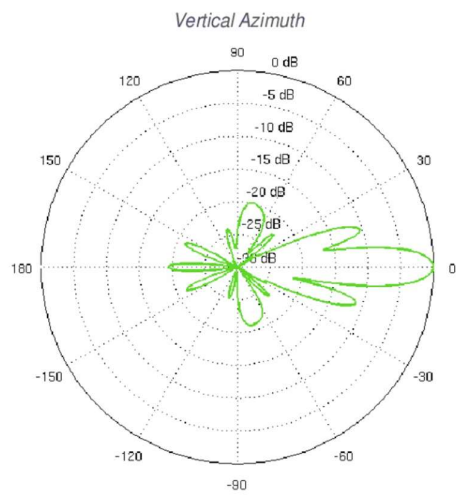


# Specifications

PBE-M5-300					
Dimensions	325 x 325 x 256 mm (12.80 x 12.80 x 10.08")				
Weight	1.203 kg (2.65 lb)				
Power Supply	24V, 0.5A PoE				
Max. Power Consumption	6W				
Operating Frequency	Worldwide	USA: U-NII-1	USA: U-NII-2A	USA: U-NII-2C	USA: U-NII-3
	5150 - 5875 MHz	5150 - 5250 MHz*	5250 - 5350 MHz*	5470 - 5725 MHz*	5725 - 5850 MHz*
Gain	22 dBi				
Networking Interface	(1) 10/100 Ethernet Port				
Processor Specs	Atheros MIPS 74Kc, 560 MHz				
Memory	64 MB DDR2, 8 MB Flash				
LEDs	(1) Power, (1) LAN, (4) WLAN				
Signal Strength LEDs	Software-Adjustable to Correspond to Custom RSSI Levels				
Max. VSWR	1.5:1				
Channel Sizes	5/8/10/20/30/40 MHz				
Polarization	Dual Linear				
Enclosure	Outdoor UV Stabilized Plastic				
Mounting	Pole-Mount (Kit Included)				
Wind Loading	145.2 N @ 120 km/h (33 lbf @ 75 mph)				
Wind Survivability	120 km/h (75 mph)				
ESD/EMP Protection	Air: ± 24 kV, Contact: ± 24 kV				
Operating Temperature	-40 to 70° C (-40 to 158° F)				
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing				
Wireless Approvals	FCC, IC, CE				
RoHS Compliance	Yes				
Salt Fog Test	IEC 68-2-11 (ASTM B117), Equivalent: MIL-STD-810 G Method 509.5				
Vibration Test	IEC 68-2-6				
Temperature Shock Test	IEC 68-2-14				
UV Test	IEC 68-2-5 at 40° C (104° F), Equivalent: ETS 300 019-1-4				
Wind-Driven Rain Test	ETS 300 019-1-4, Equivalent: MIL-STD-810 G Method 506.5				

PBE-M5-300 Output Power: 26 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
802.11a	6 - 24 Mbps	26 dBm	± 2 dB	802.11a	6 - 24 Mbps	-94 dBm Min.	± 2 dB
	36 Mbps	25 dBm	± 2 dB		36 Mbps	-80 dBm	± 2 dB
	48 Mbps	24 dBm	± 2 dB		48 Mbps	-77 dBm	± 2 dB
	54 Mbps	23 dBm	± 2 dB		54 Mbps	-75 dBm	± 2 dB
802.11n/airMAX	MCS0	26 dBm	± 2 dB	802.11n/airMAX	MCS0	-96 dBm	± 2 dB
	MCS1	25 dBm	± 2 dB		MCS1	-95 dBm	± 2 dB
	MCS2	25 dBm	± 2 dB		MCS2	-92 dBm	± 2 dB
	MCS3	25 dBm	± 2 dB		MCS3	-90 dBm	± 2 dB
	MCS4	24 dBm	± 2 dB		MCS4	-86 dBm	± 2 dB
	MCS5	23 dBm	± 2 dB		MCS5	-83 dBm	± 2 dB
	MCS6	23 dBm	± 2 dB		MCS6	-77 dBm	± 2 dB
	MCS7	23 dBm	± 2 dB		MCS7	-74 dBm	± 2 dB
	MCS8	26 dBm	± 2 dB		MCS8	-95 dBm	± 2 dB
	MCS9	25 dBm	± 2 dB		MCS9	-93 dBm	± 2 dB
	MCS10	25 dBm	± 2 dB		MCS10	-90 dBm	± 2 dB
	MCS11	25 dBm	± 2 dB		MCS11	-87 dBm	± 2 dB
	MCS12	24 dBm	± 2 dB		MCS12	-84 dBm	± 2 dB
	MCS13	23 dBm	± 2 dB		MCS13	-79 dBm	± 2 dB
	MCS14	23 dBm	± 2 dB		MCS14	-78 dBm	± 2 dB
	MCS15	23 dBm	± 2 dB		MCS15	-75 dBm	± 2 dB

\* Some frequencies may require activation; visit: <https://www.ubnt.com/fcclabelrequest>

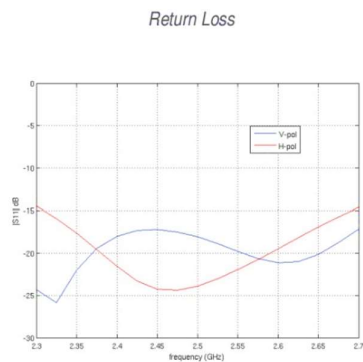
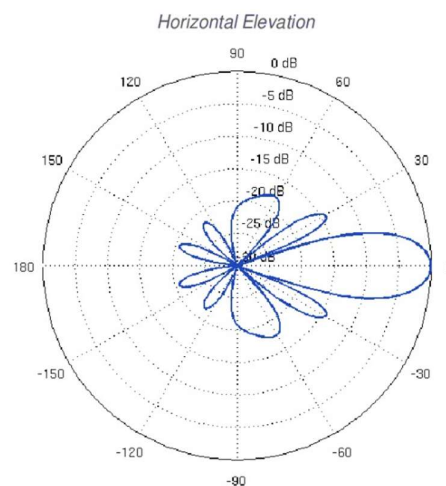
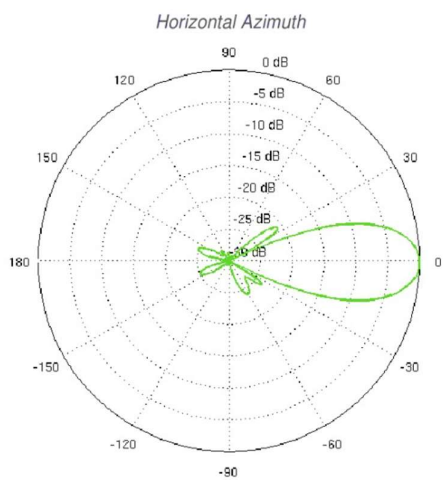
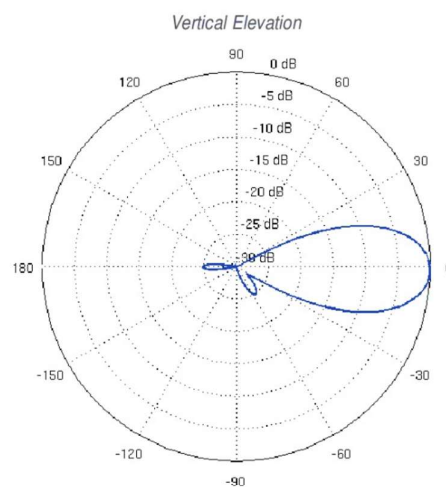
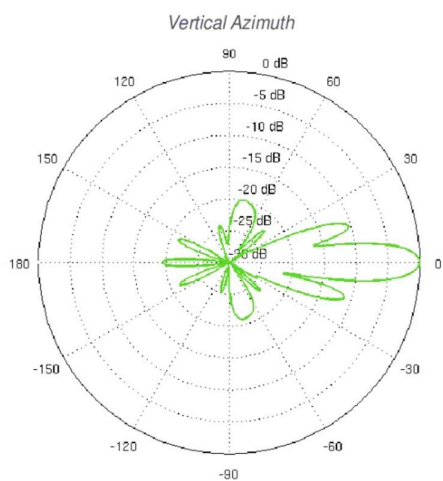


# Specifications

PBE-M2-400	
Dimensions	420 x 420 x 289 mm (16.54 x 16.54 x 11.38")
Weight	1.795 kg (3.96 lb)
Power Supply	24V, 0.5A PoE
Max. Power Consumption	6W
Operating Frequency	2405-2475 MHz
Gain	18 dBi
Networking Interface	(1) 10/100 Ethernet Port
Processor Specs	Atheros MIPS 74Kc, 560 MHz
Memory	64 MB DDR2, 8 MB Flash
LEDs	(1) Power, (1) LAN, (4) WLAN
Signal Strength LEDs	Software-Adjustable to Correspond to Custom RSSI Levels
Max. VSWR	1.5:1
Channel Sizes	5/8/10/20/30/40 MHz
Polarization	Dual Linear
Enclosure	Outdoor UV Stabilized Plastic
Mounting	Pole-Mount (Kit Included)
Wind Loading	278.4 N @ 120 km/h (63 lbf @ 75 mph)
Wind Survivability	120 km/h (75 mph)
ESD/EMP Protection	Air: ± 24 kV, Contact: ± 24 kV
Operating Temperature	-40 to 70° C (-40 to 158° F)
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing
Wireless Approvals	FCC, IC, CE
RoHS Compliance	Yes
Salt Fog Test	IEC 68-2-11 (ASTM B117), Equivalent: MIL-STD-810 G Method 509.5
Vibration Test	IEC 68-2-6
Temperature Shock Test	IEC 68-2-14
UV Test	IEC 68-2-5 at 40° C (104° F), Equivalent: ETS 300 019-1-4
Wind-Driven Rain Test	ETS 300 019-1-4, Equivalent: MIL-STD-810 G Method 506.5

PBE-M2-400 Output Power: 28 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
802.11g	1 - 24 Mbps	28 dBm	± 2 dB	802.11g	1 - 24 Mbps	-97 dBm Min.	± 2 dB
	36 Mbps	26 dBm	± 2 dB		36 Mbps	-80 dBm	± 2 dB
	48 Mbps	25 dBm	± 2 dB		48 Mbps	-77 dBm	± 2 dB
	54 Mbps	24 dBm	± 2 dB		54 Mbps	-75 dBm	± 2 dB
802.11n/airMAX	MCS0	28 dBm	± 2 dB	802.11n/airMAX	MCS0	-96 dBm	± 2 dB
	MCS1	28 dBm	± 2 dB		MCS1	-95 dBm	± 2 dB
	MCS2	28 dBm	± 2 dB		MCS2	-92 dBm	± 2 dB
	MCS3	28 dBm	± 2 dB		MCS3	-90 dBm	± 2 dB
	MCS4	27 dBm	± 2 dB		MCS4	-86 dBm	± 2 dB
	MCS5	25 dBm	± 2 dB		MCS5	-83 dBm	± 2 dB
	MCS6	23 dBm	± 2 dB		MCS6	-77 dBm	± 2 dB
	MCS7	22 dBm	± 2 dB		MCS7	-74 dBm	± 2 dB
	MCS8	28 dBm	± 2 dB		MCS8	-95 dBm	± 2 dB
	MCS9	28 dBm	± 2 dB		MCS9	-93 dBm	± 2 dB
	MCS10	28 dBm	± 2 dB		MCS10	-90 dBm	± 2 dB
	MCS11	28 dBm	± 2 dB		MCS11	-87 dBm	± 2 dB
	MCS12	27 dBm	± 2 dB		MCS12	-84 dBm	± 2 dB
	MCS13	25 dBm	± 2 dB		MCS13	-79 dBm	± 2 dB
	MCS14	23 dBm	± 2 dB		MCS14	-78 dBm	± 2 dB
	MCS15	22 dBm	± 2 dB		MCS15	-75 dBm	± 2 dB





www.ubnt.com


Specifications are subject to change. Ubiquiti products are sold with a limited warranty described at: [www.ubnt.com/support/warranty](http://www.ubnt.com/support/warranty)  
 ©2013-2018 Ubiquiti Networks, Inc. All rights reserved. Ubiquiti, Ubiquiti Networks, the Ubiquiti U logo, the Ubiquiti beam logo, airControl, airFiber, airMAX, airOS, airView, InnerFeed, IsoBeam, NanoBridge, PowerBeam, and RocketDish are trademarks or registered trademarks of Ubiquiti Networks, Inc. in the United States and in other countries. All other trademarks are the property of their respective owners.

AJ020518

## Anexo 2

### Ficha técnica de antenas PowerBeam 5AC GEN2

DATASHEET



## PowerBeam® AC GEN2

5 GHz High Performance airMAX® ac Bridge

Models: PBE-5AC-Gen2, PBE-5AC-ISO-Gen2

Highly Efficient Antenna Beam Performance

Up to 450+ Mbps Throughput

Dedicated Wi-Fi Radio for Management

The Ubiquiti Networks logo, featuring a stylized 'U' with a blue and grey pixelated pattern on the left, and the text 'UBIQUITI' above 'NETWORKS' in a sans-serif font.



## Overview

Ubiquiti Networks launches the latest generation of airMAX® CPE (Customer Premises Equipment), the PowerBeam® 5AC Gen 2, with dedicated Wi-Fi management.

### Improved Noise Immunity

The PowerBeam 5AC Gen 2 directs RF energy in a tighter beamwidth. With the focus in one direction, the PowerBeam 5AC Gen 2 blocks or spatially filters out noise, so noise immunity is improved. This feature is especially important in an area crowded with other RF signals of the same or similar frequency.

## Integrated Design

Ubiquiti's InnerFeed® technology integrates the radio into the feedhorn of an antenna, so there is no need for a cable. This improves performance because it eliminates cable losses.

Featuring high performance and innovative design, the PowerBeam 5AC Gen 2 is versatile and cost-effective to deploy.

## Software

**airOS® 8**

airOS® 8 is the revolutionary operating system for Ubiquiti® airMAX ac products.

## Powerful Wireless Features

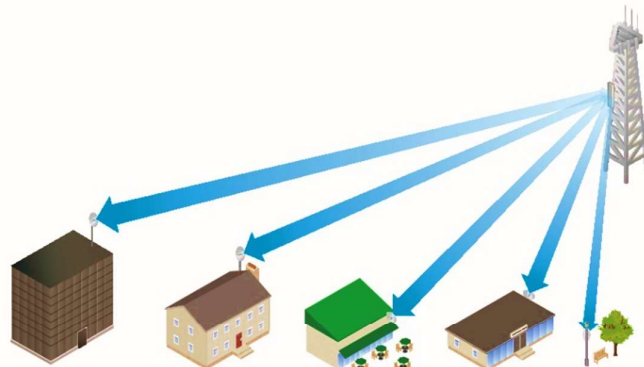
- Access Point PtMP airMAX Mixed Mode
- airMAX ac Protocol Support
- Long-Range PtP Link Mode
- Selectable Channel Width
  - PtP: 10/20/30/40/50/60/80 MHz
  - PtMP: 10/20/30/40 MHz
- Automatic Channel Selection
- Transmit Power Control: Automatic/Manual
- Automatic Distance Selection (ACK Timing)
- Strongest WPA2 Security

## Usability Enhancements

- airMagic® Channel Selection Tool
- Redesigned User Interface
- Dynamic Configuration Changes
- Instant Input Validation
- HTML5 Technology
- Optimization for Mobile Devices
- Detailed Device Statistics
- Comprehensive Array of Diagnostic Tools, including RF Diagnostics and airView® Spectrum Analyzer

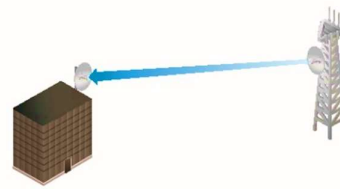
## Application Examples

## PtMP Client Links



*The PowerBeam 5AC Gen 2 used as a CPE device for each client in an airMAX Point-to-MultiPoint (PtMP) network.*

### PtP Link



Use a PowerBeam 5AC Gen 2 on each side of a Point-to-Point (PtP) link.



## Advanced RF Analytics

airMAX ac devices feature a multi-radio architecture to power a revolutionary RF analytics engine.

An independent processor on the PCBA powers a second, dedicated radio, which persistently analyzes the full 5 GHz spectrum and every received symbol to provide you with the most advanced RF analytics in the industry.

## Real-Time Reporting

airOS 8 displays the following RF information:

- Persistent RF Error Vector Magnitude (EVM) constellation diagrams
- Signal, Noise, and Interference (SNI) diagrams
- Carrier to Interference-plus-Noise Ratio (CINR) histograms

## Spectral Analysis

airView allows you to identify noise signatures and plan your networks to minimize noise interference. airView performs the following functions:

- Constantly monitors environmental noise
- Collects energy data points in real-time spectral views
- Helps optimize channel selection, network design, and wireless performance

In airView, there are three spectral views, each of which represents different data: waveform, waterfall, and ambient noise level.

airView provides powerful spectrum analyzer functionality, eliminating the need to rent or purchase additional equipment for conducting site surveys.

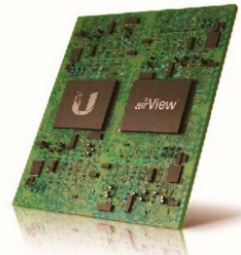
## UNMS App

The PowerBeam 5AC Gen 2 integrates a separate Wi-Fi radio for fast and easy setup using your mobile device.

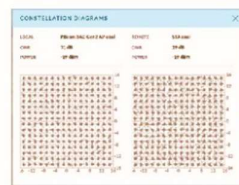
### Accessing airOS via Wi-Fi

The UNMS™ app provides instant accessibility to the airOS configuration interface and can be downloaded from the App Store® (iOS) or Google Play™ (Android). UNMS allows you to set up, configure, and manage the PowerBeam 5AC Gen 2 and offers various configuration options once you're connected or logged in.

## Multi-Radio Architecture



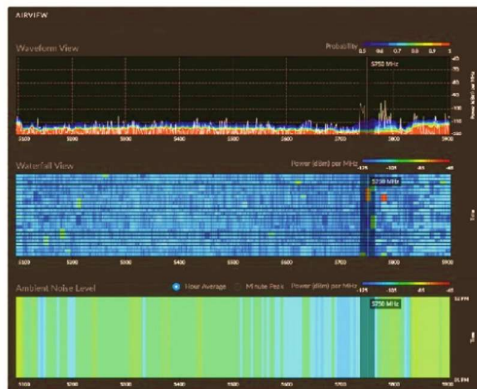
## Constellation Diagrams



## SNI Diagram and CINR Histogram



## Dedicated Spectral Analysis



## UNMS Configuration Screen



## Technology

### airMAX® ac

Unlike standard Wi-Fi protocol, Ubiquiti's Time Division Multiple Access (TDMA) airMAX protocol allows each client to send and receive data using pre-designated time slots scheduled by an intelligent AP controller.

This time slot method eliminates hidden node collisions and maximizes airtime efficiency, so airMAX technology provides performance improvements in latency, noise immunity, scalability, and throughput compared to other outdoor systems in its class.

**Intelligent QoS** Priority assigned to voice/video for seamless streaming.

**Scalability** High capacity and scalability.

**Long Distance** Capable of high-speed, carrier-class links.

### Superior Performance

The next-generation airMAX ac technology boosts the advantages of our proprietary TDMA protocol.

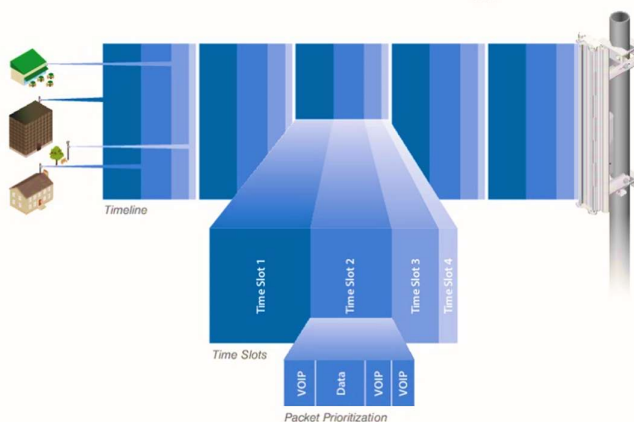
Ubiquiti's airMAX engine with custom IC dramatically improves TDMA latency and network scalability. The custom silicon provides hardware acceleration capabilities to the airMAX scheduler, to support the high data rates and dense modulation used in airMAX ac technology.

### Throughput Breakthrough

airMAX ac supports high data rates, which require dense modulation: 256QAM – a significant increase from 64QAM, which is used in airMAX.

With their use of proprietary airMAX ac technology, airMAX ac products supports up to 450+ Mbps real TCP/IP throughput – up to triple the throughput of standard airMAX products.

### airMAX ac TDMA Technology

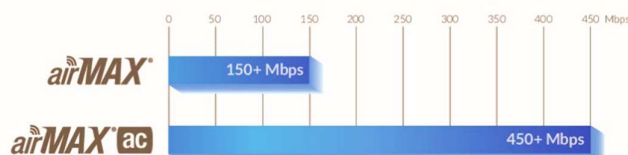


Up to 100 airMAX ac stations can be connected to an airMAX ac Sector; four airMAX ac stations are shown to illustrate the general concept.

### airMAX Network Scalability



### Superior Throughput Performance





# Hardware Overview

The PowerBeam 5AC Gen 2 supports up to 450+ Mbps real TCP/IP throughput and features improved surge protection.

## Innovative Mechanical Design

- **Built-in mechanical tilt** Mounting bracket conveniently offers elevation adjustments:  $\pm 20^\circ$  tilt.
- **Quick assembly** Minimal fasteners simplify installation.
- **Easy removal** The antenna feed can be detached with the push of a button.

## PBE-5AC-Gen2

The dish reflector design of the PBE-5AC-Gen2 makes it an ideal CPE for deployments requiring maximum performance. A protective radome is available as an optional accessory for the PBE-5AC-Gen2.

**PowerBeam®**  
400 mm Radome

Model	Frequency	PBE-5AC-Gen2	Dish Reflector
PBE-RAD-400	5 GHz	✓	400 mm

## Industrial-Strength Construction

- **Fasteners** GEOMET-coated for improved corrosion resistance when compared with zinc-plated fasteners.
- **Dish and brackets** Made of galvanized steel that is powder-coated for superior corrosion resistance. The hardware also prevents paint from being removed from the metal brackets for improved corrosion resistance.
- **Optional support** In high-wind environments, you can enhance support with additional hardware (not included).



## PBE-5AC-ISO-Gen2

The PBE-5AC-ISO-Gen2 offers a rear housing with a metal-plated interior, designed to enhance RF shielding. Additionally, an included protective radome shields the PowerBeam 5AC ISO Gen 2 from nature's harshest elements.

## Breakthrough RF Isolation

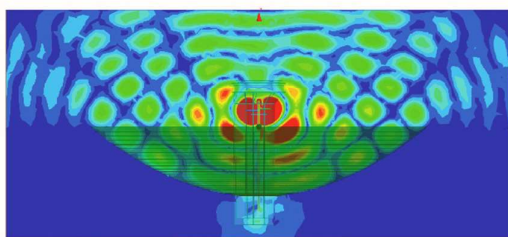
The integrated isolator design spatially filters out interference, so the PBE-5AC-ISO-Gen2 delivers improved noise immunity in co-location deployments.

Compare the two near-field plots below, and note the superior performance of the integrated RF isolator.

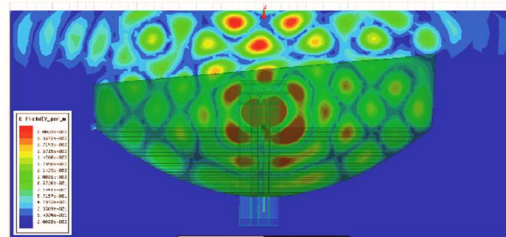
Both near-field plots are displayed in watts and use a linear scale. The strength of the electromagnetic field is color-coded:

- **Red:** Highest strength
- **Green:** Medium strength
- **Indigo:** Lowest strength

**Without Integrated RF Isolator**



**With Integrated RF Isolator**



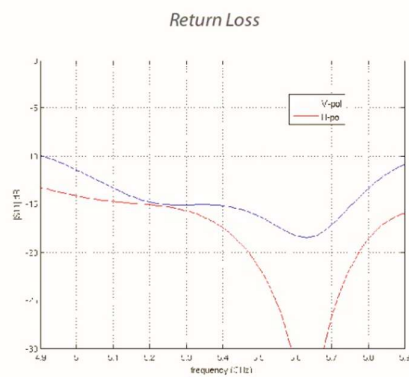
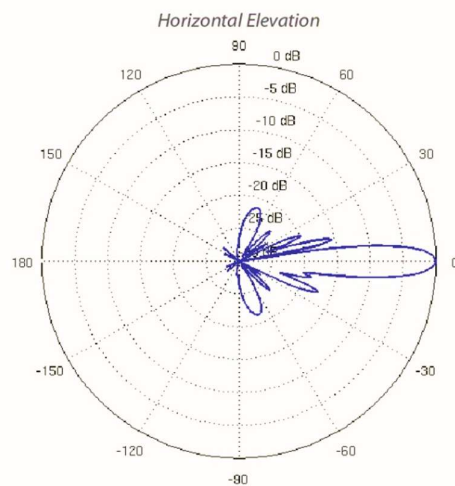
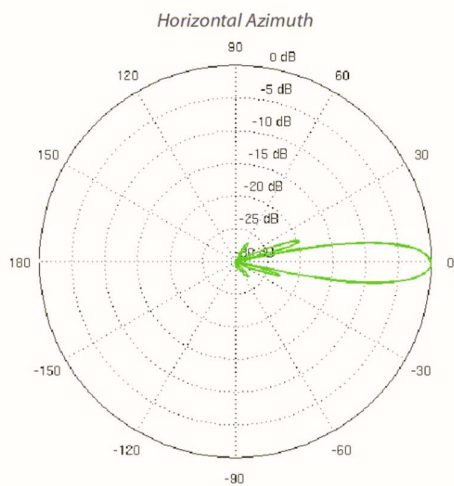
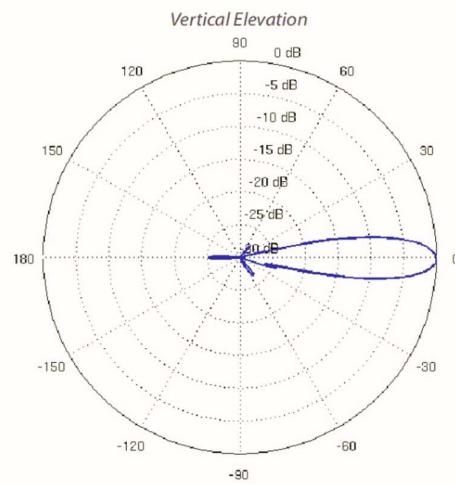
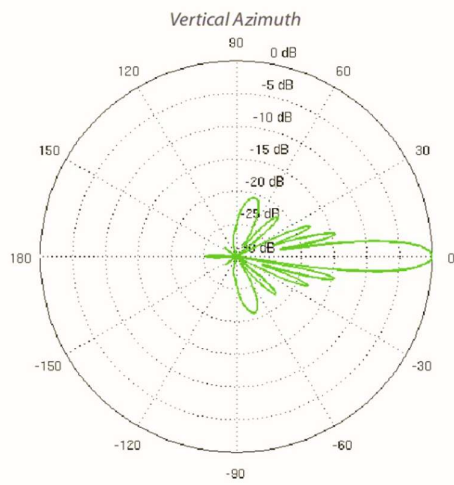
# Specifications

PBE-5AC-Gen2		
Dimensions	420 x 420 x 230 mm (16.54 x 16.54 x 9.06")	
Weight	2.22 kg (4.89 lbs)	
Power Supply	24V, 0.5A Gigabit PoE Adapter (Included)	
Max. Power Consumption	8.5W	
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)	
Supported Voltage Range	20 to 26VDC	
Gain	25 dBi	
Networking Interface	(1) 10/100/1000 Ethernet Port	
Processor Specs	MIPS 74Kc	
Memory	64 MB	
LEDs	Power, Ethernet, (4) Signal Strength	
Channel Sizes	PtP Mode	PtMP Mode
	10/20/30/40/50/60/80 MHz	10/20/30/40 MHz
Enclosure Characteristics	Antenna Feed	Dish Reflector
	Outdoor UV Stabilized Plastic	Powder-Coated SPCC
Mounting	Pole-Mounting Kit (Included)	
Wind Loading	380 N @ 200 km/h (85.4 lbf @ 125 mph)	
Wind Survivability	200 km/h (125 mph)	
ESD/EMP Protection	Air: ± 24 kV, Contact: ± 24 kV	
Operating Temperature	-40 to 70° C (-40 to 158° F)	
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing	
RoHS Compliance	Yes	
Salt Fog Test	IEC 68-2-11 (ASTM B117), Equivalent: MIL-STD-810 G Method 509.5	
Vibration Test	IEC 68-2-6	
Temperature Shock Test	IEC 68-2-14	
UV Test	IEC 68-2-5 at 40° C (104° F), Equivalent: ETS 300 019-1-4	
Wind-Driven Rain Test	ETS 300 019-1-4, Equivalent: MIL-STD-810 G Method 506.5	
Certifications	CE, FCC, IC	

Operating Frequency (MHz)				
Worldwide	5150 - 5875			
USA	U-NII-1: 5150 - 5250	U-NII-2A: 5250 - 5350 MHz	U-NII-2C: 5470 - 5725 MHz	U-NII-3: 5725 - 5850

Management Radio (MHz)	
Worldwide	2412 - 2472
USA	2412 - 2462

PBE-5AC-Gen2 Output Power: 24 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
airMAX ac	1x BPSK (½)	24 dBm	± 2 dB	airMAX ac	1x BPSK (½)	-96 dBm Min.	± 2 dB
	2x QPSK (½)	24 dBm	± 2 dB		2x QPSK (½)	-95 dBm	± 2 dB
	2x QPSK (¾)	24 dBm	± 2 dB		2x QPSK (¾)	-92 dBm	± 2 dB
	4x 16QAM (½)	24 dBm	± 2 dB		4x 16QAM (½)	-90 dBm	± 2 dB
	4x 16QAM (¾)	24 dBm	± 2 dB		4x 16QAM (¾)	-86 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (½)	22 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (½)	-83 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (¾)	21 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (¾)	-77 dBm	± 2 dB
	6x 64QAM (9/16)	21 dBm	± 2 dB		6x 64QAM (9/16)	-74 dBm	± 2 dB
	8x 256QAM (¾)	20 dBm	± 2 dB		8x 256QAM (¾)	-69 dBm	± 2 dB
	8x 256QAM (9/16)	20 dBm	± 2 dB		8x 256QAM (9/16)	-65 dBm	± 2 dB



## Specifications

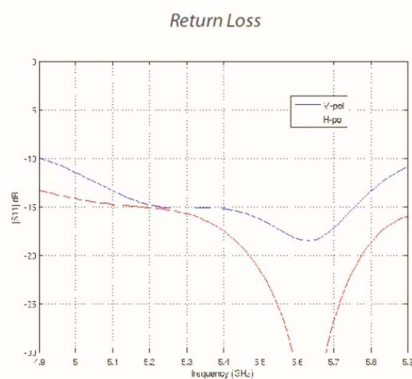
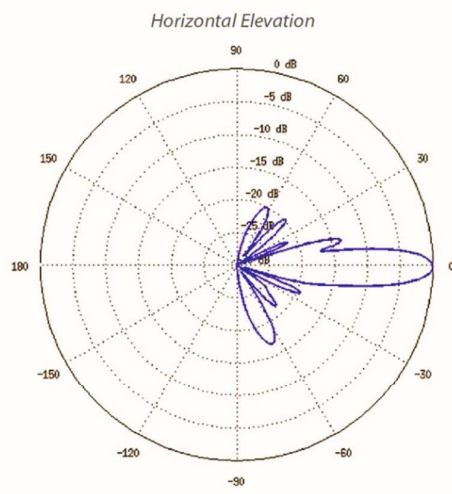
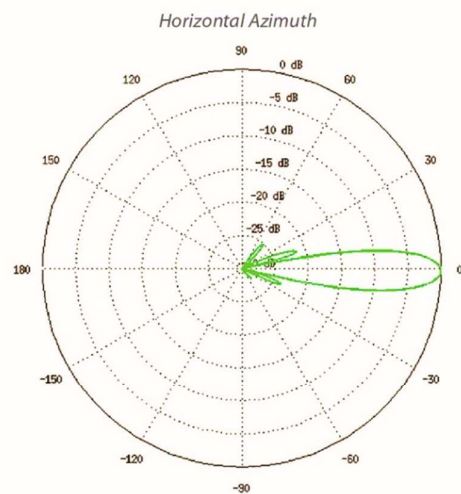
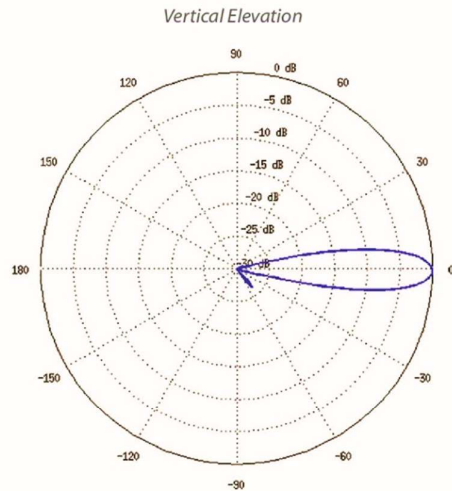
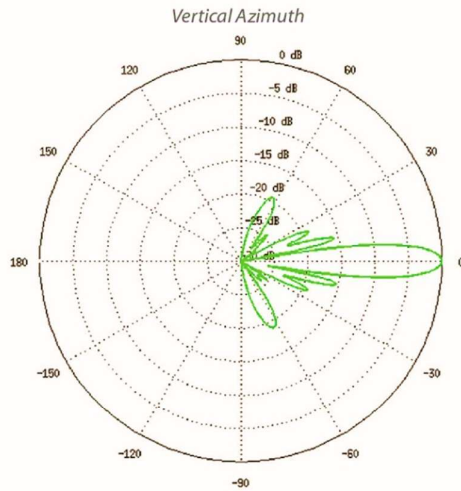
PBE-5AC-ISO-Gen2		
Dimensions	459 x 459 x 261 mm (18.07 x 18.07 x 10.28")	
Weight (Mount Included)	3.22 kg (7.10 lbs)	
Power Supply	24V, 0.5A Gigabit PoE Adapter (Included)	
Max. Power Consumption	8.5W	
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)	
Supported Voltage Range	20 to 26VDC	
Gain	25 dBi	
Networking Interface	(1) 10/100/1000 Ethernet Port	
Processor Specs	MIPS 74Kc	
Memory	64 MB	
LEDs	Power, Ethernet, (4) Signal Strength	
Channel Sizes	PtP Mode	PtMP Mode
	10/20/30/40/50/60/80 MHz	10/20/30/40 MHz
	Antenna Feed	Dish Reflector
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Stabilized Plastic	Powder-Coated SPCC
	Pole-Mounting Kit (Included)	
Mounting	Pole-Mounting Kit (Included)	
Wind Loading	559 N @ 200 km/h (125.7 lbf @ 125 mph)	
Wind Survivability	200 km/h (125 mph)	
ESD/EMP Protection	Air: $\pm 24$ kV, Contact: $\pm 24$ kV	
Operating Temperature	-40 to 70° C (-40 to 158° F)	
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing	
RoHS Compliance	Yes	
Salt Fog Test	IEC 68-2-11 (ASTM B117), Equivalent: MIL-STD-810 G Method 509.5	
Vibration Test	IEC 68-2-6	
Temperature Shock Test	IEC 68-2-14	
UV Test	IEC 68-2-5 at 40° C (104° F), Equivalent: ETS 300 019-1-4	
Wind-Driven Rain Test	ETS 300 019-1-4, Equivalent: MIL-STD-810 G Method 506.5	
Certifications	CE, FCC, IC	

Operating Frequency (MHz)				
Worldwide	5150 - 5875			
USA	U-NII-1: 5150 - 5250	U-NII-2A: 5250 - 5350 MHz	U-NII-2C: 5470 - 5725 MHz	U-NII-3: 5725 - 5850

Management Radio (MHz)	
Worldwide	2412 - 2472
USA	2412 - 2462

PBE-5AC-ISO-Gen2 Output Power: 24 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
airMAX ac	1x BPSK (½)	24 dBm	$\pm 2$ dB	airMAX ac	1x BPSK (½)	-96 dBm Min.	$\pm 2$ dB
	2x QPSK (½)	24 dBm	$\pm 2$ dB		2x QPSK (½)	-95 dBm	$\pm 2$ dB
	2x QPSK (¾)	24 dBm	$\pm 2$ dB		2x QPSK (¾)	-92 dBm	$\pm 2$ dB
	4x 16QAM (½)	24 dBm	$\pm 2$ dB		4x 16QAM (½)	-90 dBm	$\pm 2$ dB
	4x 16QAM (¾)	24 dBm	$\pm 2$ dB		4x 16QAM (¾)	-86 dBm	$\pm 2$ dB
	6x 64QAM (¾)	23 dBm	$\pm 2$ dB		6x 64QAM (¾)	-83 dBm	$\pm 2$ dB
	6x 64QAM (¾)	23 dBm	$\pm 2$ dB		6x 64QAM (¾)	-77 dBm	$\pm 2$ dB
	6x 64QAM (¾)	22 dBm	$\pm 2$ dB		6x 64QAM (¾)	-74 dBm	$\pm 2$ dB
	8x 256QAM (¾)	20 dBm	$\pm 2$ dB		8x 256QAM (¾)	-69 dBm	$\pm 2$ dB
	8x 256QAM (¾)	20 dBm	$\pm 2$ dB		8x 256QAM (¾)	-65 dBm	$\pm 2$ dB





Specifications are subject to change. Ubiquiti products are sold with a limited warranty described at: [www.ubnt.com/support/warranty](http://www.ubnt.com/support/warranty)  
 ©2016-2019 Ubiquiti Networks, Inc. All rights reserved. Ubiquiti, Ubiquiti Networks, the Ubiquiti U logo, the Ubiquiti beam logo, airMagic, airMAX, airOS, airView, InnerFeed, PowerBeam, and UNMS are trademarks or registered trademarks of Ubiquiti Networks, Inc. in the United States and in other countries. Apple, the Apple logo, and iPhone are trademarks of Apple Inc., registered in the U.S. and other countries. App Store is a service mark of Apple Inc., registered in the U.S. and other countries. Android, Google, Google Play, the Google Play logo and other marks are trademarks of Google Inc. All other trademarks are the property of their respective owners.





## Anexo 3

### *Ficha técnica de antenas Nanostation LoCo M5*

DATASHEET



**NanoStation<sup>®</sup>M**  
**NanoStation<sup>®</sup>locoM**

Indoor/Outdoor airMAX<sup>®</sup> CPE  
Models: NSM2, NSM3, NSM365, NSM5, locoM2, locoM5, locoM9

Cost-Effective, High-Performance

Compact and Versatile Design

Powerful Integrated Antenna



**UBIQUITI<sup>®</sup>**  
NETWORKS

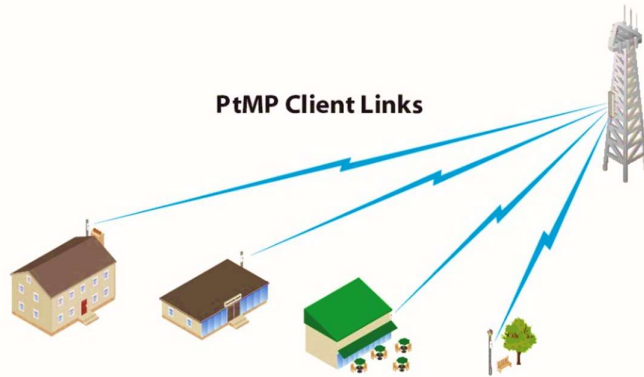
## Overview

### Leading-Edge Industrial Design

Ubiquiti Networks sets the bar for the world's first low-cost and efficient broadband Customer Premises Equipment (CPE) with the original NanoStation<sup>®</sup>. The NanoStationM and NanoStationlocoM take the same concept to the future with sleek and elegant form factors, along with integrated airMAX<sup>®</sup> (MIMO TDMA protocol) technology.

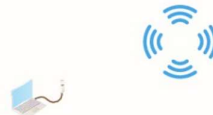
The low cost, high performance, and small form factor of NanoStationM and NanoStationlocoM make them extremely versatile and economical to deploy.

### PtMP Client Links



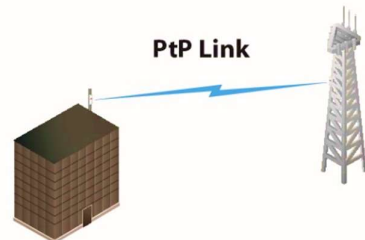
NanoStationM used as powerful clients in an airMAX PtMP (Point-to-Multi-Point) network setup.

### Wireless Client



NanoStationM as a powerful wireless client.

### PtP Link



Use two NanoStationM to create a PtP link.

### Utilize airMAX Technology

Unlike standard Wi-Fi protocol, Ubiquiti's Time Division Multiple Access (TDMA) airMAX protocol allows each client to send and receive data using pre-designated time slots scheduled by an intelligent AP controller.

This "time slot" method eliminates hidden node collisions and maximizes airtime efficiency. It provides many magnitudes of performance improvements in latency, throughput, and scalability compared to all other outdoor systems in its class.

**Intelligent QoS** Priority is given to voice/video for seamless streaming.

**Scalability** High capacity and scalability.

**Long Distance** Capable of high-speed, carrier-class links.

**Latency** Multiple features dramatically reduce noise.

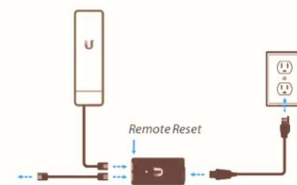
### Dual Ethernet Connectivity<sup>1</sup>

The NanoStationM provides a secondary Ethernet port with software-enabled PoE output for seamless IP video integration.



### Intelligent PoE<sup>2</sup>

The remote hardware reset circuitry of the NanoStationM allows the device to be remotely reset from the power supply location.



The NanoStationM may also be powered by the Ubiquiti Networks<sup>®</sup> EdgeSwitch<sup>™</sup>. In addition, any NanoStationM can easily become 48V, 802.3af compliant through use of the Ubiquiti<sup>®</sup> Instant 802.3af Adapter (sold separately).

<sup>1</sup> Only NanoStationM models

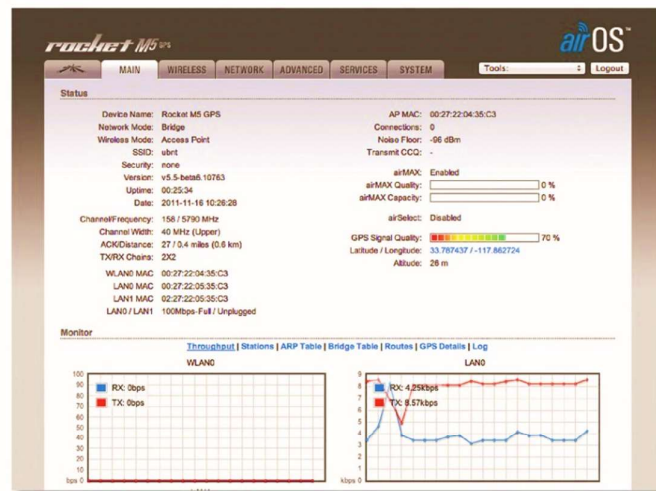
<sup>2</sup> Remote reset is an option that is sold separately as the POE-24. The NanoStationM includes a 24V PoE adapter without remote reset.

## Software

### airOS®

airOS® is an intuitive, versatile, highly developed Ubiquiti firmware technology. It is exceptionally intuitive and was designed to require no training to operate. Behind the user interface is a powerful firmware architecture, which enables high-performance, outdoor multi-point networking.

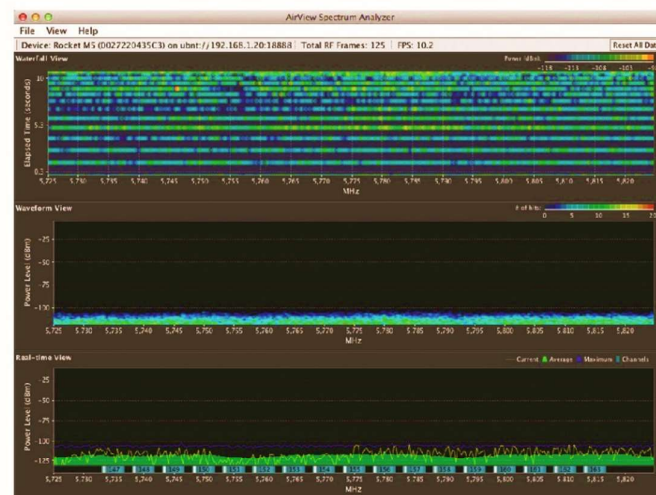
- Protocol Support
- Ubiquiti Channelization
- Spectral Width Adjustment
- ACK Auto-Timing
- AAP Technology
- Multi-Language Support



### airView®

Integrated on all Ubiquiti M products, airView® provides advanced spectrum analyzer functionality: waterfall, waveform, and real-time spectral views allow operators to identify noise signatures and plan their networks to minimize noise interference.

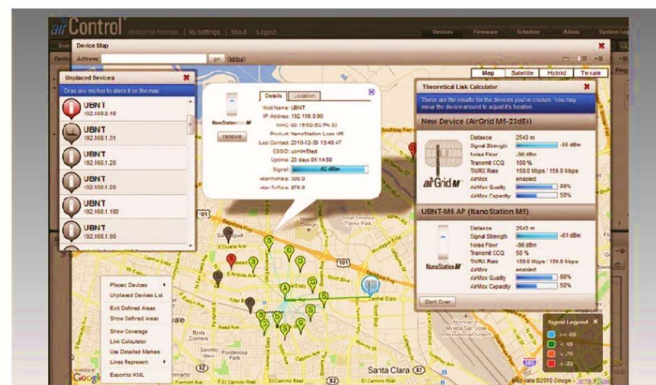
- **Waterfall** Aggregate energy over time for each frequency.
- **Waveform** Aggregate energy collected.
- **Real-time** Energy is shown in real time as a function of frequency.
- **Recording** Automize AirView to record and report results.



### airControl®

airControl® is a powerful and intuitive, web-based server network management application, which allows operators to centrally manage entire networks of Ubiquiti devices.

- Network Map
- Monitor Device Status
- Mass Firmware Upgrade
- Web UI Access
- Manage Groups of Devices
- Task Scheduling



DATASHEET

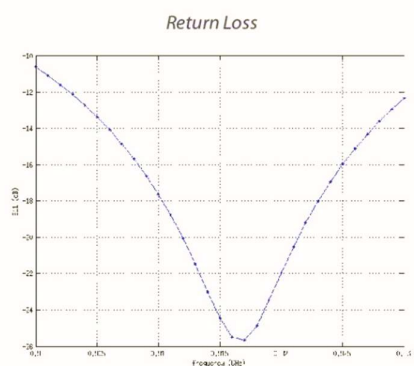
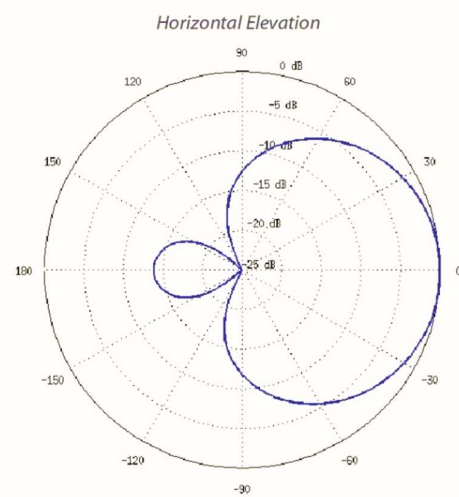
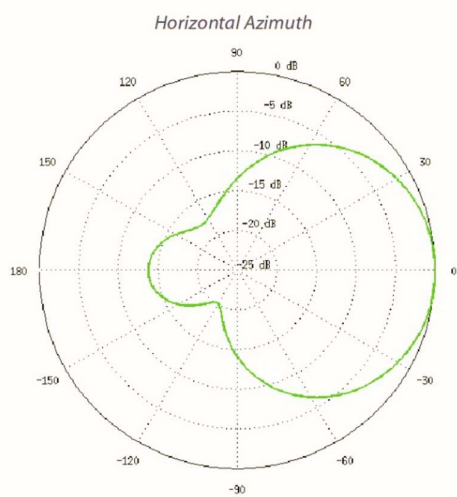
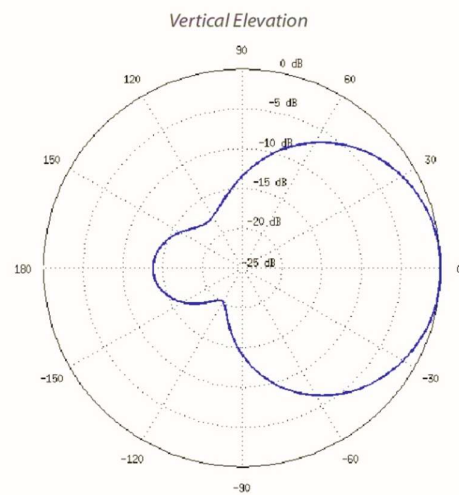
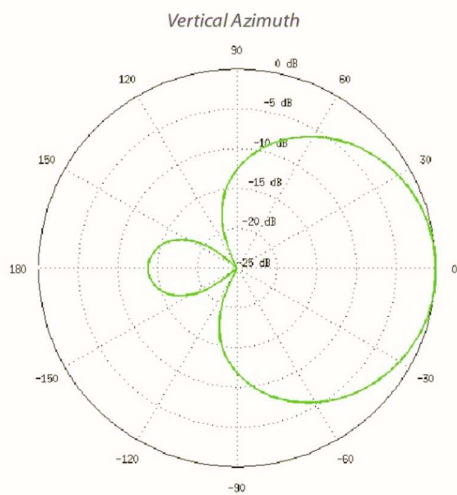
NanoStation® M NanoStation® loco M

## Specifications

locoM9	
Dimensions	164 x 72 x 199 mm (6.46 x 2.83 x 7.83")
Weight	900 g (1.98 lbs)
Power Supply (PoE)	24V, 0.5A
Max. Power Consumption	6.5W
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)
Operating Frequency	902-928 MHz
Gain	8 dBi
Networking Interface	(1) 10/100 Ethernet Port
Processor Specs	Atheros MIPS 24Kc, 400 MHz
Memory	64 MB SDRAM, 8 MB Flash
Frequency	900 MHz
Cross-pol Isolation	28 dB Minimum
Max. VSWR	1.3:1
Beamwidth	60° (H-pol) / 60° (V-pol) / 60° (Elevation)
Polarization	Dual Linear
Enclosure	Outdoor UV Stabilized Plastic
Mounting	Pole-Mount (Kit Included)
RF Connector	External RP-SMA
Operating Temperature	-30 to 75° C (-22 to 167° F)
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing
Wireless Approvals	FCC Part 15.247, IC RS210
RoHS Compliance	Yes
Shock & Vibration	ETSI300-019-1.4

Output Power: 28 dBm							
900 MHz TX Power Specifications				900 MHz RX Power Specifications			
Modulation	MCS Index	Avg. TX	Tolerance	Modulation	MCS Index	Sensitivity	Tolerance
airMAX	MCS0	28 dBm	± 2 dB	airMAX	MCS0	-96 dBm	± 2 dB
	MCS1	28 dBm	± 2 dB		MCS1	-95 dBm	± 2 dB
	MCS2	28 dBm	± 2 dB		MCS2	-92 dBm	± 2 dB
	MCS3	28 dBm	± 2 dB		MCS3	-90 dBm	± 2 dB
	MCS4	28 dBm	± 2 dB		MCS4	-86 dBm	± 2 dB
	MCS5	24 dBm	± 2 dB		MCS5	-83 dBm	± 2 dB
	MCS6	22 dBm	± 2 dB		MCS6	-77 dBm	± 2 dB
	MCS7	21 dBm	± 2 dB		MCS7	-74 dBm	± 2 dB
	MCS8	28 dBm	± 2 dB		MCS8	-95 dBm	± 2 dB
	MCS9	28 dBm	± 2 dB		MCS9	-93 dBm	± 2 dB
	MCS10	28 dBm	± 2 dB		MCS10	-90 dBm	± 2 dB
	MCS11	28 dBm	± 2 dB		MCS11	-87 dBm	± 2 dB
	MCS12	28 dBm	± 2 dB		MCS12	-84 dBm	± 2 dB
	MCS13	24 dBm	± 2 dB		MCS13	-79 dBm	± 2 dB
	MCS14	22 dBm	± 2 dB		MCS14	-78 dBm	± 2 dB
	MCS15	21 dBm	± 2 dB		MCS15	-75 dBm	± 2 dB

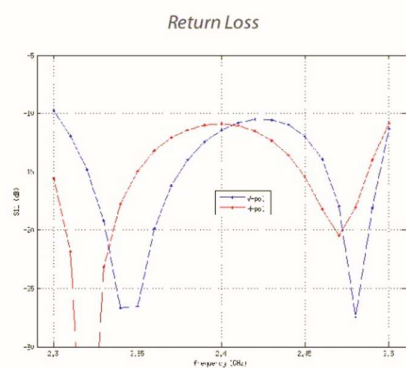
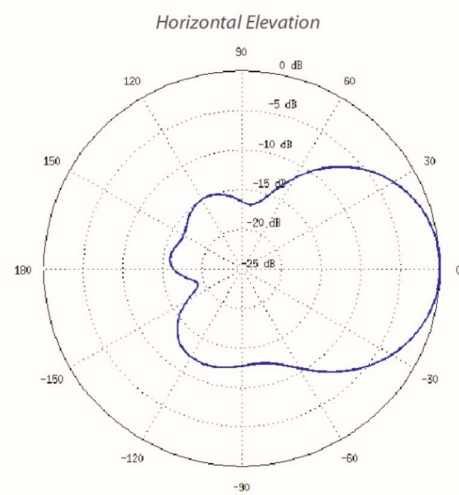
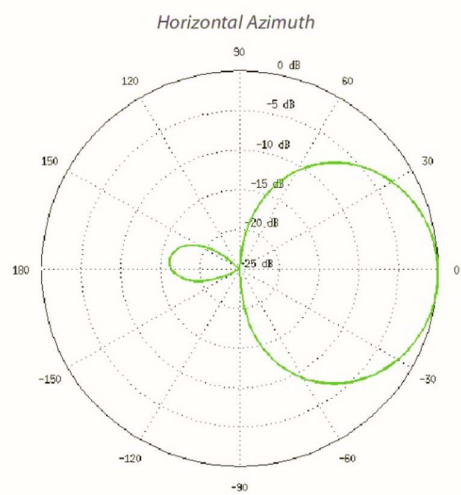
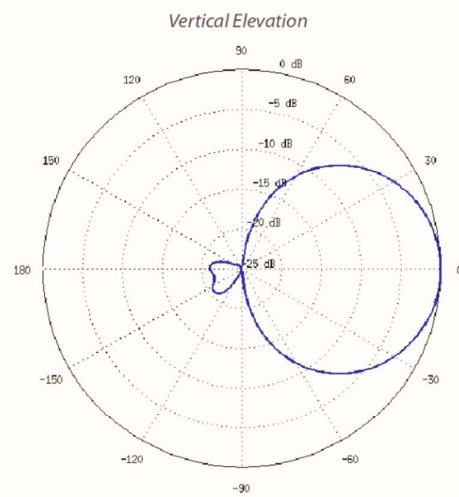
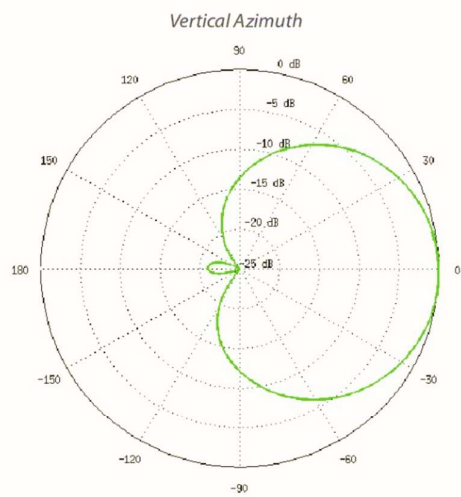




## Specifications

locoM2	
Dimensions	161 x 31 x 80 mm (6.31 x 1.22 x 3.15")
Weight	180 g (6.35 oz)
Power Supply (PoE)	24V, 0.5A
Max. Power Consumption	5.5W
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)
Operating Frequency	2412-2462 MHz
Gain	8.5 dBi
Networking Interface	(1) 10/100 Ethernet Port
Processor Specs	Atheros MIPS 24Kc, 400 MHz
Memory	32 MB SDRAM, 8 MB Flash
Frequency	2.4 GHz
Cross-pol Isolation	20 dB Minimum
Max. VSWR	1.4:1
Beamwidth	60° (H-pol) / 60° (V-pol) / 60° (Elevation)
Polarization	Dual Linear
Enclosure	Outdoor UV Stabilized Plastic
Mounting	Pole-Mount (Kit Included)
Operating Temperature	-30 to 75° C (-22 to 167° F)
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing
Wireless Approvals	FCC Part 15.247, IC RS210, CE
RoHS Compliance	Yes
Shock & Vibration	ETSI300-019-1.4

Output Power: 23 dBm							
2.4 GHz TX Power Specifications				2.4 GHz RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate/MCS	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate/MCS	Sensitivity	Tolerance
11b/g	1-24 Mbps	23 dBm	± 2 dB	11b/g	1-24 Mbps	-83 dBm	± 2 dB
	36 Mbps	21 dBm	± 2 dB		36 Mbps	-80 dBm	± 2 dB
	48 Mbps	19 dBm	± 2 dB		48 Mbps	-77 dBm	± 2 dB
	54 Mbps	18 dBm	± 2 dB		54 Mbps	-75 dBm	± 2 dB
airMAX	MCS0	23 dBm	± 2 dB	airMAX	MCS0	-96 dBm	± 2 dB
	MCS1	23 dBm	± 2 dB		MCS1	-95 dBm	± 2 dB
	MCS2	23 dBm	± 2 dB		MCS2	-92 dBm	± 2 dB
	MCS3	23 dBm	± 2 dB		MCS3	-90 dBm	± 2 dB
	MCS4	22 dBm	± 2 dB		MCS4	-86 dBm	± 2 dB
	MCS5	20 dBm	± 2 dB		MCS5	-83 dBm	± 2 dB
	MCS6	18 dBm	± 2 dB		MCS6	-77 dBm	± 2 dB
	MCS7	17 dBm	± 2 dB		MCS7	-74 dBm	± 2 dB
	MCS8	23 dBm	± 2 dB		MCS8	-95 dBm	± 2 dB
	MCS9	23 dBm	± 2 dB		MCS9	-93 dBm	± 2 dB
	MCS10	23 dBm	± 2 dB		MCS10	-90 dBm	± 2 dB
	MCS11	23 dBm	± 2 dB		MCS11	-87 dBm	± 2 dB
	MCS12	22 dBm	± 2 dB		MCS12	-84 dBm	± 2 dB
	MCS13	20 dBm	± 2 dB		MCS13	-79 dBm	± 2 dB
	MCS14	18 dBm	± 2 dB		MCS14	-78 dBm	± 2 dB
	MCS15	17 dBm	± 2 dB		MCS15	-75 dBm	± 2 dB

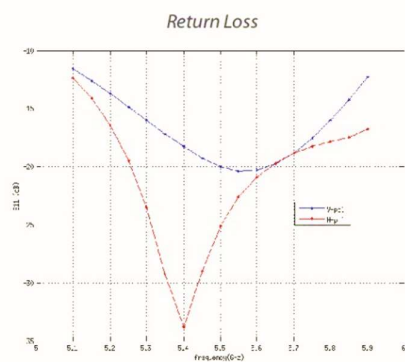
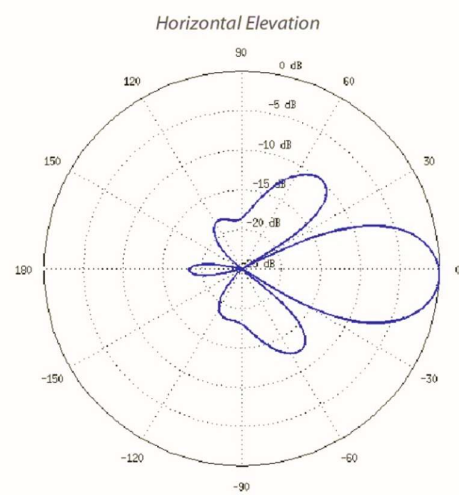
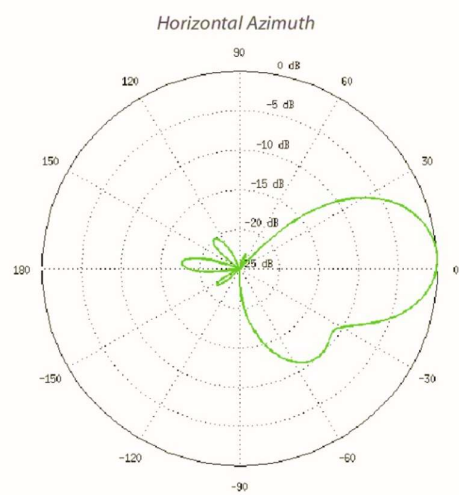
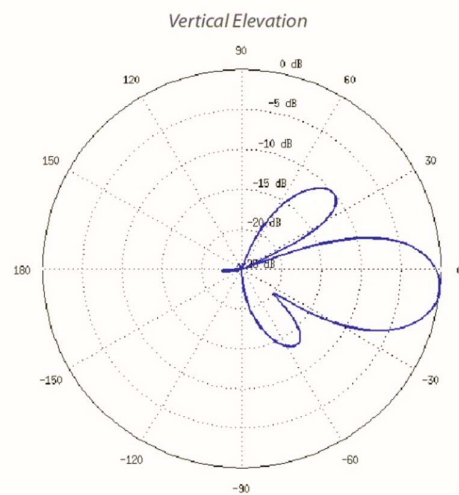
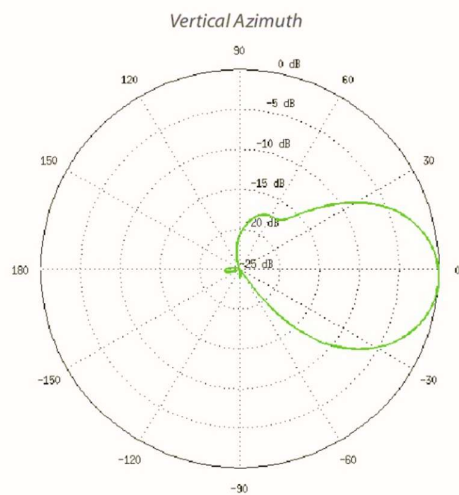


## Specifications

locoM5			
Dimensions	161 x 31 x 80 mm (6.31 x 1.22 x 3.15")		
Weight	180 g (6.35 oz)		
Power Supply (PoE)	24V, 0.5A		
Max. Power Consumption	5.5W		
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)		
Operating Frequency	Worldwide	USA	USA DFS
	5170-5875 MHz	5725-5850 MHz	5250-5850 MHz
Gain	13 dBi		
Networking Interface	(1) 10/100 Ethernet Port		
Processor Specs	Atheros MIPS 74Kc, 560 MHz		
Memory	64 MB DDR2, 8 MB Flash		
Frequency	5 GHz		
Cross-pol Isolation	20 dB Minimum		
Max. VSWR	1.4:1		
Beamwidth	45° (H-pol) / 45° (V-pol) / 45° (Elevation)		
Polarization	Dual Linear		
Enclosure	Outdoor UV Stabilized Plastic		
Mounting	Pole-Mount (Kit Included)		
Operating Temperature	-30 to 75° C (-22 to 167° F)		
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing		
Wireless Approvals	FCC Part 15.247, IC RS210, CE		
RoHS Compliance	Yes		
Shock & Vibration	ETSI300-019-1.4		

Output Power: 23 dBm							
5 GHz TX Power Specifications				5 GHz RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate/MCS	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate/MCS	Sensitivity	Tolerance
<b>11a</b>	6-24 Mbps	23 dBm	± 2 dB	<b>11a</b>	6-24 Mbps	-83 dBm	± 2 dB
	36 Mbps	21 dBm	± 2 dB		36 Mbps	-80 dBm	± 2 dB
	48 Mbps	19 dBm	± 2 dB		48 Mbps	-77 dBm	± 2 dB
	54 Mbps	18 dBm	± 2 dB		54 Mbps	-75 dBm	± 2 dB
<b>11n/airMAX</b>	MCS0	23 dBm	± 2 dB	<b>11n/airMAX</b>	MCS0	-96 dBm	± 2 dB
	MCS1	23 dBm	± 2 dB		MCS1	-95 dBm	± 2 dB
	MCS2	23 dBm	± 2 dB		MCS2	-92 dBm	± 2 dB
	MCS3	23 dBm	± 2 dB		MCS3	-90 dBm	± 2 dB
	MCS4	22 dBm	± 2 dB		MCS4	-86 dBm	± 2 dB
	MCS5	20 dBm	± 2 dB		MCS5	-83 dBm	± 2 dB
	MCS6	18 dBm	± 2 dB		MCS6	-77 dBm	± 2 dB
	MCS7	17 dBm	± 2 dB		MCS7	-74 dBm	± 2 dB
	MCS8	23 dBm	± 2 dB		MCS8	-95 dBm	± 2 dB
	MCS9	23 dBm	± 2 dB		MCS9	-93 dBm	± 2 dB
	MCS10	23 dBm	± 2 dB		MCS10	-90 dBm	± 2 dB
	MCS11	23 dBm	± 2 dB		MCS11	-87 dBm	± 2 dB
	MCS12	22 dBm	± 2 dB		MCS12	-84 dBm	± 2 dB
	MCS13	20 dBm	± 2 dB		MCS13	-79 dBm	± 2 dB
	MCS14	18 dBm	± 2 dB		MCS14	-78 dBm	± 2 dB
	MCS15	17 dBm	± 2 dB		MCS15	-75 dBm	± 2 dB

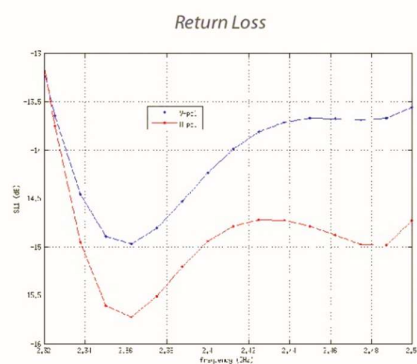
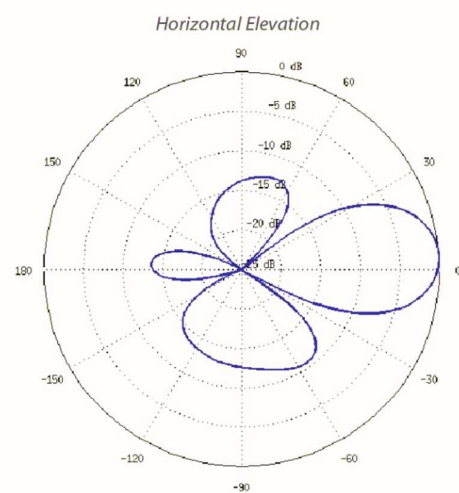
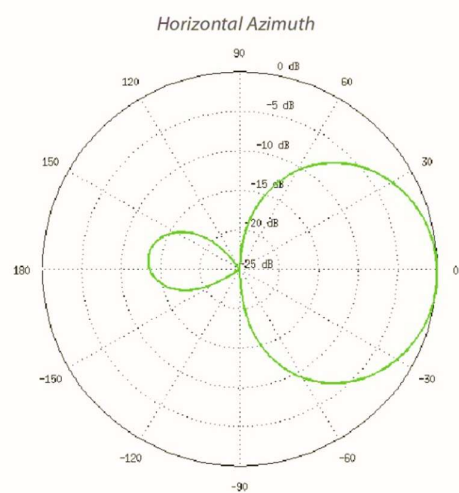
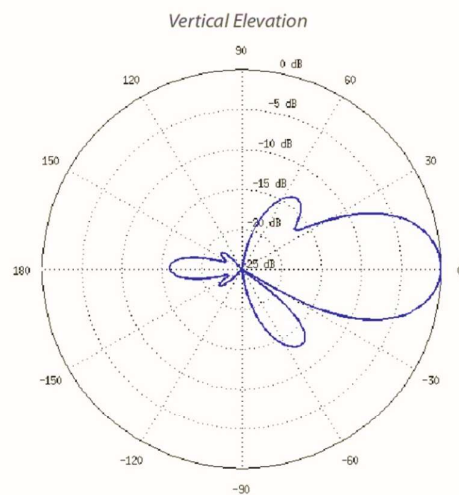
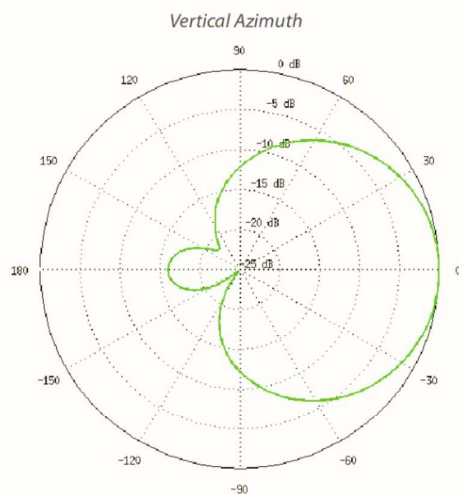




## Specifications

NSM2	
Dimensions	294 x 31 x 80 mm (11.57 x 1.22 x 3.15")
Weight	400 g (14.11 oz)
Power Supply (PoE)	24V, 0.5A
Max. Power Consumption	8W
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)
Operating Frequency	2412-2462 MHz
Gain	10.4-11.2 dBi
Networking Interface	(2) 10/100 Ethernet Ports
Processor Specs	Atheros MIPS 24Kc, 400 MHz
Memory	32 MB SDRAM, 8 MB Flash
Frequency	2.4 GHz
Cross-pol Isolation	23 dB Minimum
Max. VSWR	1.6:1
Beamwidth	55° (H-pol) / 53° (V-pol) / 27° (Elevation)
Polarization	Dual Linear
Enclosure	Outdoor UV Stabilized Plastic
Mounting	Pole-Mount (Kit Included)
Operating Temperature	-30 to 75° C (-22 to 167° F)
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing
Wireless Approvals	FCC Part 15.247, IC RS210, CE
RoHS Compliance	Yes
Shock & Vibration	ETSI300-019-1.4

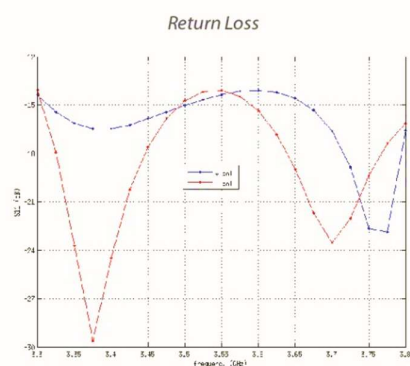
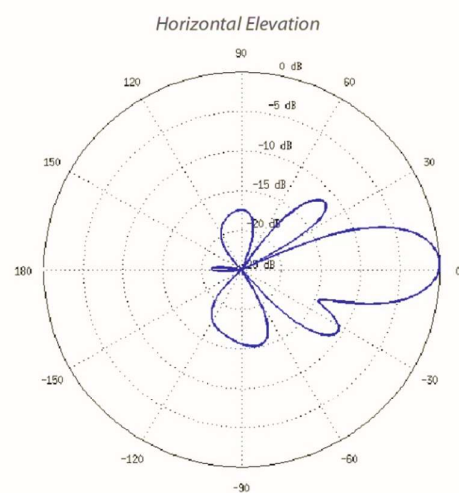
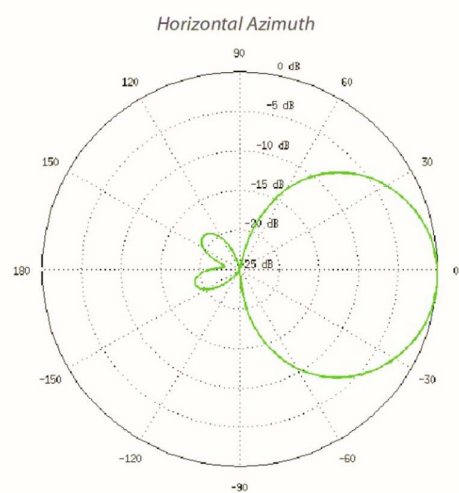
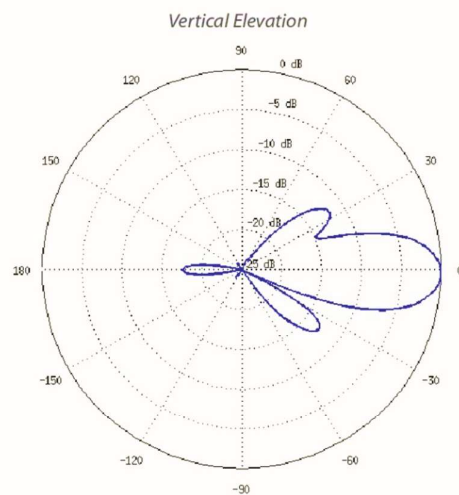
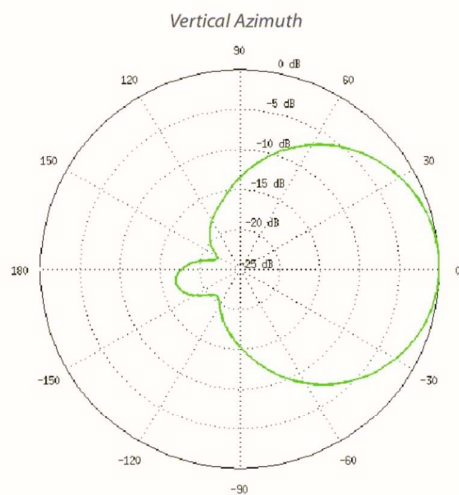
Output Power: 28 dBm							
2.4 GHz TX Power Specifications				2.4 GHz RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate/MCS	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate/MCS	Sensitivity	Tolerance
<b>11b/g</b>	1-24 Mbps	28 dBm	± 2 dB	<b>11b/g</b>	1-24 Mbps	-83 dBm	± 2 dB
	36 Mbps	26 dBm	± 2 dB		36 Mbps	-80 dBm	± 2 dB
	48 Mbps	25 dBm	± 2 dB		48 Mbps	-77 dBm	± 2 dB
	54 Mbps	24 dBm	± 2 dB		54 Mbps	-75 dBm	± 2 dB
<b>airMAX</b>	MCS0	28 dBm	± 2 dB	<b>airMAX</b>	MCS0	-96 dBm	± 2 dB
	MCS1	28 dBm	± 2 dB		MCS1	-95 dBm	± 2 dB
	MCS2	28 dBm	± 2 dB		MCS2	-92 dBm	± 2 dB
	MCS3	28 dBm	± 2 dB		MCS3	-90 dBm	± 2 dB
	MCS4	27 dBm	± 2 dB		MCS4	-86 dBm	± 2 dB
	MCS5	25 dBm	± 2 dB		MCS5	-83 dBm	± 2 dB
	MCS6	23 dBm	± 2 dB		MCS6	-77 dBm	± 2 dB
	MCS7	22 dBm	± 2 dB		MCS7	-74 dBm	± 2 dB
	MCS8	28 dBm	± 2 dB		MCS8	-95 dBm	± 2 dB
	MCS9	28 dBm	± 2 dB		MCS9	-93 dBm	± 2 dB
	MCS10	28 dBm	± 2 dB		MCS10	-90 dBm	± 2 dB
	MCS11	28 dBm	± 2 dB		MCS11	-87 dBm	± 2 dB
	MCS12	27 dBm	± 2 dB		MCS12	-84 dBm	± 2 dB
	MCS13	25 dBm	± 2 dB		MCS13	-79 dBm	± 2 dB
	MCS14	23 dBm	± 2 dB		MCS14	-78 dBm	± 2 dB
	MCS15	22 dBm	± 2 dB		MCS15	-75 dBm	± 2 dB



## Specifications

NSM3/M365		
Dimensions	294 x 31 x 80 mm (11.57 x 1.22 x 3.15")	
Weight	500 g (1.1 lbs)	
Power Supply (PoE)	24V, 0.5A	
Max. Power Consumption	8W	
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)	
Operating Frequency	NSM3	NSM365
	3400-3700 MHz	3650-3675 MHz
Gain	12.2-13.7 dBi	
Networking Interface	(2) 10/100 Ethernet Ports	
Processor Specs	Atheros MIPS 24Kc, 400 MHz	
Memory	32 MB SDRAM, 8 MB Flash	
Frequency	NSM3	NSM365
	3 GHz	3.65 GHz
Cross-pol Isolation	28 dB Minimum	
Max. VSWR	1.4:1	
Beamwidth	60° (H-pol) / 60° (V-pol) / 20° (Elevation)	
Polarization	Dual Linear	
Enclosure	Outdoor UV Stabilized Plastic	
Mounting	Pole-Mount (Kit Included)	
Operating Temperature	-30 to 75° C (-22 to 167° F)	
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing	
Wireless Approvals	NSM3	NSM365
	Not Applicable	FCC Part 90Z
RoHS Compliance	Yes	
Shock & Vibration	ETSI300-019-1.4	

Output Power: 25 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	MCS Index	Avg. TX	Tolerance	Modulation	MCS Index	Sensitivity	Tolerance
airMAX	MCS0	25 dBm	± 2 dB	airMAX	MCS0	-94 dBm	± 2 dB
	MCS1	25 dBm	± 2 dB		MCS1	-93 dBm	± 2 dB
	MCS2	25 dBm	± 2 dB		MCS2	-90 dBm	± 2 dB
	MCS3	25 dBm	± 2 dB		MCS3	-89 dBm	± 2 dB
	MCS4	24 dBm	± 2 dB		MCS4	-86 dBm	± 2 dB
	MCS5	23 dBm	± 2 dB		MCS5	-83 dBm	± 2 dB
	MCS6	22 dBm	± 2 dB		MCS6	-77 dBm	± 2 dB
	MCS7	20 dBm	± 2 dB		MCS7	-74 dBm	± 2 dB
	MCS8	25 dBm	± 2 dB		MCS8	-93 dBm	± 2 dB
	MCS9	25 dBm	± 2 dB		MCS9	-91 dBm	± 2 dB
	MCS10	25 dBm	± 2 dB		MCS10	-89 dBm	± 2 dB
	MCS11	25 dBm	± 2 dB		MCS11	-87 dBm	± 2 dB
	MCS12	24 dBm	± 2 dB		MCS12	-84 dBm	± 2 dB
	MCS13	23 dBm	± 2 dB		MCS13	-79 dBm	± 2 dB
	MCS14	22 dBm	± 2 dB		MCS14	-78 dBm	± 2 dB
	MCS15	20 dBm	± 2 dB		MCS15	-75 dBm	± 2 dB

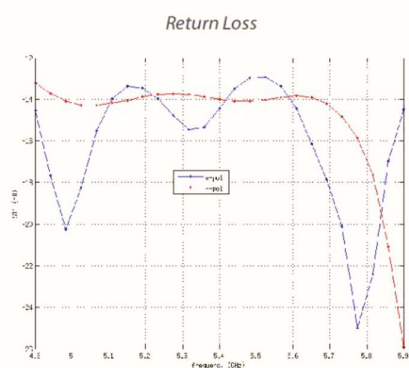
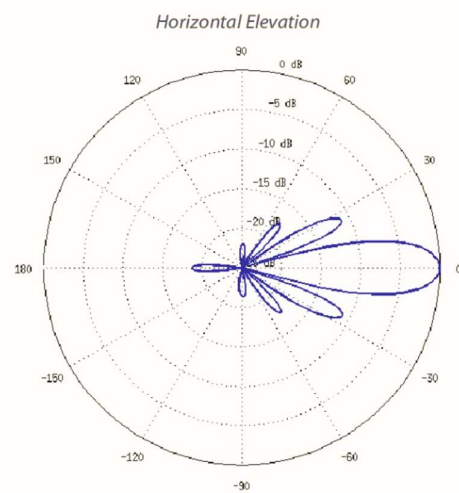
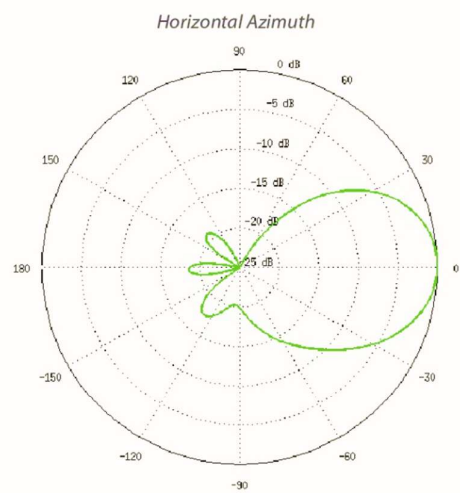
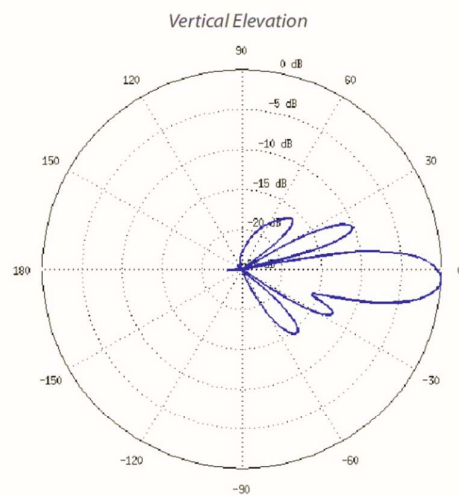
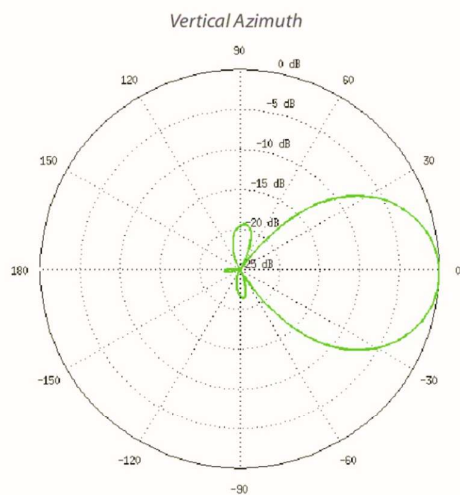


## Specifications

NSM5			
Dimensions	294 x 31 x 80 mm (11.57 x 1.22 x 3.15")		
Weight	400 g (14.11 oz)		
Power Supply (PoE)	24V, 0.5A		
Max. Power Consumption	8W		
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)		
Operating Frequency	Worldwide	USA	USA DFS
	5170-5875 MHz	5725-5850 MHz	5250-5850 MHz
Gain	14.6-16.1 dBi		
Networking Interface	(2) 10/100 Ethernet Ports		
Processor Specs	Atheros MIPS 74Kc, 560 MHz		
Memory	64 MB DDR2, 8 MB Flash		
Frequency	5 GHz		
Cross-pol Isolation	22 dB Minimum		
Max. VSWR	1.6:1		
Beamwidth	43° (H-pol) / 41° (V-pol) / 15° (Elevation)		
Polarization	Dual Linear		
Enclosure	Outdoor UV Stabilized Plastic		
Mounting	Pole-Mount (Kit Included)		
Operating Temperature	-30 to 75° C (-22 to 167° F)		
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing		
Wireless Approvals	FCC Part 15.247, IC RS210, CE		
RoHS Compliance	Yes		
Shock & Vibration	ETSI300-019-1.4		

Output Power: 27 dBm							
5 GHz TX Power Specifications				5 GHz RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate/MCS	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate/MCS	Sensitivity	Tolerance
<b>11a</b>	6-24 Mbps	27 dBm	± 2 dB	<b>11a</b>	6-24 Mbps	-94 dBm	± 2 dB
	36 Mbps	25 dBm	± 2 dB		36 Mbps	-80 dBm	± 2 dB
	48 Mbps	23 dBm	± 2 dB		48 Mbps	-77 dBm	± 2 dB
	54 Mbps	22 dBm	± 2 dB		54 Mbps	-75 dBm	± 2 dB
<b>11n/airMAX</b>	MCS0	27 dBm	± 2 dB	<b>11n/airMAX</b>	MCS0	-96 dBm	± 2 dB
	MCS1	27 dBm	± 2 dB		MCS1	-95 dBm	± 2 dB
	MCS2	27 dBm	± 2 dB		MCS2	-92 dBm	± 2 dB
	MCS3	27 dBm	± 2 dB		MCS3	-90 dBm	± 2 dB
	MCS4	26 dBm	± 2 dB		MCS4	-86 dBm	± 2 dB
	MCS5	24 dBm	± 2 dB		MCS5	-83 dBm	± 2 dB
	MCS6	22 dBm	± 2 dB		MCS6	-77 dBm	± 2 dB
	MCS7	21 dBm	± 2 dB		MCS7	-74 dBm	± 2 dB
	MCS8	27 dBm	± 2 dB		MCS8	-95 dBm	± 2 dB
	MCS9	27 dBm	± 2 dB		MCS9	-93 dBm	± 2 dB
	MCS10	27 dBm	± 2 dB		MCS10	-90 dBm	± 2 dB
	MCS11	27 dBm	± 2 dB		MCS11	-87 dBm	± 2 dB
	MCS12	26 dBm	± 2 dB		MCS12	-84 dBm	± 2 dB
	MCS13	24 dBm	± 2 dB		MCS13	-79 dBm	± 2 dB
	MCS14	22 dBm	± 2 dB		MCS14	-78 dBm	± 2 dB
	MCS15	21 dBm	± 2 dB		MCS15	-75 dBm	± 2 dB





www.ubnt.com

Specifications are subject to change. Ubiquiti products are sold with a limited warranty described at: [www.ubnt.com/support/warranty](http://www.ubnt.com/support/warranty)  
 ©2014-2016 Ubiquiti Networks, Inc. All rights reserved. Ubiquiti, Ubiquiti Networks, the Ubiquiti U logo, airFiber, airMAX, airOS, airView, NanoStationM, and NanoStationlocoM are trademarks or registered trademarks of Ubiquiti Networks, Inc. in the United States and in other countries. All other trademarks are the property of their respective owners.

DATASHEET

NanoStation<sup>®</sup> loco **M**

AJL092016

## Anexo 4

### Ficha técnica de antenas Rocket M5

DATASHEET

**rocket<sup>®</sup>M**

Powerful 2x2 MIMO airMAX<sup>®</sup> BaseStation

Models: M5, M3, M365, M2, M900

Advanced Software Technology to Maximize Performance

Plug and Play Integration with airMAX Antennas

Frequency and Channel Flexibility



## Overview

Featuring mix-and-match industrial design, the Rocket® is a Ubiquiti Networks® airMAX® BaseStation that supports speeds of up to 150+ Mbps real TCP/IP throughput. It is ideal for deployment in Point-to-Point (PtP) bridging or Point-to-MultiPoint (PtMP) airMAX applications.

### Flexibility

The Rocket is available in several frequency models: 900 MHz, 2.4 GHz, 3/3.65 GHz, and 5 GHz, to support your specific application. You have the freedom to locate, deploy, and operate the Rocket in these unlicensed bands (subject to local country regulations).

The Rocket allows for a high degree of flexibility in configuring channel bandwidths: 2, 3, 5, 8, 10, 20, 25, 30, and/or 40 MHz, depending on the specific product model and local country regulations.

### Plug and Play Integration

Rocket radios and airMAX antennas have been designed to seamlessly work together. Every airMAX Sector, RocketDish™, Omni, or Yagi antenna has a built-in Rocket mount, so installation requires no special tools. Snap the Rocket securely into place and mount the antenna; then you have the optimal combination of Rocket radio and airMAX antenna for your PtP or PtMP application.

### airMAX Technology Included

Unlike standard Wi-Fi protocol, Ubiquiti's Time Division Multiple Access (TDMA) airMAX protocol allows each client to send and receive data using pre-designated time slots scheduled by an intelligent AP controller.

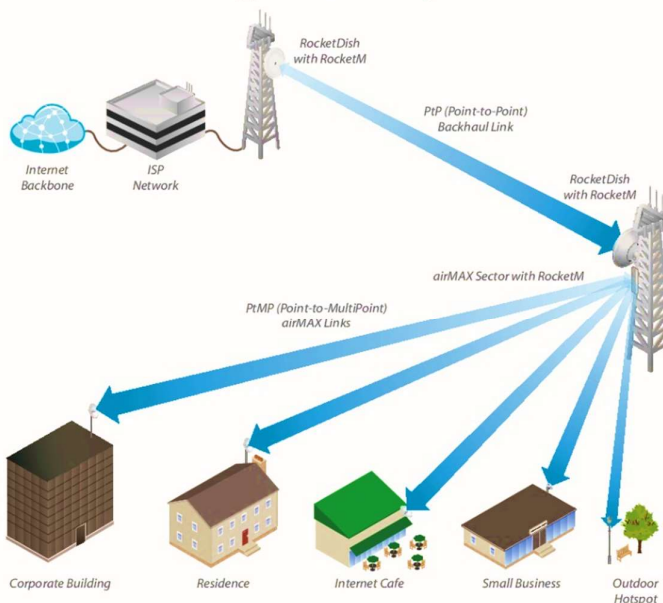
This time slot method eliminates hidden node collisions and maximizes airtime efficiency. It provides many magnitudes of performance improvements in latency, throughput, and scalability compared to all other outdoor systems in its class.

**Intelligent QoS** Priority is given to voice/video for seamless streaming.

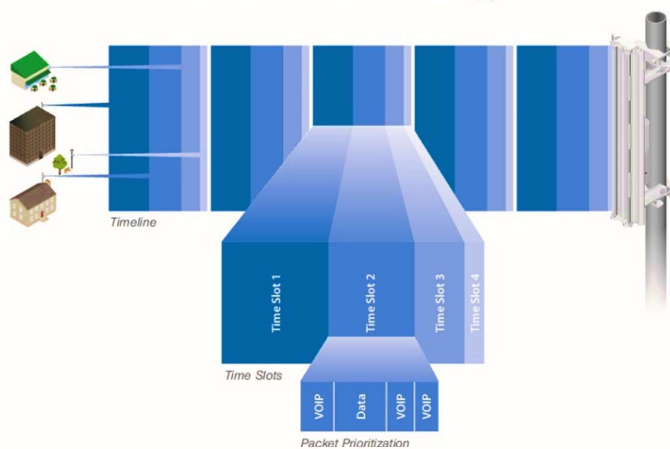
**Scalability** High capacity and scalability.

**Long Distance** Capable of high-speed, carrier-class links.

### Application Example



### airMAX TDMA Technology



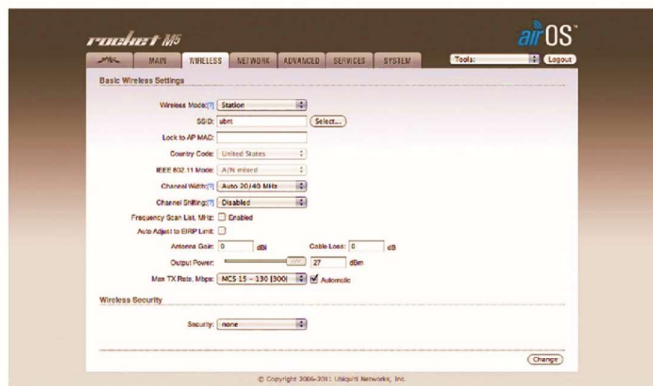
Up to 100 airMAX stations can be connected to an airMAX Sector; four airMAX stations are shown to illustrate the general concept.

## Software

### airOS®

Built upon an intuitive user interface foundation, airOS® 5 is an advanced operating system for Ubiquiti airMAX M Series products.

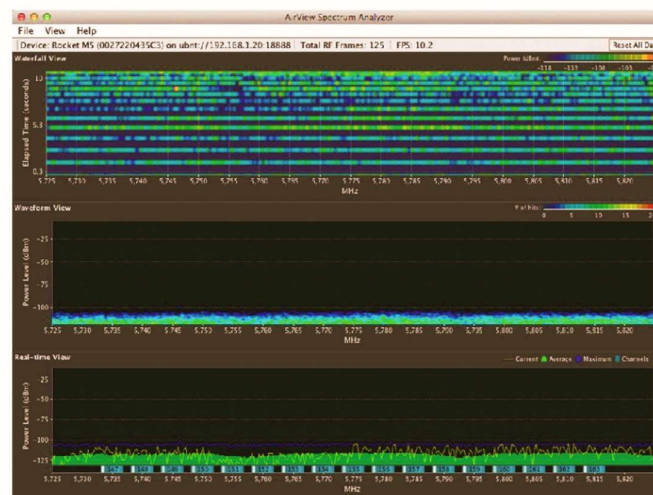
- airMAX Protocol Support
- Long-Range PtP Link Mode
- Transmit Power Control: Automatic/Manual
- Automatic Distance Selection (ACK Timing)
- Device Statistics
- Diagnostic Tools



### airView®

Integrated on all Ubiquiti M products, airView® provides advanced spectrum analyzer functionality: waterfall, waveform, and real-time spectral views allow operators to identify noise signatures and plan their networks to minimize noise interference.

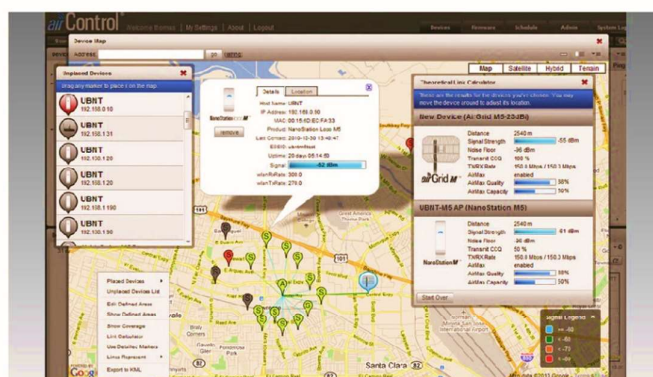
- **Waterfall** Aggregate energy over time for each frequency.
- **Waveform** Aggregate energy collected.
- **Real-time** Energy is shown in real time as a function of frequency.
- **Recording** Automate airView to record and report results.



### airControl®

airControl® is a powerful and intuitive, web-based server network management application, which allows operators to centrally manage entire networks of Ubiquiti devices.

- Network Map
- Monitor Device Status
- Mass Firmware Upgrade
- Web UI Access
- Manage Groups of Devices
- Task Scheduling



DATASHEET

rocket™

## Models

The Rocket enclosure is built to survive harsh environments and fits the Rocket mount built into every airMAX antenna. Pair the Rocket with the appropriate antenna for your PtP link or PtMP network.



### *rocket<sup>®</sup>M5*

The 5 GHz frequency band is free to use, worldwide, offers plentiful spectrum, and works well for long-distance links. However, 5 GHz signals have more difficulty passing through obstacles than lower-frequency signals.



### *rocket<sup>®</sup>M3 / M365*

The 3.65 GHz frequency band is noise-free in most areas; however, its use requires a license. There may be additional restrictions on its use depending on local country regulations.



### *rocket<sup>®</sup>M2*

The 2.4 GHz frequency band is free to use, worldwide; however, it is crowded due to interference from other wireless devices. Also, there are only three non-overlapping, 20 MHz channels available for use.



### *rocket<sup>®</sup>M9*

The 900 MHz frequency band has a higher tolerance for obstacles that may obstruct line of sight; however, noise levels are typically higher. Also, its use may require a license in some parts of the world.

# Antenna Compatibility



RocketM9



RocketM2





RocketM3  
RocketM365



RocketM5

Frequency Band

	900 MHz	2.4 GHz	3/3.65 GHz	5 GHz
 Sector	AM-9M13	AM-V2G-Ti AM-2G15-120 AM-2G16-90	AM-3G18-120	AM-V5G-Ti AM-M-V5G-Ti AM-5G16-120 AM-5G17-90 AM-5G19-120 AM-5G20-90 AM-5AC21-60 AM-5AC22-45
 Rocket Dish		RD-2G24	RD-3G26	RD-5G31-AC RD-5G30-LW RD-5G30 RD-5G34
 Omni		AMO-2G10 AMO-2G13	AMO-3G12	AMO-5G10 AMO-5G13
 Yagi	AMY-9M16			

## Specifications

*rocket M5*

M5	
Dimensions	160 x 80 x 30 mm (6.30 x 3.15 x 1.18")
Weight	500 g (1.1 lb)
Power Supply	24V, 1A PoE Adapter
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)
Max. Power Consumption	8W
Processor	MIPS 74Kc
Memory	128 MB SDRAM, 8 MB Flash
Networking Interface	(1) 10/100 Mbps
RF Connections	(2) RP-SMA (Waterproof)
LEDs	Power, Ethernet, (4) Signal Strength
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Stabilized Plastic
ESD/EMP Protection	± 24KV Air / Contact
Operating Temperature	-30 to 75° C (-22 to 167° F)
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4
Wireless Approvals	FCC, IC, CE
RoHS Compliance	Yes
Modes	Access Point, Station
Services	Web Server, SNMP, SSH Server, Telnet , Ping Watchdog, DHCP, NAT, Bridging, Routing
Utilities	Antenna Alignment Tool, Discovery Utility, Site Survey, Ping, Traceroute, Speed Test
Distance Adjustment	Dynamic Ack and Ackless Mode
Power Adjustment	Software Adjustable UI or CL
Security	WPA2 AES Only
QoS	Supports Packet Level Classification WMM and User Customer Level: High/Medium/Low
Statistical Reporting	Up Time, Packet Errors, Data Rates, Wireless Distance, Ethernet Link Rate
Other	Remote Reset Support, Software Enabled/Disabled, VLAN Support, 64QAM, 5/8/10/20/30/40 MHz Channel Width Support
Ubiquiti Specific Features	airMAX Mode, Traffic Shaping with Burst Support, Discovery Protocol, Frequency Band Offset, Ackless Mode

M5 Operating Frequency (MHz)				
Worldwide	5150 - 5875			
USA	U-NII-1	U-NII-2A	U-NII-2C	U-NII-3
	5150 - 5250*	5250 - 5350*	5470 - 5725*	5725 - 5850*
IC	5470 - 5600, 5650 - 5725, 5725 - 5850			

\* Some frequencies may require activation; visit: <https://www.ubnt.com/fcclabelrequest>



M5 Output Power: 27 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
802.11a	6 - 24 Mbps	27 dBm	± 2 dB	802.11a	6 - 24 Mbps	-94 dBm Min.	± 2 dB
	36 Mbps	25 dBm	± 2 dB		36 Mbps	-80 dBm	± 2 dB
	48 Mbps	23 dBm	± 2 dB		48 Mbps	-77 dBm	± 2 dB
	54 Mbps	22 dBm	± 2 dB		54 Mbps	-75 dBm	± 2 dB
802.11n/airMAX	MCS0	27 dBm	± 2 dB	802.11n/airMAX	MCS0	-96 dBm	± 2 dB
	MCS1	27 dBm	± 2 dB		MCS1	-95 dBm	± 2 dB
	MCS2	27 dBm	± 2 dB		MCS2	-92 dBm	± 2 dB
	MCS3	27 dBm	± 2 dB		MCS3	-90 dBm	± 2 dB
	MCS4	26 dBm	± 2 dB		MCS4	-86 dBm	± 2 dB
	MCS5	24 dBm	± 2 dB		MCS5	-83 dBm	± 2 dB
	MCS6	22 dBm	± 2 dB		MCS6	-77 dBm	± 2 dB
	MCS7	21 dBm	± 2 dB		MCS7	-74 dBm	± 2 dB
	MCS8	27 dBm	± 2 dB		MCS8	-95 dBm	± 2 dB
	MCS9	27 dBm	± 2 dB		MCS9	-93 dBm	± 2 dB
	MCS10	27 dBm	± 2 dB		MCS10	-90 dBm	± 2 dB
	MCS11	27 dBm	± 2 dB		MCS11	-87 dBm	± 2 dB
	MCS12	26 dBm	± 2 dB		MCS12	-84 dBm	± 2 dB
	MCS13	24 dBm	± 2 dB		MCS13	-79 dBm	± 2 dB
	MCS14	22 dBm	± 2 dB		MCS14	-78 dBm	± 2 dB
	MCS15	21 dBm	± 2 dB		MCS15	-75 dBm	± 2 dB



# Specifications

## rocket M3 / M365

M3/M365		
Dimensions	160 x 80 x 30 mm (6.30 x 3.15 x 1.18")	
Weight	500 g (1.1 lb)	
Power Supply	24V, 1A PoE Adapter	
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)	
Max. Power Consumption	6.5W	
Operating Frequency	M3	M365
	3400 - 3730 MHz*	3650 - 3675 MHz
Processor	MIPS 24Kc	
Memory	64 MB SDRAM, 8 MB Flash	
Networking Interface	(1) 10/100 Mbps	
RF Connections	(2) RP-SMA (Waterproof)	
LEDs	Power, Ethernet, (4) Signal Strength	
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Stabilized Plastic	
ESD/EMP Protection	± 24KV Air / Contact	
Operating Temperature	-30 to 75° C (-22 to 167° F)	
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing	
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4	
Wireless Approvals	M3	M365
	FCC, IC, CE	FCC Part 90Y
RoHS Compliance	Yes	
Modes	Access Point, Station	
Services	Web Server, SNMP, SSH Server, Telnet , Ping Watchdog, DHCP, NAT, Bridging, Routing	
Utilities	Antenna Alignment Tool, Discovery Utility, Site Survey, Ping, Traceroute, Speed Test	
Distance Adjustment	Dynamic Ack and Ackless Mode	
Power Adjustment	Software Adjustable UI or CL	
Security	WPA2 AES Only	
QoS	Supports Packet Level Classification WMM and User Customer Level: High/Medium/Low	
Statistical Reporting	Up Time, Packet Errors, Data Rates, Wireless Distance, Ethernet Link Rate	
Other	M3	M365
	Remote Reset Support, Software Enabled/Disabled, VLAN Support, 64QAM, 5/8/10/20/25/40 MHz Channel Width Support	Remote Reset Support, Software Enabled/Disabled, VLAN Support, 64QAM, 5/10/20/25 MHz Channel Width Support
Ubiquiti Specific Features	airMAX Mode, Traffic Shaping with Burst Support, Discovery Protocol, Frequency Band Offset, Ackless Mode	

\* RocketM3 not supported in the USA

M3/M365 Output Power: 25 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
airMAX	MCS0	25 dBm	± 2 dB	airMAX	MCS0	-94 dBm Min.	± 2 dB
	MCS1	25 dBm	± 2 dB		MCS1	-93 dBm	± 2 dB
	MCS2	25 dBm	± 2 dB		MCS2	-90 dBm	± 2 dB
	MCS3	25 dBm	± 2 dB		MCS3	-89 dBm	± 2 dB
	MCS4	24 dBm	± 2 dB		MCS4	-86 dBm	± 2 dB
	MCS5	23 dBm	± 2 dB		MCS5	-83 dBm	± 2 dB
	MCS6	22 dBm	± 2 dB		MCS6	-77 dBm	± 2 dB
	MCS7	20 dBm	± 2 dB		MCS7	-74 dBm	± 2 dB
	MCS8	25 dBm	± 2 dB		MCS8	-93 dBm	± 2 dB
	MCS9	25 dBm	± 2 dB		MCS9	-91 dBm	± 2 dB
	MCS10	25 dBm	± 2 dB		MCS10	-89 dBm	± 2 dB
	MCS11	25 dBm	± 2 dB		MCS11	-87 dBm	± 2 dB
	MCS12	24 dBm	± 2 dB		MCS12	-84 dBm	± 2 dB
	MCS13	23 dBm	± 2 dB		MCS13	-79 dBm	± 2 dB
	MCS14	22 dBm	± 2 dB		MCS14	-78 dBm	± 2 dB
	MCS15	20 dBm	± 2 dB		MCS15	-75 dBm	± 2 dB





## Specifications

### rocket M<sup>2</sup>

M2	
Dimensions	160 x 80 x 30 mm (6.30 x 3.15 x 1.18")
Weight	500 g (1.1 lb)
Power Supply	24V, 1A PoE Adapter
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)
Max. Power Consumption	6.5W
Operating Frequency	2402 - 2462 MHz
Processor	MIPS 24Kc
Memory	128 MB SDRAM, 8 MB Flash
Networking Interface	(1) 10/100 Mbps
RF Connections	(2) RP-SMA (Waterproof)
LEDs	Power, Ethernet, (4) Signal Strength
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Stabilized Plastic
ESD/EMP Protection	± 24KV Air / Contact
Operating Temperature	-30 to 75° C (-22 to 167° F)
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4
Wireless Approvals	FCC, IC, CE
RoHS Compliance	Yes
Modes	Access Point, Station
Services	Web Server, SNMP, SSH Server, Telnet , Ping Watchdog, DHCP, NAT, Bridging, Routing
Utilities	Antenna Alignment Tool, Discovery Utility, Site Survey, Ping, Traceroute, Speed Test
Distance Adjustment	Dynamic Ack and Ackless Mode
Power Adjustment	Software Adjustable UI or CL
Security	WPA2 AES Only
QoS	Supports Packet Level Classification WMM and User Customer Level: High/Medium/Low
Statistical Reporting	Up Time, Packet Errors, Data Rates, Wireless Distance, Ethernet Link Rate
Other	Remote Reset Support, Software Enabled/Disabled, VLAN Support, 64QAM, 5/8/10/20/30/40 MHz Channel Width Support
Ubiquiti Specific Features	airMAX Mode, Traffic Shaping with Burst Support, Discovery Protocol, Frequency Band Offset, Ackless Mode

M2 Output Power: 28 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
802.11g	6 - 24 Mbps	28 dBm	± 2 dB	802.11g	6 - 24 Mbps	-97 dBm Min.	± 2 dB
	36 Mbps	26 dBm	± 2 dB		36 Mbps	-80 dBm	± 2 dB
	48 Mbps	25 dBm	± 2 dB		48 Mbps	-77 dBm	± 2 dB
	54 Mbps	24 dBm	± 2 dB		54 Mbps	-75 dBm	± 2 dB
802.11n/airMAX	MCS0	28 dBm	± 2 dB	802.11n/airMAX	MCS0	-96 dBm	± 2 dB
	MCS1	28 dBm	± 2 dB		MCS1	-95 dBm	± 2 dB
	MCS2	28 dBm	± 2 dB		MCS2	-92 dBm	± 2 dB
	MCS3	28 dBm	± 2 dB		MCS3	-90 dBm	± 2 dB
	MCS4	27 dBm	± 2 dB		MCS4	-86 dBm	± 2 dB
	MCS5	25 dBm	± 2 dB		MCS5	-83 dBm	± 2 dB
	MCS6	23 dBm	± 2 dB		MCS6	-77 dBm	± 2 dB
	MCS7	22 dBm	± 2 dB		MCS7	-74 dBm	± 2 dB
	MCS8	28 dBm	± 2 dB		MCS8	-95 dBm	± 2 dB
	MCS9	28 dBm	± 2 dB		MCS9	-93 dBm	± 2 dB
	MCS10	28 dBm	± 2 dB		MCS10	-90 dBm	± 2 dB
	MCS11	28 dBm	± 2 dB		MCS11	-87 dBm	± 2 dB
	MCS12	27 dBm	± 2 dB		MCS12	-84 dBm	± 2 dB
	MCS13	25 dBm	± 2 dB		MCS13	-79 dBm	± 2 dB
	MCS14	23 dBm	± 2 dB		MCS14	-78 dBm	± 2 dB
	MCS15	22 dBm	± 2 dB		MCS15	-75 dBm	± 2 dB

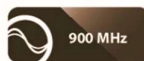


## Specifications

*rocket™*

M900	
Dimensions	160 x 80 x 30 mm (6.30 x 3.15 x 1.18")
Weight	500 g (1.1 lb)
Power Supply	24V, 1A PoE Adapter
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)
Max. Power Consumption	6.5W
Operating Frequency	902 - 928 MHz
Processor	MIPS 24Kc
Memory	64 MB SDRAM, 8 MB Flash
Networking Interface	(1) 10/100 Mbps
RF Connections	(2) RP-SMA (Waterproof)
LEDs	Power, Ethernet, (4) Signal Strength
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Stabilized Plastic
ESD/EMP Protection	± 24KV Air / Contact
Operating Temperature	-30 to 75° C (-22 to 167° F)
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4
Wireless Approvals	FCC, IC, CE
RoHS Compliance	Yes
Modes	Access Point, Station
Services	Web Server, SNMP, SSH Server, Telnet , Ping Watchdog, DHCP, NAT, Bridging, Routing
Utilities	Antenna Alignment Tool, Discovery Utility, Site Survey, Ping, Traceroute, Speed Test
Distance Adjustment	Dynamic Ack and Ackless Mode
Power Adjustment	Software Adjustable UI or CL
Security	WPA2 AES Only
QoS	Supports Packet Level Classification WMM and User Customer Level: High/Medium/Low
Statistical Reporting	Up Time, Packet Errors, Data Rates, Wireless Distance, Ethernet Link Rate
Other	Remote Reset Support, Software Enabled/Disabled, VLAN Support, 64QAM, 3/5/8/10/20 MHz Channel Width Support
Ubiquiti Specific Features	airMAX Mode, Traffic Shaping with Burst Support, Discovery Protocol, Frequency Band Offset, Ackless Mode

M900 Output Power: 28 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
airMAX	MCS0	28 dBm	± 2 dB	airMAX	MCS0	-96 dBm	± 2 dB
	MCS1	28 dBm	± 2 dB		MCS1	-95 dBm	± 2 dB
	MCS2	28 dBm	± 2 dB		MCS2	-92 dBm	± 2 dB
	MCS3	28 dBm	± 2 dB		MCS3	-90 dBm	± 2 dB
	MCS4	28 dBm	± 2 dB		MCS4	-86 dBm	± 2 dB
	MCS5	24 dBm	± 2 dB		MCS5	-83 dBm	± 2 dB
	MCS6	22 dBm	± 2 dB		MCS6	-77 dBm	± 2 dB
	MCS7	21 dBm	± 2 dB		MCS7	-74 dBm	± 2 dB
	MCS8	28 dBm	± 2 dB		MCS8	-95 dBm	± 2 dB
	MCS9	28 dBm	± 2 dB		MCS9	-93 dBm	± 2 dB
	MCS10	28 dBm	± 2 dB		MCS10	-90 dBm	± 2 dB
	MCS11	28 dBm	± 2 dB		MCS11	-87 dBm	± 2 dB
	MCS12	28 dBm	± 2 dB		MCS12	-84 dBm	± 2 dB
	MCS13	24 dBm	± 2 dB		MCS13	-79 dBm	± 2 dB
	MCS14	22 dBm	± 2 dB		MCS14	-78 dBm	± 2 dB
	MCS15	21 dBm	± 2 dB		MCS15	-75 dBm	± 2 dB



Specifications are subject to change. Ubiquiti products are sold with a limited warranty described at: [www.ui.com/support/warranty](http://www.ui.com/support/warranty)  
The limited warranty requires the use of arbitration to resolve disputes on an individual basis, and, where applicable, specify arbitration instead of jury trials or class actions.  
©2011-2020 Ubiquiti Inc. All rights reserved. Ubiquiti, Ubiquiti Networks, the Ubiquiti U logo, the Ubiquiti beam logo, airControl, airMAX, airOS, airView, Rocket, and RocketDish are trademarks or registered trademarks of Ubiquiti Inc. in the United States and in other countries. All other trademarks are the property of their respective owners.



## Anexo 5

### Ficha técnica de antenas Airfiber

DATASHEET



#### airFiber<sup>®</sup> X Antenna

Slant 45 Antenna for airFiber<sup>®</sup>

Model: AF-2G24-S45, AF-3G26-S45,  
AF-5G23-S45, AF-5G30-S45, AF-5G34-S45

Powerful Performance for Long-Range Links

Robust Design and Construction for Outdoor Use

Seamless Integration with airFiber Radio



## Overview

Pair an airFiber® X antenna with an airFiber X radio to create the endpoint of a high-performance, Point-to-Point (PtP) bridge or network backhaul (airFiber X radio sold separately).

The airFiber X antenna uses the 5 GHz frequency band and is available for the following frequency bands:

- 2.4 GHz
- 3 GHz
- 4 GHz
- 5 GHz

## Powerful Performance

The airFiber X antenna delivers 2x2, dual-polarity performance. On the right is one example of how the airFiber X antenna with an airFiber X radio can be deployed as endpoints in a backhaul link to deliver bandwidth from a WISP network out to a neighborhood tower. From there, an airMAX® Sector antenna with a Rocket® radio delivers bandwidth to the WISP's customers.

## Carrier-Class Construction

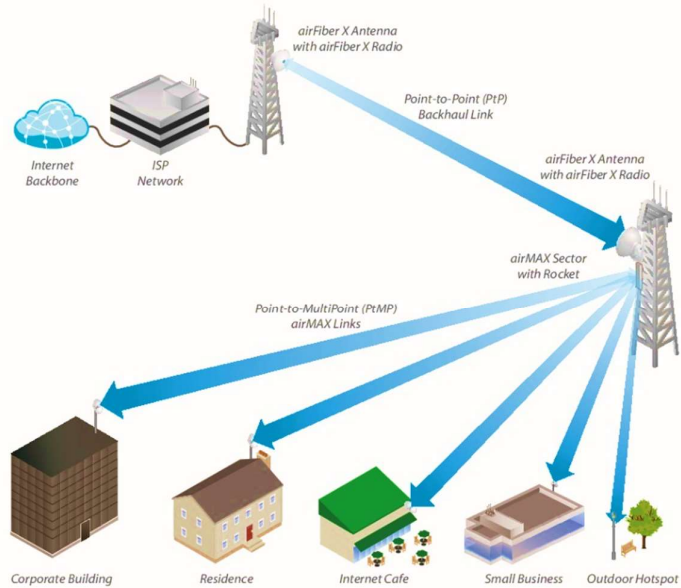
Incorporating a dish reflector design for excellent beam directivity, the airFiber X antennas feature robust mechanical design using industrial-strength hardware for outdoor application use.

## Plug and Play Integration

airFiber X antennas and airFiber X radios have been designed to seamlessly work together. Every airFiber X antenna has a built-in airFiber X radio mount, so installation requires no special tools.

Snap the airFiber X radio securely into place and mount the antenna; you then have the optimal combination of airFiber X antenna and airFiber X radio for your PtP application.

## Application Example



Mounting the AF-5X on the AF-5G23-S45

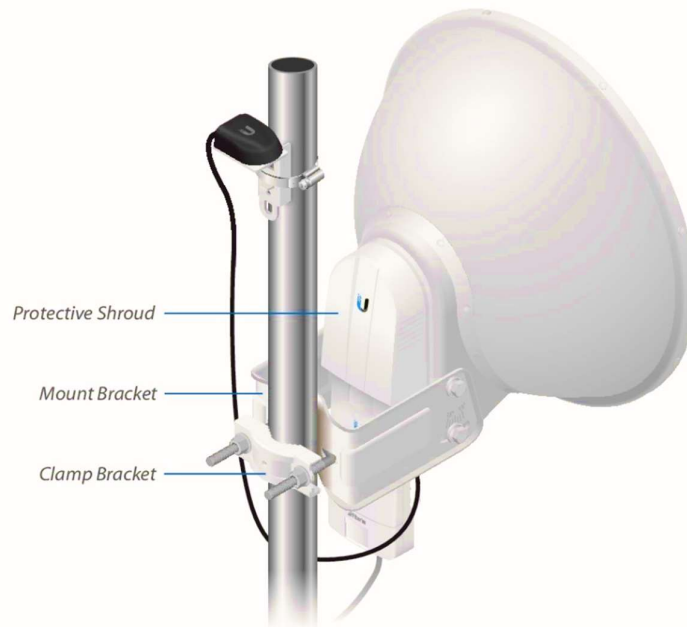
## Hardware Overview

### Innovative Mechanical Design

- **Secure Pole-Mounting** Maintains the position of the dish during harsh outdoor conditions.
- **Low-Profile Form Factor of the AF-5G23-S45** Reduces wind-loading.

### Weatherproof Design

- **Protective Shroud** Protects the cables and connectors from the elements.
- **Integrated Radome of the AF-5G23-S45** Shields the radio from the environment.



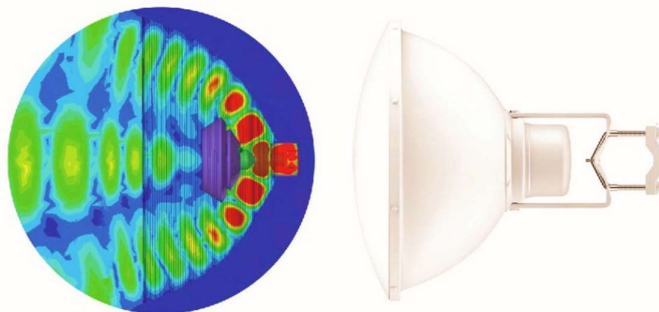
## Advanced RF Isolation Design

### Model: AF-5G23-S45

The innovative industrial design improves RF isolation to significantly reduce interference and deliver superior gain for high-capacity, multipoint networks.

The near-field plot of the AF-5G23-S45 is displayed in watts and uses a linear scale. The strength of the electromagnetic field is color-coded:

- Red: Highest strength
- Green: Medium strength
- Indigo: Lowest strength



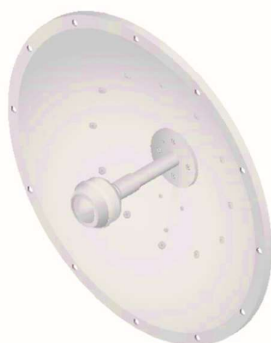
## Deployment Flexibility

The airFiber X supports  $\pm 45^\circ$  slant polarization for improved noise immunity and Signal-to-Noise Ratio (SNR). The compact form factor of the airFiber X allows it to fit into the radio mount of Ubiquiti antennas, so installation requires no special tools.

The airFiber X antennas are purpose-built with  $45^\circ$  slant polarity for seamless integration with the airFiber X.

### airFiber® X Antenna

#### 2.4 GHz Model



Model	Frequency	Gain	Radome*
AF-2G24-S45	2.4 GHz	24 dBi	RAD-RD2

The AF-2G24-S45 offers 24 dBi of gain in a 650-mm diameter size.

### airFiber® X Antenna

#### 3 GHz Model



Model	Frequency	Gain	Radome*
AF-3G26-S45	3 GHz	26 dBi	RAD-RD2

The AF-3G26-S45 offers 26 dBi of gain in a 650-mm diameter size.



# airFiber<sup>®</sup> X Antenna

## 5 GHz Models



Model	Frequency	Gain	Radome
AF-5G23-S45	5.1 - 5.9 GHz	23 dBi	Integrated

Housed in a compact form factor (378-mm diameter size), the AF-5G23-S45 offers 23 dBi of gain and features the following advantages:

- Low sidelobes reduce interference from other transmitters in the area.
- High isolation enhances performance for co-location in tower-mounted installations.
- The low-profile design with integrated radome reduces wind-loading.



Model	Frequency	Gain <sup>1</sup>	Radome <sup>2</sup>
AF-5G30-S45	4.9 - 5.9 GHz	26 - 30 dBi	ISO-BEAM-620

The AF-5G30-S45 offers up to 30 dBi of gain in a 650-mm diameter size.



Model	Frequency	Gain <sup>1</sup>	Radome <sup>2</sup>
AF-5G34-S45	4.9 - 5.8 GHz	30 - 34 dBi	RAD-RD3

The AF-5G34-S45 offers up to 34 dBi of gain in a 1050-mm diameter size.

<sup>1</sup> Check your local/regional regulations for the maximum antenna gain allowed for your application.

<sup>2</sup> A radome is available as an optional accessory.

## airFiber X Antenna AF-5G30-S45 Accessories IsoBeam™

**Model: ISO-BEAM-620**



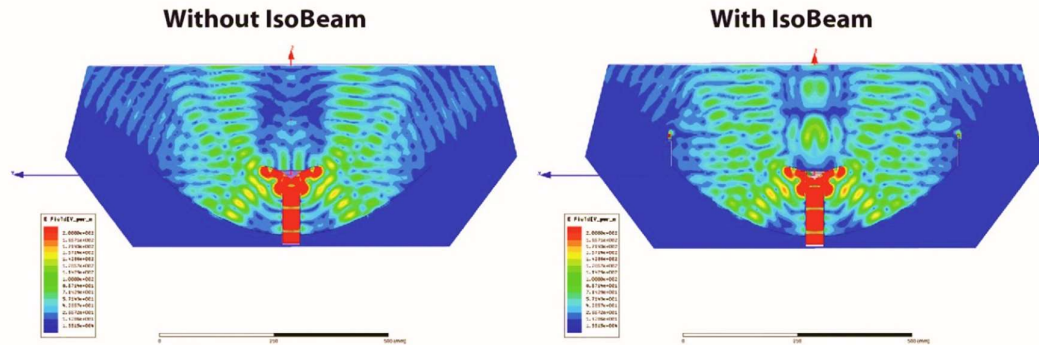
The IsoBeam™ is an isolator radome that is available as an optional accessory for the AF-5G30-S45 and other dish antenna models:

- RocketDish® RD-5G30-LW
- PowerBeam™ PBE-5AC-620
- PowerBeam PBE-M5-620

The innovative RF-choke perimeter of the IsoBeam delivers superior noise immunity in co-location deployments; its perimeter corrugation provides enhanced RF shielding. Compare the two near-field plots below, and note the breakthrough isolation performance of the IsoBeam.

Both near-field plots are displayed in watts and use a linear scale. The strength of the electromagnetic field is color-coded:

- Red: Highest strength
- Green: Medium strength
- Indigo: Lowest strength



## Precision Alignment Kit

**Model: PAK-620**



The Precision Alignment Kit is available as an optional accessory for the AF-5G30-S45. It features 15° of azimuth adjustment and 15° of elevation adjustment to enable extremely accurate aiming for optimal PtP link performance.

The Precision Alignment Kit is also compatible with other dish antenna models:

- RocketDish RD-5G30-LW
- PowerBeam PBE-5AC-620
- PowerBeam PBE-M5-620

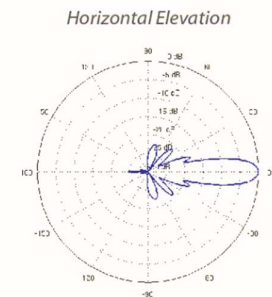
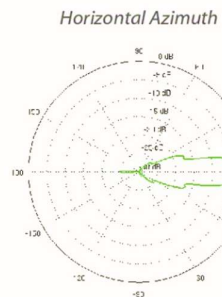
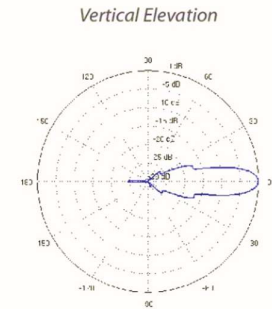
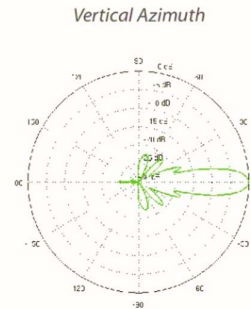
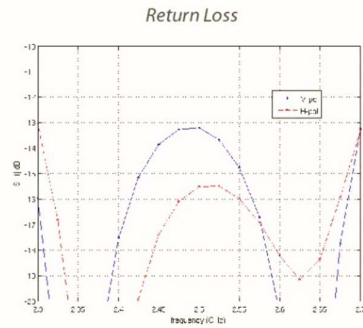
## Specifications

Antenna Characteristics					
Model	AF-2G24-S45	AF-3G26-S45	AF-5G23-S45	AF-5G30-S45	AF-5G34-S45
Dimensions*	ø 650 x 295 mm (ø 25.59 x 11.61")	ø 650 x 300 mm (ø 25.59 x 11.81")	ø 378 x 290 mm (ø 14.88 x 11.42")	ø 650 x 386 mm (ø 25.59 x 15.20")	ø 1050 x 421 mm (ø 41.34 x 16.57")
Weight**	9.8 kg (21.61 lb)	9.8 kg (21.61 lb)	3.4 kg (7.50 lb)	7.4 kg (16.31 lb)	13.5 kg (29.76 lb)
Frequency Range	2.3 - 2.7 GHz	3.3 - 3.8 GHz	5.1 - 5.9 GHz	4.9 - 5.9 GHz	4.9 - 5.8 GHz
Gain	24 dBi	26 dBi	23 dBi	4.9 GHz: 26 dBi 5 - 5.9 GHz: 30 dBi	4.9 GHz: 30 dBi 5 - 5.8 GHz: 34 dBi
+ 45° Beamwidth	6.6° (3 dB)	7° (3 dB)	10° (3 dB)	5.8° (3 dB)	3° (3 dB)
- 45° Beamwidth	6.8° (3 dB)	7° (3 dB)	10° (3 dB)	5.8° (3 dB)	3° (3 dB)
F/B Ratio	28 dB	33 dB	30 dB	30 dB	42 dB
Max. VSWR	1.6:1	1.4:1	1.5:1	1.6:1	1.4:1
Wind Loading	787 N @ 200 km/h (177 lbf @ 125 mph)	787 N @ 200 km/h (177 lbf @ 125 mph)	190 N @ 200 km/h (43 lbf @ 125 mph)	790 N @ 200 km/h (178 lbf @ 125 mph)	1,779 N @ 200 km/h (400 lbf @ 125 mph)
Wind Survivability	200 km/h (125 mph)				
Polarization	Dual-Linear				
Cross-pol Isolation	35 dB Min.				
ETSI Specification	EN 302 326 DN2				
Mounting	Universal Pole Mount, airFiber X Radio Bracket, and Weatherproof RF Connectors Included				

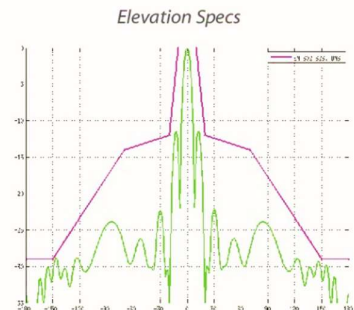
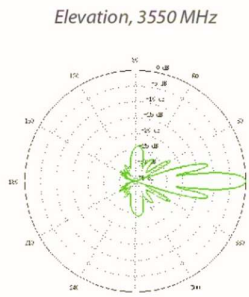
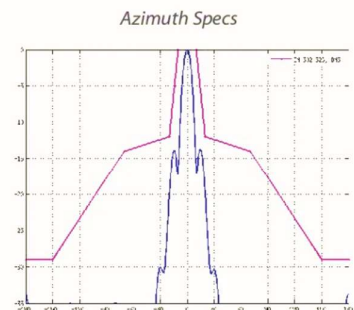
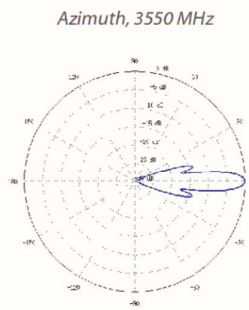
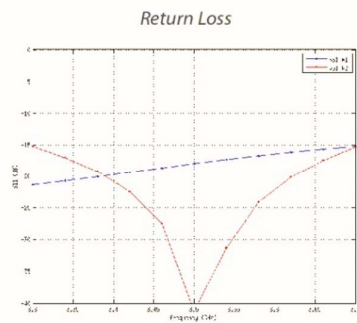
\* Dimensions exclude pole mount and airFiber X radio (airFiber X radio sold separately)

\*\* Weight includes pole mount and excludes airFiber X radio (airFiber X radio sold separately)

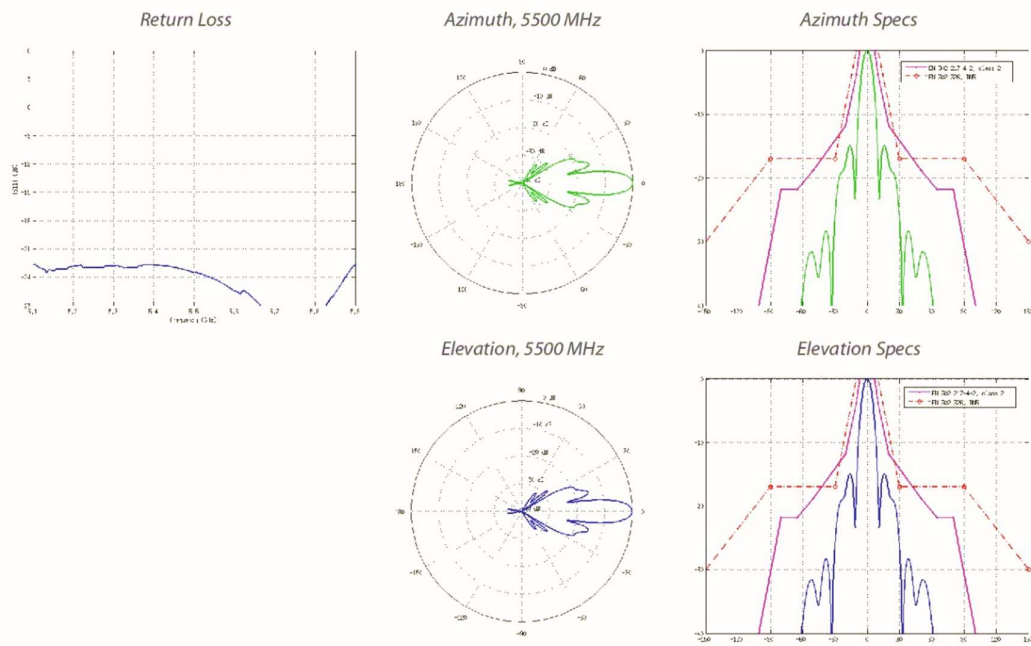
## AF-2G24-S45 Antenna Information



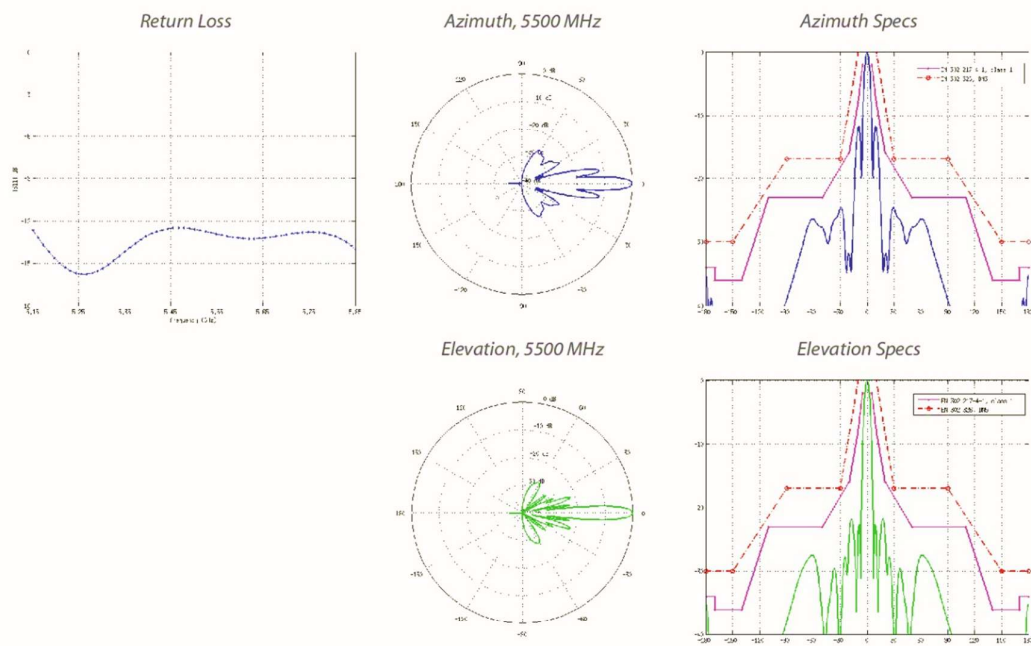
## AF-3G26-S45 Antenna Information



## AF-5G23-S45 Antenna Information

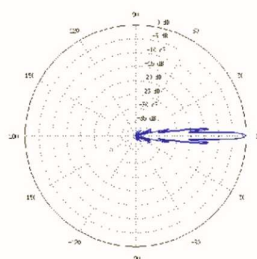


## AF-5G30-S45 Antenna Information

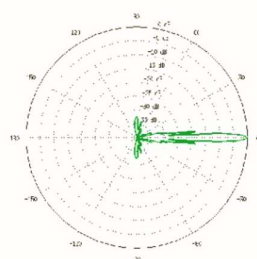


## AF-5G34-S45 Antenna Information

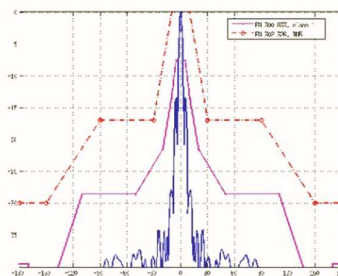
Azimuth, 5500 MHz



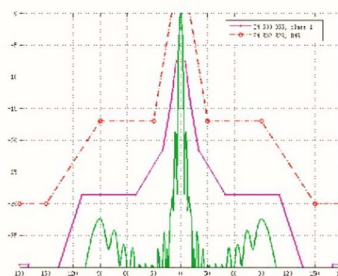
Elevation, 5500 MHz



Azimuth Specs



Elevation Specs



Specifications are subject to change. Ubiquiti products are sold with a limited warranty described at: [www.ubnt.com/support/warranty](http://www.ubnt.com/support/warranty)  
 ©2015-2016 Ubiquiti Networks, Inc. All rights reserved. Ubiquiti, Ubiquiti Networks, the Ubiquiti U logo, the Ubiquiti beam logo, airFiber, airMAX, airOS, IsoBeam, PowerBeam, Rocket, and RocketDish are trademarks or registered trademarks of Ubiquiti Networks, Inc. in the United States and in other countries. All other trademarks are the property of their respective owners.



## Anexo 6

### Ficha técnica de NVR DS-7104NI-Q1

**HIKVISION**

**DS-7104NI-Q1**  
**Value 7 Series NVR**



#### ▪ Features and Functions

- H.265+/H.265/H.264+/H.264 video compression
- Up to 40 Mbps incoming bandwidth, and 60 Mbps outgoing bandwidth
- Up to 4-ch network camera inputs
- Up to 4-ch 1080p decoding capability
- HDMI and VGA simultaneous output



#### ▪ Compression and Recording

- H.265+ compression effectively reduces the storage space by up to 75%
- Full channel recording at up to 4 MP resolution

#### ▪ Storage and Playback

- 2-ch@4 MP or 4-ch@1080p playback resolution
- 1 SATA interface (up to 6 TB capacity per HDD)

#### ▪ Smart Function

- Supports line crossing and intrusion detection
- Smart search for the selected area in the video; and smart playback to improve the playback efficiency
- Automatically search and add network cameras after device is activated

#### ▪ Network & Ethernet Access

- 1 self-adaptive 10/100 Mbps Ethernet interface
- Hik-Connect for easy network management

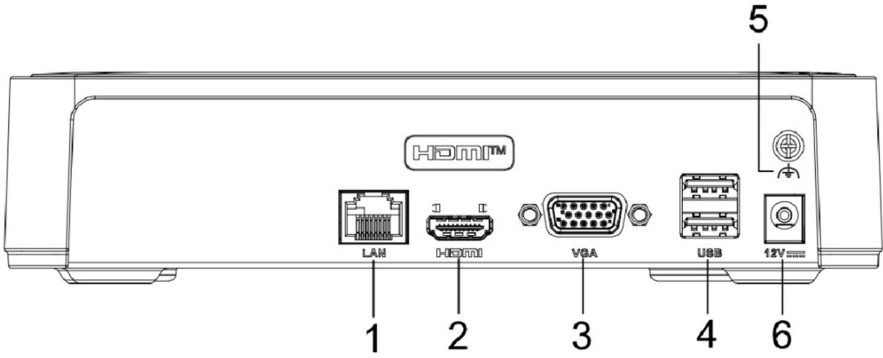
[www.hikvision.com](http://www.hikvision.com)

## **• Specification**

<b>Video and Audio</b>	
IP Video Input	4-ch Up to 6 MP resolution
Incoming Bandwidth	40 Mbps
Outgoing Bandwidth	60 Mbps
HDMI Output	1-ch, 1920 × 1080p/60Hz, 1600 × 1200/60Hz, 1280 × 1024/60Hz, 1280 × 720/60Hz
VGA Output	1-ch, 1920 × 1080p/60Hz, 1600 × 1200/60Hz, 1280 × 1024/60Hz, 1280 × 720/60Hz
Video Output Mode	HDMI/VGA simultaneous output
<b>Decoding</b>	
Decoding Format	H.265+/H.265/ H.264+/H.264
Recording Resolution	6 MP/4 MP/3 MP/1080p/UXGA /720p/VGA/4CIF/DCIF/ 2CIF/CIF/QCIF
Synchronous playback	4-ch
Decoding Capability	4-ch@1080p (30 fps) or 2-ch@4 MP (30 fps) or 1-ch@6 MP (30 fps)
Stream Type	Video, Video & Audio
<b>Network</b>	
Remote Connection	16
Network Protocol	TCP/IP, DHCP, Hik-Connect, DNS, DDNS, NTP, SADP, SMTP, UPnP™
Network Interface	1, RJ-45 10/100Mbps self-adaptive Ethernet interface
<b>Auxiliary Interface</b>	
SATA	1 SATA interface
Capacity	Up to 6TB capacity for each disk
Alarm In/Out	N/A
USB Interface	Rear panel: 2 × USB 2.0
<b>General</b>	
Power Supply	12 VDC, 1.5 A
Consumption	≤ 10 W
Working Temperature	-10 to +55° C (+14 to +131° F)
Working Humidity	10% to 90%
Dimension (W × D × H)	200 × 200 × 48 mm (7.9" × 8.1" × 1.9")
Weight	≤ 1 kg (2.2 lb)
<b>Certification</b>	
CE	EN50130-4, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3



Physical Interface

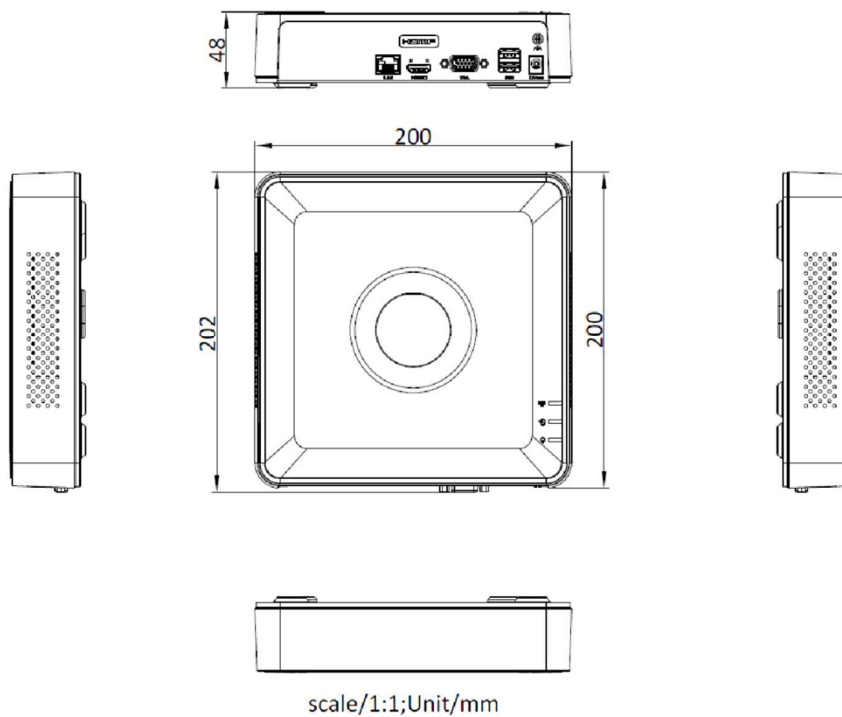


No.	Description	No.	Description
1	LAN network interface	4	USB interfaces
2	HDMI interface	5	GND
3	VGA interface	6	Power supply

Available Model

DS-7104NI-Q1(D)

▪ **Dimension**



**Headquarters**

No.555 Qianmo Road, Binjiang District,  
Hangzhou 310051, China  
T +86-571-8807-5998  
www.hikvision.com



Follow us on social media to get the latest product and solution information.



Hikvision



HikvisionHQ



HikvisionHQ



Hikvision\_Global



Hikvision  
Corporate Channel



hikvisionhq

## Anexo 7

### Ficha técnica de NVR DS-7616NI-K2

**HIKVISION**

#### DS-7616NI-K2 NVR

##### Key Feature

- Up to 16-ch IP camera inputs
- H.265+/H.265/H.264+/H.264 video formats
- Up to 1-ch@12 MP or 2-ch@8 MP or 4-ch@4 MP or 8-ch@1080p decoding capacity
- 1 HDMI and 1 VGA interfaces, both interfaces support independent video output
- 2 SATA interfaces for HDD connection (up to 10 TB capacity per HDD)
- Up to 160 Mbps incoming bandwidth



##### Professional and Reliability

- H.265+ compression effectively reduces the storage space by up to 75%
- Adopt stream over TLS encryption technology which provides more secure stream transmission service

##### HD Video Output

- Provide independent HDMI and VGA outputs
- HDMI video output at up to 4K resolution

##### Storage and Playback

- 2 SATA interfaces for HDD connection (up to 10 TB capacity per HDD)
- 16-ch synchronous playback

##### Smart Function

- Support multiple VCA (Video Content Analytics) events
- Configurable special camera smart functions, such as VCA detection (motion, line crossing, intrusion, etc.) and ANPR

##### Network & Ethernet Access

- 1 self-adaptive 10/100/1000 Mbps Ethernet interface
- Hik-Connect for easy network management

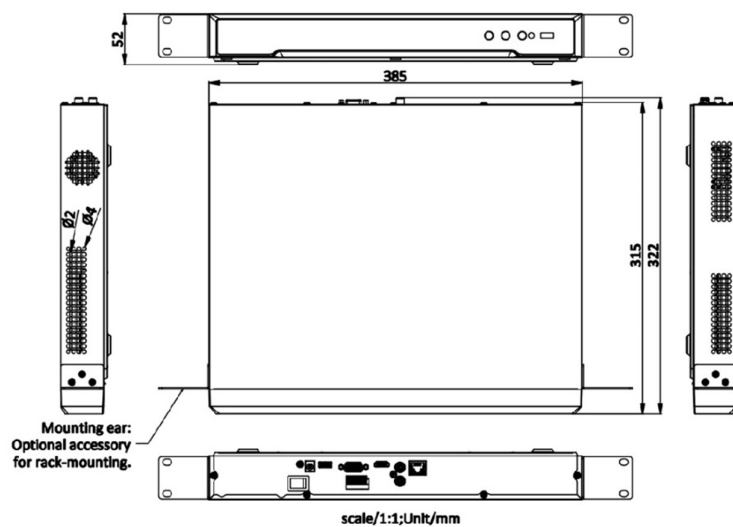
[www.hikvision.com](http://www.hikvision.com)

## ▪ Specification

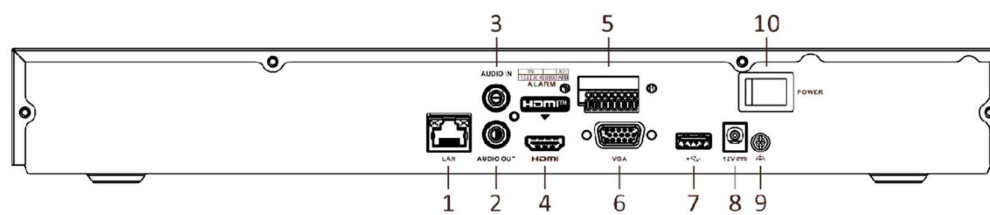
Video and Audio	
IP Video Input	16-ch
Incoming Bandwidth	160 Mbps
Outgoing Bandwidth	160 Mbps
HDMI Output	4K (3840 × 2160)/30 Hz, 2K (2560 × 1440)/60 Hz, 1920 × 1080/60 Hz, 1600 × 1200/60 Hz, 1280 × 1024/60 Hz, 1280 × 720/60 Hz
VGA Output	1920 × 1080/60 Hz, 1280 × 1024/60 Hz, 1280 × 720/60 Hz
Video Output Mode	HDMI/VGA independent output
Audio Input	1-ch, RCA (2.0 Vp-p, 1 KΩ)
Audio Output	1-ch, RCA (Linear, 1 KΩ)
Two-Way Audio	1-ch, RCA (2.0 Vp-p, 1kΩ, using the audio input)
Decoding	
Decoding Format	H.265/H.265+/H.264/H.264+
Recording Resolution	12 MP/8 MP/6 MP/5 MP/4 MP/3 MP/1080p/UXGA/720p/VGA/4CIF/DCIF/2CIF/CIF/QCIF
Synchronous Playback	16-ch
Decoding Capability	1-ch@12 MP (30 fps)/2-ch@8 MP (30 fps)/4-ch@4 MP (30 fps)/8-ch@1080p (30 fps)
Stream Type	Video, Video & Audio
Audio Compression	G.711ulaw/G.711alaw/G.722/G.726
Network	
Remote Connection	128-ch
Network Protocol	TCP/IP, DHCP, IPv4, IPv6, DNS, DDNS, NTP, RTSP, SADP, SMTP, SNMP, NFS, iSCSI, ISUP, UPnP™, HTTP, HTTPS
Network Interface	1, RJ-45 10/100/1000 Mbps self-adaptive Ethernet interface
Auxiliary Interface	
SATA	2 SATA interfaces
Capacity	Up to 10 TB capacity for each HDD
USB Interface	Front panel: 1 × USB 2.0; Rear panel: 1 × USB 2.0
Alarm In/Out	4/1
General	
Power Supply	12 VDC, 3.33 A
Consumption	≤ 15 W (without HDD)
Working Temperature	-10 °C to 55 °C (14 °F to 131 °F)
Working Humidity	10 to 90 %
Dimension (W × D × H)	385 × 315 × 52 mm (15.2" × 12.4" × 2.0")
Weight	≤ 1 kg (without HDD, 2.2 lb.)

Certification	
FCC	Part 15 Subpart B, ANSI C63.4-2014
CE	EN 55032: 2015, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 50130-4, EN 55035: 2017

## Dimension



## Physical Interface



No.	Description	No.	Description
1	LAN network interface	6	VGA interface
2	AUDIO OUT	7	USB interface
3	AUDIO IN	8	12 VDC power supply
4	HDMI interface	9	GND
5	Alarm in/alarm out	10	Power switch

## Available Model

DS-7616NI-K2

### Headquarters

No.555 Qianmo Road, Binjiang District,  
Hangzhou 310051, China  
T +86-571-8807-5998  
www.hikvision.com



Follow us on social media to get the latest product and solution information.



Hikvision



HikvisionHQ



HikvisionHQ



Hikvision\_Global



Hikvision  
Corporate Channel



hikvisionhq

## Anexo 8

### Ficha técnica de NVR DS-9600NI

**HIKVISION**

#### NVR DE LA SERIE DS-9600NI-I16



#### Funciones y características

##### Profesional y confiable

- Nuevo diseño de GUI lógico y visualizado
- Diseño de doble sistema operativo para garantizar una alta confiabilidad del funcionamiento del sistema
- Tecnología ANR para mejorar la confiabilidad del almacenamiento cuando la red está desconectada
- Intercambio en caliente de HDD con esquema de almacenamiento RAID0, RAID1, RAID5, RAID6 y RAID10 configurable
- El modo de trabajo Normal o Hot Spare se puede configurar para constituir un sistema Hot Spare N + 1.

##### Entrada y transmisión de video

- Adopte la tecnología de cifrado de flujo sobre TLS (servicio SDK mejorado y protocolo RTP sobre HTTPS) que proporciona un servicio de transmisión de stream más seguro (ancho de banda saliente máximo de 128 Mbps de stream TLS, cuando el RAID está habilitado, restringirá el ancho de banda saliente del stream TLS a 64 Mbps)
- Se pueden conectar cámaras IP de hasta 64 canales (hasta 12 MP)
- Conectable a las cámaras de red de terceros

##### Compresión y grabación

- La compresión H.265 + reduce efectivamente el espacio de almacenamiento y los costos hasta en un 75%
- Grabación de canal completo con una resolución de hasta 12MP

##### Salida de video HD

- Salidas HDMI1 / VGA1 y HDMI2 / VGA2 incluidas
- Salida de video HDMI1 con una resolución de hasta 4K (3840 × 2160)

##### Almacenamiento y reproducción

- Hasta 16 interfaces SATA y 1 interfaz eSATA para conexión HDD
- 10 TB de capacidad para cada HDD
- Reproducción síncrona de 4 canales a 4K o 16 canales a una resolución de 1080p
- Gestión y reproducción de archivos importantes
- Supervisión del estado del disco duro

##### Función inteligente y POS

- Admite varios eventos de VCA (análisis de contenido de video)
- Búsqueda inteligente del área seleccionada en el video; y reproducción inteligente para mejorar la eficiencia de reproducción
- Admite la búsqueda VCA de archivos de video activados por detección de fuego / barco / temperatura / diferencia de temperatura
- Superposición de información de POS en la visualización en vivo y la reproducción
- POS activada por grabación y alarma

##### Acceso a red y Ethernet

- Hik-Connect para una fácil gestión de la red
- 2 interfaces de red Gigabit Ethernet



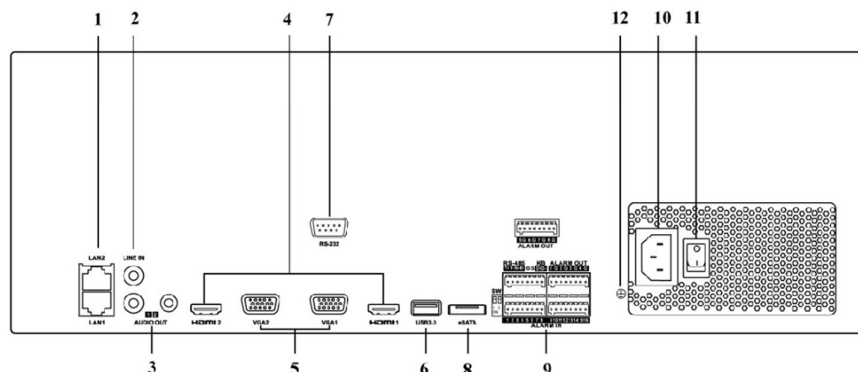
[www.hikvision.com](http://www.hikvision.com)

## Especificaciones

Modelo		DS-9616NI-I16	DS-9632NI-I16	DS-9664NI-I16
Entrada Audio video	Entrada de video IP	16 canales	32 canales	64 canales
	Ancho de banda entrante	256 Mbps	320 Mbps	320 Mbps
	Ancho de banda saliente	o 200 Mbps (cuando RAID está habilitado)		
Salida Audio video	Resolución de grabación	12 MP / 8 MP / 6 MP / 5 MP / 4 MP / 3 MP / 1080p / UXGA / 720p / VGA / 4CIF / DCIF / 2CIF / CIF / QCIF		
	Salida CVBS (Opcional)	1 canal, BNC (1.0 Vp-p, 75 Ω), resolución: PAL: 704 × 576, NTSC: 704 × 480		
	VGA1 / HDMI1 resolución de salida	VGA1: 2K (2560 × 1440) / 60Hz, 1920 × 1080 / 60Hz, 1280 × 1024 / 60Hz, 1280 × 720 / 60Hz, 1024 × 768 / 60Hz HDMI1: 4K (3840 × 2160) / 60Hz, 4K (3840 × 2160) / 30Hz, 2K (2560 × 1440) / 60Hz, 1920 × 1080 / 60Hz, 1600 × 1200 / 60Hz, 1280 × 1024 / 60Hz, 1280 × 720 / 60Hz, 1024 × 768 / 60Hz		
	VGA2 / HDMI2 resolución de salida	1920 × 1080 / 60Hz, 1280 × 1024 / 60Hz, 1280 × 720 / 60Hz, 1024 × 768 / 60Hz		
	Salida de audio	2 canales, RCA (lineal, 1 KΩ)		
Descodificación	Formato de decodificación	H.265 / H.265 + / H.264 / H.264 + / MPEG4		
	Vista en vivo / resolución de reproducción	12 MP / 8 MP / 6 MP / 5 MP / 4 MP / 3 MP / 1080p / UXGA / 720p / VGA / 4CIF / DCIF / 2CIF / CIF / QCIF		
	Reproducción sincrónica	16 canales		
	Capacidad	2 canales a 12 MP (20 fps) / 4 canales a 8 MP (25 fps) / 8 canales a 4 MP (30 fps) / 16 canales a 1080p (30 fps)		
Administración de redes	Protocolos de red	TCP / IP, IPv4, IPv6, DHCP, Hik-Connect, DNS, DDNS, NTP, SADP, SMTP, NFS, iSCSI, UPnP™, HTTPS		
Disco duro	SATA	16 interfaces SATA		
	eSATA	1 interfaz eSATA		
	Capacidad	Hasta 10 TB de capacidad para cada disco duro		
Matriz de discos	Tipo de matriz	RAID0, RAID1, RAID5, RAID6, RAID10		
Interfaz externa	Audio bidireccional	1 canal, RCA (2,0 Vp-p, 1 k Ω)		
	Interfaz de red	2, interfaz Ethernet autoadaptable RJ-45 10/100/1000 Mbps		
	Interfaz de serie	RS-232; RS-485; Teclado		
	interfaz USB	Panel frontal: 2 × USB 2.0; Panel trasero: 1 × USB 3.0		
	Entrada / salida de alarma	16/8		
General	Fuente de alimentación	100 a 240 VCA, 50 a 60 Hz		
	Max. Potencia	300 W		
	Consumo (sin disco duro)	≤ 45 W		
	Temperatura de trabajo	-10 ° C a 55 ° C (14 ° F a 131 ° F)		
	Humedad de trabajo	10 a 90%		
	Dimensiones (Ancho × Profundidad × Alto)	445 × 496 × 146 mm (17,5 "× 19,5" × 5,7 ")		
	Peso (sin disco duro)	≤ 12,5 kg (27,6 libras)		



## Interfaces físicas



Índice	Descripción	Índice	Descripción
1	Interfaz LAN1 / LAN2, 2 RJ-45 Se proporcionan interfaces Ethernet autoadaptables de 10/100/1000 Mbps.	7	Interfaz RS-232
2	LINE IN, conector RCA para entrada de audio.	8	Interfaz eSATA
3	AUDIO OUT, conector RCA para audio salida.	9	Puerto del controlador, entrada / salida de alarma
4	HDMI1 / HDMI2, conector salida de video HDMI.	10	Fuente de alimentación de 100 a 240 VCA
5	Conector VGA1 / VGA2, DB9 para VGA salida. Muestra la salida de video local y el menú.	11	Interruptor de alimentación
6	Interfaz USB 3.0	12	GND

## Modelos disponibles

DS-9616NI-I16, DS-9632NI-I16, DS-9664NI-I16

## HIKVISION

### Headquarters

No.555 Qianmo Road, Binjiang District,  
Hangzhou 310051, China  
T +86-571-8807-5998  
overseasbusiness@hikvision.com

**Hikvision USA**  
T +1-909-895-0400  
sales.usa@hikvision.com

**Hikvision Italy**  
T +39-0433-6902  
info.it@hikvision.com

**Hikvision Singapore**  
T +65-6684-4718  
sg@hikvision.com

**Hikvision Africa**  
T +27 (0) 3351172  
sale.africa@hikvision.com

**Hikvision Europe**  
T +31-23-55-42-770  
info.eu@hikvision.com

**Hikvision France**  
T +33(0)1-85-330-450  
info.fr@hikvision.com

**Hikvision Oceania**  
T +61-2-8599-4233  
salesau@hikvision.com

**Hikvision Hong Kong**  
T +852-2151-1761

**Hikvision Middle East**  
T +971-4-8816086  
salesme@hikvision.com

**Hikvision Spain**  
T +34-91-737-16-55  
info.es@hikvision.com

**Hikvision Canada**  
T +1-909-895-0400  
sales.usa@hikvision.com

**Hikvision Russia**  
T +7-495-669-67-99  
saleru@hikvision.com

**Hikvision Poland**  
T +48-22-460-01-50  
poland@hikvision.com

**Hikvision Korea**  
T +82-31-731-8841  
sales.korea@hikvision.com

**Hikvision India**  
T +91-22-28469900  
salcs@pramahikvision.com

**Hikvision UK**  
T +01628-902140  
support.uk@hikvision.com

**Hikvision Brazil**  
T +55 11 3318-0050  
Latam.support@hikvision.com

## Anexo 9

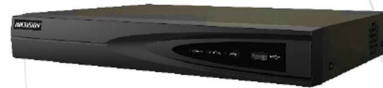
### Ficha técnica de NVR DS-7604NI-Q1

**HIKVISION®**

#### DS-7604NI-Q1 (D) NVR

##### Key Feature

- Up to 4-ch IP camera inputs
- H.265+/H.265/H.264+/H.264 video formats
- Up to 1-ch@8 MP/3-ch@4 MP/6-ch@1080p decoding capacity
- Up to 40 Mbps incoming bandwidth



##### Professional and Reliability

- H.265+ compression effectively reduces the storage space by up to 75%

##### HD Video Output

- Provide simultaneous HDMI and VGA outputs
- HDMI video output at up to 4K resolution

##### Storage and Playback

- 1 SATA interface for HDD connection (up to 8 TB capacity per HDD)
- Smart search/smart playback to improve the playback efficiency

##### Smart Function

- 1-ch Motion Detection 2.0
- Support multiple VCA (Video Content Analytics) events
- Configurable special camera smart functions, such as VCA detection (motion, line crossing, intrusion, etc.)

##### Network & Ethernet Access

- 1 self-adaptive 10/100 Mbps Ethernet interface
- Hik-Connect for easy network management

[www.hikvision.com](http://www.hikvision.com)

## ▪ Specification

Motion Detection 2.0	
Human/Vehicle Analysis	1-ch
Video and Audio	
IP Video Input	4-ch
Incoming Bandwidth	40 Mbps
Outgoing Bandwidth	80 Mbps
HDMI Output	1-ch, 4K (4096 x 2160)/30 Hz, 4K (3840 x 2160)/30 Hz, 2K (2560 x 1440)/60 Hz, 1920 x 1080/60 Hz, 1600 x 1200/60 Hz, 1280 x 1024/60 Hz, 1280 x 720/60 Hz
VGA Output	1-ch, 1920 x 1080/60 Hz, 1280 x 1024/60 Hz, 1280 x 720/60 Hz
Video Output Mode	HDMI/VGA simultaneous output
Audio Output	1-ch, RCA (Linear, 1 KΩ)
Two-Way Audio	1-ch, RCA (2.0 Vp-p, 1kΩ)
Decoding	
Decoding Format	H.265+/H.265/H.264+/H.264
Recording Resolution	8 MP/6 MP/5 MP/4 MP/3 MP/1080p/UXGA/ 720p/VGA/4CIF/DCIF/2CIF/CIF/QCIF
Synchronous playback	4-ch
Decoding Capability	1-ch@8 MP (30 fps)/3-ch@4 MP (30 fps)/6-ch@1080p (30 fps) *: The length or width of camera resolution (each track) cannot exceed 4096 pixels.
Stream Type	Video, Video & Audio
Audio Compression	G.711ulaw/G.711alaw/G.722/G.726
Network	
Remote Connection	32
Network Protocol	TCP/IP, DHCP, IPv4, IPv6, DNS, DDNS, NTP, RTSP, SADP, SMTP, SNMP, NFS, iSCSI, ISUP, UPnP™, HTTP, HTTPS
Network Interface	1 RJ-45 10/100 Mbps self-adaptive Ethernet interface
Auxiliary Interface	
SATA	1 SATA interface
Capacity	Up to 8 TB capacity for each disk
USB Interface	2 x USB 2.0
Alarm In/Out	N/A (4/1 is optional)
General	
Power Supply	12 VDC, 1.5 A
Consumption	≤ 10 W (without HDD)
Working Temperature	-10 °C to 55 °C (14 °F to 131 °F)
Working Humidity	10% to 90%

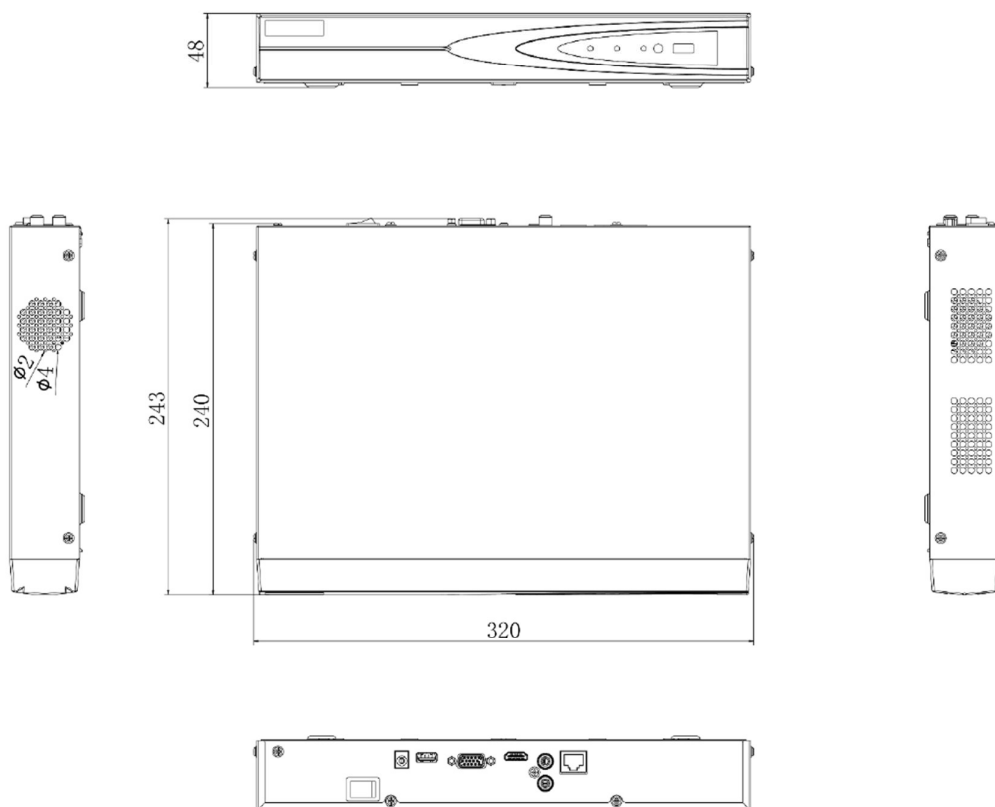
---

Dimension (W × D × H)	320 × 240 × 48 mm (12.4" × 9.4" × 1.9")
Weight	≤ 1 kg (without HDD, 2.2 lb.)
<b>Certification</b>	
FCC	Part 15 Subpart B, ANSI C63.4-2014
CE	EN 55032: 2015, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 50130-4, EN 55035: 2017

**Note:**

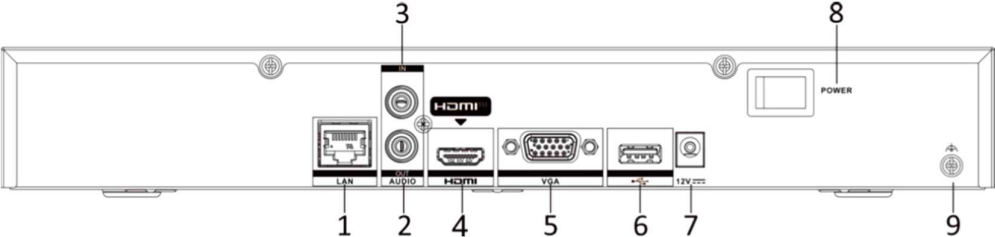
Alarm in/out can be optional for certain models. If you select a device model with "/ALARM", then the device will have 4 alarm inputs and 1 alarm output.

# Dimension



scale/1:1;Unit/mm

Physical Interface



No.	Description	No.	Description
1	LAN interface	6	USB interface
2	AUDIO OUT	7	Power supply
3	AUDIO IN	8	Power switch
4	HDMI interface	9	GND
5	VGA output (DB9 connector)		

Available Model

DS-7604NI-Q1 (D)

**Headquarters**  
No.555 Qianmo Road, Binjiang District,  
Hangzhou 310051, China  
T +86-571-8807-5908  
www.hikvision.com



Follow us on social media to get the latest product and solution information.



Hikvision



HikvisionHQ



HikvisionHQ



Hikvision\_Global



Hikvision  
Corporate Channel



hikvisionhq

## Anexo 10

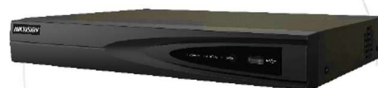
### Ficha técnica de NVR DS-7608NI-Q1

**HIKVISION**

#### DS-7608NI-Q1 (D) NVR

##### Key Feature

- Up to 8-ch IP camera inputs
- H.265+/H.265/H.264+/H.264 video formats
- Up to 1-ch@8 MP/3-ch@4 MP/6-ch@1080p decoding capacity
- Up to 80 Mbps incoming bandwidth



##### Professional and Reliability

- H.265+ compression effectively reduces the storage space by up to 75%

##### HD Video Output

- Provide simultaneous HDMI and VGA outputs
- HDMI video output at up to 4K resolution

##### Storage and Playback

- 1 SATA interface for HDD connection (up to 8 TB capacity per HDD)
- Smart search/smart playback to improve the playback efficiency

##### Smart Function

- 4-ch Motion Detection 2.0
- Support multiple VCA (Video Content Analytics) events
- Configurable special camera smart functions, such as VCA detection (motion, line crossing, intrusion, etc.)

##### Network & Ethernet Access

- 1 self-adaptive 10/100 Mbps Ethernet interface
- Hik-Connect for easy network management

[www.hikvision.com](http://www.hikvision.com)

## **▪ Specification**

<b>Motion Detection 2.0</b>	
Human/Vehicle Analysis	4-ch
<b>Video and Audio</b>	
IP Video Input	8-ch
Incoming Bandwidth	80 Mbps
Outgoing Bandwidth	80 Mbps
HDMI Output	1-ch, 4K (4096 x 2160)/30 Hz, 4K (3840 x 2160)/30 Hz, 2K (2560 x 1440)/60 Hz, 1920 x 1080/60 Hz, 1600 x 1200/60 Hz, 1280 x 1024/60 Hz, 1280 x 720/60 Hz
VGA Output	1-ch, 1920 x 1080/60 Hz, 1280 x 1024/60 Hz, 1280 x 720/60 Hz
Video Output Mode	HDMI/VGA simultaneous output
Audio Output	1-ch, RCA (Linear, 1 KΩ)
Two-Way Audio	1-ch, RCA (2.0 Vp-p, 1kΩ)
<b>Decoding</b>	
Decoding Format	H.265+/H.265/H.264+/H.264
Recording Resolution	8 MP/6 MP/5 MP/4 MP/3 MP/1080p/UXGA/ 720p/VGA/4CIF/DCIF/2CIF/CIF/QCIF
Synchronous playback	8-ch
Decoding Capability	1-ch@8 MP (30 fps)/3-ch@4 MP (30 fps)/6-ch@1080p (30 fps) *: The length or width of camera resolution (each track) cannot exceed 4096 pixels.
Stream Type	Video, Video & Audio
Audio Compression	G.711ulaw/G.711alaw/G.722/G.726
<b>Network</b>	
Remote Connection	32
Network Protocol	TCP/IP, DHCP, IPv4, IPv6, DNS, DDNS, NTP, RTSP, SADP, SMTP, SNMP, NFS, iSCSI, ISUP, UPnP™, HTTP, HTTPS
Network Interface	1 RJ-45 10/100 Mbps self-adaptive Ethernet interface
<b>Auxiliary Interface</b>	
SATA	1 SATA interface
Capacity	Up to 8 TB capacity for each disk
USB Interface	2 x USB 2.0
Alarm In/Out	N/A (4/1 is optional)
<b>General</b>	
Power Supply	12 VDC, 1.5 A
Consumption	≤ 10 W (without HDD)
Working Temperature	-10 °C to 55 °C (14 °F to 131 °F)
Working Humidity	10% to 90%



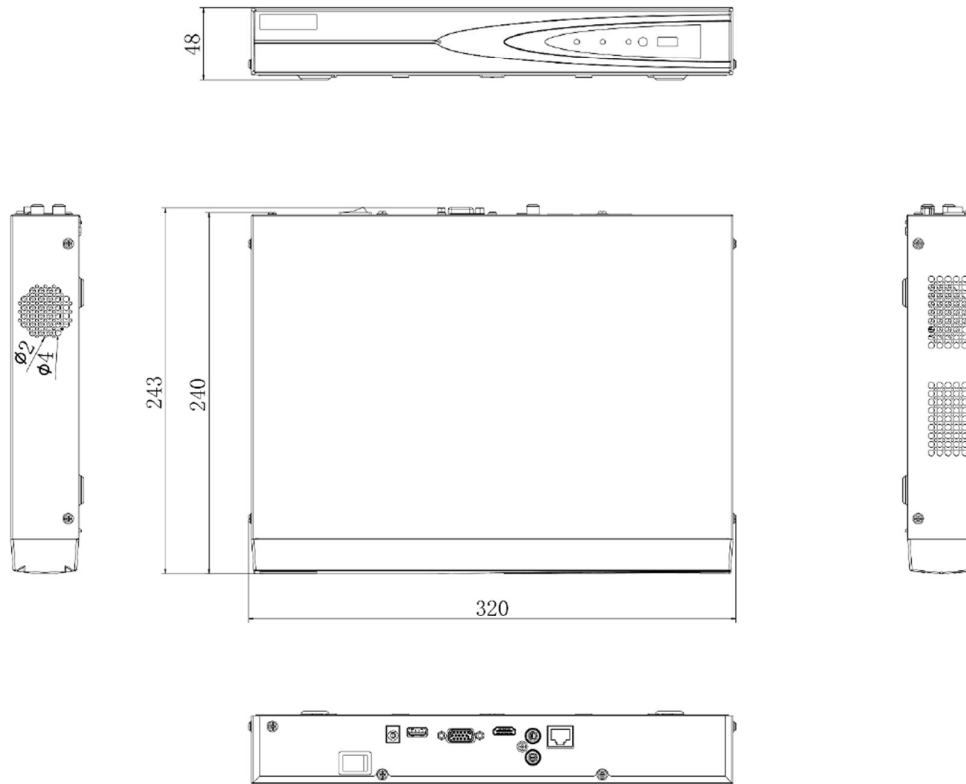
---

Dimension (W × D × H)	320 × 240 × 48 mm (12.4" × 9.4" × 1.9")
Weight	≤ 1 kg (without HDD, 2.2 lb.)
<b>Certification</b>	
FCC	Part 15 Subpart B, ANSI C63.4-2014
CE	EN 55032: 2015, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 50130-4, EN 55035: 2017

**Note:**

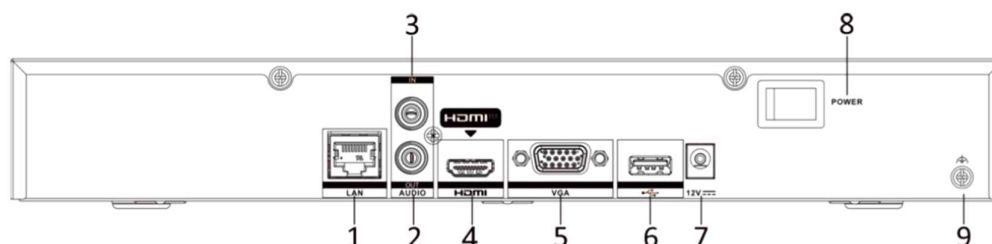
Alarm in/out can be optional for certain models. If you select a device model with "/ALARM", then the device will have 4 alarm inputs and 1 alarm output.

Dimension



scale/1:1;Unit/mm

## Physical Interface



No.	Description	No.	Description
1	LAN interface	6	USB interface
2	AUDIO OUT	7	Power supply
3	AUDIO IN	8	Power switch
4	HDMI interface	9	GND
5	VGA output (DB9 connector)		

## Available Model

DS-7608NI-Q1 (D)

### Headquarters

No.555 Qianmo Road, Binjiang District,  
Hangzhou 310051, China  
T +86-571-8807-5998  
www.hikvision.com



Follow us on social media to get the latest product and solution information.



Hikvision



HikvisionHQ



HikvisionHQ



Hikvision\_Global



Hikvision  
Corporate Channel



hikvisionhq

## Anexo 11

### Ficha técnica de NVR DS-9600NI-16

**HIKVISION**

#### DS-9600NI-I16 SERIES NVR



#### Features and Functions

##### Professional and Reliable

- Dual-OS design to ensure high reliability of system running. Host and user authentication (up to 32 users)
- ANR technology to enhance the storage reliability when the network is disconnected
- HDD hot swap with RAID0, RAID1, RAID5, RAID6 and RAID10 storage scheme configurable
- Either Normal or Hot Spare working mode is configurable to constitute an N+1 hot spare system.

##### Video Input and Transmission

- Up to 64-ch 12 MP IP cameras can be connected
- Connectable to the third-party network cameras

##### Compression and Recording

- H.264+ compression effectively reduces the storage space and costs by up to 50%
- Full channel recording at up to 12MP resolution

##### HD Video Output

- HDMI1/VGA1 and HDMI2/VGA2 outputs provided
- HDMI1 Video output at up to 4K (3840 × 2160) resolution

##### Storage and Playback

- Up to 16 SATA interfaces and 1 eSATA interface connectable for recording and backup
- Smart search for efficient playback
- 4-ch synchronous playback at 4K or 16-ch at 1080p resolution

##### Smart &POS Function

- Supports multiple VCA (Video Content Analytics) events
- Smart search for the selected area in the video; and smart playback to improve the playback efficiency
- Supports VCA search for fire/ship/temperature/temperature difference detection triggered video files
- POS information overlay on live view and playback
- POS triggered recording and alarm

##### Network & Ethernet Access

- Hik Cloud P2P & HiDDNS (Dynamic Domain Name System) for easy network management.
- 2 Gigabit Ethernet network interfaces

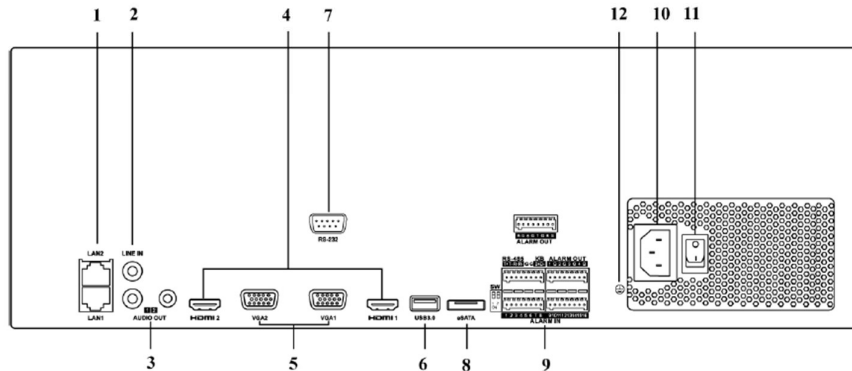


[www.hikvision.com](http://www.hikvision.com)

## Specifications

Model		DS-9616NI-I16	DS-9632NI-I16	DS-9664NI-I16
Video/Audio input	IP video input	16-ch	32-ch	64-ch
	Incoming bandwidth	256 Mbps	320 Mbps	320 Mbps
		or 200 Mbps (when RAID is enabled)		
Video/Audio output	Outgoing bandwidth	256 Mbps, or 200 Mbps (when RAID is enabled)		
	Recording resolution	12 MP/8 MP/6 MP/5 MP/4 MP/3 MP/1080p/UXGA/720p/VGA/4CIF/DCIF/2CIF/CIF/QCIF		
	CVBS output (Optional)	1-ch, BNC (1.0 Vp-p, 75 Ω), resolution: PAL: 704 × 576, NTSC: 704 × 480		
	VGA1 /HDMI1 output resolution	VGA1: 2K (2560 × 1440)/60Hz, 1920 × 1080/60Hz, 1280 × 1024/60Hz, 1280 × 720/60Hz, 1024 × 768/60Hz HDMI1: 4K (3840 × 2160)/60Hz, 4K (3840 × 2160)/30Hz, 2K (2560 × 1440)/60Hz, 1920 × 1080/60Hz, 1600 × 1200/60Hz, 1280 × 1024/60Hz, 1280 × 720/60Hz, 1024 × 768/60Hz		
	VGA2 /HDMI2 output resolution	1920 × 1080/60Hz, 1280 × 1024/60Hz, 1280 × 720/60Hz, 1024 × 768/60Hz		
Decoding	Audio output	2-ch, RCA (Linear, 1 KΩ)		
	Decoding format	H.265/H.265+/H.264/H.264+/MPEG4/MJPEG		
	Live view/Playback resolution	12 MP/8 MP/6 MP/5 MP/4 MP/3 MP/1080p/UXGA/720p/VGA/4CIF/DCIF/2CIF/CIF/QCIF		
	Synchronous playback	16-ch		
Network management	Capability	4-ch @ 4K or 16-ch @ 1080p		
	Network protocols	TCP/IP, DHCP, HIK Cloud P2P, DNS, DDNS, NTP, SADP, SMTP, NFS, iSCSI, UPnP™, HTTPS, RTP, UDP/IP, HTTP, FTP, SNMP		
Hard disk	SATA	16 SATA interfaces — NAS storage DS-A81024D HOT PLUG 24HDD SATA (6TB each) is optional		
	eSATA	1 eSATA interface		
	Capacity	Up to 6TB capacity for each HDD		
Disk array	Array type	RAID0, RAID1, RAID5, RAID6, RAID10		
External interface	Two-way audio	1-ch, RCA (2.0 Vp-p, 1 kΩ)		
	Network interface	2, RJ-45 10/100/1000 Mbps self-adaptive Ethernet interface		
	Serial interface	RS-232; RS-485; Keyboard		
	USB interface	Front panel: 2 × USB 2.0; Rear panel: 1 × USB 3.0		
	Alarm in/out	16/8		
General	Power supply	100 to 240 VAC, 50 to 60 Hz		
	Max. Power	300 W		
	Consumption (without hard disk)	≤ 45 W		
	Working temperature	-10 to +55° C (+14 to +131° F)		
	Working humidity	10 to 90 %		
	Chassis	19-inch rack-mounted 3U chassis		
	Dimensions (W × D × H)	445 × 496 × 146 mm (17.5" × 19.5" × 5.7")		
General	Weight (without hard disk)	≤ 12.5 kg (27.6 lb)		

## Physical Interfaces



Index	Description	Index	Description
1	LAN1/LAN2 Interface, 2 RJ-45 10/100/1000 Mbps self-adaptive Ethernet interfaces provided.	7	RS-232 Interface
2	LINE IN, RCA connector for audio input.	8	eSATA Interface
3	AUDIO OUT, RCA connector for audio output.	9	Controller Port, Alarm In/Alarm Out
4	HDMI1/HDMI2, HDMI video output connector.	10	100 to 240 VAC power supply
5	VGA1/VGA2, DB9 connector for VGA output. Display local video output and menu.	11	Power Switch
6	USB 3.0 Interface	12	GND

## Available Models

DS-9616NI-I16, DS-9632NI-I16, DS-9664NI-I16

Distributed by



### Headquarters

No.555 Dianmo Road, Binjiang District,  
Hangzhou 310051, China  
T +86-571-8807-5998  
overseasbusiness@hikvision.com

**Hikvision USA**  
T +1-909-895-0400  
sales.usa@hikvision.com

**Hikvision Italy**  
T +39-0438-6902  
info.it@hikvision.com

**Hikvision Singapore**  
T +65-6884-4718  
sg@hikvision.com

**Hikvision Africa**  
T +27 (0) 0351172  
sale.africa@hikvision.com

**Hikvision Europe**  
T +31-23-55-42-770  
info.eu@hikvision.com

**Hikvision France**  
T +33(0)1-85-330-450  
info.fr@hikvision.com

**Hikvision Oceania**  
T +61-2-8599-4233  
salesau@hikvision.com

**Hikvision Hong Kong**  
T +852-2151-1761

**Hikvision Middle East**  
T +971-4-8816086  
salesme@hikvision.com

**Hikvision Spain**  
T +34-91-737-16-55  
info.es@hikvision.com

**Hikvision Canada**  
T +1-909-895-0400  
sales.usa@hikvision.com

**Hikvision Russia**  
T +7-495-669-67-99  
saleru@hikvision.com

**Hikvision Poland**  
T +48-22-460-01-50  
poland@hikvision.com

**Hikvision Korea**  
T +82-31-731-8841  
sales.korea@hikvision.com

**Hikvision India**  
T +91-22-28469900  
sales@pramahikvision.com

**Hikvision UK**  
T +01628-902140  
support.uk@hikvision.com

**Hikvision Brazil**  
T +55 11 3318-0050  
Latam.support@hikvision.com

## Anexo 12

### Ficha técnica de cámara tubular DS-2CD2T25FHWD-I5I8

**HIKVISION®**

**DS-2CD2T25FHWD-I5/I8**

**2 MP IR Fixed Bullet Network Camera**



#### Key Features

- Up to 2 megapixel high resolution
- Max. 1920 × 1080 @60fps
- 2.8 mm/4mm/6mm/8 mm/12mm fixed lens, optional
- Powered by Darkfighter
- H.265, H.265+, H.264+, H.264
- 120dB Wide Dynamic Range
- 3D Digital Noise Reduction
- 12 VDC & PoE (802.3af)
- IR range: 50m, 80m, optional
- Support on-board storage, up to 128 GB
- IP67
- BLC/3D DNR/HLC/ROI
- Color: 0.005 Lux @ (F1.2, AGC ON), 0 Lux with IR,  
Color: 0.009 Lux @ (F1.6, AGC ON), 0 Lux with IR



[www.hikvision.com](http://www.hikvision.com)

## Specification

<b>Camera</b>	
Image Sensor	1/2.8" Progressive Scan CMOS
Min. Illumination	Color: 0.005 Lux @ (F1.2, AGC ON), 0 Lux with IR Color: 0.009 Lux @ (F1.6, AGC ON), 0 Lux with IR
Shutter Speed	1/3 s to 1/100,000 s
Slow Shutter	Yes
Focal length	2.8/4/6/8/12 mm
Focus	Fixed
FOV	2.8 mm, horizontal field of view: 108° 4 mm, horizontal field of view: 86.4° 6 mm, horizontal field of view: 52° 8 mm, horizontal field of view: 41° 12 mm, horizontal field of view: 25°
Lens Mount	M12
Iris	F1.6
Day & Night	IR cut filter
DNR	3D DNR
Wide Dynamic Range	120dB
3-Axis Adjustment (bracket)	Pan: 0° to 360°, tilt: 0° to 100°, rotate: 0° to 360°
<b>Compression Standard</b>	
Video Compression	Main stream: H.265/H.264 Sub-stream: H.265/H.264/MJPEG Third stream: H.265/H.264
H.264 Type	Main Profile/High Profile
H.264+	Main stream supports
H.265 Type	Main Profile
H.265+	Main stream supports
Video Bit Rate	32 Kbps to 16 Mbps
<b>Image</b>	
Max. Resolution	1920 × 1080
Main Stream	50Hz: 50fps (1920 × 1080, 1280 × 960, 1280 × 720) 60Hz: 60fps (1920 × 1080, 1280 × 960, 1280 × 720)
Sub-Stream	50Hz: 25fps (640 × 480, 640 × 360, 320 × 240) 60Hz: 30fps (640 × 480, 640 × 360, 320 × 240)
Third Stream	50Hz: 25fps (1920 × 1080, 1280 × 720, 640 × 360, 352 × 288) 60Hz: 30fps (1920 × 1080, 1280 × 720, 640 × 360, 352 × 240)
Image Enhancement	BLC/3D DNR/HLC
Image Setting	Rotate mode, saturation, brightness, contrast, sharpness, AGC, and white balance adjustable by client software or web browser
ROI (Region of Interest)	Support 1 fixed region for main stream and sub-stream
Day/Night Switch	Day/Night/Auto/Schedule
<b>Network</b>	
Network Storage	Support microSD/SDHC/SDXC card (128G) local storage, NAS (NFS/SMB/CIFS), ANR
Protocols	TCP/IP, UDP, ICMP, HTTP, HTTPS, FTP, DHCP, DNS, DDNS, RTP, RTSP, RTCP, PPPoE, NTP, UPnP, SMTP, SNMP, IGMP, 802.1X, QoS, IPv6, UDP, Bonjour, SSL/TLS, WebSocket, WebSockets



General Function	Anti-flicker, three streams, heartbeat, mirror, privacy masks, password reset via e-mail, pixel counter, HTTP listening
API	ONVIF (PROFILE S, PROFILE G, PROFILE T), ISAPI, SDK
Security	Password protection, complicated password, HTTPS encryption, 802.1X authentication (EAP-TLS 1.2, EAP-LEAP, EAP-MD5), watermark, IP address filter, basic and digest authentication for HTTP/HTTPS, WSSE and digest authentication for ONVIF, TLS1.2
Simultaneous Live View	Up to 6 channels
User/Host	Up to 32 users 3 levels: Administrator, Operator and User
Client	iVMS-4200, Hik-Connect, Hik-Central
Web Browser	Plug-in required live view: IE8+ Plug-in free live view: Chrome 57.0+, Firefox 52.0+, Safari 11+ Local Service: Chrome 41.0+, Firefox 30.0+
<b>Interface</b>	
Communication Interface	1 RJ45 10M/100M self-adaptive Ethernet port
On-board Storage	Built-in microSD/SDHC/SDXC slot, up to 128G
Reset Button	Yes
<b>Smart Feature-set</b>	
Smart Event	Line crossing detection, intrusion detection, unattended baggage detection, object removal detection, face detection, scene change detection
Basic Event	Motion detection, video tampering alarm, exception (network disconnected, IP address conflict, illegal login, HDD full, HDD error)
Linkage Method	Trigger recording: memory card, network storage, pre-record and post-record Trigger captured pictures uploading: FTP, HTTP, NAS, Email Trigger notification: HTTP, ISAPI, Email
<b>General</b>	
Operating Conditions	-30 °C to +60 °C (-22 °F to +140 °F), Humidity 95% or less (non-condensing)
Web Client Language	32 languages English, Russian, Estonian, Bulgarian, Hungarian, Greek, German, Italian, Czech, Slovak, French, Polish, Dutch, Portuguese, Spanish, Romanian, Danish, Swedish, Norwegian, Finnish, Croatian, Slovenian, Serbian, Turkish, Korean, Traditional Chinese, Thai, Vietnamese, Japanese, Latvian, Lithuanian, Portuguese (Brazil)
Power Supply	12 VDC ± 25%, PoE(802.3af 36 to 57 V, class 3)
Power Consumption	-I5: 12 VDC ± 25%, 7 W; PoE, 9 W -I8: 12 VDC ± 25%, 10 W; PoE, 12.5 W
IR Range	-I5: up to 50 m -I8: up to 80 m
Material	Metal
Protection Level	IP67
Dimensions	Camera: Ø105 × 299.7 mm (Ø4.13" × 11.80") Package: 386 × 156 × 155 mm (15.2" × 6.14" × 6.1")
Weight	1200 g (2.65 lb.)

## Available Models

DS-2CD2T25FHWD-I5(2.8 mm), DS-2CD2T25FHWD-I5(4 mm), DS-2CD2T25FHWD-I5(6 mm), DS-2CD2T25FHWD-I5(8 mm), DS-2CD2T25FHWD-I5(12 mm)  
DS-2CD2T25FHWD-I8(2.8 mm), DS-2CD2T25FHWD-I8(4 mm), DS-2CD2T25FHWD-I8(6 mm), DS-2CD2T25FHWD-I8(8 mm), DS-2CD2T25FHWD-I8(12 mm)

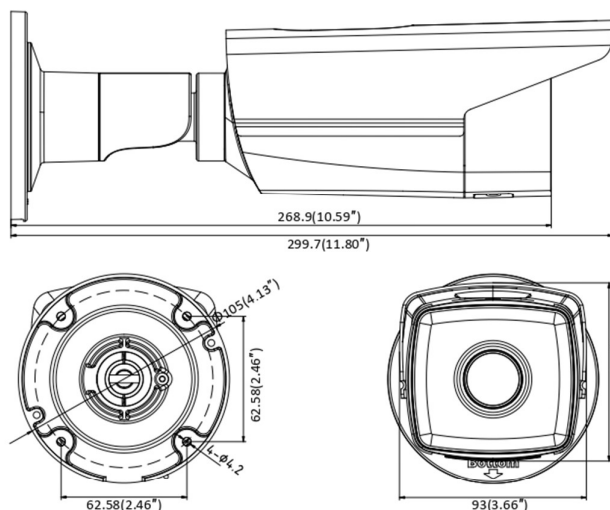
### ▪ Typical Application

Hikvision products are classified into three levels according to their anti-corrosion performance. Refer to the following description to choose for your using environment.

This model has NO SPECIFIC PROTECTION.

Level	Description
Top-level protection	Hikvision products at this level are equipped for use in areas where professional anti-corrosion protection is a must. Typical application scenarios include coastlines, docks, chemical plants, and more.
Moderate protection	Hikvision products at this level are equipped for use in areas with moderate anti-corrosion demands. Typical application scenarios include coastal areas about 2 kilometers (1.24 miles) away from coastlines, as well as areas affected by acid rain.
No specific protection	Hikvision products at this level are equipped for use in areas where no specific anti-corrosion protection is needed.

### Dimensions



Unit: mm (inch)

## Accessory



DS-1260ZJ  
Junction Box



DS-1275ZJ-S-SUS  
Vertical Pole Mount



DS-1276ZJ-SUS  
Corner Mount

Distributed by



## HIKVISION®

### Headquarters

No.555 Qianmo Road, Binjiang District,  
Hangzhou 310051, China  
T +86-571-8807-5998  
overseasbusiness@hikvision.com

**Hikvision USA**  
T +1-909-895-0400  
sales.usa@hikvision.com

**Hikvision Australia**  
T +61-2-8599-4233  
salesau@hikvision.com

**Hikvision India**  
T +91-22-28469900  
sales@pramahirvision.com

**Hikvision Canada**  
T +1-866-200-8690  
sales.canada@hikvision.com

**Hikvision Thailand**  
T +662-275-9949  
sales.thailand@hikvision.com

**Hikvision Europe**  
T +31-23-5542770  
sales.eu@hikvision.com

**Hikvision Italy**  
T +39-0438-6902  
info.it@hikvision.com

**Hikvision Brazil**  
T +55 11 3318-0050  
latam.support@hikvision.com

**Hikvision Turkey**  
T +90 (216) 521 7070- 7074  
sales.tr@hikvision.com

**Hikvision Malaysia**  
T +601-7652-2413  
sales.my@hikvision.com

**Hikvision UK & Ireland**  
T +01628-902140  
sales.uk@hikvision.com

**Hikvision South Africa**  
Tel: +27 (0) 351172  
sales.africa@hikvision.com

**Hikvision France**  
T +33(0)1-85-330-450  
info.fr@hikvision.com

**Hikvision Kazakhstan**  
T +7-727-9730667  
nikia.pentilov@hikvision.ru

**Hikvision Vietnam**  
T +84-974270888  
sales.vt@hikvision.com

**Hikvision UAE**  
T +971-4-4432090  
salesme@hikvision.com

**Hikvision Singapore**  
T +65-6694-4718  
sg@hikvision.com

**Hikvision Spain**  
T +34-91-737-16-55  
info.es@hikvision.com

**Hikvision Tashkent**  
T +99-87-1238-9438  
uzb@hikvision.ru

**Hikvision Hong Kong**  
T +852-2151-1761  
info.hk@hikvision.com

**Hikvision Russia**  
T +7-495-659-67-99  
saleru@hikvision.com

**Hikvision Korea**  
T +82-1031-731-8917  
sales.korea@hikvision.com

**Hikvision Poland**  
T +48-22-460-01-50  
info.pl@hikvision.com

**Hikvision Indonesia**  
T +62-21-2933759  
Sales.Indonesia@hikvision.com

**Hikvision Colombia**  
sales.colombia@hikvision.com

## Anexo 13

### Ficha técnica de cámara PTZ DS-2DE7232IW-AE(B)

**HIKVISION**

**DS-2DE7232IW-AE (B)**  
**2 MP 32 × IR Network Speed Dome**



Hikvision DS-2DE7232IW-AE 2 MP 32× IR Network Speed Dome adopts 1/2.8" progressive scan CMOS chip. With the 32× optical zoom lens, the camera offers more details over expansive areas.

This series of cameras can be widely used for wide ranges of high-definition, such as the rivers, roads, railways, airports, squares, parks, scenic spots, and venues.

- 1/2.8" progressive scan CMOS
- Up to 1920 × 1080@60fps resolution
- Excellent low-light performance with powered-by-DarkFighter technology
- 32 × optical zoom, 16 × digital zoom
- WDR, HLC, BLC, 3D DNR, Defog, EIS, Regional Exposure, Regional Focus
- Up to 150 m IR distance
- 24 VAC & Hi-PoE
- Support H.265+/H.265 video compression



[www.hikvision.com](http://www.hikvision.com)

## Specifications

Camera Module	
Image Sensor	1/2.8" progressive scan CMOS
Min. Illumination	Color: 0.005 Lux @(F1.6, AGC ON) B/W: 0.001 Lux @(F1.6, AGC ON) 0 Lux with IR
White Balance	Auto/Manual/ATW (Auto-tracking White Balance)/Indoor/Outdoor/Fluorescent Lamp/Sodium Lamp
Gain	Auto/Manual
Shutter Time	50Hz: 1 to 1/30,000 s 60Hz: 1 to 1/30,000 s
Day & Night	IR Cut Filter
Digital Zoom	16 ×
Privacy Mask	24 programmable privacy masks, mask color configurable
Focus Mode	Auto/Semi-automatic/Manual
WDR	120 dB WDR
Lens	
Focal Length	4.8 to 153 mm, 32× optical zoom
Zoom Speed	Approx. 5.6 s (optical lens, wide-tele)
Field of View	Horizontal field of view: 55.6° to 2.04° (wide-tele) Vertical field of view: 32.4° to 1.14° (wide-tele) Diagonal field of view: 63° to 2.34° (wide-tele)
Working Distance	10 to 1500 mm (wide-tele)
Aperture Range	F1.2 to F4.4
Infrared	
IR Distance	150 m
Smart IR	Yes
PTZ	
Movement Range (Pan)	360° endless
Pan Speed	Configurable, from 0.1°/s to 160°/s Preset speed: 240°/s
Movement Range (Tilt)	From -15° to 90° (auto-flip)
Tilt Speed	Configurable, from 0.1°/s to 120°/s Preset speed: 200°/s
Proportional Zoom	Yes
Presets	300
Patrol Scan	8 patrols, up to 32 presets for each patrol
Pattern Scan	4 pattern scans, record time over 10 minutes for each scan
Power-off Memory	Yes
Park Action	Preset/Pattern Scan/Patrol Scan/Auto Scan/Tilt Scan/Random Scan/Frame Scan/Panorama Scan

3D Positioning	Yes
PTZ Position Display	Yes
Preset Freezing	Yes
Scheduled Task	Preset/Pattern Scan/Patrol Scan/Auto Scan/Tilt Scan/Random Scan/Frame Scan/Panorama Scan/Dome Reboot/Dome Adjust/Aux Output
<b>Compression Standard</b>	
Video Compression	Main Stream: H.265+/H.265/H.264+/H.264 Sub-stream: H.265/H.264/MJPEG Third Stream: H.265/H.264/MJPEG
H.264 Type	Baseline profile/main profile/high profile
H.264+	Yes
H.265 Type	Main profile
H.265+	Yes
Video Bitrate	32 Kbps to 16384 Kbps
Audio Compression	G.711alaw/G.711ulaw/G.722.1/G.726/MP2L2/PCM
Audio Bitrate	G.711alaw/G.711ulaw: 64 Kbps G.722.1/G.726: 16 Kbps MP2L2/PCM: 32 Kbps/64 Kbps/128 Kbps
SVC	Yes
<b>Smart Features</b>	
Basic Event	Motion Detection, Alarm Input, Alarm Output, Video Tampering Detection, Exception
Smart Event	Face Detection, Intrusion Detection, Line Crossing Detection, Region Entrance Detection, Region Exiting Detection, Object Removal Detection, Unattended Baggage Detection, Audio Exception Detection
Smart Record	ANR (Automatic Network Replenishment), dual-VCA
Region of Interest	Main stream, sub-stream, and third stream respectively support four fixed areas.
Auto-Tracking	Yes
<b>Image</b>	
Max. Resolution	1920 × 1080
Main Stream	50Hz: 50fps (1920 × 1080, 1280 × 960, 1280 × 720) 60Hz: 60fps (1920 × 1080, 1280 × 960, 1280 × 720)
Sub-Stream	50Hz: 25fps (704 × 576, 640 × 480, 352 × 288) 60Hz: 30fps (704 × 480, 640 × 480, 352 × 240)
Third Stream	50Hz: 25fps (1920 × 1080, 1280 × 960, 1280 × 720, 704 × 576, 640 × 480, 352 × 288) 60Hz: 30fps (1920 × 1080, 1280 × 960, 1280 × 720, 704 × 480, 640 × 480, 352 × 240)
Image Enhancement	BLC, HLC, defog, 3D DNR, EIS, regional exposure, regional focus
<b>Network</b>	
Network Storage	Built-in memory card slot, support Micro SD/SDHC/SDXC, up to 256 GB; NAS (NFS, SMB/ CIFS), ANR
Alarm Linkage	Alarm actions, such as Notify Surveillance Center, Upload to FTP, Send Email, Trigger Recording, Recording Linkage, and Alarm Input.

Protocols	IPv4/IPv6, HTTP, HTTPS, 802.1x, Qos, FTP, SMTP, UPnP, SNMP, DNS, DDNS, NTP, RTSP, RTCP, RTP, TCP/IP, UDP, IGMP, ICMP, DHCP, PPPoE, Bonjour
API	ONVIF (Profile S, Profile G, Profile T), ISAPI, SDK
Simultaneous Live View	Up to 20 channels
User/Host	Up to 32 users 3 user levels: administrator, operator and user
Security Measures	User authentication (ID and PW), Host authentication (MAC address); HTTPS encryption; IEEE 802.1x port-based network access control; IP address filtering
Client	iVMS-4200, iVMS-4500, iVMS-5200, Hik-Connect
Web Browser	IE 8 to 11, Chrome 31.0+, Firefox 30.0+, Edge 16.16299+
<b>Interface</b>	
Alarm Interface	2-ch alarm input and 1-ch alarm output
Audio Interface	1-ch audio input and 1-ch audio output
Network Interface	1 RJ45 10 M/100 M Ethernet, Hi-PoE
<b>General</b>	
Language (Web Browser Access)	32 languages. English, Russian, Estonian, Bulgarian, Hungarian, Greek, German, Italian, Czech, Slovak, French, Polish, Dutch, Portuguese, Spanish, Romanian, Danish, Swedish, Norwegian, Finnish, Croatian, Slovenian, Serbian, Turkish, Korean, Traditional Chinese, Thai, Vietnamese, Japanese, Latvian, Lithuanian, Portuguese (Brazil)
Power	24 VAC, 2.5 A, 50/60Hz and Hi-PoE, 42.5 to 57 VDC, 1.41 A Max. 40 W, including Max. 19 W for IR and Max. 10 W for heater
Working Environment	Temperature: -30°C to 65°C (-22°F to 149°F), humidity: ≤ 90%
Protection Level	IP66 Standard, IK10 (excluding glass window), 6000V Lightning Protection, Surge Protection and Voltage Transient Protection
Material	ADC 12, PC, PC+10%GF
Dimension	Φ 220 mm × 353.4 mm (Φ 8.66" × 13.91")
Weight	Approx. 4.5 kg (9.92 lb.)

## DORI

The DORI (detect, observe, recognize, identify) distance gives the general idea of the camera ability to distinguish persons or objects within its field of view. It is calculated based on the camera sensor specification and the criteria given by EN 62676-4: 2015.

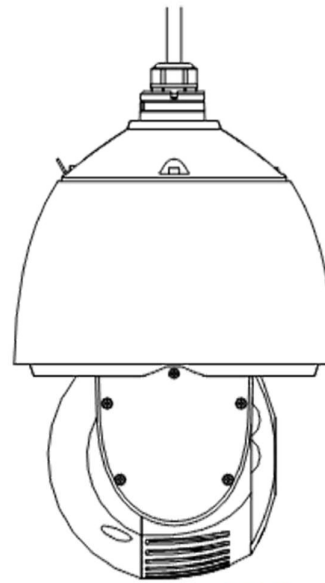
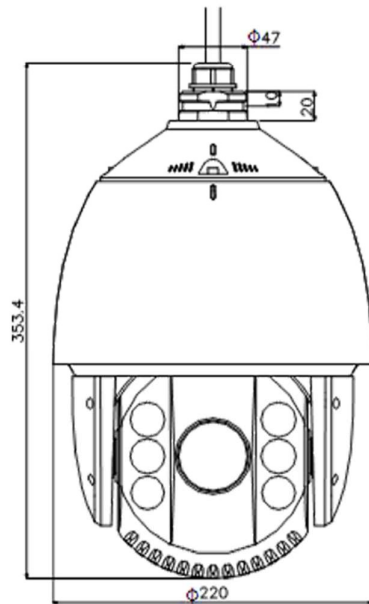
DORI	Detect	Observe	Recognize	Identify
Definition	25 px/m	63 px/m	125 px/m	250 px/m
Distance (Tele)	1963.6 m (6442.4 ft)	779.2 m (2556.5 ft)	392.7 m (1288.5 ft)	196.4 m (644.2 ft)

## Available Model

DS-2DE7232IW-DE, 24 VAC & Hi-PoE



## Dimensions



Unit: mm

## Accessory

### Optional



DS-1604ZJ-Box-Corner  
Wall Mount with Junction  
Box



DS-1602ZJ  
Wall Mount



DS-1604ZJ-Box  
Wall Mount with Junction  
Box



DS-1604ZJ  
Wall Mount



DS-1682ZJ  
Extendable Pole for  
Pendant Mount



DS-1604ZJ-pole  
Vertical Pole Mount



DS-1604ZJ-Box-Pole  
Vertical Pole Mount with  
Junction Box



DS-1604ZJ-Corner  
Corner Mount





**DS-1661ZJ**  
**Pendant Mount**



**DS-1663ZJ**  
**Ceiling Mount**



**DS-1681ZJ**  
**Installation Adapter**



**DS-1673ZJ**  
**Horizontal Pole Mount**



**DS-1660ZJ**  
**Parapet Wall Mount**



**DS-1662ZJ**  
**Pendant Mount**



**DS-1667ZJ**  
**Extendable Pole for  
Pendant Mount**



**DS-1619ZJ**  
**Gooseneck Mount**



**DS-1005KI**  
**USB Joy-stick**



**HKA-A24250-230(EU)**  
**HKKD-12077(USA)**  
**HKA-A24250-230-BS(UK)**  
**PSE-A1525/5060(JP)**  
**Power Adapter**



**LAS60-57CN-RJ45**  
**Hi-PoE midspan**



**DS-1100KI**  
**Network Keyboard**

*\*DS-1673ZJ should be used with DS-1661ZJ or DS-1602ZJ.*

Distributed by



**HIKVISION**

**Headquarters**

No.555 Qianmo Road, Binjiang District,  
Hangzhou 310051, China  
T +86-571-8807-5998  
overseasbusiness@hikvision.com

**Hikvision USA**  
T +1-909-895-0400  
sales.usa@hikvision.com

**Hikvision Australia**  
T +61-2-8599-4233  
salesau@hikvision.com

**Hikvision India**  
T +91-22-28469900  
sales@pramahikvision.com

**Hikvision Canada**  
T +1-866-200-6690  
sales.canada@hikvision.com

**Hikvision Thailand**  
T +662-275-9949  
sales.thailand@hikvision.com

**Hikvision Europe**  
T +31-23-5542770  
sales.eu@hikvision.com

**Hikvision Italy**  
T +39-0438-6902  
info.it@hikvision.com

**Hikvision Brazil**  
T +55 11 3318-0050  
Latam.support@hikvision.com

**Hikvision Turkey**  
T +90 (216)521 7070- 7074  
sales.tr@hikvision.com

**Hikvision Malaysia**  
T +601-7652-2413  
sales.my@hikvision.com

**Hikvision UK & Ireland**  
T +01628-902140  
sales.uk@hikvision.com

**Hikvision South Africa**  
Tel: +27 (10) 0351172  
sale.africa@hikvision.com

**Hikvision France**  
T +33(0)1-85-330-450  
info.fr@hikvision.com

**Hikvision Kazakhstan**  
T +7-727-9730667  
nikia.panfilov@hikvision.ru

**Hikvision Vietnam**  
T +84-974270888  
sales.vt@hikvision.com

**Hikvision UAE**  
T +971-4-4432090  
salesme@hikvision.com

**Hikvision Singapore**  
T +65-6684-4718  
sg@hikvision.com

**Hikvision Spain**  
T +34-91-737-16-55  
info.es@hikvision.com

**Hikvision Tashkent**  
T +99-87-1238-9438  
uzb@hikvision.ru

**Hikvision Hong Kong**  
T +852-2151-1761  
info.hk@hikvision.com

**Hikvision Russia**  
T +7-495-669-67-99  
saleru@hikvision.com

**Hikvision Korea**  
T +62-[0]31-731-8817  
sales.korea@hikvision.com

**Hikvision Poland**  
T +48-22-460-01-50  
info.pl@hikvision.com

**Hikvision Indonesia**  
T +62-21-2933759  
Sales.Indonesia@hikvision.com

**Hikvision Colombia**  
sales.colombia@hikvision.com

## Anexo 14

*Ficha técnica de controladores PC1600A SERIES (20/30/40A)*



The image shows a blue MUST PC1600A SERIES MPPT Solar Charge Controller. The device has a digital display and several indicator lights. The background is a large solar panel farm under a blue sky with clouds.

# PC1600A SERIES (20/30/40A)

MPPT Solar Charge Controller

Shenzhen Must Energy Technology Co.,Ltd.

Tel: +86 755-29022692, 29101136

Email: sales@must-solar.com

Web: www.must-solar.com

**MUST<sup>®</sup>**

**MUST®**

**PC1600A Series (20/30/40A)**  
MPPT Solar Charge Controller



### INTRODUCTION

MPPT (Maximum Power Point Tracking) Solar Charge Controller offer an efficient, safe, multi-stage recharging process that prolongs battery life and assures peak performance from a solar array. Each Charge Controller allows customized battery recharging.

### FEATURES

- LCD display , easy to operate on LCD screen
- Multi stage charging (3-stage charging , parallel charging and equalized charging function)
- BTS - Battery remote temperature sensor terminal
- Enable to charge Li-thium, Gel , lead-acid battery
- With RS485 & USB communication port
- Protection: PV array short circuit, PV reverse polarity, Battery reverse polarity, Over charging, Output short circuit



Max charging current  
20A to 40A



Battery DC voltage  
12V/24V  
[Auto detection ]



Multi-stage  
charging mode



Max charging current  
20A to 40A



Radiating mode  
Automatic cooling



Peak conversion  
efficiency:98%  
[MPPT Efficiency 99%]



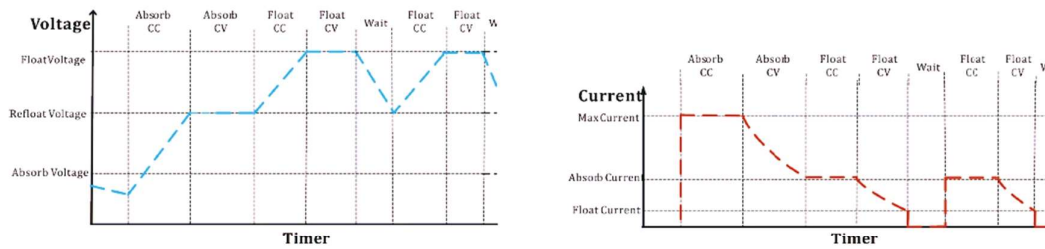
Multi protection

**MUST®**

**PC1600A Series (20/30/40A)**  
MPPT Solar Charge Controller

**MULTI STAGE CHARGING**

The charge controller is a sophisticated , multi-stage battery charger that uses several regulation stages to allow fast recharging of the battery system while ensuring a long battery life.



**BATTERY REVERSE PROTECTION**

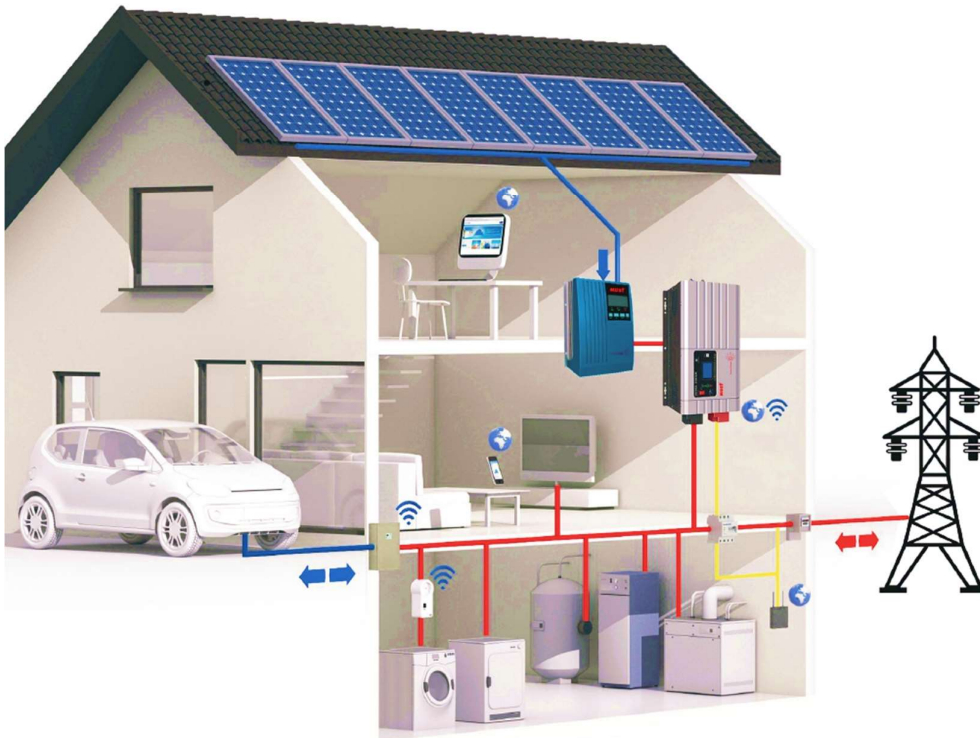
There's a battery reverse protection function in the board, then the controller will be perfectly protected even installer or user connect the battery in reverse pole accidentally

**APPLICABLE PLACE**

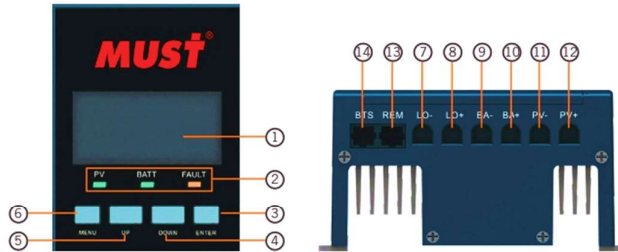
The solar charge controller is an automatic control device , it can be used in all solar power systems to control solar panel array to charge batteries .

**Solar Inverter System Connection:**

Power Inverter + Solar Charge Controller + Battery + Solar Panels + Grid + Application Loads





**MUST®****PC1600A Series (20/30/40A)**  
MPPT Solar Charge Controller

1. LCD Display
2. LED Indicator
3. Confirm the selection in setting mode
4. Decrease the setting data
5. Increase the setting data
6. Enter or exit setting mode
7. The load negative terminal
8. The load positive terminal
9. The battery negative terminal
10. The battery positive terminal
11. PV array negative terminal
12. PV array positive terminal
13. Communication network terminal
14. Remote external temperature terminal

MODEL		PC16-2015A	PC16-3015A	PC16-4015A
Nominal Battery System Voltage		12VDC/24VDC (Auto Detection)		
CONTROLLER INPUT	PV Open Circuit Voltage	100VDC@12V/145VDC @24V		
	PV Array MPPT Voltage Range	16VDC~100VDC / 32VDC~130VDC		
	Max PV Input Power(12V)	300W	450W	600W
	Max PV Input Power(24V)	600W	900W	1200W
BATTERY	Absorption Voltage	12.5VDC / 25.0VDC		
	Refloat Voltage	13.7VDC / 27.4VDC		
	Float Voltage	14.3VDC / 28.6VDC		
	Low Voltage Protection Point	10.0VDC / 20.0VDC		
DC OUTPUT	Output Voltage	10.0~14.5VDC / 20.0~29.0VDC		
	Peak Conversion Efficiency	98%(MPPT Efficiency 99%)		
	Max Charging Current	20 amps continuous	30 amps continuous	40 amps continuous
	Max Output Current	20 amps continuous	20 amps continuous	20 amps continuous
	Low Voltage alarm	10.25VDC / 20.5VDC		
	Low Voltage cutoff	10.0VDC / 20.0 VDC		
	Low Voltage Recovery	11.0VDC / 22.0VDC		
GENERAL SPECIFICATION	Radiating Mode	Automatic cooling		
DISPLAY & PROTECTION	LED Indication	Systematic operation, LV indication, LV protection, Over charge protection Loads protection, Short circuit protection		
	LED Display	Charge Voltage, Charge Current, Voltage of storage battery, Capacity of storage battery, Output current		
	Alarm Protections	PV array short circuit, PV reverse polarity		
		Battery reverse polarity, Over charging protection		
		Output short circuit protection		
MECHANICAL SPECIFICATIONS	Mounting	Wall mount		
	Machine Dimension(W*H*D)	154*236*88mm (color box / pcs)		
	Gross Weight (kg)(per pcs)	2.5kg		
	Package Dimension (W*H*D)	610*308*230mm (4PCS/Carton)		
	Gross Weight (kg)(per carton)	10.8kg	13.4kg	13.4kg
OTHER	Environmental Rating	Indoor		
	Operation Temperature Range	-25°C ~ +55°C		
	Ambient Humidity	0~90% relative humidity (non-condensing)		
	Altitude	≤3000m		
	Loading (20GP/40GP/40HQ)	2500pcs / 5000pcs / 5800pcs		

## Anexo 15

### Ficha técnica de inversores 250 VA - 1200VA



#### Inversores

250 VA – 1200 VA 230 V y 120 V, 50 Hz o 60 Hz

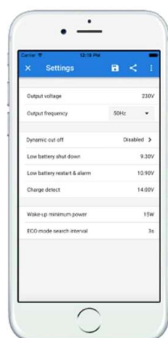
www.victronenergy.com



Inverter 12/375 VE.Direct



Inverter 12/375 VE.Direct



#### Puerto de comunicación VE.Direct

El puerto VE.Direct puede conectarse a:

- Un ordenador (se necesita un cable de interfaz VE.Direct a USB)
- Smartphones Apple y Android, tabletas, mackbooks y demás dispositivos (se necesita una mochila VE.Direct a Bluetooth Smart)

#### Totalmente configurable:

- Niveles de disparo de la alarma y restablecimiento por tensión baja de la batería.
- Niveles de desconexión y reinicio por tensión baja de la batería.
- Desconexión dinámica: nivel de desconexión dependiente de la carga
- Tensión de salida 210 – 245 V
- Frecuencia 50 Hz o 60 Hz
- On/off del modo ECO y sensor de nivel del modo ECO

#### Seguimiento:

- Tensión y corriente de entrada/salida, % de carga y alarmas

#### Fiabilidad probada

La topología de puente completo más transformador toroidal ha demostrado su fiabilidad a lo largo de muchos años. Los inversores están a prueba de cortocircuitos y protegidos contra el sobrecalentamiento, ya sea debido a una sobrecarga o a una temperatura ambiente elevada.

#### Alta potencia de arranque

Necesaria para arrancar cargas como convertidores para lámparas LED, halógenas o herramientas eléctricas.

#### Modo ECO

En modo ECO, el inversor se pondrá en espera cuando la carga descienda por debajo de un valor predeterminado (carga mínima: 15 W). Una vez en espera, el inversor se activará brevemente (ajustable; por defecto: cada 2,5 segundos). Si la carga excede el nivel predeterminado, el inversor permanecerá encendido.

#### Interruptor on/off remoto

Se puede conectar un interruptor On/Off remoto a un conector bifásico o entre el positivo de la batería y el contacto de la izquierda del conector bifásico.

#### Diagnóstico LED

Por favor, consulte el manual para obtener su descripción.

#### Para transferir la carga a otra fuente CA: el conmutador de transferencia automático

Para nuestros inversores de menor potencia recomendamos nuestro conmutador de transferencia automático Filax. El tiempo de conmutación del "Filax" es muy corto (menos de 20 milisegundos), de manera que los ordenadores y demás equipos electrónicos continuarán funcionando sin interrupción.

#### Disponible con tomas de corriente distintas

Schuko

UK

AU/NZ

IEC-320  
(enchufe incluido)

Nema 5-15R



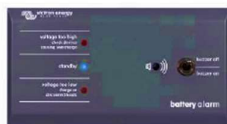
#### Bornes de tornillo

No se necesitan herramientas especiales para su instalación

GFCI



Inversor	12 voltios 24 voltios 48 voltios	12/250 24/250 48/250	12/375 24/375 48/375	12/500 24/500 48/500	12/800 24/800 48/800	12/1200 24/1200 48/1200
Potencia cont a 25 °C (1)		250 VA	375 VA	500 VA	800 VA	1200 VA
Potencia cont. a 25 °C/40 °C		200/175 W	300/260 W	400/350 W	650/560 W	1000/850 W
Pico de potencia		400 W	700 W	900 W	1500 W	2200 W
Tensión/frecuencia CA de salida (ajustable)		230 VCA o 120 VCA +/- 3 % 50Hz o 60Hz +/- 0,1 %				
Rango de tensión de entrada		9,2 - 17/18,4 - 34,0/36,8 - 62,0 V				
Desconexión por CC baja (ajustable)		9,3/18,6/37,2 V				
Dinámica (dependiente de la carga)		Desconexión dinámica, ver <a href="https://www.victronenergy.com/live/ve.direct:phoenix-inverters-dynamic-cutoff">https://www.victronenergy.com/live/ve.direct:phoenix-inverters-dynamic-cutoff</a>				
Desconexión por CC baja (totalmente ajustable)		10,9/21,8/43,6 V				
Reinicio y alarma por CC baja (ajustable)		14,0/28,0/56,0 V				
Detector de batería cargada (ajustable)						
Eficacia máx.		87/88/88 %	89/89/90 %	90/90/91 %	90/90/91 %	91/91/92 %
Consumo en vacío		4,2/5,2/7,9 W	5,6/6,1/8,5 W	6/6,5/9 W	6,5/7/9,5 W	7/8/10 W
Consumo en vacío predeterminado en modo ECO (Intervalo de reinento: 2,5 s ajustable)		0,8/1,3/2,5 W	0,9/1,4/2,6 W	1/1,5/3,0 W	1/1,5/3,0 W	1/1,5/3,0 W
Ajuste de potencia de parada y arranque en modo ECO		Ajustable				
Protección (2)		a - f				
Rango de temperatura de trabajo		-40 to +65°C (refrigerador por ventilador) (reducción de potencia del 1,25 % por cada °C por encima de 25°C)				
Humedad (sin condensación)		máx. 95 %				
CARCASA						
Material y color		Chasis de acero y carcasa de plástico (azul RAL 5012)				
Conexión de la batería		Bornes de tornillo				
Sección de cable máxima:		10 mm²/AWG8	10 mm²/AWG8	10 mm²/AWG8	25/10/10 mm² / AWG4/8/8	35/25/25 mm² / AWG 2/4/4
Tomas de corriente CA estándar		230 V: Schuko (CEE 7/4), IEC-320 (enchufe macho incluido) UK (BS 1363), AU/NZ (AS/NZS 3112) 120 V: Nema 5-15R, GFCI				
Tipo de protección		IP 21				
Peso		2,4 kg/5,3 lbs	3,0 kg/6,6 lbs	3,9 kg/8,5 lbs	5,5 kg/12 lbs	7,4 kg/16,3 lbs
Dimensiones (al x an x p en mm.) (al x an x p, pulgadas)		86 x 165 x 260 3,4 x 6,5 x 10,2	86 x 165 x 260 3,4 x 6,5 x 10,2	86 x 172 x 275 3,4 x 6,8 x 10,8	105 x 216 x 305 4,1 x 8,5 x 12,1 (Modelo 12 V: 105 x 230 x 325)	117 x 232 x 327 4,6 x 9,1 x 12,9 (Modelo 12 V: 117 x 232 x 362)
ACCESORIOS						
On/Off remoto		Sí				
Conmutador de transferencia automático		Filax				
ESTÁNDARES						
Seguridad		EN-IEC 60335-1/EN-IEC 62109-1/UL 458 (3)				
EMC		EN 55014-1/EN 55014-2/IEC 61000-6-1/IEC 61000-6-2/ IEC 61000-6-3				
Directiva de automoción		ECE R10-4				
1) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 2) Claves de protección: a) cortocircuito de salida b) sobrecarga c) tensión de la batería demasiado alta d) tensión de la batería demasiado baja h) temperatura demasiado alta f) ondulación CC demasiado alta		3) UL 458 solo para inversores con toma de salida GFCI				



#### Alarma de batería

Indica que la tensión está demasiado alta o demasiado baja por medio de una alarma visual y sonora y de un relé de señalización remota



Mochila VE.Direct a  
Bluetooth Smart  
(Debe pedirse por separado)



#### Monitor de baterías BMV

El monitor de baterías BMV dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de alta resolución para la medición de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo para determinar exactamente el estado de la carga de la batería. El BMV muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o el tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería.



## Anexo 16

### Especificaciones del servicio del proyecto



Firmado digitalmente por:  
HOFFMANN PANDURO Steeck  
FAU 20100128218 hard  
Motivo: Doy Vº Bº  
Fecha: 22/08/2020 21:24:22-0500

#### SISTEMA CCTV-REFINERIA TALARA

18 meses -2020

#### 1. Descripción

- 1.1. Petroperú SA, requiere la implementación del sistema general de video vigilancia centralizado, que incluye todos los equipos nuevos, cableado, instalación, anclaje, programación de cámaras, grabador, monitores, red, ups, mano de obra especializada, materiales, accesorios, personal con seguro contra todo riesgo, asesoría, capacitación y adiestramiento del personal encargado del sistema y soporte técnico.
- 1.2. El contratista deberá DEFINIR el Sistema de Comunicación (cableado, inalámbrico u otros) de tal forma que garantice la continuidad del servicio.

#### 2. Especificaciones del Servicio

- 2.1. El servicio deberá considerar el suministro e instalación de un Sistema de Circuito Cerrado de Televisión.

##### 2.2. Equipos

- 2.2.1. El contratista debe instalar equipos nuevos.
- 2.2.2. La grabación debe ser por un tiempo de 03 meses
- 2.2.3. Las características mínimas de los equipos son:

##### 2.3. CCTV: Cámaras Domo PTZ y Fijas

- a. Resolución de Cámaras: Mínimo 2MP/1.9" CMOS .50/60 FPS@1080P (1920×1080)
- b. Compresión: H.265&H.264.
- c. PoE+
- d. Visión infrarroja.
- e. Grado de Protección IP67
- f. Temperatura operación:  $10 < T < 50^{\circ}\text{C}$

##### 2.4. CCTV NVR:

- a. Smart H.265+/H.265/Smart H.264+/ H.264/MJPEG
- b. Max 320 MBPS Incoming Bandwidth
- c. Up to 12 MP Resolution for Preview and Playback
- d. 2HDMI/2VGA simultaneous video output
- e. IP Camera Input: Definido por el Contratista, garantizando la correcta visualización de todas las cámaras dentro del alcance del servicio.
- f. La capacidad de almacenamiento es de 90 días, en grabación continua 24x7 de todas las cámaras.

##### 2.5. Estación de Trabajo

- a. 02 PC Core duo i7 Sexta Generación, Intel, HDMI, 16 GB RAM, Tarjeta de video 8 GB dedicado, 1TB de disco
- b. 02 monitores de 27" Full HD 1080p HDMI / VGA con rack para sobre mesa
- c. 03 monitor de 55" full HD 1080p, con rack para pared.

Una reproducción impresa, es una copia auténtica de un documento electrónico firmado digitalmente y  
Petróleo del Perú - PETROPERU S.A., aplicando la Tercera Disposición Complementaria Final del  
D.L. 6-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web:  
http://petroperu.com.pe/ConsultaCorrespondencia  
Nro. Documento: GASO-5018-2020  
EXA46BC



Condiciones Técnicas: "Servicio de Vigilancia Privada para Refinería Talara y otras Instalaciones de PETROPERÚ S.A." 18 MESES-

Firmado digitalmente por:  
CENTRION ROLES Carlos Alberto  
PETROPERU S.A.  
FAU 20100128218 hard  
Motivo: Doy Vº Bº  
Fecha: 23/08/2020 14:41:53-0500



Firmado digitalmente por:  
HOFFMANN PANDURO Steeck  
FAU 20100128218 hard  
Motivo: Doy V° B°  
Fecha: 22/08/2020 21:25:38-0500

## 8. Responsabilidades

- 8.1. El CONTRATISTA garantizará la operatividad del sistema CCTV de forma ininterrumpida (24Horas\*7días a la semana\*365 días al año) durante la ejecución del servicio.
- 8.2. El CONTRATISTA se obliga a superar cualquier tipo de falla que presente los equipos del sistema de CCTV, dentro de las 48 horas posteriores, de haber sido notificada por escrito (Carta o correo electrónico) por parte de PETROPERU, en caso contrario se le impondrá una penalidad de 0.10 UIT, por cada día de atraso.

## 9. Personal.

- 9.1. El Contratista proveerá todo el personal especializado y no especializado para el servicio requerido.
- 9.2. Todo el personal del Contratista que realizará los trabajos deberá contar con el seguro complementario de Trabajo de Alto Riesgo (Salud y Pensión).

## 10. Transporte.

Todo tipo de transporte, tanto de su personal, equipos, instrumentos, herramientas, materiales y otros para la ejecución del servicio, será asumido por el Contratista.

## 11. Ubicación Cámaras Sistema Cctv-Talara

CUADRO N°01: UBICACIÓN DE CÁMARAS

UBICACIÓN DE CÁMARAS	INICIO CONTRATO: 70 CÁMARAS	
	Cámara Fija	Cámara PTZ
Acceso 1	3	1
Acceso 2B	3	1
Acceso 3A	2	1
Acceso 5A	4	1
Acceso 6A	2	-
Acceso 6B	-	1
Acceso 7	3	2
Acceso 8	3	-
Portón 10	2	1
Garita Punta Arenas-Entrada	4	1
Residencial Punta Arenas- Casas	5	7
Patio tanques Tablazo	2	3
Bombas C.I Refinería/Planta Talara Tablazo	0	1
Patio Tubos II	0	1
Ex Portón N° 5	0	1
Planta Talara	5	2
Planta GLP	4	2
Planta Aeropuerto	-	1
Torreón 25	-	1
<b>TOTAL, POR TIPO DE CÁMARA</b>	<b>42</b>	<b>28</b>
<b>Total</b>	<b>70</b>	

Si ésta es una reproducción impresa, es una copia auténtica de un documento electrónico firmado digitalmente y

Si ésta es una reproducción impresa, es una copia auténtica de un documento electrónico firmado digitalmente y  
aprobado en Petróleos del Perú - PETROPERU S.A., aplicando la Tercera Disposición Complementaria Final del  
Decreto 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web:  
Url: <http://scdp.petroperu.com.pe/ConsultaCorrespondencia>  
Clave: B099XAr6bC

Nro. Documento: GASO-5018-2020

Condiciones Técnicas: "Servicio de Vigilancia Privada para Refinería Talara y otras Instalaciones de PETROPERU S.A." 18 MESES-  
Firmado digitalmente por:  
CUBA GUEVARA Ivan Ernesto  
FAU 20100128218 hard  
Motivo: Doy V° B°  
Fecha: 23/08/2020 21:03:48-0500