



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA TELECOMUNICACIONES

**“CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES PARA ACABADOS DE
CONSTRUCCIÓN EN LA SIERRA ECUATORIANA PARA LA
EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA TECNOLOGÍA WIFI
EN AMBIENTES INDOOR”.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

AUTOR: LUIS ANGEL QUILLAY YANTALEMA

DIRECTOR: ING. DIEGO FERNANDO VELOZ CHERREZ MSc.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Luis Angel Quillay Yantalema.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, LUIS ANGEL QUILLAY YANTALEMA, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 07 de noviembre de 2023



Luis Angel Quillay Yantalema

060539310-7

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA TELECOMUNICACIONES

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto Técnico, **CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES PARA ACABADOS DE CONSTRUCCIÓN EN LA SIERRA ECUATORIANA PARA LA EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA TECNOLOGÍA WIFI EN AMBIENTES INDOOR**, realizado por el señor: **LUIS ANGEL QUILLAY YANTALEMA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

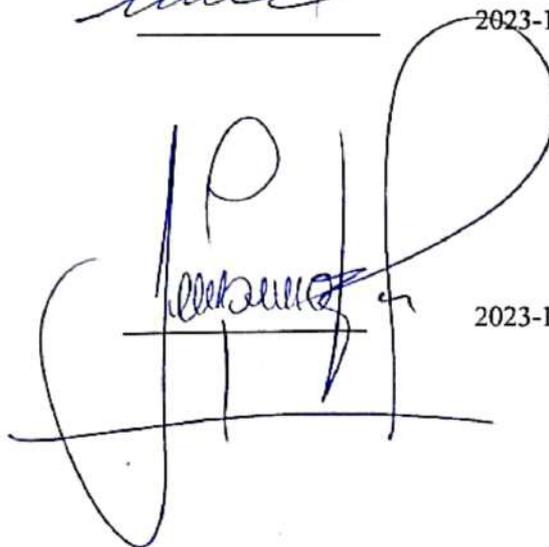
FECHA

Ing. Franklin Moreno
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



2023-11-07

Ing. Diego Veloz
DIRECTOR(A) DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2023-11-07

Ing. Hugo Moreno
ASESOR(A) DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2023-11-07

DEDICATORIA

El presente Trabajo de Integración Curricular lo dedico a Dios que es mi fuente de inspiración y fortaleza en cada paso de este camino. A mi padre Angel cuyo amor, apoyo, esfuerzo y sacrificio han sido mi sostén y motivación para no rendirme. A mi madre Hilda por ser mi apoyo incondicional durante toda esta etapa con su amor y paciencia. A mi hermana Aracely por ser mi apoyo emocional y hacer que mis días no sean aburridos. A mis segundos padres, papito Fidelio y mamita Elvia que siempre han estado pendiente de mi desde que llegue a este mundo. A mi abuelita Rosario por siempre recibirme con cariño y a mi abuelito Mariano que, aunque ya no esté en este mundo, sus consejos y ejemplo de esfuerzo y sacrificio siempre llevare en mi memoria. A toda mi amada familia que me apoyaron con cada consejo y palabras de aliento para no rendirme en este arduo camino.

Luis Angel Quillay Yantalema

AGRADECIMIENTO

Mis más sinceros agradecimientos a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo que me supo recibir en sus aulas y a cada uno de los maestros que aportaron en mi educación. Al ingeniero Diego Veloz e ingeniero Huego Moreno, por su paciencia y su conocimiento para saber encaminar el presente trabajo. A mis padres y hermana cuyo amor incondicional con apoyo constante han sido el motor que me ha impulsado a superar obstáculos y a perseguir mis metas. A mis abuelitos que, con sus palabras de aliento, sus consejos y su presencia han sido mi ancla en los momentos de incertidumbre. A mis tíos, primos y toda mi familia en general que me brindaron su apoyo durante este largo camino. A mi amiga Tania que me acompañó durante toda la carrera, estando tanto en los momentos grises como alegres apoyándome emocional y académicamente. A mis amigos Jhonatan, Cinthya, Daniel, Evelyn, Sarita y Lilian que me han ayudado en este trabajo directa o indirectamente que con su conocimiento y compañía han llenado este camino de alegría y significado. Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en esta etapa de mi vida, y su presencia ha sido un regalo invaluable.

Luis Angel Quillay Yantalema

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xxii
RESUMEN.....	xxiii
SUMMARY.....	xxiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	2
1.1 Planteamiento del problema	2
1.1.1 <i>Antecedentes</i>	2
1.1.2 <i>Formulación del problema</i>	3
1.1.3 <i>Sistematización del problema</i>	3
1.2 Justificación	3
1.2.1 <i>Justificación teórica</i>	3
1.2.2 <i>Justificación aplicativa</i>	4
1.3 Objetivos	5
1.3.1 <i>Objetivo General</i>	5
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	5
CAPÍTULO II.....	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Estado del Arte de la caracterización de materiales para acabados de construcción en la banda de 2.4 y 5 GHz	6
2.2 Tecnología WIFI	7

2.3	Estándares IEEE 802.11	8
2.3.1	<i>IEEE 802.11b</i>	8
2.3.2	<i>IEEE 802.11a</i>	8
2.3.3	<i>IEEE 802.11g</i>	9
2.3.4	<i>IEEE 802.11n</i>	9
2.3.5	<i>IEEE 802.11ac</i>	10
2.3.6	<i>Otros estándares</i>	11
2.4	Bandas de frecuencias de WIFI.....	12
2.4.1	<i>Banda de 2.4 GHz.....</i>	13
2.4.2	<i>Banda de 5 GHz.....</i>	14
2.4.2.1	<i>Canales U-NII-1 o canales bajos</i>	15
2.4.2.2	<i>Canales U-NII-2A</i>	15
2.4.2.3	<i>Canales U-NII 2C.....</i>	15
2.4.2.4	<i>Canales U-NII-3 o canales altos</i>	16
2.5	Interferencias en WiFi	16
2.6	Efecto de la caída de RSSI en la conexión WiFi.....	17
2.7	Propiedades de los materiales.....	17
2.7.1	<i>Permitividad.....</i>	17
2.7.2	<i>Conductividad.....</i>	19
2.7.3	<i>Porosidad.....</i>	21
2.8	Fenómenos de propagación.....	21
2.8.1	<i>Reflexión.....</i>	21
2.8.2	<i>Refracción</i>	21
2.8.3	<i>Difracción</i>	22
2.8.4	<i>Absorción.....</i>	22
2.9	Pérdidas de propagación.....	22
2.9.1	<i>Pérdidas en el espacio libre</i>	22
2.9.2	<i>Pérdidas por Inserción</i>	23
2.9.3	<i>Pérdidas por Refracción</i>	23

2.9.4	<i>Pérdidas por Absorción</i>	23
2.10	Técnicas de caracterización de materiales	24
2.10.1	<i>Espectroscopía</i>	24
2.10.2	<i>Fractografía</i>	24
2.10.3	<i>Microscopía</i>	25
2.10.4	<i>Ensayos mecánicos</i>	25
2.10.5	<i>Análisis térmicos</i>	25
2.10.6	<i>Técnica experimental o empírica</i>	25
2.11	Características de materiales	25
2.11.1	<i>Hormigón armado</i>	25
2.11.2	<i>Pared de ladrillo</i>	26
2.11.3	<i>Gypsum</i>	26
2.11.4	<i>Mármol</i>	27
2.11.5	<i>Cielo raso de PVC</i>	28
2.11.6	<i>MDF</i>	29
2.11.7	<i>Porcelanato</i>	29
CAPÍTULO III		31
3.	marco metodológico	31
3.1	Introducción	31
3.2	Metodología de medición	31
3.3	Estudio de Equipos y Elementos del Sistema	38
3.3.1	<i>Analizador de Espectros Anritsu MS2427C</i>	38
3.3.2	<i>Generador de Señales Anritsu MG3690C</i>	39
3.3.3	<i>Cámara Anecoica</i>	40
3.3.4	<i>Antena parche rectangular</i>	41
3.3.5	<i>Antena Monopolo</i>	42
3.3.6	<i>Antena parche compacta con forma de esvástica modificada</i>	43

3.3.7	<i>Cable coaxial RG58</i>	45
3.3.8	<i>Router tp-link de doble banda AC750</i>	46
3.3.9	<i>Dispositivo móvil</i>	47
3.4	Características de los materiales	48
3.4.1	<i>Cielo raso de PVC</i>	48
3.4.2	<i>Madera MDF</i>	48
3.4.3	<i>Gypsum</i>	49
3.4.4	<i>Porcelanato</i>	49
3.4.5	<i>Mármol</i>	50
3.4.6	<i>Hormigón armado</i>	50
3.4.7	<i>Pared de Ladrillo</i>	51
3.5	Aplicaciones móviles	51
 CAPÍTULO IV		52
4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	52
4.1	Pérdidas de Inserción en la banda de 2.4 GHz	52
4.1.1	<i>Materiales para acabados de construcción</i>	52
4.1.2	<i>Cielo raso PVC</i>	53
4.1.3	<i>Madera MDF</i>	54
4.1.4	<i>Gypsum</i>	54
4.1.5	<i>Porcelanato</i>	55
4.1.6	<i>Mármol</i>	56
4.1.7	<i>Hormigón con materiales para acabados de construcción</i>	56
4.1.8	<i>Hormigón</i>	57
4.1.9	<i>Hormigón con cielo raso PVC</i>	58
4.1.10	<i>Hormigón con madera MDF</i>	58
4.1.11	<i>Hormigón con Gypsum</i>	59
4.1.12	<i>Hormigón con porcelanato</i>	60

4.1.13	<i>Hormigón con mármol</i>	60
4.1.14	<i>Pared de ladrillo con materiales para acabados de construcción</i>	61
4.1.15	<i>Pared de ladrillo</i>	62
4.1.16	<i>Pared de ladrillo con cielo raso PVC</i>	63
4.1.17	<i>Pared de ladrillo con madera MDF</i>	63
4.1.18	<i>Pared de ladrillo con Gypsum</i>	64
4.1.19	<i>Pared de ladrillo con porcelanato</i>	65
4.1.20	<i>Pared de ladrillo con mármol</i>	65
4.2	Resultados en la banda de 5 GHz	66
4.2.1	<i>Materiales para acabados de construcción</i>	66
4.2.2	<i>Cielo raso PVC</i>	67
4.2.3	<i>Madera MDF</i>	68
4.2.4	<i>Gypsum</i>	68
4.2.5	<i>Porcelanato</i>	69
4.2.6	<i>Mármol</i>	70
4.2.7	<i>Hormigón con materiales para acabados de construcción</i>	70
4.2.8	<i>Hormigón</i>	71
4.2.9	<i>Hormigón con cielo raso PVC</i>	72
4.2.10	<i>Hormigón con madera MDF</i>	72
4.2.11	<i>Hormigón con Gypsum</i>	73
4.2.12	<i>Hormigón con porcelanato</i>	74
4.2.13	<i>Hormigón con mármol</i>	74
4.2.14	<i>Pared de ladrillo con materiales para acabados de construcción</i>	75
4.2.15	<i>Pared de ladrillo</i>	76
4.2.16	<i>Pared de ladrillo con cielo raso PVC</i>	77
4.2.17	<i>Pared de ladrillo con madera MDF</i>	77
4.2.18	<i>Pared de ladrillo con Gypsum</i>	78
4.2.19	<i>Pared de ladrillo con porcelanato</i>	79
4.2.20	<i>Pared de ladrillo con mármol</i>	79

4.3	Cobertura en la banda de 2.4 GHz.....	80
4.3.1	<i>Espacio libre</i>	80
4.3.2	<i>Cielo raso PVC</i>	81
4.3.3	<i>Madera MDF.....</i>	83
4.3.4	<i>Gypsum</i>	84
4.3.5	<i>Porcelanato.....</i>	85
4.3.6	<i>Mármol</i>	87
4.3.7	<i>Hormigón y pared de ladrillo</i>	88
4.4	Cobertura en la banda de 5 GHz.....	90
4.4.1	<i>Cobertura en UNII-1.....</i>	90
4.4.1.1	<i>Espacio libre</i>	90
4.4.1.2	<i>Cielo raso PVC</i>	91
4.4.1.3	<i>Madera MDF.....</i>	92
4.4.1.4	<i>Gypsum</i>	94
4.4.1.5	<i>Porcelanato.....</i>	95
4.4.1.6	<i>Mármol</i>	96
4.4.1.7	<i>Hormigón y pared de ladrillo</i>	97
4.4.2	<i>Cobertura en UNII-3.....</i>	99
4.4.2.1	<i>Espacio libre</i>	99
4.4.2.2	<i>Cielo raso PVC</i>	100
4.4.2.3	<i>Madera MDF.....</i>	101
4.4.2.4	<i>Gypsum</i>	103
4.4.3	<i>Porcelanato.....</i>	104
4.4.3.1	<i>Mármol</i>	105
4.4.3.2	<i>Hormigón y pared de ladrillo</i>	107
4.5	Velocidad de transmisión, latencia y pérdida de paquetes	108
4.5.1	<i>Mediciones en la banda de 2.4 GHz.....</i>	108
4.5.2	<i>Mediciones en la banda de 5 GHz.....</i>	110
4.5.2.1	<i>Mediciones en UNII-1</i>	110

4.5.2.2	<i>Mediciones en UNII-3</i>	112
4.6	Discusión y análisis de resultados	115
CAPÍTULO V		116
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	116
GLOSARIO		1
BIBLIOGRAFÍA		5
ANEXOS		10

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Estándares IEEE 802.11.....	11
Tabla 2-2: Atribución de canales en 802.11 de acuerdo con país o región.	13
Tabla 2-3: Permitividad y conductividad de los materiales de construcción comunes.	20
Tabla 2-4: Conductividad de metales comunes.....	20
Tabla 2-5: Nivel de absorción causado por materiales comunes de construcción.	24
Tabla 2-6: Altura equivalente de losa maciza y alivianada.	26
Tabla 2-7: Propiedades generales del Gypsum	27
Tabla 2-8: Propiedades generales del mármol.	27
Tabla 2-9: Propiedades generales del PVC	28
Tabla 2-10: Propiedades generales de la madera MDF.....	29
Tabla 2-11: Propiedades generales del porcelanato.....	30
Tabla 3-1: Características del Anritsu MS2724C	39
Tabla 3-2: Características del Anritsu MG3690C	40
Tabla 3-3: Características de la antena parche rectangular	41
Tabla 3-4: Características de la antena monopolo.....	42
Tabla 3-5: Características de antena de parche compacta con forma de esvástica	45
Tabla 3-6: Especificaciones de Router tp-link de doble banda AC750	46
Tabla 3-7: Características de cielo raso de PVC.....	48
Tabla 3-8: Características de madera MDF.....	48
Tabla 3-9: Características del Gypsum	49
Tabla 3-10: Características del Porcelanato	49
Tabla 3-11: Características del mármol	50
Tabla 3-12: Características del Hormigón armado	50
Tabla 3-13: Características de la pared de ladrillo.....	51
Tabla 4-1: Velocidad de transmisión, latencia y pérdida de paquetes en CH5.....	109
Tabla 4-2: Velocidad de transmisión, latencia y pérdida de paquetes en CH11.....	110
Tabla 4-3: Velocidad de transmisión, latencia y pérdida de paquetes en CH44.....	111

Tabla 4-4: Velocidad de transmisión, latencia y pérdida de paquetes en CH40.....	112
Tabla 4-5: Velocidad de transmisión, latencia y pérdida de paquetes en CH161.....	113
Tabla 4-6: Velocidad de transmisión, latencia y pérdida de paquetes en CH149.....	114

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1: Asignación de canales en la banda de 2.4 GHz.....	14
Ilustración 2-2: Asignación de canales para Norteamérica en la banda de 5 GHz.....	14
Ilustración 2-3: Efecto de la caída de RSSI en la conexión WiFi.....	17
Ilustración 2-4: Respuesta de frecuencia de materiales dieléctricos.....	18
Ilustración 2-5: Fenómenos de reflexión y refracción.	22
Ilustración 3-1: Esquema del escenario para ambiente de laboratorio.	31
Ilustración 3-2: Escenario para medir la señal en el espacio libre.....	32
Ilustración 3-3: Escenario para medir la señal cuando existe un obstáculo.	33
Ilustración 3-4: Escenario para medir la señal cuando existe dos obstáculos separados.	33
Ilustración 3-5: Escenario para medir la señal cuando existe dos obstáculos adheridos.	34
Ilustración 3-6: Medición de potencia recibida en analizador de espectros Anritsu MS2427C.....	35
Ilustración 3-7: Escenario para medir parámetros de transmisión con dispositivo móvil..	36
Ilustración 3-8: Aplicación móvil para medir la velocidad de transmisión.	37
Ilustración 3-9: Aplicación móvil para medir latencia y pérdida de paquetes.	37
Ilustración 3-10: Analizador de espectros Anritsu MS2724C.....	38
Ilustración 3-11: Generador de Señales Anritsu MG3690C	39
Ilustración 3-12: Cámara anecoica	40
Ilustración 3-13: Antena parche rectangular	41
Ilustración 3-14: Antena monopolo.....	42
Ilustración 3-15: Antena de parche compacta con forma de esvástica.....	43
Ilustración 3-16: Patrón de radiación de antena de parche compacta con forma de esvástica a 5.98 GHz	44
Ilustración 3-17: Ganancia de antena de parche compacta con forma de esvástica.....	44
Ilustración 3-18: Cable coaxial RG58.....	45
Ilustración 3-19: Router Wi-Fi de doble banda AC750.....	46
Ilustración 4-1: Frecuencia Vs Potencia Recibida en materiales para acabados de construcción.....	53

Ilustración 4-2: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción del cielo raso de PVC.	53
Ilustración 4-3: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de madera MDF.	54
Ilustración 4-4: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de Gypsum.....	55
Ilustración 4-5: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de porcelanato.	55
Ilustración 4-6: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de mármol.....	56
Ilustración 4-7: Frecuencia Vs Potencia Recibida en hormigón con materiales para acabados de construcción.	57
Ilustración 4-8: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón.....	57
Ilustración 4-9: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón con cielo raso PVC.	58
Ilustración 4-10: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón con madera MDF.	59
Ilustración 4-11: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón con Gypsum.....	59
Ilustración 4-12: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón con porcelanato.	60
Ilustración 4-13: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón con mármol.....	61
Ilustración 4-14: Frecuencia Vs Potencia Recibida en pared de ladrillo con materiales para acabados de construcción.	62
Ilustración 4-15: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo.	62
Ilustración 4-16: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo con cielo raso PVC.....	63
Ilustración 4-17: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo con madera MDF.	64
Ilustración 4-18: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo con Gypsum.	64
Ilustración 4-19: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo con porcelanato.	65
Ilustración 4-20: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo con mármol.	66
Ilustración 4-21: Frecuencia Vs Potencia Recibida en materiales para acabados de construcción.....	67
Ilustración 4-22: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción del cielo raso de PVC.	67
Ilustración 4-23: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de madera MDF.	68
Ilustración 4-24: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de Gypsum.....	69
Ilustración 4-25: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de porcelanato.	69

Ilustración 4-26: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de mármol.....	70
Ilustración 4-27: Frecuencia Vs Potencia Recibida en hormigo con materiales para	71
Ilustración 4-28: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón.....	71
Ilustración 4-29: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón con cielo raso PVC. .	72
Ilustración 4-30: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón con madera MDF....	73
Ilustración 4-31: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón con Gypsum.....	73
Ilustración 4-32: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón con porcelanato.	74
Ilustración 4-33: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón con mármol.....	75
Ilustración 4-34: Frecuencia Vs Potencia Recibida en pared de ladrillo con materiales para acabados de construcción.	76
Ilustración 4-35: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo.	76
Ilustración 4-36: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo con cielo raso PVC.....	77
Ilustración 4-37: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo con madera MDF.	78
Ilustración 4-38: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo con Gypsum. 	78
Ilustración 4-39: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo con porcelanato.	79
Ilustración 4-40: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo con mármol. 	80
Ilustración 4-41: Cobertura medida en CH5 cuando se propaga en el espacio libre.	81
Ilustración 4-42: Cobertura medida en CH11 cuando se propaga en el espacio libre.	81
Ilustración 4-43: Cobertura del CH5 afectado por pérdidas de inserción en cielo raso PVC con hormigón y pared de ladrillo.	82
Ilustración 4-44: Cobertura del CH11 afectado por pérdidas de inserción en cielo raso PVC con hormigón y pared de ladrillo.	82
Ilustración 4-45: Cobertura del CH5 afectado por pérdidas de inserción en madera MDF con hormigón y pared de ladrillo.	83
Ilustración 4-46: Cobertura del CH11 afectado por pérdidas de inserción en madera MDF con hormigón y pared de ladrillo.	84
Ilustración 4-47: Cobertura del CH5 afectado por pérdidas de inserción en Gypsum con hormigón y pared de ladrillo.....	85

Ilustración 4-48: Cobertura del CH11 afectado por pérdidas de inserción en Gypsum con hormigón y pared de ladrillo.....	85
Ilustración 4-49: Cobertura del CH5 afectado por pérdidas de inserción en porcelanato con hormigón y pared de ladrillo.....	86
Ilustración 4-50: Cobertura del CH11 afectado por pérdidas de inserción en porcelanato con hormigón y pared de ladrillo.....	86
Ilustración 4-51: Cobertura del CH5 afectado por pérdidas de inserción en mármol con hormigón y pared de ladrillo.....	87
Ilustración 4-52: Cobertura del CH11 afectado por pérdidas de inserción en mármol con hormigón y pared de ladrillo.....	88
Ilustración 4-53: Cobertura del CH5 afectado por pérdidas de inserción en hormigón y pared de ladrillo.....	89
Ilustración 4-54: Cobertura del CH11 afectado por pérdidas de inserción en hormigón y pared de ladrillo.....	89
Ilustración 4-55: Cobertura medida en CH44 cuando se propaga en el espacio libre.....	90
Ilustración 4-56: Cobertura medida en CH40 cuando se propaga en el espacio libre.....	91
Ilustración 4-57: Cobertura del CH44 afectado por pérdidas de inserción en cielo raso PVC con hormigón y pared de ladrillo.....	92
Ilustración 4-58: Cobertura del CH40 afectado por pérdidas de inserción en cielo raso PVC con hormigón y pared de ladrillo.....	92
Ilustración 4-59: Cobertura del CH44 afectado por pérdidas de inserción en madera MDF con hormigón y pared de ladrillo.....	93
Ilustración 4-60: Cobertura del CH40 afectado por pérdidas de inserción en madera MDF con hormigón y pared de ladrillo.....	93
Ilustración 4-61: Cobertura del CH44 afectado por pérdidas de inserción en Gypsum con hormigón y pared de ladrillo.....	94
Ilustración 4-62: Cobertura del CH40 afectado por pérdidas de inserción en Gypsum con hormigón y pared de ladrillo.....	95
Ilustración 4-63: Cobertura del CH44 afectado por pérdidas de inserción en porcelanato con hormigón y pared de ladrillo.....	96
Ilustración 4-64: Cobertura del CH40 afectado por pérdidas de inserción en porcelanato con hormigón y pared de ladrillo.....	96

Ilustración 4-65: Cobertura del CH44 afectado por pérdidas de inserción en mármol con hormigón y pared de ladrillo.....	97
Ilustración 4-66: Cobertura del CH40 afectado por pérdidas de inserción en mármol con hormigón y pared de ladrillo.....	97
Ilustración 4-67: Cobertura del CH44 afectado por pérdidas de inserción en hormigón y pared de ladrillo.	98
Ilustración 4-68: Cobertura del CH40 afectado por pérdidas de inserción en hormigón y pared de ladrillo.	98
Ilustración 4-69: Cobertura medida en CH161 cuando se propaga en el espacio libre.	99
Ilustración 4-70: Cobertura medida en CH149 cuando se propaga en el espacio libre. ...	100
Ilustración 4-71: Cobertura del CH161 afectado por pérdidas de inserción en cielo raso PVC con hormigón y pared de ladrillo.	101
Ilustración 4-72: Cobertura del CH149 afectado por pérdidas de inserción en cielo raso PVC con hormigón y pared de ladrillo.	101
Ilustración 4-73: Cobertura del CH161 afectado por pérdidas de inserción en madera MDF con hormigón y pared de ladrillo.	102
Ilustración 4-74: Cobertura del CH149 afectado por pérdidas de inserción en madera MDF con hormigón y pared de ladrillo.	102
Ilustración 4-75: Cobertura del CH161 afectado por pérdidas de inserción en Gypsum con hormigón y pared de ladrillo.....	103
Ilustración 4-76: Cobertura del CH149 afectado por pérdidas de inserción en Gypsum con hormigón y pared de ladrillo.....	104
Ilustración 4-77: Cobertura del CH161 afectado por pérdidas de inserción en porcelanato con hormigón y pared de ladrillo.....	105
Ilustración 4-78: Cobertura del CH149 afectado por pérdidas de inserción en porcelanato con hormigón y pared de ladrillo.	105
Ilustración 4-79: Cobertura del CH161 afectado por pérdidas de inserción en mármol con hormigón y pared de ladrillo.....	106
Ilustración 4-80: Cobertura del CH149 afectado por pérdidas de inserción en mármol con hormigón y pared de ladrillo.....	106
Ilustración 4-81: Cobertura del CH161 afectado por pérdidas de inserción en hormigón y pared de ladrillo.	107

Ilustración 4-82: Cobertura del CH149 afectado por pérdidas de inserción en hormigón y pared de ladrillo.108

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: MEDICIONES DE POTENCIA RECIBIDA EN MATERIALES PARA ACABADOS DE CONSTRUCCIÓN

ANEXO B: PÉRDIDAS DE INSERCIÓN PARA MATERIALES DE ACABADOS DE CONSTRUCCIÓN

ANEXO C: MEDICIONES DE COBERTURA DE ROUTER EN LA BANDA DE 2.4 Y 5 GHZ

RESUMEN

El objetivo principal del presente trabajo de titulación fue caracterizar los materiales para acabados de construcción en la sierra ecuatoriana para la evaluación del desempeño de la tecnología WiFi en ambientes indoor. Para lo cual se realizó el análisis del estado del arte de la caracterización de materiales en las bandas de 2.4 y 5 GHz, se detallaron las características principales de los equipos e instrumentos a utilizar en los escenarios de prueba, también se definieron las propiedades generales de cinco materiales para acabados de construcción más comunes que son el Gypsum, mármol, cielo raso de PVC, madera MDF y porcelanato, pero también de dos materiales adicionales como un bloque de hormigón y una pared de ladrillo, se realizaron mediciones de potencia en el receptor las cuales se llevaron a cabo en las bandas de frecuencia de 2400 a 2500 MHz y 5170 a 5815 MHz con saltos de 5 MHz, las mediciones se llevaron a cabo en condiciones sin obstáculos, con un obstáculo consistente en el material principal, y con dos obstáculos que involucraban el material principal junto con el material adicional. La diferencia entre la potencia recibida en presencia y ausencia de obstáculos representa la pérdida de inserción asociada a dicho material. Además, también se realizaron medidas de cobertura, velocidad de transmisión, latencia y pérdida de paquetes. Los resultados obtenidos en la banda de 2.4 GHz de pérdidas de inserción es de 1.24 dB en cielo raso de PVC, 1.85 dB en madera MDF 1.49 dB en Gypsum, 2.47 dB en porcelanato y 3.16 dB en mármol, mientras que para la banda de 5 GHz se tiene pérdidas de inserción de 1.77 dB en cielo raso de PVC, 3.07 dB en madera MDF 3.17 dB en Gypsum, 4.12 dB en porcelanato y 5.24 dB en mármol.

Palabras clave: <TELECOMUNICACIONES>, <TECNOLOGÍA WIFI>, <ANTENAS>, <ROUTER>, <PÉRDIDAS DE INSERCIÓN>, <COBERTURA>, <VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN>, <LATENCIA>.

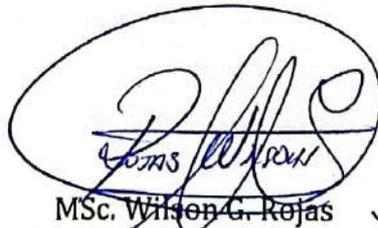


[Firma manuscrita]
2008-2023
1708-DBRA-UPT-2023

SUMMARY

The main objective of this titling work was to characterize the materials for construction finishes in the Ecuadorian highlands for the evaluation of the performance of Wi-Fi technology in indoor environments. For which the analysis of the state of the art of the characterization of materials in the 2.4 and 5 GHz bands was carried out, the main characteristics of the equipment and instruments to be used in the test scenarios were detailed, the general properties of five most common materials for construction finishes that are Gypsum, marble, PVC ceiling, MDF wood and porcelain, but also of two additional materials such as a concrete block and a brick wall, power measurements were made in the receiver which were carried out in the frequency bands from 2400 to 2500 MHz and 5170 to 5815 MHz with steps of 5 MHz, measurements were carried out under unhindered conditions, with one hurdle consisting of the main material, and with two hurdles involving the main material together with additional material. The difference between the received power in the presence and absence of obstacles represents the insertion loss associated with said material. In addition, coverage, transmission speed, latency and packet loss measurements were also carried out. The results obtained in the 2.4 GHz band of insertion losses are 1.24 dB in PVC ceiling, 1.85 dB in MDF wood, 1.49 dB in Gypsum, 2.47 dB in porcelain tile and 3.16 dB in marble, while for the 5 GHz band there are insertion losses of 1.77 dB in PVC ceiling, 3.07 dB in MDF wood, 3.17 dB in Gypsum, 4.12 dB in porcelain tile and 5.24 dB in marble.

Keywords: <TELECOMMUNICATIONS>, <WIFI TECHNOLOGY>, <ANTENNAS>, <ROUTER>, <INSERTION LOSS>, <COVERAGE>, <TRANSMISSION SPEED>, <LATENCY>.

A handwritten signature in black ink, enclosed within an oval border. The signature is stylized and appears to read 'Wilson G. Rojas'.

MSc. Wilson G. Rojas
NOMBRE Y FIRMA PROFESOR
C.I 0602361842

INTRODUCCIÓN

Las redes inalámbricas de área local (WLAN = Wireless Local Area Network), han ganado mucha popularidad como una opción muy atractiva para la transmisión de datos en ambientes indoor, dentro de la cual se encuentra 802.11 que es el estándar en el cual se basa la tecnología WiFi, debido a sus ventajas inherentes y a los bajos costos para el acceso a dichas redes principalmente en usuarios finales. Las redes WLAN opera en las bandas de frecuencias llamadas libres o no licenciadas como ISM (Industrial, Scientific and Medical) que, para este caso específico, se encuentra operando en la banda de 2.4 GHz y 5 GHz.

Las redes inalámbricas, dentro de la cual está inmerso WiFi, tienen una gran importancia en la actualidad debido a su amplia gama de aplicaciones y beneficios como acceso a internet, aplicaciones IoT y evitar el uso de cables. Una red inalámbrica se comporta de manera diferente en ambientes indoor en comparación con entornos en el espacio libre. Existen varias condiciones pueden influir en la propagación y calidad de la señal de WiFi como son los obstáculos en paredes, hormigón, muebles, puertas, ventanas u otros objetos solidos que pueden atenuar la señal reduciendo su alcance y desempeño de la red. Entre otros factores que afectan la red inalámbrica pero no menos importantes se encuentran, la distancia, interferencias y densidad de dispositivos.

Existe una escasa información con respecto a la caracterización de materiales para acabados de construcción, para lo cual será necesario realizar un análisis de las características de los objetos de estudio y con ello evaluar los factores que pueden afectar estos materiales en la banda de 2.4 GHz y 5 GHz planteados en diferentes escenarios. Los escenarios representan un radioenlace dentro de una cámara anecoica obstruidos por obstáculos, los cuales representan los diferentes materiales para acabados de construcción que se encuentran presentes comúnmente en ambientes indoor como son el Gypsum, mármol, cielo raso de PVC, madera MDF y porcelanato. Cabe recalcar que en Ecuador no existe estudios acerca de la caracterización de materiales para acabados de construcción en la sierra ecuatoriana para la evaluación del desempeño de la tecnología WiFi en ambientes indoor, por lo que se ha realizado este estudio por el impacto y uso cotidiano de este tipo de redes y ambientes.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

1.1.1 Antecedentes

Debido a que en la actualidad existe una gran demanda de las tecnologías inalámbricas e internet, una de las tecnologías más utilizadas para conectarse al mismo es WiFi, según el INEC el 60,4% de los Hogares cuentan con Acceso a Internet en Ecuador (INEC, 2022), donde el 74% del tráfico es a través de WiFi según Netradar (Hetting, 2018). Por lo que, en el Ecuador, según el Mintel tras la Pandemia del covid-19 en el Boletín Oficial N° 35 considera el acceso a internet como un servicio básico para que la población pueda comunicarse, emprender y capacitarse (MINTEL, 2021).

Las redes inalámbricas sirven para muchos propósitos. En algunos casos se utilizan en sustitución a las redes cableadas, mientras que en otros casos se utilizan para proporcionar acceso a datos corporativos desde ubicaciones remotas (Stailling, 2005). Tanto en entornos outdoor como indoor, existen obstáculos, sin embargo, en entornos indoor los obstáculos son de materiales de construcción comunes que pueden ser caracterizados para analizar que tanto afectan la red inalámbrica. Por lo cual se han realizado varios estudios de caracterización de materiales y modelos de propagación con el fin de estimar las pérdidas de propagación en diferentes materiales de construcción.

En países como Reino Unido, OFCOM (The Office of Communications) ha realizado un estudio profundo en pérdidas de propagación por penetración en la banda de 2 y 5 GHz, los materiales caracterizados fueron concreto, ladrillo, cartón de yeso, madera, vidrio, placa de techo y cartón del cual se obtuvo una relación Atenuación vs Frecuencia y además se realiza una estimación de la combinación de materiales como se menciona en “Building Materials and Propagation” (Rudd et al., 2014).

En Ecuador se ha realizado varios estudios de pérdidas de penetración como también se ha propuesto modelos de propagación en diferentes tipos de materiales. Se ha realizado la Evaluación de pérdidas de penetración en materiales mediante parámetros de potencia en la banda de 1 a 20 GHz para ondas milimétricas (Aldas, 2019), donde utiliza materiales como madera de pino seca, madera de pino húmeda, madera de eucalipto seca, madera de eucalipto húmeda, vidrio crudo,

vidrio templado y concreto, con los cuales caracteriza cada uno de ellos y obtiene una relación Pérdidas de Inserción vs Frecuencia. Por otra parte, también han propuesto un Modelo para la estimación de las pérdidas de propagación en redes WLAN operando en 2,4 GHz y 5,8 GHz, para ambientes interiores de edificios comerciales (Torres et al., 2016) donde se compara otros modelos de propagación indoor y además se evalúa y se añade una pérdida adicional sufrida por el tipo de materiales de pisos y paredes.

1.1.2 Formulación del problema

¿Como afectan los diferentes tipos de materiales para acabados de construcción en la sierra ecuatoriana a la comunicación de la tecnología WiFi en ambientes indoor en las bandas de 2,4 y 5 GHz?

1.1.3 Sistematización del problema

¿Cuáles son las características de la tecnología WiFi en las bandas de 2,4 y 5 GHz, y cuál es su importancia en la actualidad?

¿Cuáles son los materiales más frecuentes que se utilizan para acabados de construcción en la sierra ecuatoriana que no han sido evaluados las pérdidas por penetración?

¿Cómo se determinaría que los materiales de construcción como Gypsum, mármol, cielo raso de PVC, madera MDF y porcelanato afectan al desempeño de la comunicación WiFi en las bandas de 2,4 y 5 GHz?

1.2 Justificación

1.2.1 Justificación teórica

El crecimiento y acceso a redes inalámbricas crece a pasos agigantados, en la última década la población mundial es testigo innegable del gran desarrollo tecnológico en el área de las telecomunicaciones. En la actualidad el servicio de Internet se considera un servicio básico y personas de todas las índoles se conecta a esta gran red mundial por medio de diferentes tecnologías, pero entre las que más destacan son las tecnologías móviles y en los hogares es WiFi, y esta última en los hogares es dominante, puesto de según Netredar en Estados Unidos el 74% del tráfico se generan mediante WiFi en los hogares (Hetting, 2018).

La tecnología WiFi en la banda de 2.4 y 5 GHz generalmente se consideran para entornos indoor. En el enlace inalámbrico entre el transmisor y receptor existen la presencia de obstáculos, entre los más comunes se tiene paredes, ventanas, puertas, mobiliaria y personas. Si se toma en cuenta una casa promedio de la sierra ecuatoriana, los materiales más comunes que utilizan son el Hormigón que está presente en pisos y paredes; el Acero es usado en secciones estructurales, puertas, cubiertas y tuberías; la madera toma parte en terminados de pisos, techos, puertas, ventanas, cubiertas y separaciones interiores; la piedra se encuentra en mayor cantidad en el piso de la planta baja, pero también en acabados de cocinas y baños; por último se tiene el ladrillo que principalmente se encuentra en paredes y cimientos de mampostería (Ferrovia, 2022).

La arquitectura e ingeniería moderna, con el fin de mejorar los diseños arquitectónicos y balancear los pesos estructurales (Dahlstrom, 2011), ha evolucionado en la utilización de nuevos materiales para la construcción y decoración de casas, que afectan directamente el comportamiento de las ondas electromagnéticas, por lo tanto, aumenta el margen de error de los modelos de propagación y caracterización de materiales citados en los antecedentes, puestos que las propiedades de cada material son diferentes.

1.2.2 Justificación aplicativa

WiFi es una tecnología de comunicación inalámbrica de área local (WLAN), misma que está diseñada para proporcionar acceso inalámbrico en zonas con un rango típico de hasta 100 metros y se utilizan sobre todo en el hogar, centros de educación, salas comerciales, entornos de oficina, etc (Stailing, 2005). Esto proporciona a los usuarios la capacidad de moverse dentro de un área de cobertura local y permanecer conectado a la red, sin embargo, en la mayoría de los casos, la cobertura de una red inalámbrica puede verse limitada por la presencia de obstáculos, que, de acuerdo con las características tiene un nivel de afectación.

Las características de propagación para sistemas de comunicación indoor son muy peculiares y por lo tanto de gran interés en el mundo de la investigación de propagación de ondas milimétricas. Las pérdidas de propagación por penetración dentro de entornos indoor varían enormemente por factores del material, los cuales pueden ser tan triviales como la cantidad de vidrio en sus paredes exteriores, los diferentes niveles en los cuales están divididos los pisos, así como la altura de cada piso en particular, en conjunto con el material utilizado para la fabricación de las paredes y las propiedades de cada material que forme parte del entorno (Rudd et al., 2014).

Para estudiar la propagación de un ambiente indoor, se pueden considerar configuraciones de los lugares donde se realiza la comunicación y configuraciones de las zonas de cobertura donde se proporcionan los servicios de la red y de esta forma poder caracterizar físicamente el ambiente que puede variar con respecto a la utilización, como puede ser una oficina, casa, museo, etc. Por otra parte, también se puede realizar un estudio de los materiales que componen el entorno indoor, para realizar una caracterización general que pueden ser aplicados en todos los entornos que contengan el material caracterizado.

La presente investigación pretende caracterizar los materiales para acabados de construcción en la sierra ecuatoriana en las bandas de frecuencia de 2.4 y 5 GHz, en las cuales trabaja WiFi, en materiales para acabados de construcción como son Gypsum, mármol, cielo raso de PVC, madera MDF y porcelanato.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Caracterizar los materiales para acabados de construcción en la sierra ecuatoriana para la evaluación del desempeño de la tecnología WiFi en ambientes indoor.

1.3.2 Objetivos Específicos

Analizar las características de la tecnología WiFi en las bandas de 2.4 y 5 GHz para conocer su comportamiento en ambientes indoor.

Caracterizar los materiales para acabados de construcción como Gypsum, mármol, cielo raso de PVC, madera MDF y porcelanato para la comunicación en ambientes indoor con la tecnología WiFi en las bandas de 2.4 y 5 GHz.

Evaluar el desempeño de la tecnología WiFi en ambientes indoor que utilicen los materiales para acabados de construcción como Gypsum, mármol, cielo raso de PVC, madera MDF y porcelanato mediante parámetros como absorción, pérdidas de señal, pérdidas de datos, cobertura, velocidad de transmisión y latencia.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del Arte de la caracterización de materiales para acabados de construcción en la banda de 2.4 y 5 GHz

Las comunicaciones inalámbricas han experimentado un asombroso crecimiento en las últimas décadas, transformando la forma en que nos comunicamos y accedemos a la información. Desde la invención del teléfono móvil hasta la explosión de la era de Internet de las Cosas (IoT), esta revolución tecnológica ha impulsado el progreso y la conectividad a niveles sin precedentes.

WiFi ha sido una de las tecnologías inalámbricas que ha experimentado un significativo impacto y expansión en la última década. Especialmente, ha demostrado un impresionante desarrollo en la banda de operación de 2.4 GHz, conforme al estándar IEEE 802.11b/g/n. Además, en los últimos años, WiFi en la banda de 5 GHz establecido en el estándar IEEE 802.11a/n/ac ha adquirido una relevancia considerable, mostrando un crecimiento exponencial en su adopción (Andrade et al., 2008).

WiFi principalmente se utiliza para ambientes indoor debido a sus características y limitaciones técnicas. Aunque es posible implementar conexiones WiFi en espacios al aire libre, la tecnología está especialmente diseñada y optimizada para su funcionamiento en entornos cerrados o en interiores por razones de alcance de cobertura, interferencia, seguridad e incluso en muchos países se considera normas regulatorias. Por la razón de estar diseñado en ambientes indoor, una señal de WiFi está dispuesta a atravesar múltiples obstáculos en los cuales se producirán pérdidas por absorción.

En la actualidad, se han llevado a cabo diversos estudios enfocados en analizar las pérdidas de penetración de señales y las interferencias presentes en la propagación de ondas. En este contexto, se destaca la investigación titulada "Pérdidas de Inserción en Diferentes Materiales y Árboles", realizada en el Departamento de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid en el año 2013, llevada a cabo por Ignacio Álvarez Calvo. Los resultados obtenidos señalan que las pérdidas de inserción se incrementan significativamente en altas frecuencias, lo que implica que al implementar un radioenlace se deben considerar cuidadosamente las características de los obstáculos presentes en el entorno de propagación (Álvarez, 2013).

Por otra parte, en Reino Unido se llevó a cabo la investigación exhaustiva denominada “Building Materials and Propagation” realizada por el Dr. Richard Rudd y otros autores, donde se analiza las pérdidas de propagación debido a la penetración de señales en las bandas de frecuencia de 2 y 5 GHz, los materiales que se estudiaron incluyeron concreto, ladrillo, cartón de yeso, madera, vidrio, placa de techo y cartón. A partir de estos estudios, se obtuvo una relación entre la atenuación y la frecuencia, y también se realizaron estimaciones sobre la combinación de diferentes materiales (Rudd et al., 2014)

También se destaca un estudio dentro del medio local y más asemejado a las características del medio el cual se llevó a cabo en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, denominado “Evaluación de pérdidas de penetración en materiales mediante parámetros de potencia en la banda de 1 a 20 GHz para ondas milimétricas” realizado por la Genesis Aldas, donde utiliza materiales como madera de pino seca, madera de pino húmeda, madera de eucalipto seca, madera de eucalipto húmeda, vidrio crudo, vidrio templado y concreto, con los cuales caracteriza cada uno de ellos y obtiene una relación Pérdidas de Inserción vs Frecuencia (Aldas, 2019).

Este trabajo de titulación pretende tener un gran impacto investigativo y social, evidenciando de esta manera la necesidad de caracterizar los materiales para acabados de construcción en la sierra ecuatoriana para la evaluación del desempeño de la tecnología WiFi en ambientes indoor, así también se busca plantear recomendaciones para planificaciones del uso de ciertos materiales en construcciones modernas.

2.2 Tecnología WIFI

En la actualidad, una de las tecnologías más utilizadas para la creación de redes inalámbricas de área local (WLAN) es WiFi. La Wireless Ethernet Compatibility Alliance (Wi-Fi Alliance), fue quien dio origen al WiFi, misma que se conformó en septiembre de 1999, con seis empresas. En la actualidad son cerca de 800 las que forman parte del grupo (BBC News Mundo, 2021).

Las redes inalámbricas en un principio no seguían ningún estándar, en caso de realizar algún avance o si se presenta alguna falla en sus dispositivos realizaban soluciones particulares de cada fabricante, ya que los diferentes dispositivos que existían en el mercado eran incompatibles entre sí. Esto suponía estar sometido siempre a las limitadas soluciones que un solo fabricante puede ofrecer (Moreno, 2015).

Para resolver este problema, se desarrolló un sistema que fuese aceptado por todos los fabricantes como sistema común, para lo cual se creó la asociación WECA (Wireless Ethernet Compatibility

Alliance), actualmente conocida como WiFi Alliance, cuyo objetivo fue designar una marca que permitiese fomentar la tecnología inalámbrica y asegurar la compatibilidad de equipos. Además, WECA certifica la interoperabilidad de equipos según la norma IEEE 802.11 (Wi-Fi Alliance, 2023). Con lo cual se logró tener compatibilidad de que todos los equipos que tengan la tecnología WiFi puedan trabajar juntos sin problemas, independientemente del fabricante.

2.3 Estándares IEEE 802.11

Wi-Fi se basa en un conjunto de estándares para redes inalámbricas (WLAN) basadas en las especificaciones IEEE 802.11 del Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica (IEEE). Dentro del grupo de trabajo IEEE 802.11 se pueden encontrar diferentes estándares (Andrade et al., 2008) (Moreno, 2015):

2.3.1 IEEE 802.11b

Publicado en 1999, obtuvo una extensa aceptación en la industria. Su velocidad máxima de transferencia es de 11 Mbps y emplea el método de acceso delineado en el estándar original CSMA/CA. La capacidad real de transmisión se ve disminuida a 5.9 Mbps mediante TCP y 7.1 Mbps a través de UDP, debido al espacio que la codificación del protocolo CSMA/CA ocupa. El protocolo 802.11b opera en la frecuencia de 2.4 GHz, la cual, al carecer de necesidad de licencia para su uso, puede ser aprovechada por cualquier tecnología inalámbrica, ocasionando posibles interferencias.

2.3.2 IEEE 802.11a

Estandarizado por el IEEE en julio de 1999 aunque no llega a comercializarse hasta 2002. Se logran velocidades de 54 Mbps, y a través de versiones personalizadas de esta tecnología, incluso se pueden alcanzar tasas de 72 y 108 Mbps. Esto convierte al estándar en una opción con velocidades efectivas de hasta 20 Mbps. Opera en la banda de 5 GHz y emplea la técnica OFDM (Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal) con 52 subportadoras. La serie de estándares 802.11 ofrece doce canales sin interferencias, con 8 destinados a redes inalámbricas y 4 para conexiones punto a punto.

El hecho de que no pudiera interoperar con equipos del estándar 802.11b, a menos que se cuenten con dispositivos que adopten ambas normativas, y la restricción del alcance de la señal debido a

una mayor absorción de las ondas, resultaron en una desventaja que restringió su adopción en la industria.

2.3.3 IEEE 802.11g

En junio de 2003 surge el estándar 802.11g con el propósito de incrementar la velocidad sin abandonar las ventajas de la banda de frecuencia de 2.4 GHz. Esta regulación permite transmitir datos a 54 Mbps, con una velocidad efectiva de transferencia promedio de 22 Mbps. Es compatible con el protocolo 802.11b y puede operar con el protocolo 802.11a al modificar la configuración de los dispositivos. Esto se debe a que el estándar 802.11g puede operar con las tecnologías OFDM y DSSS. A pesar de la compatibilidad, en redes basadas en el estándar b, la presencia de nodos g disminuye significativamente la velocidad de transmisión, dado que los dispositivos 802.11b no comprenden los mecanismos de transmisión de OFDM.

2.3.4 IEEE 802.11n

En septiembre de 2009, el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) ratificó el estándar 802.11n. Su funcionamiento se fundamenta en la incorporación de múltiples antenas, permitiendo la utilización simultánea de varios canales para enviar y recibir datos. Esto mejora considerablemente la calidad de la señal captada por el receptor y multiplica el ancho de banda empleado. Esta característica se denomina tecnología MIMO (Multiple Input Multiple Output). El estándar 802.11n introduce notables mejoras en la gestión del entorno de radio con el propósito de optimizar el rendimiento neto de la red WLAN. Algunos de los cambios más relevantes son:

- **Incremento del canal de transmisión:** A diferencia de los estándares 802.11a/b/g que emplean un canal de 20 MHz de ancho de banda, el 802.11n utiliza canales de 20 MHz y 40 MHz. Un canal de 40 MHz se forma mediante la combinación de dos canales adyacentes de 20 MHz. La combinación de canales incrementa la velocidad de transferencia de datos ya que esta velocidad está directamente relacionada con el ancho de banda. La idea detrás de esta superposición es aprovechar el espacio de ancho de banda de las cabeceras iniciales y finales del canal para transmitir datos. Al fusionar dos canales contiguos, la cabecera final del primer canal, usada para reducir la interferencia entre canales vecinos, y la cabecera inicial del segundo canal dejan de ser necesarias, lo que permite que el ancho de banda que solían ocupar sea empleado para transmitir datos.
- **Alta tasa de modulación:** El estándar 802.11n usa la modulación OFDM (Ortogonal Frequency Division Multiplexing) que divide un canal de transmisión en diversos

subcanales. Cada uno de estos subcanales tiene su propia subportadora que transporta información de forma independiente a las demás portadoras. La ampliación del ancho de banda en los canales a 40 MHz en el estándar 802.11n da lugar a una mayor cantidad de portadoras, lo que se traduce en un incremento en la velocidad de transmisión, con posibilidades de alcanzar hasta 600 Mbps.

- **Reducción de cabeceras (Intervalo de guarda):** El intervalo de guarda se utiliza para asegurarse de que no interfieren las diferentes transmisiones entre ellas. Tanto el 802.11a/g como el estándar 802.11n en su modo predeterminado utilizan un intervalo de guarda de 0.8 microsegundos. No obstante, con el fin de incrementar la velocidad de transferencia de datos, el estándar 802.11n introdujo una opción adicional de intervalo de guarda de 0.4 microsegundos. Esto conlleva un aumento del 11% en la velocidad de transmisión de datos.

A diferencia de las versiones anteriores de WiFi, el 802.11n es capaz de operar tanto en la banda de 2.4 GHz como en la de 5 GHz, lo que resulta en su compatibilidad con las tres tecnologías previas (a, b y g). Su capacidad para funcionar en la frecuencia de 5 GHz resulta especialmente valiosa, dado que esta banda suele estar menos congestionada, permitiendo un mejor desempeño de dicho estándar.

2.3.5 IEEE 802.11ac

Es una mejora de la norma 802.11n, que ha sido desarrollado durante los años 2012 y 2013. La industria actualmente está ocupada en la creación de nuevos protocolos y dispositivos basados en el estándar 802.11ac. Este sistema posibilita velocidades de transferencia de hasta 1Gbps en la frecuencia de 5GHz, un ancho de banda que puede alcanzar hasta 160 MHz admite hasta ocho flujos MIMO y emplea una modulación de alta densidad.

Otra de las ventajas con respecto a las versiones anteriores, es el alcance de cobertura, que llega hasta un máximo de 90-100 metros mediante el uso de tres antenas internas.

Tabla 2-1: Estándares IEEE 802.11

Protocolo	Año de publicación	Frecuencia	Ancho de banda	Velocidad de datos (típica)	Velocidad máxima	Alcance interior	Alcance exterior
802.11b	1999	2.4 GHz	20 MHz	6.5 Mbps	11 Mbps	~100 m	~200 m
802.11a	1999	5 GHz	20 MHz	25 Mbps	54 Mbps	~ 70 m	~ 70 m
802.11g	2003	2.4 GHz	20 MHz	25 Mbps	54 Mbps	~ 38 m	~ 140 m
802.11n	2009	2.4 GHz 5 GHz	20 MHz a 40 MHz	200 Mbps	600 Mbps	~ 70 m	~ 250 m
802.11ac	2012	5 GHz	20, 40, 50 y 160 MHz	-	>1 Gbps	~70 m	~ 250 m

Fuente: Moreno, 2015

Realizado por: Quillay L., 2023

La Tabla 2-1 presenta los diversos estándares de la serie 802.11 junto con sus características correspondientes. Es importante señalar que los valores presentados son teóricos y están basados en condiciones ideales; en la práctica, estos valores pueden fluctuar debido a las condiciones del entorno de transmisión y otros elementos inherentes a los dispositivos de emisión y recepción.

2.3.6 Otros estándares

- **802.11 c.-** Estándar que define las especificaciones requeridas para que los Puntos de Acceso (APs) funcionen como puentes (bridges), empleado para facilitar la comunicación entre dos redes separadas mediante una conexión inalámbrica.
- **802.11 d.-** Su propósito es habilitar el uso global de redes locales 802.11, posibilitando la comunicación entre diversos dispositivos en rangos de frecuencia conforme a las regulaciones establecidas por el país de origen del dispositivo móvil.
- **802.11 e.-** Estándar inalámbrico que facilita la interacción entre entornos públicos, empresariales y de usuarios residenciales. Incorpora atributos de Calidad de Servicio (QoS) y apoyo multimedia, al tiempo que conserva la compatibilidad con las pautas 802.11b y 802.11a. El sistema de administración centralizado en QoS evita conflictos y bloqueos, ampliando la capacidad para proporcionar con éxito cargas en momentos cruciales.
- **802.11 f.-** Es una recomendación a los proveedores de puntos de acceso, con el propósito de asegurar la compatibilidad de los productos. Esta norma faculta a los usuarios en movimiento a cambiarse de un punto de acceso a otro sin restricciones en cuanto a los fabricantes de los puntos de acceso utilizados en la infraestructura de la red. Esta

característica también es denominada simplemente "itinerancia". La implementación de esta práctica es lo que habilitará el cambio fluido (Roaming) entre distintas redes.

- **802.11 h.-** Estándar que proporciona al 802.11a la capacidad de gestionar dinámicamente tanto la frecuencia como la potencia de transmisión.
- **802.11 i.-** Establece el proceso de encriptación y autenticación con el fin de reforzar, ampliar y optimizar WEP. Este estándar constituye un avance en la seguridad de las comunicaciones a través de la implementación de WPA junto a su método denominado Protocolo de Integridad de Clave Temporal (TKIP), válido para redes 802.11a, 802.11b y 802.11g.
- **802.11 k.-** Facilita a los conmutadores y puntos de acceso inalámbricos calcular y evaluar los recursos de frecuencia de radio utilizados por los clientes en una red WLAN, con el propósito de optimizar la eficiencia de las redes inalámbricas. Su diseño contempla su implementación en forma de software, de modo que el equipamiento de WLAN solo requiere actualizaciones para respaldarlo. Naturalmente, para que esta normativa resulte efectiva, tanto los dispositivos cliente (adaptadores y tarjetas WLAN) como la infraestructura (puntos de acceso y switches WLAN) deben ser compatibles con ella.
- **802.11 m.-** Estándar Propuesto para el mantenimiento de redes inalámbricas.
- **802.11 r.-** También conocido como Fast Basic Service Set Transition, su función primordial es facultar a la red para que configure los protocolos de seguridad que autenticuen un dispositivo en el próximo punto de acceso antes de que este deje el punto de acceso actual y se conecte al nuevo.
- **802.11s.-** Es la especificación desarrollada por el IEEE Task Group (TGs) para redes inalámbricas malladas, también denominadas redes Mesh. Esta constituye una configuración de red en la cual cada nodo se vincula con uno o múltiples nodos, creando diversas rutas para la transmisión de datos entre nodos. En el supuesto de que un punto de acceso experimentara una falla, en lugar de que la red se desconecte, los restantes puntos de acceso buscarían una vía alternativa para transferir los datos.
- **802.11 v.-** Posibilita la configuración a distancia de los dispositivos, permitiendo administrar las estaciones de manera centralizada o descentralizada, mediante un mecanismo situado en la capa de enlace del sistema.

2.4 Bandas de frecuencias de WIFI

El estándar 802.11 opera en dos bandas de frecuencia, las cuales son:

- Banda de 2.4 GHz.
- Banda de 5 GHz.

Ninguna de las dos bandas requiere una licencia para su utilización, esto debido a que se encuentra sujetas y designadas para aplicaciones ISM (Industry, Science and Medical) ó ICM (Industrial, Científica y Médica). Las bandas ISM están definidas por el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT (artículo 5) en las notas a pie de página 5.138, 5.150 y 5.280 del Reglamento de Radiocomunicaciones (UIT-R, 2020). De la misma manera, en el Ecuador se rige a la Resolución dado por la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL, 2018).

2.4.1 Banda de 2.4 GHz

En la banda de 2.4, de acuerdo con la UIT, atribuye el siguiente rango de frecuencias de 2400 – 2483.5 MHz, donde existen un total de 14 canales de 22 MHz, aunque con una separación entre canales consecutivos de 5 MHz, sin embargo, cada país y zona geográfica aplica sus propias restricciones al número de canales disponibles como se observa en la Tabla 2-2 (Andrade et al., 2008). Cabe recalcar que Ecuador se encuentra dentro de la región 2 que incluye todo América.

Tabla 2-2: Atribución de canales en 802.11 de acuerdo con país o región.

Número de canal	Frecuencia central (MHz)	USA/Canadá	Europa	Japón
1	2412	Si	Si	Si
2	2417	Si	Si	Si
3	2422	Si	Si	Si
4	2427	Si	Si	Si
5	2432	Si	Si	Si
6	2437	Si	Si	Si
7	2442	Si	Si	Si
8	2447	Si	Si	Si
9	2452	Si	Si	Si
10	2457	Si	Si	Si
11	2462	Si	Si	Si
12	2467	No	Si	Si
13	2472	No	Si	Si
14	2484	No	No	Si

Fuente: Andrade y otros, 2008
Realizado por: Quillay L., 2023

Los estándares 802.11b y 802.11g comparten la misma banda de frecuencias y están sujetas a los mismos requerimientos que se muestran en la Tabla 2-2.

Es importante tener en cuenta a la hora de asignar las frecuencias el solapamiento. Como puede observarse en la Ilustración 2-1, el canal 1 se superpone con los canales 2, 3, 4 y 5, y por lo tanto

los dispositivos que emitan en ese rango de frecuencias pueden generar interferencias. Lo mismo ocurre con el canal 6 y los canales 7, 8, 9 y 10, y con el canal 11 y los canales 12, 13 y 14. En consecuencia, para lograr un desempeño ideal de la red inalámbrica WiFi, es esencial ajustar los Puntos de Acceso (AP) en los canales más distantes entre sí, como el canal 1, el canal 6 o el canal 11. Esto variará según el grado de congestión en el área de cobertura (Moreno, 2015).

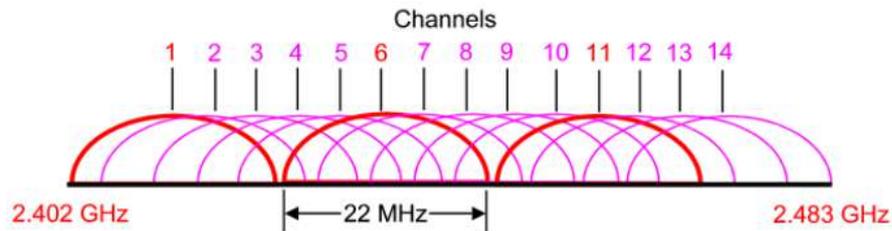


Ilustración 2-1: Asignación de canales en la banda de 2.4 GHz
Fuente: Moreno., 2015

2.4.2 Banda de 5 GHz

La frecuencia de 5GHz proporciona un ancho de banda superior en comparación con la de 2.4 GHz y sufre menos interferencias, dado que en la banda de 5 GHz hay menos congestión de servicios y más canales asignados. Sin embargo, aún presenta desafíos como la mayor atenuación de las señales debido a las frecuencias más altas y la falta de coherencia internacional en términos de la distribución de bandas (Moreno, 2015).

El estándar 802.11a fue el primero en usar la banda de 5 GHz, sin embargo, los estándares 802.11n y 802.11ac adoptaron el uso de esta banda debido a la alta expectativa y ventajas que ofrece. En la Ilustración 2-2 se observa la asignación de canales para América tanto para 20, 40,80 y 160 MHz.

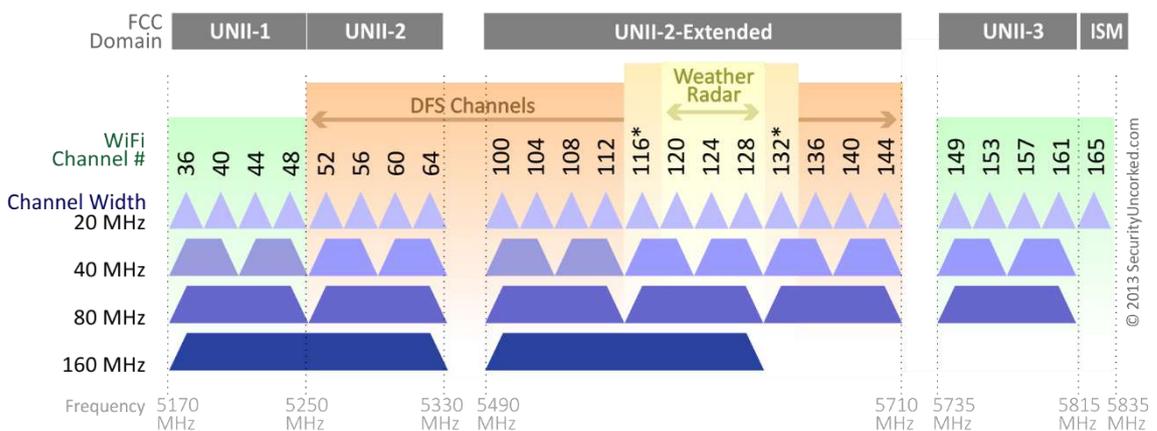


Ilustración 2-2: Asignación de canales para Norteamérica en la banda de 5 GHz.
Fuente: Jabbusch, 2013

Dentro de esta banda existen cuatro grupos de canales, dependiendo de la región, se puede o no se puede usar ciertos canales, entre los cuales se encuentran los canales bajos, o U-NII-1, los canales UNII-2A, los canales DFS o U-NII-2C y los canales UNII-3 o canales altos; estos se encuentran detallados a continuación (Lopez, 2023):

2.4.2.1 Canales U-NII-1 o canales bajos

Los canales del 36 al 48 abarcan un ancho de banda de 20 MHz, 40 MHz o 80 MHz y se sitúan al inicio del espectro en la banda de 5 GHz. Son conocidos como canales "bajos" debido a que son los de frecuencia más baja en la banda de 5 GHz.

2.4.2.2 Canales U-NII-2A

Está compuesto por los canales que van desde el 56 hasta el 64. Estos canales igualmente tienen un ancho de banda de 20 MHz, 40 MHz y hasta 80 MHz. Aunque son utilizables, están sujetos a dos protocolos restrictivos: el DFS (Dynamic Frequency Selection en inglés), que traduce a Selección Dinámica de Frecuencia, y el TPC (Transmit Power Control), que corresponde a Control de Potencia de Transmisión. De acuerdo con el estándar IEEE 802.11, los dispositivos pueden operar como puntos de acceso (AP) y compartir el rango de frecuencia de 5 GHz con radares. No obstante, estas señales radar pueden verse afectadas por interferencias de otros dispositivos que operan en la misma frecuencia.

La función DFS permite a un router o punto de acceso detectar señales de radar y modificar su frecuencia operativa a fin de evitar perturbaciones. Esta operación asegura que los sistemas de radar conserven su capacidad para transmitir y recibir datos precisos. Mediante el TPC, el router ajustará automáticamente tanto el canal como la potencia de emisión para evitar interferencias con las señales de radar de naturaleza militar, entre otras.

Si se junta los grupos U-NII-1 y U-NII-2A se puede usar anchos de canal de 160MHz, concretamente tendremos un único canal de 160MHz de ancho de banda para los routers.

2.4.2.3 Canales U-NII 2C

Son los canales que van del 100 al 140. También tienen una amplitud de banda de 20, 40 y 80 MHz, y están sujetos a las mismas restricciones que los canales previamente mencionados. Están diferenciados de los canales U-NNI.2A debido a que en otras zonas geográficas no es posible

emplear estas frecuencias. Sin embargo, en Europa se pueden utilizar estos canales sin inconvenientes, aunque deben cumplir con las restricciones especificadas. Estos canales son adecuados para su utilización en entornos tanto interiores como exteriores.

En esta banda de frecuencias también se dispone de un canal con 160MHz de ancho de canal, ideal para conseguir el mejor rendimiento teórico.

2.4.2.4 Canales U-NII-3 o canales altos

Son los canales que van del 149 al 165, son canales de 20, 40 y 80 MHz sin ningún tipo de restricción, se les conoce con el nombre de canales altos debido a que utilizan las frecuencias más altas dentro de la banda de 5 GHz.

2.5 Interferencias en WiFi

Los canales de comunicación inalámbrica usados por WiFi en las diferentes bandas son compartidos por una serie de protocolos inalámbricos también populares, como Bluetooth o ZigBee entre otros (Shi & Li, 2017), implementados en multitud de dispositivos disponibles en el mercado. Lo que ligado al rápido aumento del número de dispositivos de Internet de las cosas (IoT), provoca que actualmente sean cada vez más los dispositivos que están conectados a la red y hacen uso de los canales de dichas bandas, provocando en muchos casos redes WiFi con un rendimiento bajo. La principal característica de este tipo de redes es que presentan conectividad intermitente para clientes, retrasos en las conexiones y transferencia de datos, tiene tasas de subida y bajada lentas (Candelario, 2020).

Además, se presenta el reto de mantener una comunicación segura a raíz de la cuestión de la interferencia cruzada. Tales interferencias pueden ser reducidas si se identifica el origen de la interferencia, lo que permitiría mejorar la calidad del servicio en la red afectada.

La fuente de estas interferencias puede ser de distinta índole, y puede ser debido a (Candelario, 2020):

- Al hardware de los propios equipos AP, o de los equipos que conforman la red.
- La disposición de puntos de acceso (AP) en la red.
- Objetos u obstáculos existentes.

- Otros dispositivos inalámbricos que operen en la misma banda como, controladores de puertas de garaje, cámaras de audio y video, etc. Estas interferencias generalmente son de tipo bluetooth.
- Controladores para juegos inalámbricos (Xbox y Wii).
- Teléfonos inalámbricos (smartphones), portátiles que son usados por otros usuarios de la misma red.
- Dispositivos ZigBee, como por ejemplo para la iluminación y los controles HVAC.
- Electrodomésticos, como hornos, microondas o neveras que operan en estas bandas.
- Otras redes WiFi o Bluetooth cercanas.

El nivel de afectación dependerá de la magnitud de la potencia transmitida desde el dispositivo que causa la interferencia hacia el receptor, es decir, de la proximidad del dispositivo causante de la interferencia. Por ende, resulta fundamental conocer la ubicación precisa de dicho dispositivo interferente para determinar la solución más adecuada.

2.6 Efecto de la caída de RSSI en la conexión WiFi

En la Ilustración 2-3 se muestra el estado de la conexión para WiFi, en referencia al RSSI necesaria para establecer un rango de valores. La conexión WiFi posterior a -70 dBm no es confiable y se interrumpe por completo a ≈ -90 dBm.

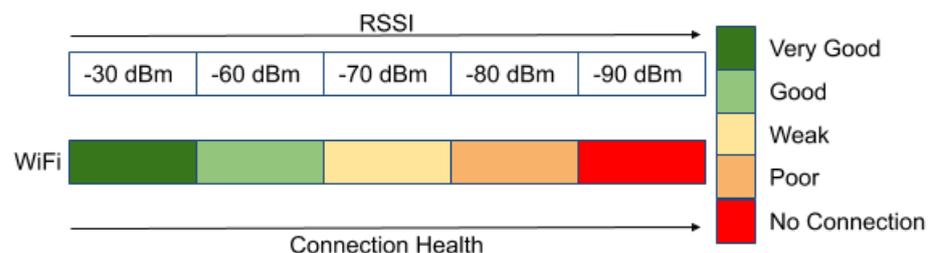


Ilustración 2-3: Efecto de la caída de RSSI en la conexión WiFi

Fuente: Jaisinghani y otros., 2020

2.7 Propiedades de los materiales

El efecto de los materiales de construcción compuestos sobre la atenuación de las ondas de radio se deriva fácilmente de las propiedades eléctricas de las partes constituyentes homogéneas, las propiedades más importantes son la permitividad, conductividad, y porosidad.

2.7.1 Permitividad

La cantidad fundamental de interés es la permitividad eléctrica relativa, ϵ_r^c . “Relativo” significa que se mide en relación con el valor del espacio libre ϵ_0 y es una cantidad adimensional. ϵ_r^c es un número complejo, siendo la parte imaginaria responsable de la absorción de ondas de radio por parte del material:

$$\epsilon_r^c = \epsilon_r' + j\epsilon_r''$$

A nivel atómico y molecular, la permitividad es causada por la polarización de los portadores de carga en el material en respuesta a un campo eléctrico aplicado. Varios mecanismos diferentes ocurren, a diferentes escalas en el material. Por ejemplo, las moléculas polares como el agua tienen un momento dipolar permanente que hace que el dipolo gire ligeramente desde su posición de reposo en un campo eléctrico aplicado. Cuando se elimina el campo eléctrico, la molécula se “relaja” y regresa a su estado normal. En un campo de radiofrecuencia aplicado, las moléculas oscilarán. La oscilación tiene pérdidas, lo que da lugar a pérdidas óhmicas en el material (Rudd et al., 2014).

La Ilustración 2-4 muestra gráficamente cómo diferentes procesos moleculares y atómicos contribuyen a las partes real e imaginaria de la permitividad relativa, en función de la frecuencia. Los mecanismos iónicos y dipolares son las principales causas de la permitividad a frecuencias muy por debajo de la región de ondas milimétricas para la mayoría de los materiales de construcción comunes. La contribución de los mecanismos atómicos y electrónicos es relativamente débil en las radiofrecuencias.

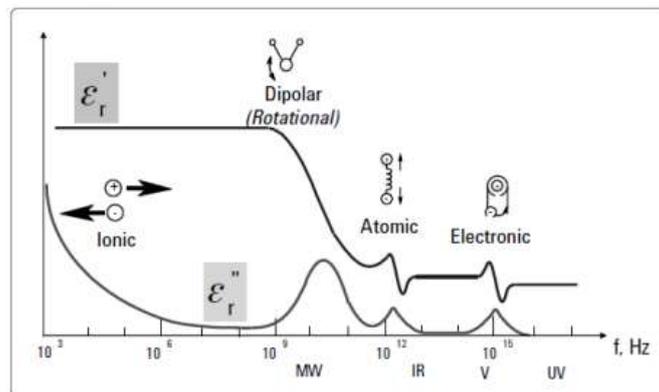


Ilustración 2-4: Respuesta de frecuencia de materiales dieléctricos.
Fuente: Rudd y otros, 2014

Cada mecanismo tiene una frecuencia natural de oscilación y, como un péndulo forzado, su respuesta depende de esta frecuencia natural relativa al campo de RF aplicado. La Ilustración 2-4 ilustra que la parte real de la permitividad debida a la oscilación dipolar es bastante constante hasta una frecuencia de “corte” por encima de la cual los dipolos dejan de oscilar y el mecanismo deja de contribuir a la permitividad del material. Para el agua, esta frecuencia es de 22 GHz y para

los materiales de construcción más comunes es de al menos 10 GHz. La Ilustración 2-4 también muestra que la parte imaginaria de la permitividad tiene un pico en la frecuencia de corte, que corresponde a un pico en la tasa de atenuación del material. Por debajo de la frecuencia de corte, la parte imaginaria de la permitividad puede ser menos constante con la frecuencia que la parte real, pero generalmente varía con bastante lentitud con la frecuencia. A las frecuencias más bajas, los efectos de la conductividad iónica en los materiales húmedos son responsables de un aumento de ϵ_r' y, por lo tanto, de la atenuación, siguiendo una curva de 1/frecuencia (Rudd et al., 2014).

2.7.2 Conductividad

La conductividad, σ , está simplemente relacionada con la parte imaginaria de ϵ_r^c . La definición de la permitividad compleja en términos de σ es:

$$\epsilon_r^c = \epsilon_r' + \frac{\sigma}{\epsilon_0 \omega}$$

σ no es adimensional, pero se da en unidades de Siemens por metro (S/m). La comparación de esta expresión para ϵ_r^c con la anterior da una conversión simple de ϵ_r'' a σ :

$$\sigma = 0.05563 \epsilon_r'' f_{GHz} \text{ (S/m)}$$

En comparación con ϵ_r'' , la dependencia de frecuencia de σ contiene un término lineal adicional, de modo que, para la mayoría de los materiales de construcción en las frecuencias de interés, σ aumenta aproximadamente de forma lineal con la frecuencia (Rudd et al., 2014). En la Tabla 2-3 muestra la permitividad y conductividad de los materiales de construcción más comunes.

Tabla 2-3: Permitividad y conductividad de los materiales de construcción comunes.

Tipo de material	Parte real de la permitividad relativa		Conductividad S/m		Gama de frecuencias
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	GHz
Vacio (\approx aire)	1	0	0	0	0,001-100
Hormigón	5,31	0	0,0326	0,8095	1-100
Ladrillo	3,75	0	0,038	0	1-10
Placa de yeso	2,94	0	0,0116	0,7076	1-100
Madera	1,99	0	0,0047	1,0718	0,001-100
Vidrio	6,27	0	0,0043	1,1925	0,1-100
Revestimiento de techos	1,50	0	0,0005	1,1634	1-100
Aglomerado	2,58	0	0,0217	0,7800	1-100
Revestimiento de suelos	3,66	0	0,0044	1,3515	50-100
Metal	1	0	10^7	0	1-100
Suelo muy seco	3	0	0,00015	2,52	1-10 sólo
Suelo medianamente seco	15	-0,1	0,035	1,63	1-10 sólo
Suelo húmedo	30	-0,4	0,15	1,30	1-10 sólo

Fuente: Rudd y otros, 2014

Realizado por: Quillay L., 2023

Todos los metales normales utilizados en los edificios tienen conductividades extremadamente altas (entre 106 y 108 S/m) y, por lo tanto, atenúan mucho las ondas de radio. A todos los efectos prácticos, las estructuras metálicas grandes, como las vigas de acero y los radiadores, pueden considerarse reflectores perfectos y atenuadores perfectos en las frecuencias de interés. Sin embargo, los materiales de construcción modernos incorporan películas metálicas delgadas, por ejemplo, placas aislantes con respaldo de aluminio y vidrio metalizado de baja emisividad, y aún pueden permitir el paso de una cantidad significativa de RF (Rudd et al., 2014).

La conductividad de algunos metales comunes se da en la Tabla 2-4. El valor del acero depende de la composición.

Tabla 2-4: Conductividad de metales comunes

Metal	Conductivity $\times 10^{-6}$ S/m
Copper	60
Aluminium	35
Iron	10
Tin	9.2
Lead	4.6
Steel	1-7

Fuente: Rudd y otros, 2014

Realizado por: Quillay L., 2023

2.7.3 Porosidad

La porosidad o fracción de huecos es una medida del porcentaje de espacios vacíos en un material sólido, y esta es la cantidad de volumen con espacios huecos sobre el volumen total, entre 0-1, o como un porcentaje entre 0-100 %. El término se utiliza para tener un nivel de referencia de que tan hueco es un material.

La porosidad se expresa como:

$$\phi = \frac{V_i}{V_T}$$

con V_i es el volumen del espacio poroso y V_T es el volumen total,

$$V_T = V_i + V_r$$

donde V_r es el volumen de las partículas sólidas

$$V_r = \frac{M}{\rho_r}$$

Siendo M la masa del agregado seco y ρ_r la densidad de esta.

2.8 Fenómenos de propagación

2.8.1 Reflexión

La reflexión de ondas se produce cuando estas inciden en la superficie de los medios con propiedades distintas, lo que provoca un cambio en la dirección de propagación de algunas de las ondas. La reflexión está influenciada por las propiedades de los medios involucrados y por el ángulo en el que las ondas inciden sobre la superficie (García, 2012). En la Ilustración 2-5 se puede observar el fenómeno de reflexión.

2.8.2 Refracción

La refracción de una onda consiste en el cambio de dirección que experimenta cuando pasa de un medio a otro distinto. Este cambio de dirección es debido al cambio de velocidad de propagación que la onda experimenta en cada uno de los medios (García, 2012). En la Ilustración 2-5 se observa los fenómenos de reflexión y refracción.

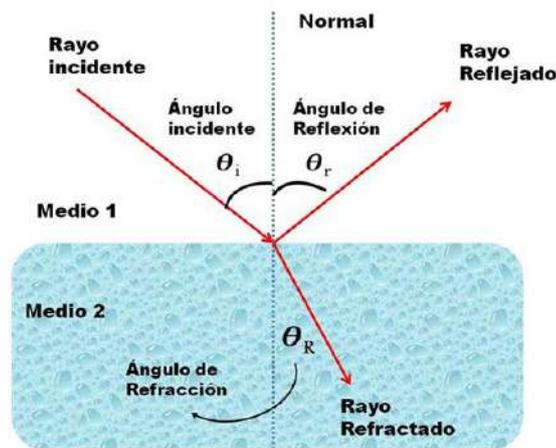


Ilustración 2-5: Fenómenos de reflexión y refracción.
Fuente: García, 2012

2.8.3 Difracción

La difracción se produce cuando las ondas se topan con un objeto o abertura cuyo tamaño es cercano o inferior a su longitud de onda. En esta situación, las ondas se curvan o se flexionan en el borde del objeto y continúan su propagación, aunque de manera deformada. La magnitud de este efecto es más notable en situaciones donde el tamaño del objeto es más pequeño (Neipp et al., 2013).

2.8.4 Absorción

Las ondas pueden ser absorbidas por la materia con la que se chocan, dependiendo de cuál sea el material y las propiedades que tenga. Cuando se produce este fenómeno, la materia absorbe parte de la energía de la onda y, al hacerlo, reduce su amplitud (Chavero, 2016).

2.9 Pérdidas de propagación

En ambientes indoor, en el trayecto que experimenta una onda electromagnética está expuesta a diferentes fenómenos los cuales causan pérdidas de propagación, debido a la presencia de obstáculos propios de ambientes indoor como paredes, muebles, objetos de decoración, puertas y ventanas, etc. Por lo cual se analiza los diferentes tipos de pérdidas propios de ambientes indoor.

2.9.1 Pérdidas en el espacio libre

Las pérdidas en el espacio libre se refieren a la disminución gradual de la potencia de una señal inalámbrica cuando se propaga a través del espacio sin ningún obstáculo ni interferencia. Cuando

se trata de un enlace punto a punto, se calcula la atenuación en el espacio libre entre antenas, denominada también pérdida básicas de transmisión en el espacio libre dando por la siguiente expresión:

$$L_{bf}(dB) = 32,45 + 20 \log(f(MHz)) + 20 \log(d(Km))$$

donde:

f : frecuencia (MHz)

d : distancia (km).

2.9.2 Pérdidas por Inserción

En el proceso de transmitir señales de radiofrecuencia, se experimentan pérdidas de inserción, derivadas de la atenuación que sufre la señal al atravesar materiales o componentes pasivos. Esta relación evalúa la potencia de salida respecto a la potencia de entrada, lo que permite calcular la cantidad de potencia reducida durante el recorrido de la señal. Las pérdidas se miden en decibelios (dB) y, por lo tanto, se busca mantener un valor bajo en estas pérdidas (Toscano, 2018).

2.9.3 Pérdidas por Refracción

Este fenómeno se produce cuando una onda atraviesa dos medios de diferentes propiedades, su dirección cambia. Esto se debe a que el ángulo en el que la onda se refracta se forma entre la línea perpendicular (normal) y la onda refractada, mientras que el ángulo en el que la onda incide se forma entre la línea perpendicular y la onda incidente. Este cambio de ángulo resulta en un cambio en la dirección y la velocidad de la onda lo cual genera que la potencia disminuya en aquella dirección. Es importante considerar que, en redes de comunicación a larga distancia, este fenómeno tiene una mayor relevancia. (Álvarez, 2013).

2.9.4 Pérdidas por Absorción

Las pérdidas de absorción se producen cuando la onda al atravesar un material se atenúa, es decir el nivel de potencia se reduce de forma exponencial en función de las propiedades del material y la frecuencia de operación. El agua y sustancias con propiedades químicas similares al metal se consideran excelentes en la absorción, lo que implica que no se atraviesan y la energía captada se convierte en calor. La madera presenta una capacidad de absorción que varía según sus componentes internos y su nivel de humedad, mientras que los materiales plásticos tienden a absorber menos energía. Además, en términos de absorción, también se contempla a los seres

humanos, ya que su composición incluye tres cuartas partes de agua. En la Tabla 2-5, se observa el nivel de absorción que tienen distintos materiales (Álvarez, 2013).

Tabla 2-5: Nivel de absorción causado por materiales comunes de construcción.

MATERIAL	EJEMPLO	INTERFERENCIA
Madera	Tabiques	Baja
Vidrio	Ventanas	Baja
Amianto	Techos	Baja
Yeso	Paredes Interiores	Baja
Ladrillo	Paredes Interiores y Exteriores	Media
Hojas	Arboles y Plantas	Media
Agua	Lluvia	Alta
Cerámica	Tejas	Alta
Papel	Rollos de papel	Alta
Vidrio con alto contenido de plomo	Ventanas	Alta
Metal	Vigas y Armarios	Muy Alta

Fuente: Álvarez, 2013

Realizado por: Quillay L., 2023

2.10 Técnicas de caracterización de materiales

Los experimentos tecnológicos que se utilizan en la industria son muy variados y abarcan procedimientos microscópicos y macroscópicos, así como ensayos destructivos e inocuos. Estas son algunas de las técnicas de análisis de materiales más comunes en la actualidad (Infinitia, 2020):

2.10.1 Espectroscopía

Se basa en la relación entre la radiación electromagnética y la materia para determinar la composición química y la estructura de una muestra. Este proceso involucra la medición de cómo se absorbe, emite o dispersa energía en ciertos intervalos del espectro electromagnético. Diversas variantes de esta técnica abarcan la espectrometría infrarroja, ultravioleta, láser, de absorción atómica, de rayos X y de resonancia magnética nuclear.

2.10.2 Fractografía

Esta metodología se fundamenta en la exploración de cómo ocurren las fracturas en los materiales. Consiste en un análisis minucioso de las superficies de ruptura, evaluando las tensiones en las

grietas y otros defectos presentes. Este proceso contribuye a entender las razones y el tipo de mecanismos que originan los daños.

2.10.3 Microscopía

Los estudios a nivel microscópico permiten obtener registros gráficos detalladas de las estructuras diminutas de los materiales empleando microscopios altamente avanzados. Entre las técnicas comunes se incluyen la microscopía óptica, la microscopía electrónica, la microscopía de efecto túnel y la microscopía de fuerzas atómicas. Si deseas profundizar en esta técnica, te invitamos a consultar nuestro artículo sobre las técnicas microscópicas para caracterizar materiales.

2.10.4 Ensayos mecánicos

Este método de análisis de materiales abarca ensayos de resistencia, dureza, fatiga, torsión, tracción, compresión y flexión. Estas pruebas implican la aplicación de diversas fuerzas mecánicas para evaluar las características de durabilidad y resistencia de las sustancias.

2.10.5 Análisis térmicos

Dentro de esta sección se comprenden los métodos que cuantifican cómo los materiales reaccionan a las variaciones de temperatura, incluyendo las diferencias térmicas entre sus componentes. Algunas de las técnicas utilizadas son el análisis térmico diferencial, la calorimetría diferencial de barrido, el análisis termogravimétrico, el análisis termomecánico y la termografía infrarroja.

2.10.6 Técnica experimental o empírica

Se denominan "técnicas experimentales o empíricas" a las maneras específicas de recolección de muestras y datos (incluyendo presentación de estímulos y registro de respuestas), es decir, los diversos procedimientos y tareas experimentales que permiten obtener los datos que serán analizados e interpretados en base a la observación de los hechos que siguen determinado patrón.

2.11 Características de materiales

2.11.1 Hormigón armado

En la sierra ecuatoriana, la gran mayoría de construcciones se rigen a las normas NTE INEN 1855-1 y NTE INEN 1855-2 (NTE INEN 1855-1, 2015)(NTE INEN 1855-2, 2015) donde se asume un espesor de dimensión estándar para una losa alivianada de 20 centímetros, aunque también existen las equivalencias entre losa maciza y losa alivianada como se muestra en la Tabla 2-6.

Tabla 2-6: Altura equivalente de losa maciza y alivianada.

Losa Maciza h(cm)	Losa Alivianada h (cm)
18.88	15
14.50	20
18.06	25
21.54	30
24.96	35

Fuente: INEN, 2015

Realizado por: Quillay L., 2023

2.11.2 Pared de ladrillo

En la sierra ecuatoriana, generalmente se utiliza ladrillos de fabricación artesanal, el cual de acuerdo con la fábrica de ladrillos de artesanos del cantón Chambo, misma que han sido normalizadas y estandarizadas para que cumplan con los requisitos establecidos en la norma INEN (Gavilanes Castillo & Santellán Naulasaca, 2016); el cual establece que los ladrillos tienen una media de ancho de 105 mm, largo 275 mm y alto 90 mm. Además, a la pared de ladrillo se le debe agregar 20 mm de espesor de que corresponde al recubrimiento de mortero de cemento a cada lado, de tal manera que una pared estándar en la sierra ecuatoriana tendría una media 145 mm de espesor (ElOficial, 2019).

2.11.3 Gypsum

El Gypsum es uno de los compuestos más ubicuos que se encuentran tanto en la naturaleza como en casas y edificios. El Gypsum, también conocido como yeso, es un mineral compuesto principalmente por sulfato de calcio dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) (Kami & Kami, 1995). Es una sustancia blanca y suave que se encuentra en forma de rocas o depósitos sedimentarios en todo el mundo. El Gypsum tiene numerosos usos en diferentes industrias. En la construcción, se utiliza principalmente en forma de polvo o en paneles de yeso. El polvo de Gypsum se mezcla con agua para formar una pasta que se puede verter en moldes o aplicar directamente sobre superficies para crear formas decorativas, revestimientos o molduras. Los paneles de yeso, también conocidos

como paneles de cartón yeso o drywall, se utilizan en la construcción de paredes y techos interiores. Las propiedades del Gypsum se muestran en la Tabla 2-7.

Tabla 2-7: Propiedades generales del Gypsum

PROPIEDADES DEL GYPSUM	
Permitividad relativa	2.94
Conductividad eléctrica	0.0116 – 0.7076 S/m
Conductividad térmica	0.25 – 0.50 W/(m°C)
Densidad	2.31-2.33 g/cm ³
Dureza	2 Mohs
Composición mineral	Yeso y anhidrita
Brillo	Opaco
Compuesto mineral	Sulfato de calcio dihidratado (CaSO ₄ ·2H ₂ O)
Exfoliación	Buena

Realizado por: Quillay L., 2023

2.11.4 Mármol

El mármol es una roca metamórfica compuesta principalmente de calcita o dolomita. Se forma a partir de la transformación de rocas sedimentarias, como la caliza, bajo altas temperaturas y presiones en la corteza terrestre. El mármol se caracteriza por su textura cristalina y su apariencia suave y brillante, lo cual lo hace muy apreciado en la construcción y en la escultura (Subsecretaría de Minería, 2017).

Este material es ampliamente utilizado en la arquitectura y la decoración debido a su belleza estética y su capacidad para ser pulido y tallado. Se utiliza para revestir pisos, paredes y fachadas, así como en la creación de esculturas, monumentos y elementos decorativos. El mármol puede presentar una amplia variedad de colores y vetas, lo que le confiere una apariencia única en cada pieza. Las propiedades generales del mármol se muestran en la Tabla 2-8.

Tabla 2-8: Propiedades generales del mármol.

PROPIEDADES DEL MÁRMOL	
Permitividad relativa	8.0
Conductividad eléctrica	10 ⁻¹⁰ - 10 ⁻¹² S/m
Conductividad térmica	2.09 W/(K.M) a 23°C
Densidad	2.6 - 2.8 g/cm ³

Dureza	3 – 4 Mohs
Composición mineral	Calcita (CaCO ₃), Dolomita (CaMg(CO ₃) ₂) e impurezas
Brillo	Alto
Exfoliación	Buena

Realizado por: Quillay L., 2023

2.11.5 Cielo raso de PVC

El cielo raso de PVC se refiere a un tipo de revestimiento utilizado en interiores para cubrir el techo y crear una superficie estéticamente agradable. El término "cielo raso" se utiliza comúnmente en América Latina para referirse al techo interior. El PVC, o policloruro de vinilo, es un material plástico duradero y versátil que se utiliza en una amplia gama de aplicaciones. Los paneles de cielo raso de PVC están fabricados con láminas de PVC rígido que se instalan en forma de paneles o baldosas en el techo.

El cielo raso de PVC es una opción popular para espacios comerciales, residenciales e institucionales, debido a que ofrecen varias ventajas. Algunas de ellas son la fácil instalación, resistencia al agua y la humedad, mantenimiento sencillo, variedad de diseños y alta durabilidad. Las propiedades generales del cielo raso de PVC en si del material con el que está construido (PVC) se muestran en la Tabla 2-9.

Tabla 2-9: Propiedades generales del PVC

PROPIEDADES DEL PVC	
Permitividad relativa	3.2 - 3.6
Conductividad eléctrica	10 ⁻¹³ - 10 ⁻¹⁶ S/m
Conductividad térmica	0.17 W/(K.M) a 23°C
Densidad	1.42 g/cm ³
Dureza	82 Shore D
Composición mineral	Policloruro de vinilo (C ₂ H ₃ Cl) y aditivos
Brillo	Bajo
Campo de temperatura	0 hasta +60°C

Realizado por: Quillay L., 2023

2.11.6 MDF

La madera MDF (Medium-Density Fiberboard) es un tipo de tablero de fibra de densidad media. Se fabrica mediante la combinación de fibras de madera, generalmente de madera de desecho, con resinas y adhesivos. Estas fibras se someten a altas temperaturas y presión para formar paneles de densidad media. El proceso de fabricación del MDF implica la descomposición de la madera en fibras individuales y luego la unión de estas fibras utilizando resinas y adhesivos. Posteriormente, se aplica calor y presión para formar los paneles MDF. A menudo, se agrega un agente de unión como la urea-formaldehído o la melamina-formaldehído para mejorar la resistencia y la durabilidad del material.

El MDF ofrece ventajas como su bajo costo en comparación con la madera sólida, su estabilidad dimensional y su capacidad para aceptar una variedad de acabados y recubrimientos. Entre las propiedades físicas y químicas que más resaltan están las que se muestran en la Tabla 2-10:

Tabla 2-10: Propiedades generales de la madera MDF

PROPIEDADES DE LA MADERA MDF								
MDF			Espesor /mm					
Propiedades	Unidad	Tolerancia	9	12	15	18	25	10
Densidad	[Kg/m ³]	± 25	620	620	620	620	620	620
Flexión	[N/mm ³]	± 5	29	28	28	28	11	21
Tracción	[N/mm ³]	± 0.15	0,8	0,8	0,7	0,1	0.1	0.7
Hinchamiento	[%]		max. 17	max. 15	max. 12	max. 10	max. 10	max. 8
CARACTERISTICAS GENERALES								
Permitividad relativa				1.5 - 3.5				
Conductividad eléctrica				10 ⁻¹⁵ - 10 ⁻¹⁷ S/m				
Conductividad térmica				0.04 – 0.4 W/(K.M) a 23°C				
Composición mineral				Celulosa, hemicelulosa y lignina				
Brillo				Bajo				

Fuente: Carpintmart, 2023

Realizado por: Quillay L., 2023

2.11.7 Porcelanato.

El porcelanato es un tipo de revestimiento cerámico utilizado comúnmente en pisos y paredes. Se caracteriza por su alta resistencia y durabilidad, así como por su apariencia estética. El porcelanato está hecho principalmente de arcilla, arena y otros minerales, que se comprimen y cocinan a altas temperaturas.

Una de las principales características del porcelanato es su baja porosidad, lo que significa que tiene una capacidad mínima de absorción de agua. Esto lo hace ideal para su uso en áreas donde hay una alta exposición a la humedad, como baños, cocinas y áreas exteriores. En cuanto al cuidado, el porcelanato es relativamente fácil de limpiar y mantener. Es resistente a las manchas, los rasguños y la decoloración, lo que lo convierte en una opción popular para áreas de alto tráfico. Las propiedades físicas y químicas más relevantes del porcelanato se encuentran en la Tabla 2-11.

Tabla 2-11: Propiedades generales del porcelanato.

PROPIEDADES DEL PORCELANATO	
Permitividad relativa	5– 6
Conductividad eléctrica	$10^{-11} - 10^{-13}$ S/m
Conductividad térmica	0.81 W/(K.M) a 23°C
Densidad	560 - 800 Kg/m ³
Dureza	3 – 5 Mohs
Composición mineral	Arcillas, feldespatos, arenas feldespáticas y, a veces, caolines, filitas y aditivos colorantes
Brillo	Alto
Porosidad	0.5 %
Exfoliación	Buena

Realizado por: Quillay L., 2023

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Introducción

En este capítulo se detalla la metodología que se utilizó para realizar la caracterización de materiales para acabados de construcción en la sierra ecuatoriana para la evaluación del desempeño de la tecnología WiFi en ambientes indoor. Se detallaron las especificaciones generales y propiedades físicas y químicas de los materiales a utilizarse, como también el ambiente más óptimo en el cual se equipará el escenario, seguido de las características técnicas de los equipos que se utilizó para la realización de las pruebas y mediciones correspondientes.

3.2 Metodología de medición

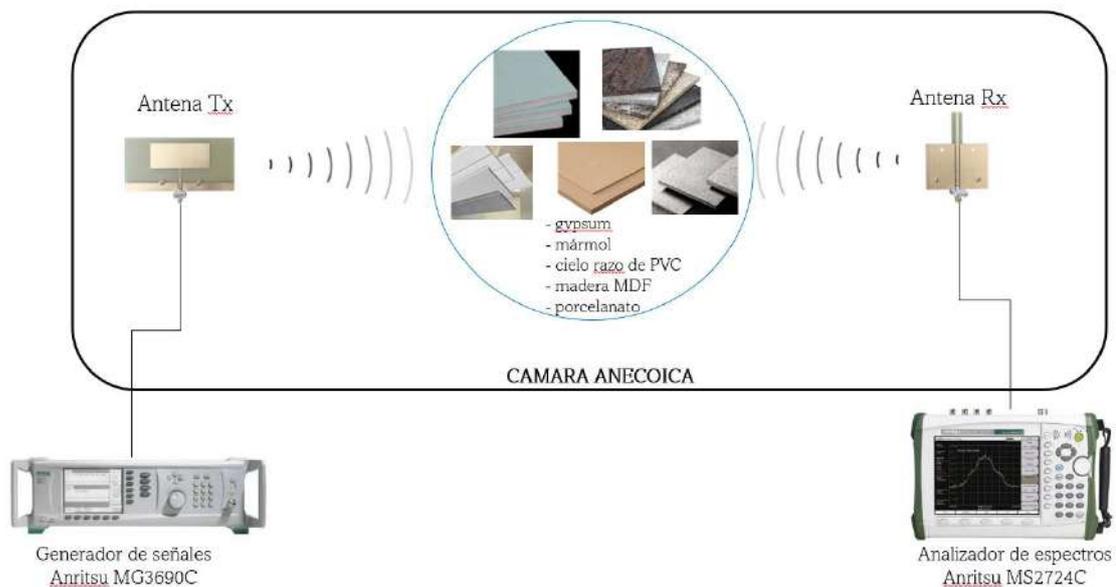


Ilustración 3-1: Esquema del escenario para ambiente de laboratorio.

Realizado por: Quillay L., 2023

Para realizar las mediciones de potencias de recepción, se procedió a realizar el escenario, para el cual se utilizará una antena monopolo, una antena parche rectangular y dos antenas de parche con forma de esvástica, una cámara anecoica, el analizador de espectros Anritsu MS2427C y generador de señales Anritsu MG3690C, estos elementos y equipos se encuentran en el laboratorio de microondas y de comunicaciones dentro de la Facultad de Informática y Electrónica (FIE) de la ESPOCH. Las antenas estarán ubicadas dentro de la cámara anecoica tanto en el transmisor como en el receptor mediante un cable coaxial de 50 Ohm, el generador de señales Anritsu MG3690C estará conectado a la antena transmisora mientras que el analizador de

espectros Anritsu MS2427C a la antena receptora, este nos permitirá obtener el nivel de potencia en dBm con el que llega la señal al receptor y así poder medir la reducción del nivel de potencia, debido a la atenuación que experimenta la señal en los materiales a evaluar con respecto a la misma señal medida en el espacio libre.

Para caracterizar las pérdidas de penetración en materiales para acabados de construcción de la tecnología WiFi primero se procedió a identificar las frecuencias de operación de WiFi, que para WiFi en la banda de 2.4 GHz se tiene un rango de operación de 2.4 a 2.4835 GHz según el estándar de Estados Unidos que es el mismo que se adopta en Ecuador; por otra parte en la banda de 5 GHz se tiene un rango de operación de 5.170 a 5.815 GHz según 802.11ac en la asignación de canales para Norte América.

Se procedió a establecer el escenario dentro de la cámara anecoica, para realizar las mediciones en la banda de 2.4 GHz se utiliza una antena monopolo y una antena parche rectangular, mientras que en la banda de 5 GHz se utiliza dos antenas de parche con forma de esvástica, casi todas las antenas poseen un diagrama de radiación casi omnidireccional y tienen poca ganancia, como se especifica en las Tabla 3-3 y Tabla 3-4. Además, se estableció una distancia de 60 cm para la toma de todas las medidas y el elemento que sirve como obstáculo se ubicará en el centro.

En las Ilustración 3-2 se puede observar el escenario para medir la potencia de recepción en el espacio libre y en la Ilustración 3-3 se observa el escenario para medir la potencia de recepción cuando existe el material actuando como obstáculo.

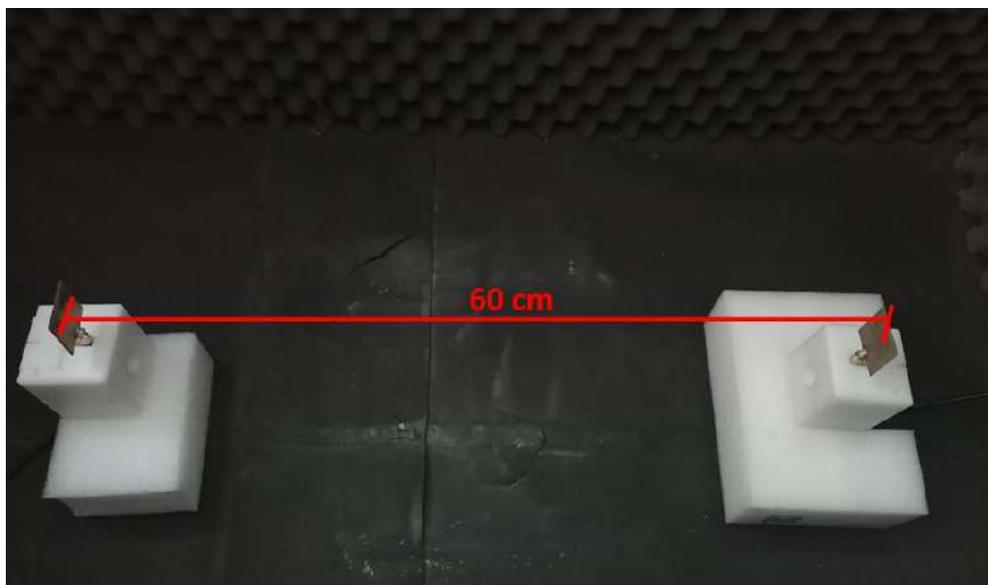


Ilustración 3-2: Escenario para medir la señal en el espacio libre.
Realizado por: Quillay L., 2023

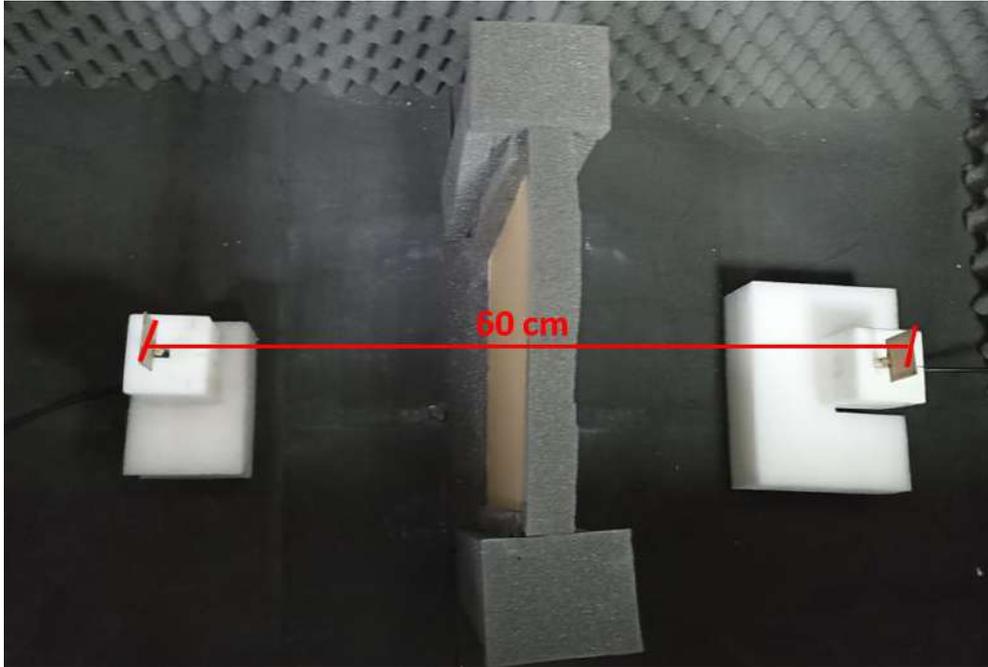


Ilustración 3-3: Escenario para medir la señal cuando existe un obstáculo.
Realizado por: Quillay L., 2023

Para los escenarios posteriores, se añadieron dos tipos de materiales como es el hormigón y la pared de ladrillo, los mismo que se medirán solos y agregados o adheridos los materiales a analizar. Para el caso del cielo raso PVC, madera MDF y Gypsum se agregará a 5 cm del hormigón o la pared de ladrillo como se observa en la Ilustración 3-4; y para el caso del porcelanato y mármol se adherida con un adhesivo basado en resina de poliéster como se observa en la Ilustración 3-5.

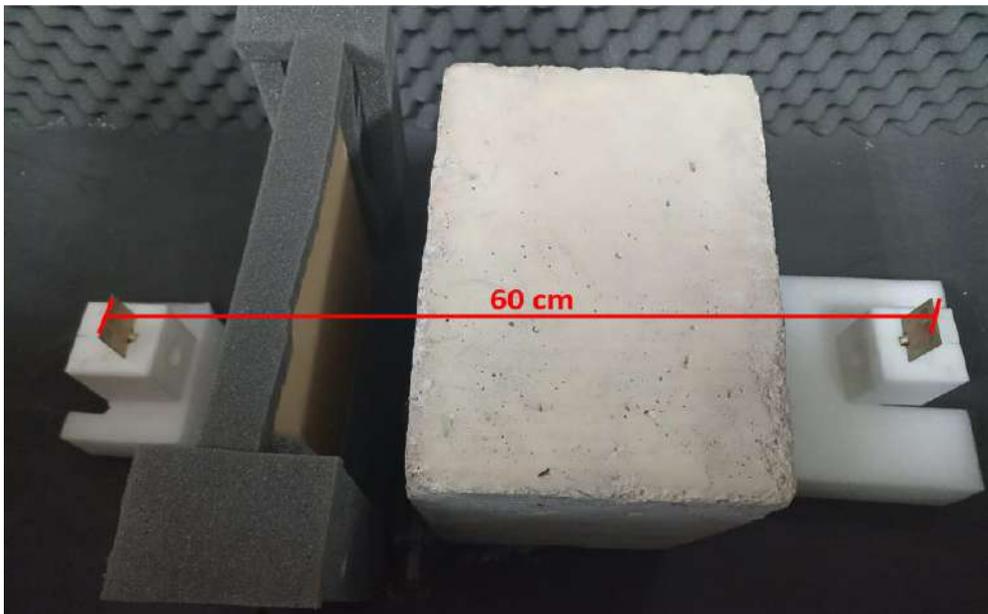


Ilustración 3-4: Escenario para medir la señal cuando existe dos obstáculos separados.
Realizado por: Quillay L., 2023

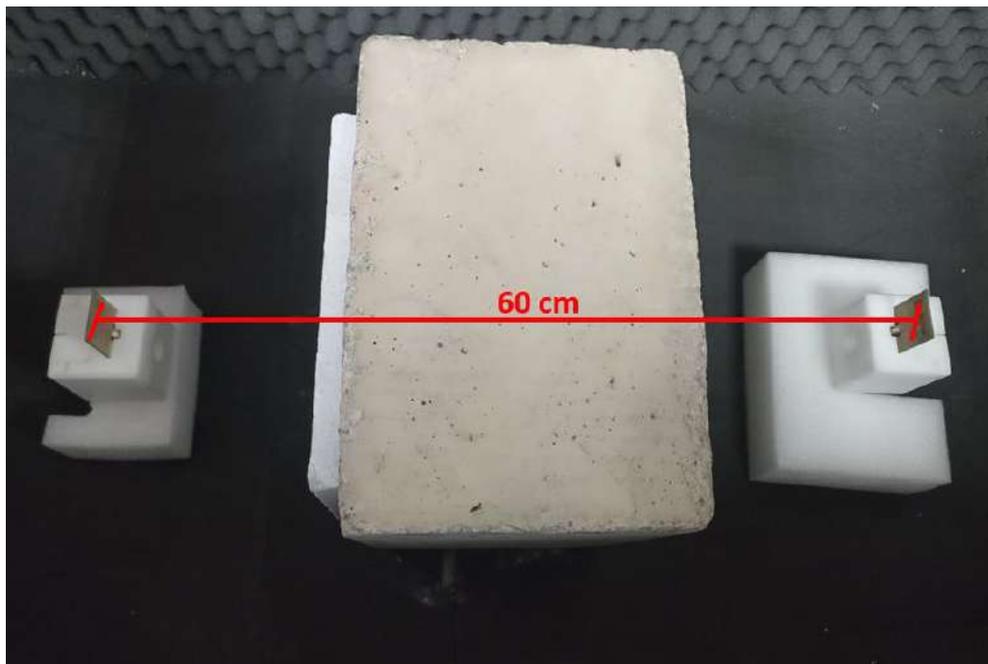


Ilustración 3-5: Escenario para medir la señal cuando existe dos obstáculos adheridos.
Realizado por: Quillay L., 2023

Las mediciones se realizaron tanto en la banda de 2.4 como de 5 GHz, las cuales se llevaron a cabo cambios de frecuencia de 5 MHz para recopilar datos. En cada cambio de frecuencia, se medirá la potencia de la señal recibida por el receptor. Se realizarán mediciones sin obstáculos y luego con obstáculos específicos para evaluar las pérdidas causadas por los 5 tipos de materiales que se quieren evaluar. Los obstáculos se colocarán directamente entre las dos antenas, lo que permitirá analizar las pérdidas de penetración de la señal y caracterizarlas.

Una vez que se estableció el escenario, se llevaron a cabo mediciones de potencia recibida utilizando cada uno de los materiales, así como mediciones de potencia sin obstáculos que se utilizaron como referencia tal como se observa en la Ilustración 3-6. Estas mediciones se realizaron tres y hasta cuatro veces para cada material o materiales conjuntos y se determinó el promedio de estos valores.

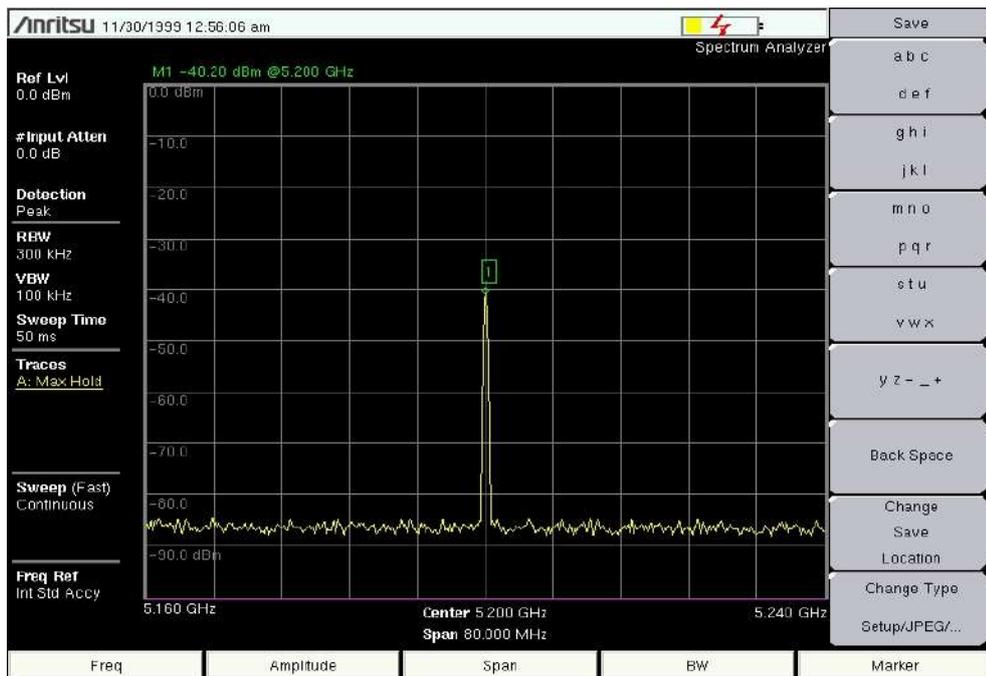


Ilustración 3-6: Medición de potencia recibida en analizador de espectros Anritsu MS2427C.
Realizado por: Quillay L., 2023

Una vez obtenido los datos, se inició el análisis para caracterizar las pérdidas de penetración. Para calcular las pérdidas causadas por cada material o conjunto de materiales, se restó la potencia de referencia de la potencia medida con cada obstáculo u obstáculos. Algunos de estos resultados arrojaron valores negativos, los cuales pueden atribuirse a factores mecánicos o técnicos durante las mediciones. Para lo cual, es muy importante estar en las mismas condiciones atmosféricas, físicas y de calibración lo cual es casi imposible ya que las condiciones atmosféricas y físicas son cambiantes en cuestión de minutos o de movimientos así sean leves, para lo cual se tomó las diferencias en las mismas condiciones antes mencionadas de cada medición con respecto a la referencia que es la medición en el espacio libre. Los valores obtenidos para cada frecuencia se encuentran detallados en el Anexo A.

Posteriormente, se tomó estos valores y se realizaron las gráficas de Frecuencia vs. Pérdidas de Inserción con respecto a la referencia y con respecto a los mismos materiales, para conocer como varían las pérdidas producidas por los diferentes materiales.

Por otra parte, se planteó un escenario similar, pero ahora haciendo uso de un Router Tp-link de doble banda AC750 y un dispositivo móvil tal como se observa en la Ilustración 3-7, mismo que haciendo uso de aplicaciones móviles como Magic IPerf y Ping monitor, se obtuvo la medición de otros parámetros de la tecnología WiFi como velocidad de transmisión, latencia y pérdidas de paquetes. Para la banda de 2.4 GHz se seleccionan los canales que tengan mayor y menor pérdidas

de propagación en el espacio libre, los cuales son el CH5 y CH11 respectivamente. Para la banda de 5 GHz se selecciona de la misma manera, en este caso para la UNII-1 se selecciona el CH40 y CH44 respectivamente, y para la banda UNII-3 se selecciona el CH153 y CH161 respectivamente. No se selecciona en la UNII-2 y UNII-2-Extended porque no dispone de esos canales en los dispositivos comerciales con los cuales se realizan las pruebas.

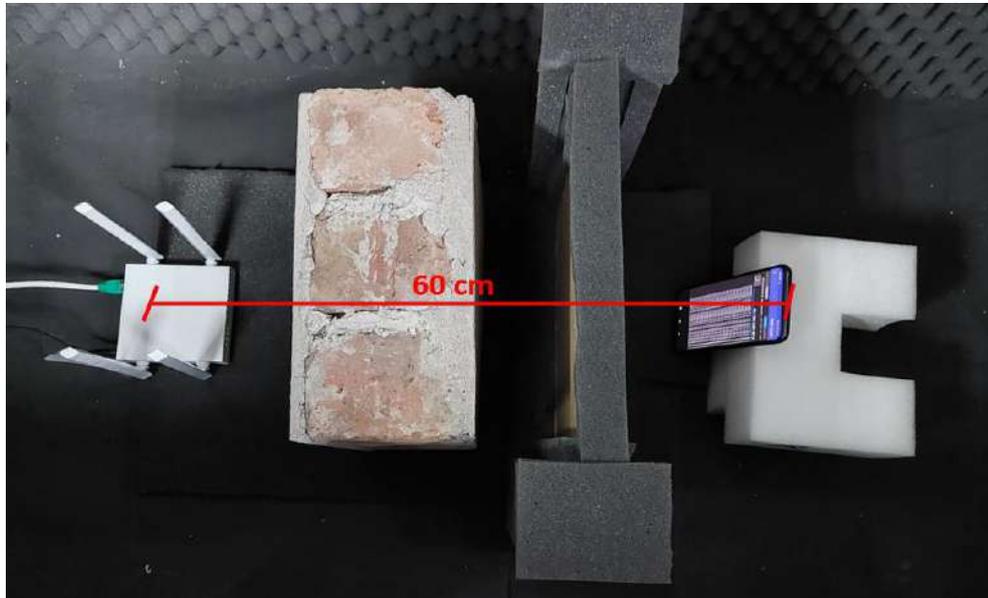


Ilustración 3-7: Escenario para medir parámetros de transmisión con dispositivo móvil.
Realizado por: Quillay L., 2023

En la Ilustración 3-8 se observa la medición de la velocidad de transmisión haciendo uso de la aplicación móvil Magic IPerf, donde se envía 50 paquetes de datos y se obtiene el promedio de la velocidad de transmisión de los paquetes enviados y recibidos. Mientras en la Ilustración 3-9 se observa la medición de la latencia y pérdida de paquetes haciendo uso de la aplicación móvil Ping Monitor, se toman muestras durante 90 segundos, donde se obtuvo el valor promedio, mayor y menor de retardo temporal medido en milisegundos, pero también muestra el porcentaje de pérdidas de paquetes durante ese tiempo.

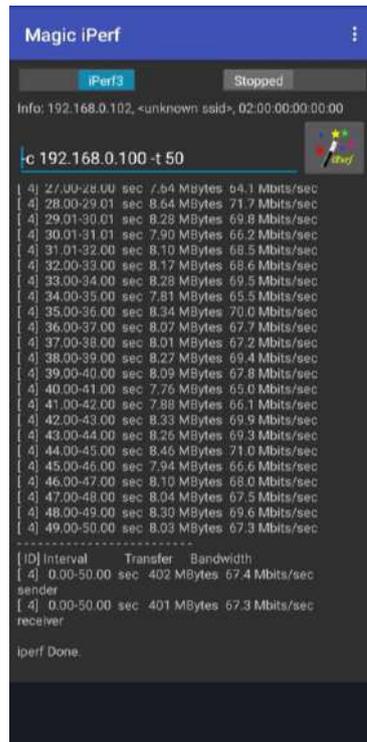


Ilustración 3-8: Aplicación móvil para medir la velocidad de transmisión.
Realizado por: Quillay L., 2023

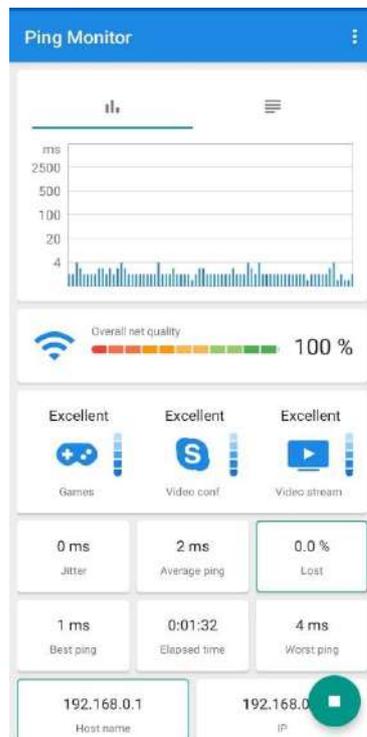


Ilustración 3-9: Aplicación móvil para medir latencia y pérdida de paquetes.
Realizado por: Quillay L., 2023

Para evaluar el desempeño de cobertura, se realizaron mediciones utilizando el Router Tp-link de doble banda AC750 como transmisor y como receptor se usó el analizador de espectros con una

antena parche rectangular para la banda de 2.4 GHz y la antena de parche con forma de esvástica para la banda de 5 GHz. El escenario que se planteó es un espacio abierto apartado de zonas pobladas donde se tomó datos de RSSI cuando la distancia varía de 1 a 200 metros.

Finalmente, se procesó los datos de cobertura, pérdidas de datos, velocidad de transmisión y latencia, para en el caso de la cobertura se obtiene una gráfica de RSSI VS. Distancia medido en metros, y para los demás parámetros, se realizó tablas compartidas para obtener la información de que parámetro afecta más.

3.3 Estudio de Equipos y Elementos del Sistema

Para caracterizar los materiales para acabados de construcción mediante sus pérdidas de inserción de la señal, así como para evaluar el desempeño de la tecnología WiFi en ambientes indoor se emplearon distintos equipos, elementos y materiales que son imprescindibles para el óptimo desempeño del sistema, los cuales serán detallados a continuación, incluyendo sus atributos y necesidades específicas.

3.3.1 *Analizador de Espectros Anritsu MS2427C*

La Ilustración 3-10 muestra un dispositivo electrónico que permite la medición del espectro de frecuencias. En su pantalla, se pueden observar diferentes intervalos de frecuencias, donde el eje vertical indica la potencia en dBm y el eje horizontal representa la frecuencia basada en la separación temporal de las muestras obtenidas. Este dispositivo tiene la capacidad de medir ondas eléctricas, acústicas y ópticas.



Ilustración 3-10: Analizador de espectros Anritsu MS2724C
Fuente: Anritsu., 2013

Para realizar las respectivas mediciones se utilizará el analizador de espectros Anritsu MS2724C, el cual cumple con los parámetros requeridos para el desarrollo. En la Tabla 3-1 muestra más detalles sobre las características técnicas generales de este equipo.

Tabla 3-1: Características del Anritsu MS2724C

Características del Anritsu MS2724C	
Rango de Operación	9 KHz a 20 GHz
Modos de Barrido	Horizontal y Vertical
Resolución del Ancho de Banda	1 Hz a 10 MHz
Sensibilidad	20 dBm
Detección de Ráfagas	200 us
Analizadores de señales	3GPP

Fuente: Anritsu., 2013

Realizado por: Quillay L., 2023

3.3.2 *Generador de Señales Anritsu MG3690C*

Este equipo cuenta con una banda ancha de frecuencia, abarcando desde 0,1 KHz hasta 20 GHz. Además, dispone de una salida coaxial directa y, mediante el uso de multiplicadores externos, puede alcanzar hasta 500 GHz. Ofrece una interfaz de usuario y permite el control remoto a través de la conectividad Ethernet, como se muestra en la Ilustración 3-11. Las características generales de este equipo se detallan en la Tabla 3-2.



Ilustración 3-11: Generador de Señales Anritsu MG3690C

Fuente: Anritsu., 2013

Tabla 3-2: Características del Anritsu MG3690C

Características del Anritsu MG3690C	
Rango de Operación	0,1 KHz a 20 GHz
Ruido de Fase	Alta
Modulación de Pulso	Alta
Velocidad de Conmutación	Alta
Configurabilidad	Alta
Potencia de Salida	Alta

Fuente: Anritsu., 2013

Realizado por: Quillay L., 2023

3.3.3 Cámara Anecoica

Una cámara anecoica es una estructura diseñada para proporcionar un entorno acústico y electromagnético completamente libre de ecos y reflexiones. El término "anecoica" significa "sin eco" en griego. Estas cámaras están revestidas con materiales absorbentes, como paneles de espuma o pirámides de absorción, que reducen al mínimo las reflexiones del sonido y las ondas electromagnéticas.

El propósito principal de una cámara anecoica es realizar mediciones precisas y confiables de características acústicas y electromagnéticas de dispositivos o componentes, sin la interferencia de reflexiones o ruido externo. Las cámaras anecoicas están diseñadas de manera que absorben la mayor cantidad posible de sonido y radiación electromagnética en su interior, minimizando las reflexiones. Esto se logra mediante la combinación de materiales absorbentes y el uso de estructuras con formas especiales que difractan y dispersan las ondas sonoras y electromagnéticas incidentes (Pereyra, 2004).



Ilustración 3-12: Cámara anecoica

Fuente: Suarez y Samiento, 2018.

3.3.4 Antena parche rectangular

Una antena de parche es un tipo de antena de microondas que se caracteriza por tener una estructura plana y rectangular, está compuesta por un parche metálico conductor montado sobre un sustrato dieléctrico. El parche conductor generalmente tiene forma rectangular o cuadrada y se coloca a cierta distancia por encima de un plano de tierra conductor. Esta configuración crea una estructura de resonancia que permite a la antena radiar y recibir señales electromagnéticas.

La longitud y el ancho del parche metálico están relacionados con la frecuencia de operación de la antena. Es ampliamente utilizada en aplicaciones de comunicación inalámbricas, como sistemas de telefonía móvil, redes Wi-Fi, sistemas de posicionamiento global (GPS) y comunicaciones satelitales. La Ilustración 3-13 muestra la antena parche rectangular que se conecta al generador de señales actuando como antena transmisora. Las características generales de esta antena se muestran en la Tabla 3-3.



Ilustración 3-13: Antena parche rectangular
Realizado por: Quillay L., 2023

Tabla 3-3: Características de la antena parche rectangular

Características de la antena monopolo	
Tipo de Antena	Parche Rectangular
Frecuencia de resonancia	2.45 GHz
Banda de Frecuencia	2.4 – 2.5 GHz
Impedancia	50 Ohm
Patrón de radiación	Omnidireccional
Ganancia	1.5 dBi
Dimensión	12 x 6 cm
Constante dieléctrica	4.7
Tangente de pérdidas	0.025
Espesor de placa de circuito impreso	1.6t, FR-4

Fuente: Man&tel., 2022
Realizado por: Quillay L., 2023

3.3.5 Antena Monopolo

Una antena monopolo, también conocida como antena vertical o antena de un solo polo, es un tipo de antena que se caracteriza por tener un solo elemento conductor vertical. La estructura básica de una antena monopolo consiste en un elemento conductor vertical que actúa como el polo radiante, mientras que la tierra o una superficie de conexión a tierra se utiliza como el polo de retorno o contrapolo. La longitud del elemento conductor generalmente se ajusta de acuerdo con la longitud de onda de la señal que se desea transmitir o recibir.

En la Ilustración 3-14 se observa la antena monopolo que se conecta al analizador de espectros actuando como antena receptora. Las características generales de esta antena se muestran en la Tabla 3-4.



Ilustración 3-14: Antena monopolo
Realizado por: Quillay L., 2023

Tabla 3-4: Características de la antena monopolo

Características de la antena monopolo	
Tipo de Antena	Monopolo
Frecuencia de resonancia	2.45 GHz
Banda de Frecuencia	2.4 – 2.5 GHz
Impedancia	50 Ohm
Patrón de radiación	Omnidireccional
Ganancia	1.5 dBi
Dimensión	6 x 4.5 cm
Constante dieléctrica	4.7
Tangente de pérdidas	0.025
Espesor de placa de circuito impreso	1.6t, FR-4

Fuente: Man&tel., 2022
Realizado por: Quillay L., 2023

3.3.6 Antena parche compacta con forma de esvástica modificada

La antena de parche multibanda con forma de esvástica modificada es de estructura simple y compacta. La antena, que ocupa una dimensión total de $0,305 \lambda \times 0,305 \lambda \times 0,012 \lambda$ a una frecuencia más baja, tiene una estructura simple que se compone de una ranura plana cuadrada ancha en el suelo con cuatro rendijas y un parche de radiación en forma de esvástica con una ranura rectangular. La antena con forma de esvástica propuesta se diseñó y analizó utilizando un simulador estructural de alta frecuencia basado en el método de elementos finitos HFSS. Los resultados experimentales y numéricos muestran que la antena funciona en los rangos de frecuencia de 950 MHz (2,28–3,23 GHz), 660 MHz (3,28–3,94 GHz) y 1120 MHz (5,05–6,17 GHz) adecuados para WLAN (2,4/5,2/5,8 GHz) y aplicaciones WiMAX 2,5/3,5/5,5 GHz. Tiene un buen patrón de radiación omnidireccional y alcanza 3,97 dBi en 2,44 GHz, 4,04 dBi en 3,5 GHz y 3,25 dBi en la banda de 5,98 GHz (Samsuzzaman et al., 2014).

La Ilustración 3-15 muestra las dos antenas implementadas, ya que se utilizan la misma antena tanto para el transmisor como para el receptor. Además, en la Ilustración 3-16 se muestra el patrón de radiación a 5.98 GHz y en la Ilustración 3-17 la ganancia.



Ilustración 3-15: Antena de parche compacta con forma de esvástica
Realizado por: Quillay L., 2023

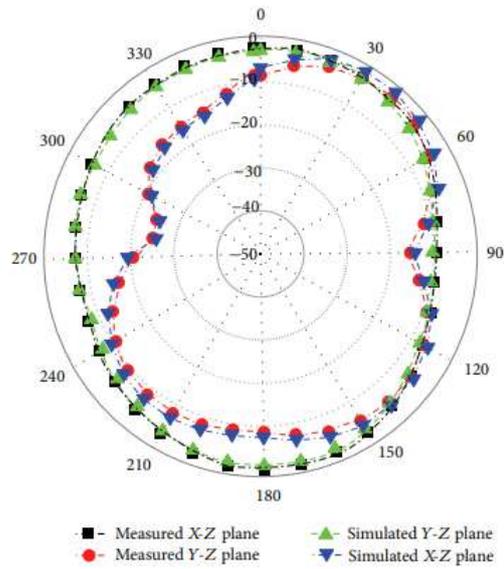


Ilustración 3-16: Patrón de radiación de antena de parche compacta con forma de esvástica a 5.98 GHz

Fuente: Samsuzzaman y otros., 2014

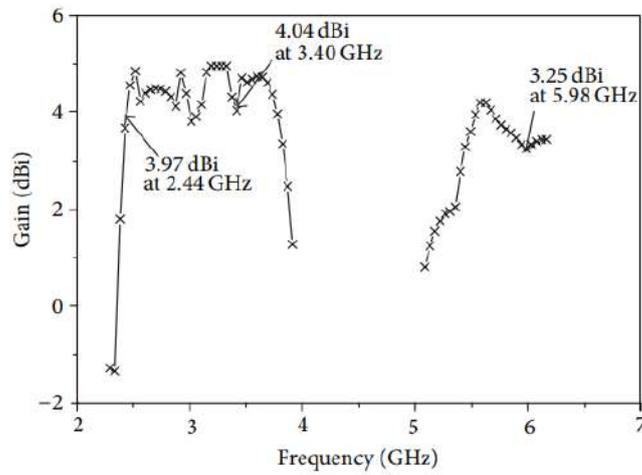


Ilustración 3-17: Ganancia de antena de parche compacta con forma de esvástica

Fuente: Samsuzzaman y otros., 2014

En la Tabla 3.5 se muestra las características generales de la antena de parche compacta con forma de esvástica que están en relación con la Ilustración 3-9 e Ilustración 3-10.

Tabla 3-5: Características de antena de parche compacta con forma de esvástica

Características de la antena de parche compacta con forma de esvástica	
Tipo de Antena	Antena de parche compacta con forma de esvástica
Bandas de operación	2,28–3,23 GHz; 3,28–3,94 GHz; 5,05–6,17 GHz
Patrón de Radiación	Omnidireccional
Impedancia	50 Ω
Ganancia	0.5 – 4.4 dBi
Dimensiones	(40x40) mm
Permitividad	4.7
Ancho de banda	950 MHz (2,28–3,23 GHz), 660 MHz (3,28–3,94 GHz) y 1120 MHz (5,05–6,17 GHz)
Espesor de placa de circuito impreso	1.6t, FR-4

Fuente: Samsuzzaman y otros., 2014

Realizado por: Quillay L., 2023

3.3.7 Cable coaxial RG58

El cable coaxial RG58 se utiliza en aplicaciones de transmisión de señales de alta frecuencia. Se caracteriza por tener una impedancia característica de 50 ohmios y consta de un conductor central de cobre o aluminio recubierto de una capa aislante, que a su vez está rodeada por un blindaje trenzado de cobre o aluminio. La cubierta externa es de PVC o polietileno.



Ilustración 3-18: Cable coaxial RG58

Realizado por: Quillay L., 2023

3.3.8 Router tp-link de doble banda AC750

Para emular un escenario real, se emplea como transmisor un Router inalámbrico de doble banda AC750, perteneciente a una marca reconocida en la región, que es ampliamente utilizado por la mayoría de los proveedores de servicios de Internet locales. El router de la Ilustración 3-19 cumple con las especificaciones detalladas en la Tabla 3-6.



Ilustración 3-19: Router Wi-Fi de doble banda AC750
Fuente: TP-Link, 2023

Tabla 3-6: Especificaciones de Router tp-link de doble banda AC750

ESPECIFICACIONES DE ROUTER TP-LINK DE DOBLE BANDA AC750	
WIRELESS	
Standards	Wi-Fi 5 IEEE 802.11ac/n/a 5 GHz IEEE 802.11n/b/g 2.4 GHz
WiFi Speeds	AC750 5 GHz: 433 Mbps (802.11ac) 2.4 GHz: 300 Mbps (802.11n)
WiFi Capacity	Medium Dual-Band Allocate devices to different bands for optimal performance
Working Modes	Router Mode Access Point Mode Range Extender Mode
HARDWARE	
Processor	Single-Core CPU
Ethernet Ports	1× 10/100 Mbps WAN Port 4× 10/100 Mbps LAN Ports
Botones	WPS/Reset Button
Power	9 V = 0.6 A
TEST DATA	
WiFi Transmission Power	CE: <20dBm(2.4GHz) <23dBm(5GHz)
WiFi Reception Sensitivity	5GHz: 11a 54M: -76dBm; 11ac VHT20 MCS8: -71dBm; 11ac VHT40 MCS9: -66dBm;

	11ac VHT80 MCS9: -62dBm 2.4GHz: 11g 54M: -76dBm; 11n HT20 MCS7: -73dBm; 11n HT40 MCS7: -71dBm
PHYSICAL	
Dimensions (W×D×H)	4.5 × 4.2 × 1.0 in (115 × 106.7 × 24.3 mm)
Package Contents	Wi-Fi Router Archer C24 Power Adapter RJ45 Ethernet Cable Quick Installation Guide
TEST DATA	
WiFi Transmission Power	CE: <20dBm(2.4GHz) <23dBm(5GHz)
WiFi Reception Sensitivity	5GHz: 11a 54M: -76dBm; 11ac VHT20 MCS8: -71dBm; 11ac VHT40 MCS9: -66dBm; 11ac VHT80 MCS9: -62dBm 2.4GHz: 11g 54M: -76dBm; 11n HT20 MCS7: -73dBm; 11n HT40 MCS7: -71dBm
PHYSICAL	
Dimensions (W×D×H)	4.5 × 4.2 × 1.0 in (115 × 106.7 × 24.3 mm)
Package Contents	Wi-Fi Router Archer C24 Power Adapter RJ45 Ethernet Cable Quick Installation Guide

Fuente: TP-Link, 2023

Realizado por: Quillay L., 2023

3.3.9 *Dispositivo móvil*

Un dispositivo móvil es un dispositivo portátil diseñado para permitir la comunicación y el acceso a información y servicios a través de redes inalámbricas. Estos dispositivos, como teléfonos inteligentes y tabletas, están equipados con capacidades de procesamiento, conectividad y almacenamiento que les permiten realizar diversas funciones, como realizar llamadas, enviar mensajes, navegar por Internet, reproducir contenido multimedia, utilizar aplicaciones y mucho más. El dispositivo móvil de una marca comercial de la región, el cual actúa como receptor de la señal emitida por el router, en el cual mediante el uso de aplicaciones móviles se realiza las mediciones de velocidad de transmisión, latencia y pérdida de paquetes.

3.4 Características de los materiales

Los materiales que van a actuar como obstáculos en el escenario planteado, son los materiales comunes de ambientes indoor que se usan en la actualidad para acabados de construcciones en la sierra ecuatoriana. Se escoge estos materiales debido al gran auge que esta tiene los últimos años y debido a que aún no se han caracterizado o existe muy poca información del comportamiento de estos.

3.4.1 Cielo raso de PVC

Tabla 3-7: Características de cielo raso de PVC

Características del cielo raso de PVC	
Dimensión de muestra	25 x 25 cm
Espesor	7 mm
Permitividad	3.2 – 3.6
Densidad	1.42 g/cm ³
Usos en ambientes indoor	Construcción de paredes interiores en viviendas, oficinas, tiendas y otros espacios comerciales

Realizado por: Quillay L., 2023

3.4.2 Madera MDF

Tabla 3-8: Características de madera MDF

Características de madera MDF	
Dimensión de muestra	25 x 25 cm
Espesor	12 mm
Permitividad	1.5 – 3.5
Densidad	620 kg/m ³
Usos en ambientes indoor	Fabricación de muebles, puertas, molduras, zócalos, rodapiés y cornisas. Se utiliza para revestir paredes y techos, ya sea en espacios residenciales o comerciales

Realizado por: Quillay L., 2023

3.4.3 Gypsum

Tabla 3-9: Características del Gypsum

Características del Gypsum	
Dimensión de muestra	25 x 25 cm
Espesor	13 mm
Permitividad	2.94
Densidad	2.33 g/cm ³
Usos en ambientes indoor	Construcción de paredes interiores en viviendas, oficinas, tiendas y otros espacios comerciales Construcción de cielos rasos suspendidos o falsos en techos en interiores Revestimiento de paredes y techos existente

Realizado por: Quillay L., 2023

3.4.4 Porcelanato

Tabla 3-10: Características del Porcelanato

Características del Porcelanato	
Dimensión de muestra	25 x 25 cm
Espesor	9 mm
Permitividad	5-6
Densidad	800 kg/m ³
Usos en ambientes indoor	Revestimiento de pisos y paredes en diferentes tipos de espacios. Fabricación de encimeras de cocina, mesas y otras superficies.

Realizado por: Quillay L., 2023

3.4.5 *Mármol*

Tabla 3-11: Características del mármol

Características del mármol	
Dimensión de muestra	25 x 25 cm
Espesor	19 mm
Permitividad	2.8
Densidad	2.6 g/cm ³
Usos en ambientes indoor	Revestimiento de pisos y paredes en diferentes tipos de espacios. Fabricación de encimeras de cocina, mesas y otras superficies. Diseño de esculturas y elementos decorativos.

Realizado por: Quillay L., 2023

3.4.6 *Hormigón armado*

Tabla 3-12: Características del Hormigón armado

Características del Hormigón armado	
Dimensión de muestra	32 x 32 cm
Espesor	20 cm
Permitividad	4 - 8
Densidad	2200 - 2400 kg/m ³
Usos en ambientes indoor	Construcción de columnas, vigas, losas y muros de edificios y elementos prefabricados.

Realizado por: Quillay L., 2023

3.4.7 Pared de Ladrillo

Tabla 3-13: Características de la pared de ladrillo

Características de la pared de ladrillo	
Dimensión de muestra	27 x 27 cm
Espesor	12.5 cm
Permitividad	4.5
Densidad	1.75 – 1.97 g/cm ³
Usos en ambientes indoor	Construcción de paredes exteriores e interiores, muros de contención, chimeneas y barbacoas, fachas y revestimientos.

Realizado por: Quillay L., 2023

3.5 Aplicaciones móviles

Una aplicación móvil o también conocido como “apps” es un programa de software diseñado y desarrollado para ser utilizado en dispositivos electrónicos, como teléfonos inteligentes, tabletas, computadoras y otros dispositivos móviles. Estas aplicaciones se pueden descargar e instalar desde tiendas de aplicaciones como Google Play Store para dispositivos Android y App Store para dispositivos iOS (Cuello & Vittone, 2013).

Las apps se instalaron en un dispositivo móvil comercial, las mismas que me van a permitir medir velocidad de transmisión, latencia, pérdida de paquetes y RSSI. Entre las apps más populares y de mayor confiabilidad son las siguientes:

- Ping Monitor
- Magic iPerf

Asimismo, se llevaron a cabo mediciones de la velocidad de transmisión, latencia y pérdidas de paquetes utilizando aplicaciones móviles para obtener datos que representan cómo los diferentes materiales afectan estos factores mencionados anteriormente.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se llevaron a cabo pruebas exhaustivas para calcular las pérdidas de inserción con el objetivo de determinar la disminución de la señal en cada uno de los materiales. En el Anexo A se encuentra los datos obtenidos de las mediciones de potencia, mientras que en el Anexo B se presenta la relación entre las pérdidas de inserción y la frecuencia para cada uno de los materiales utilizados, los cuales se encuentran detallados en las tablas de valores que abarca un rango de operación de 2.4 a 2.5 GHz y 5.170 a 5.815 GHz, con incrementos de 5 MHz. Adicionalmente, se lleva a cabo un análisis basado en los resultados obtenidos para evaluar el impacto de las pérdidas de inserción en la cobertura.

Asimismo, se llevaron a cabo mediciones de la velocidad de transmisión, latencia y pérdidas de paquetes utilizando aplicaciones móviles para obtener datos que representan cómo los diferentes materiales afectan estos factores mencionados anteriormente.

4.1 Pérdidas de Inserción en la banda de 2.4 GHz

4.1.1 *Materiales para acabados de construcción*

En la Ilustración 4-1 se puede observar las potencias recibidas de los materiales para acabados de construcción en el rango de frecuencia de 2400 a 2500 MHz, donde se tiene una potencia recibida promedio de -26.72 dBm en el espacio libre, -27.96 en cielo raso de PVC, -28.57 en madera MDF, -28.22 en Gypsum, -29.20 en porcelanato y -29.88 en mármol. Además, es evidente que las potencias recibidas de todos los materiales no muestran una relación lineal con los cambios de frecuencia.

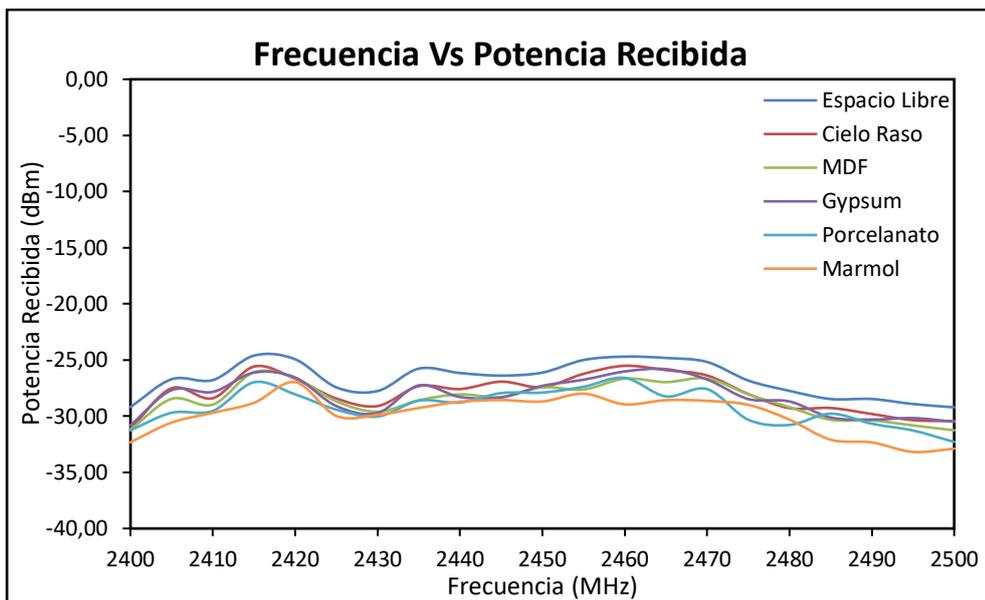


Ilustración 4-1: Frecuencia Vs Potencia Recibida en materiales para acabados de construcción.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.1.2 Cielo raso PVC

En la Ilustración 4-2 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 1.24 dB, y dentro del rango de frecuencia de 2400 a 2500 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 1.95 dB y un valor de pérdida mínima de 0.54 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, se puede observar que esta relación de pérdidas tiene una tendencia casi lineal en comparación con los otros materiales.

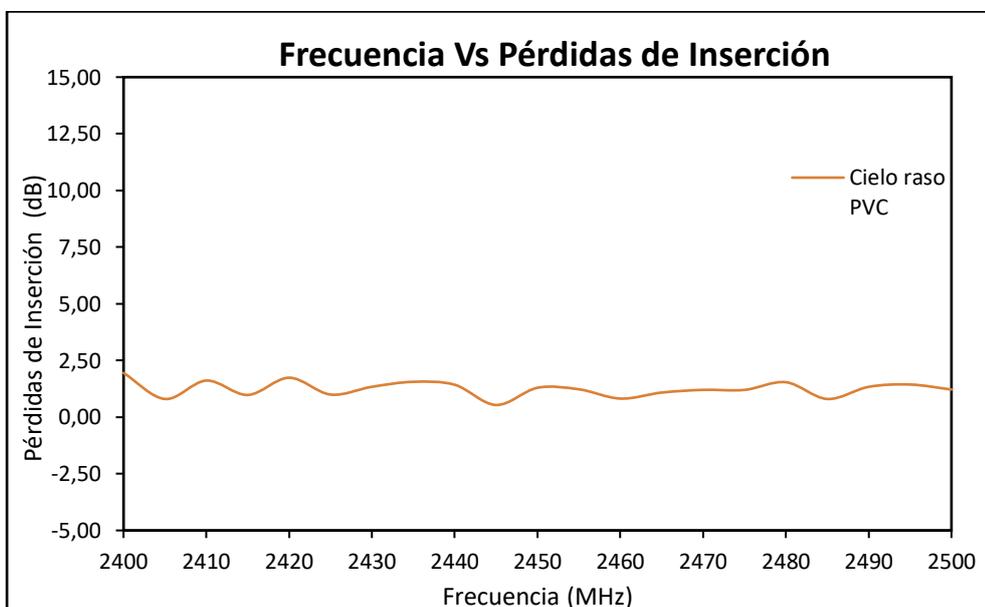


Ilustración 4-2: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción del cielo raso de PVC.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.1.3 Madera MDF

En la Ilustración 4-3 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 1.85 dB, y dentro del rango de frecuencia de 2400 a 2500 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 2.82 dB y un valor de pérdida mínima de 1.22 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, se puede observar que esta relación de pérdidas tiene una tendencia poco lineal en comparación con los otros materiales.

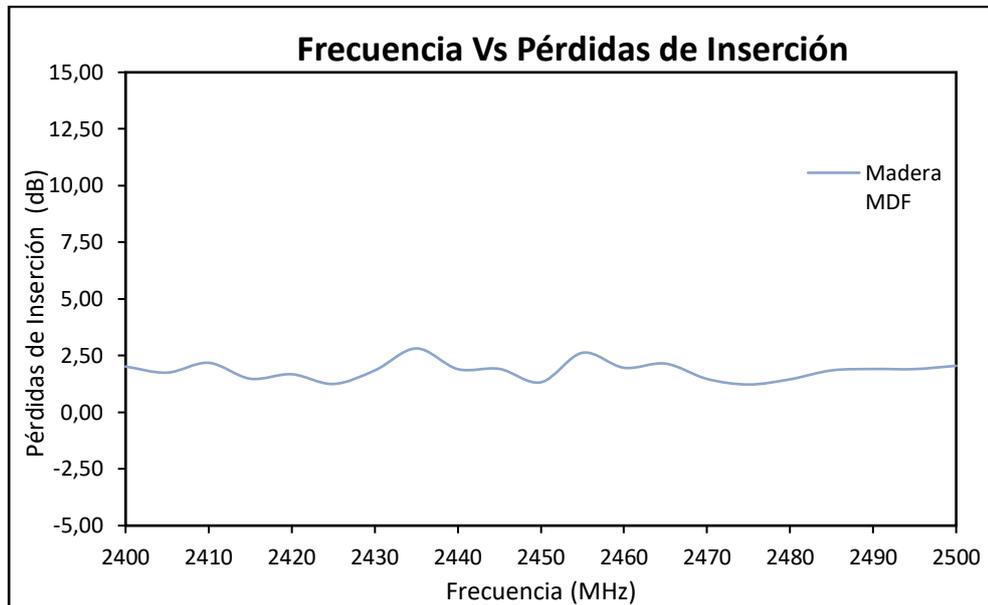


Ilustración 4-3: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de madera MDF.
Realizado por: Quillay L., 2023

4.1.4 Gypsum

En la Ilustración 4-4 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 1.49 dB, y dentro del rango de frecuencia de 2400 a 2500 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 2.13 dB y un valor de pérdida mínima de 0.94 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, se puede observar que esta relación de pérdidas tiene una tendencia casi lineal en comparación con los otros materiales.

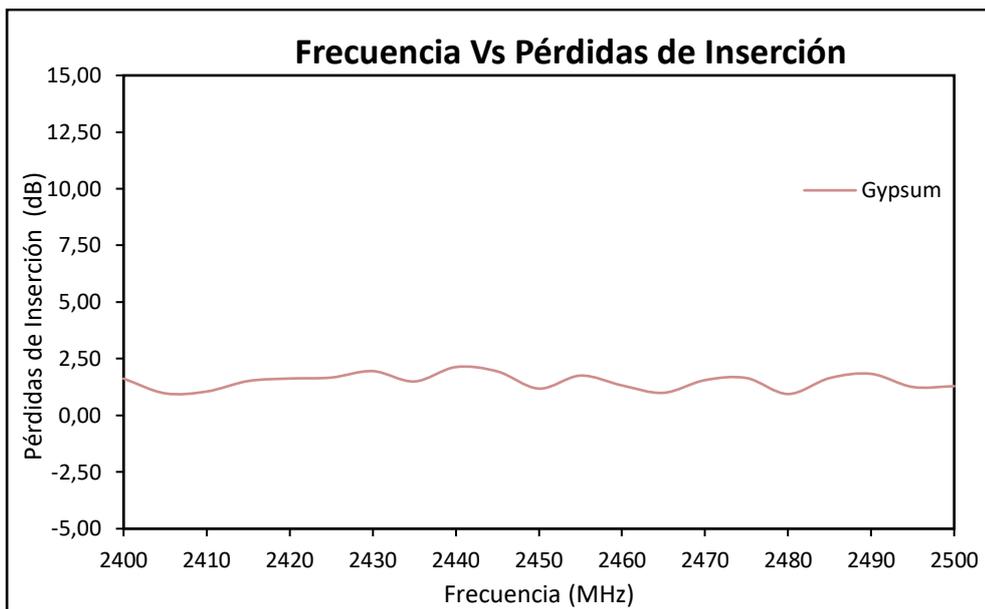


Ilustración 4-4: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de Gypsum.
Realizado por: Quillay L., 2023

4.1.5 Porcelanato

En la Ilustración 4-5 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 2.47 dB, y dentro del rango de frecuencia de 2400 a 2500 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 3.49 dB y un valor de pérdida mínima de 1.56 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, se puede observar que esta relación de pérdidas tiene una tendencia poco lineal en comparación con los otros materiales.

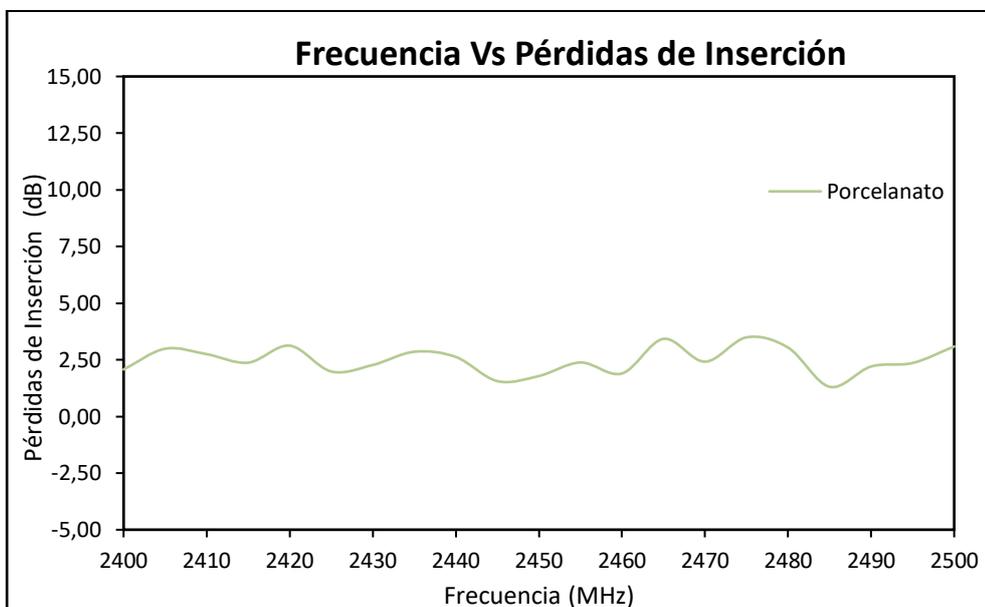


Ilustración 4-5: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de porcelanato.
Realizado por: Quillay L., 2023

4.1.6 *Mármol*

En la Ilustración 4-6 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 3.16 dB, y dentro del rango de frecuencia de 2400 a 2500 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 4.26 dB y un valor de pérdida mínima de 2.18 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, se puede observar que esta relación de pérdidas tiene una tendencia poco lineal en comparación con los otros materiales.

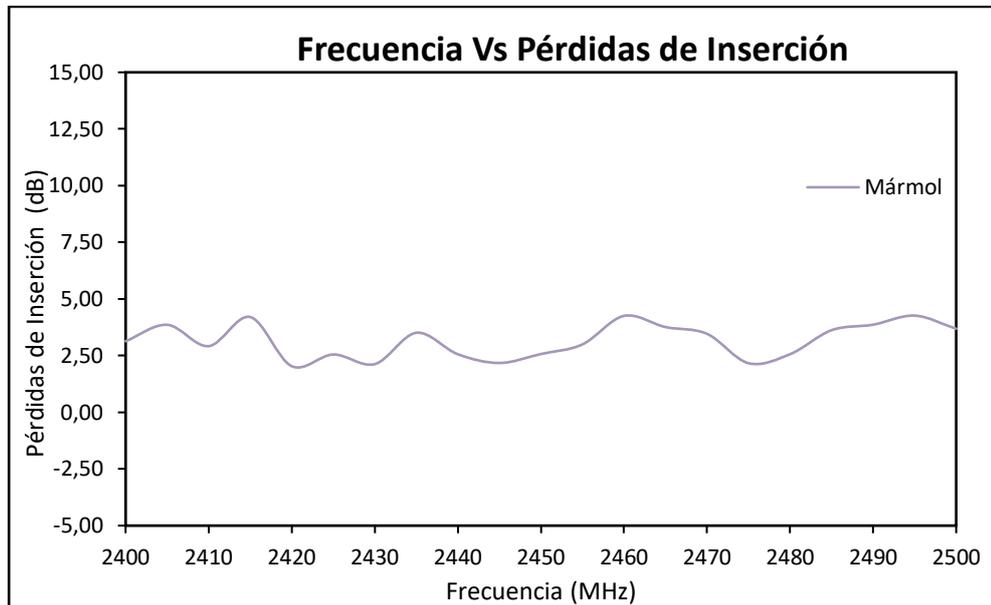


Ilustración 4-6: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de mármol.
Realizado por: Quillay L., 2023

4.1.7 *Hormigón con materiales para acabados de construcción*

En la Ilustración 4-7 se puede observar las potencias recibidas en hormigón adicionalmente agregado o adherido materiales para acabados de construcción en el rango de frecuencia de 2400 a 2500 MHz, donde se tiene una potencia recibida promedio de -35.69 dBm en hormigón, -36.13 en hormigón con cielo raso de PVC, -36.66 en hormigón con madera MDF, -36.57 en hormigón con Gypsum, -37.50 en hormigón con porcelanato y -38.58 en hormigón con mármol. Además, es evidente que las potencias recibidas de todos los materiales no muestran una relación lineal con los cambios de frecuencia.

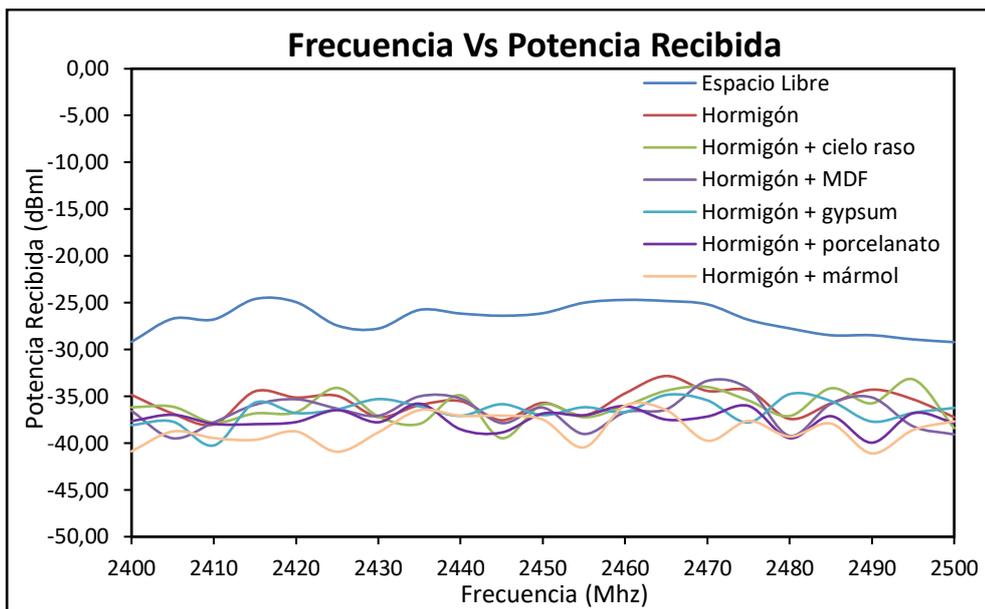


Ilustración 4-7: Frecuencia Vs Potencia Recibida en hormigón con materiales para acabados de construcción.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.1.8 Hormigón

En la Ilustración 4-8 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 8.97 dB, y dentro del rango de frecuencia de 2400 a 2500 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 12.04 dB y un valor de pérdida mínima de 5.66 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, se evidencia un comportamiento más drástico de pérdidas por inserción.

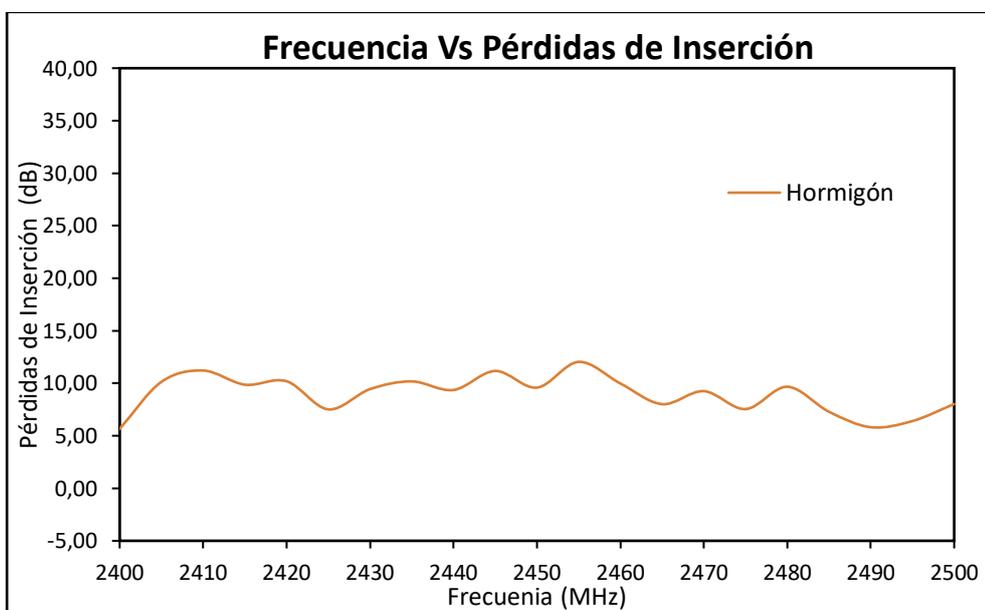


Ilustración 4-8: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.1.9 Hormigón con cielo raso PVC

En la Ilustración 4-9 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 9.41 dB, y dentro del rango de frecuencia de 2400 a 2500 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 12.24 dB y un valor de pérdida mínima de 5.67 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, es evidente que, al agregar el cielo raso PVC al hormigón, no se produce un comportamiento lineal, sino que su tendencia experimenta cambios drásticos.

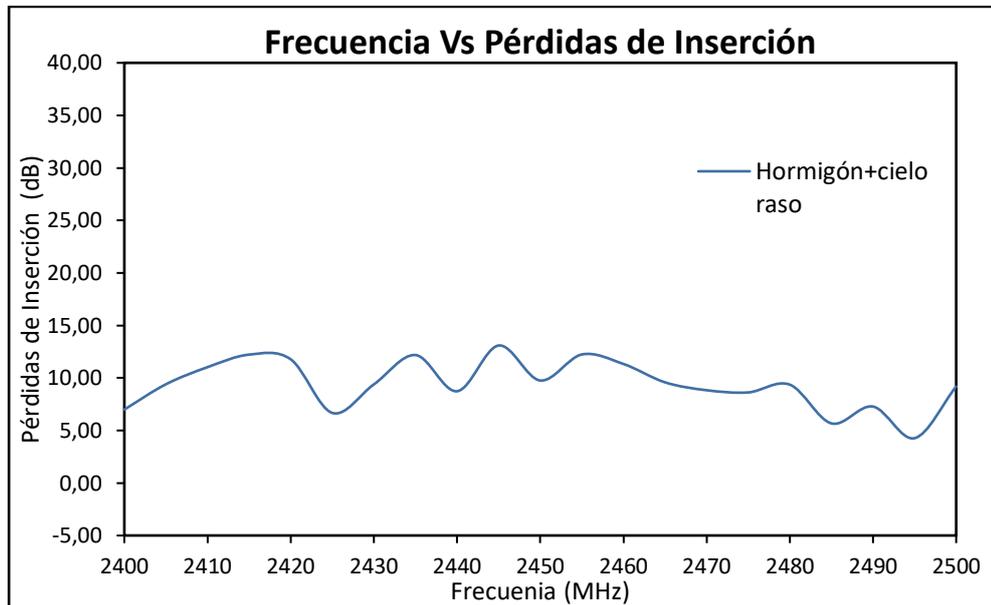


Ilustración 4-9: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón con cielo raso PVC.
Realizado por: Quillay L., 2023

4.1.10 Hormigón con madera MDF

En la Ilustración 4-10 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 9.94 dB, y dentro del rango de frecuencia de 2400 a 2500 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 14.02 dB y un valor de pérdida mínima de 6.65 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, es evidente que, al agregar la madera MDF al hormigón, no se produce un comportamiento lineal, sino que su tendencia experimenta cambios drásticos.

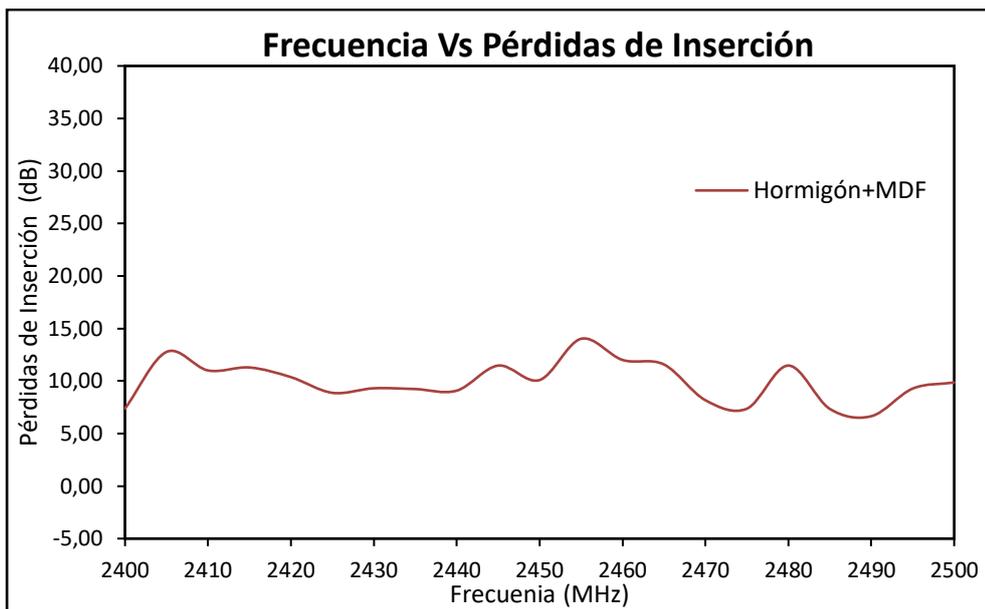


Ilustración 4-10: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón con madera MDF.
Realizado por: Quillay L., 2023

4.1.11 Hormigón con Gypsum

En la Ilustración 4-11 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 9.85 dB, y dentro del rango de frecuencia de 2400 a 2500 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 13.46 dB y un valor de pérdida mínima de 6.65 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, es evidente que, al agregar el Gypsum al hormigón, no se produce un comportamiento lineal, sino que su tendencia experimenta cambios drásticos.

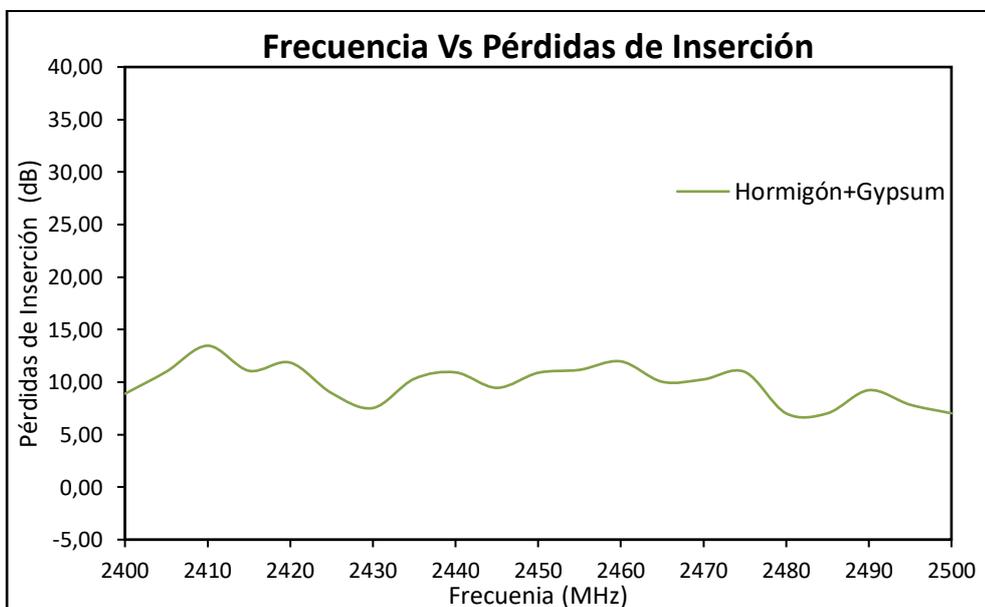


Ilustración 4-11: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón con Gypsum.
Realizado por: Quillay L., 2023

4.1.12 Hormigón con porcelanato

En la Ilustración 4-12 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 10.78 dB, y dentro del rango de frecuencia de 2400 a 2500 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 12.68 dB y un valor de pérdida mínima de 7.89 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, es evidente que, al adherir el porcelanato al hormigón, no se produce un comportamiento lineal, sino que su tendencia experimenta cambios drásticos.

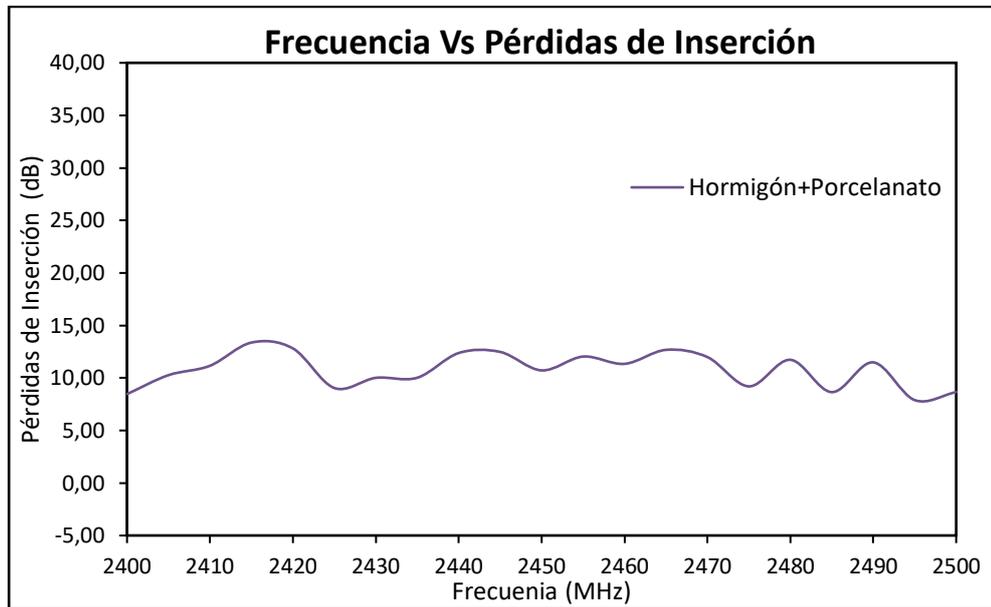


Ilustración 4-12: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón con porcelanato.
Realizado por: Quillay L., 2023

4.1.13 Hormigón con mármol

En la Ilustración 4-13 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 11.86 dB, y dentro del rango de frecuencia de 2400 a 2500 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 15.45 dB y un valor de pérdida mínima de 7.89 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, es evidente que, al adherir mármol al hormigón, no se produce un comportamiento lineal, sino que su tendencia experimenta cambios drásticos.

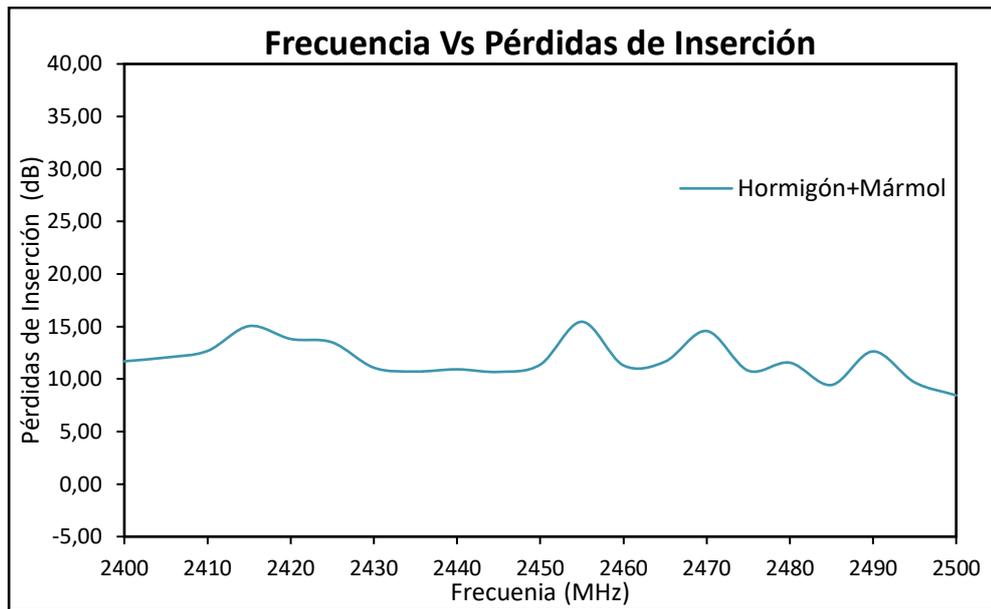


Ilustración 4-13: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón con mármol.
Realizado por: Quillay L., 2023

4.1.14 Pared de ladrillo con materiales para acabados de construcción

En la Ilustración 4-14 se puede observar las potencias recibidas en una pared de ladrillo adicionalmente agregado o adherido materiales para acabados de construcción en el rango de frecuencia de 2400 a 2500 MHz, donde se tiene una potencia recibida promedio de -32.84 dBm en pared de ladrillo, -33.37 en pared de ladrillo con cielo raso de PVC, -33.78 en pared de ladrillo con madera MDF, -33.90 en pared de ladrillo con Gypsum, -34.64 en pared de ladrillo con porcelanato y -35.58 en pared de ladrillo con mármol. Además, es evidente que las potencias recibidas de todos los materiales no muestran una relación lineal con los cambios de frecuencia.

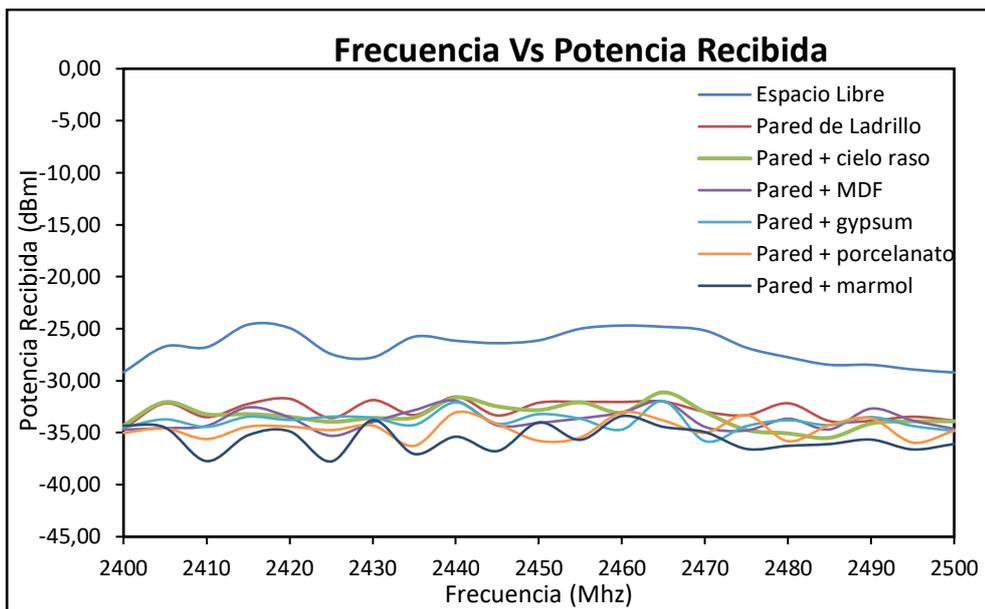


Ilustración 4-14: Frecuencia Vs Potencia Recibida en pared de ladrillo con materiales para acabados de construcción.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.1.15 Pared de ladrillo

En la Ilustración 4-15 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 6.12 dB, y dentro del rango de frecuencia de 2400 a 2500 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 7.63 dB y un valor de pérdida mínima de 4.10 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, se evidencia un comportamiento más drástico de pérdidas por inserción.

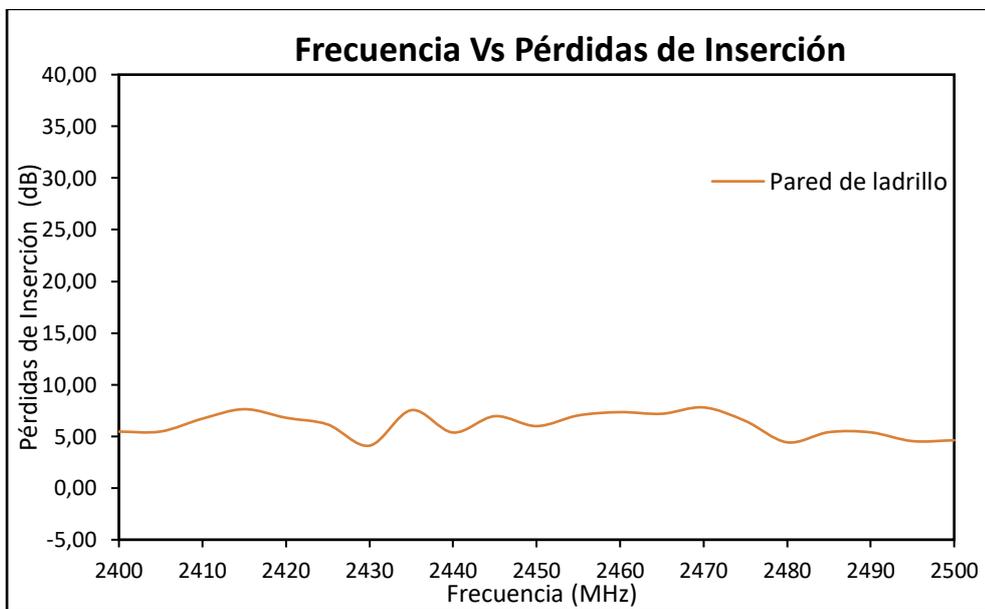


Ilustración 4-15: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.1.16 Pared de ladrillo con cielo raso PVC

En la Ilustración 4-16 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 6.65 dB, y dentro del rango de frecuencia de 2400 a 2500 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 8.38 dB y un valor de pérdida mínima de 4.70 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, es evidente que, al agregar el cielo raso PVC a la pared de ladrillo, no se produce un comportamiento lineal, sino que su tendencia experimenta cambios drásticos.

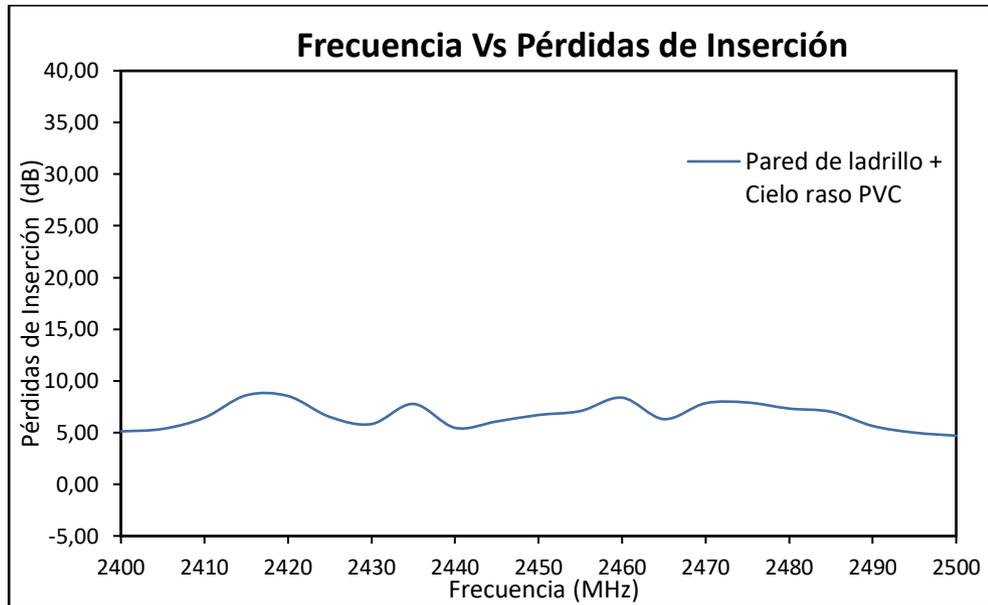


Ilustración 4-16: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo con cielo raso PVC.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.1.17 Pared de ladrillo con madera MDF

En la Ilustración 4-17 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 7.06 dB, y dentro del rango de frecuencia de 2400 a 2500 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 9.26 dB y un valor de pérdida mínima de 4.21 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, es evidente que, al agregar la madera MDF a la pared de ladrillo, no se produce un comportamiento lineal, sino que su tendencia experimenta cambios drásticos.

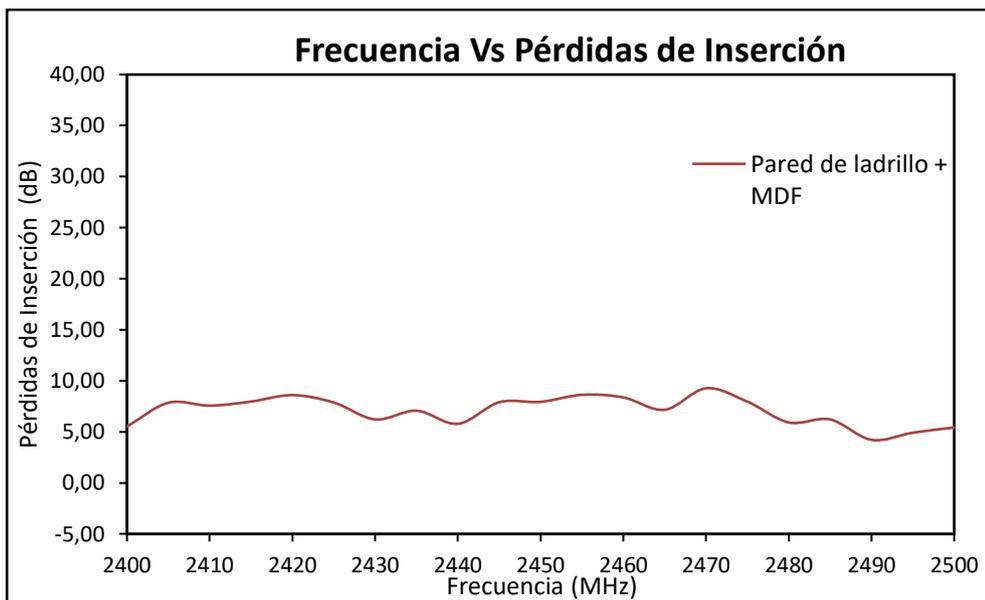


Ilustración 4-17: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo con madera MDF.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.1.18 Pared de ladrillo con Gypsum

En la Ilustración 4-18 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 7.17 dB, y dentro del rango de frecuencia de 2400 a 2500 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 10.63 dB y un valor de pérdida mínima de 5.31 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, es evidente que, al agregar el Gypsum a la pared de ladrillo, no se produce un comportamiento lineal, sino que su tendencia experimenta cambios drásticos.

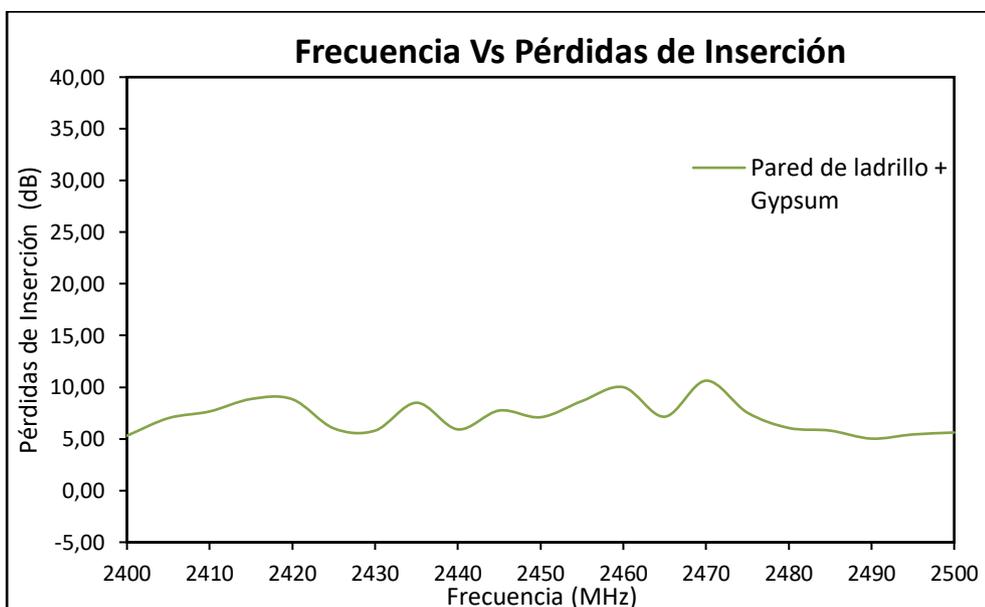


Ilustración 4-18: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo con Gypsum.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.1.19 Pared de ladrillo con porcelanato

En la Ilustración 4-19 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 7.92 dB, y dentro del rango de frecuencia de 2400 a 2500 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 10.50 dB y un valor de pérdida mínima de 5.15 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, es evidente que, al adherir el porcelanato a la pared de ladrillo, no se produce un comportamiento lineal, sino que su tendencia experimenta cambios drásticos.

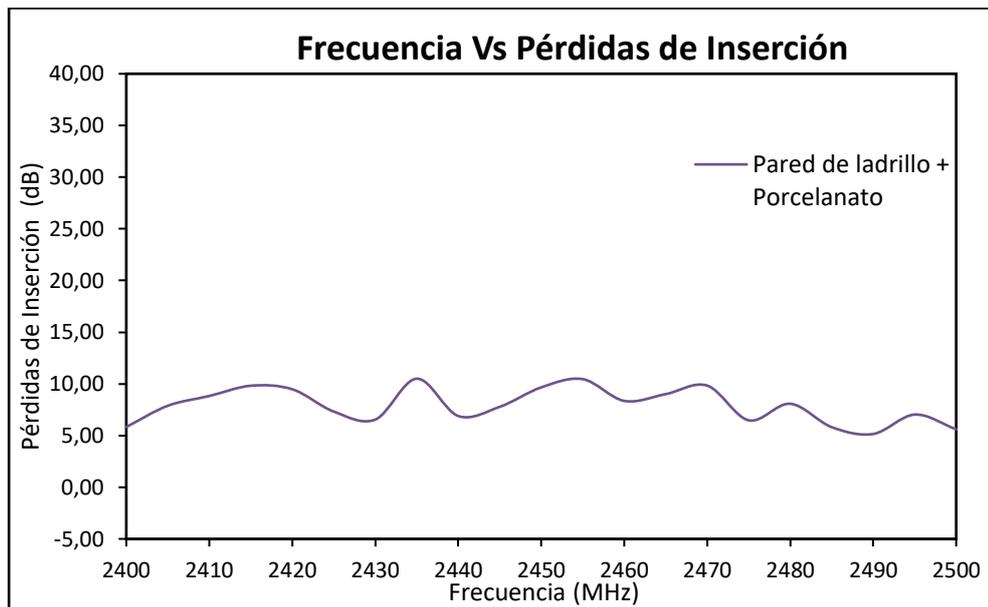


Ilustración 4-19: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo con porcelanato.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.1.20 Pared de ladrillo con mármol

En la Ilustración 4-20 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 8.86 dB, y dentro del rango de frecuencia de 2400 a 2500 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 10.95 dB y un valor de pérdida mínima de 5.13 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, es evidente que, al adherir mármol a la pared de ladrillo, no se produce un comportamiento lineal, sino que su tendencia experimenta cambios drásticos.

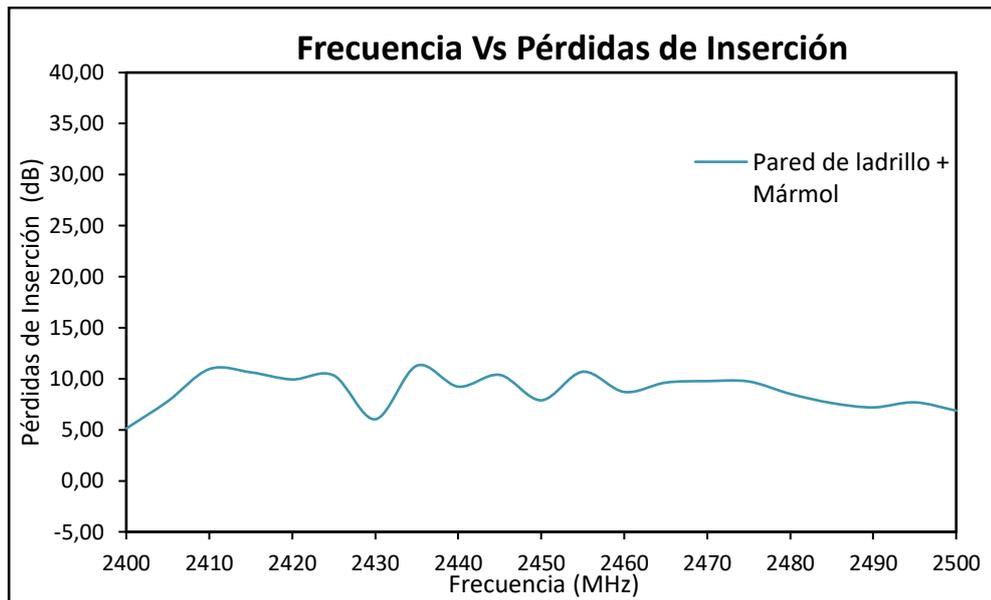


Ilustración 4-20: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo con mármol.
Realizado por: Quillay L., 2023

4.2 Resultados en la banda de 5 GHz

4.2.1 Materiales para acabados de construcción

En la Ilustración 4-21 se puede observar las potencias recibidas de los materiales para acabados de construcción en el rango de frecuencia de 5170 a 5815 MHz, donde se tiene una potencia recibida promedio de -32.11 dBm en el espacio libre, -33.89 en cielo raso de PVC, -35.19 en madera MDF, -35.29 en Gypsum, -36.23 en porcelanato y -37.35 en mármol. Además, es evidente que las potencias recibidas de todos los materiales no muestran una relación lineal con los cambios de frecuencia.

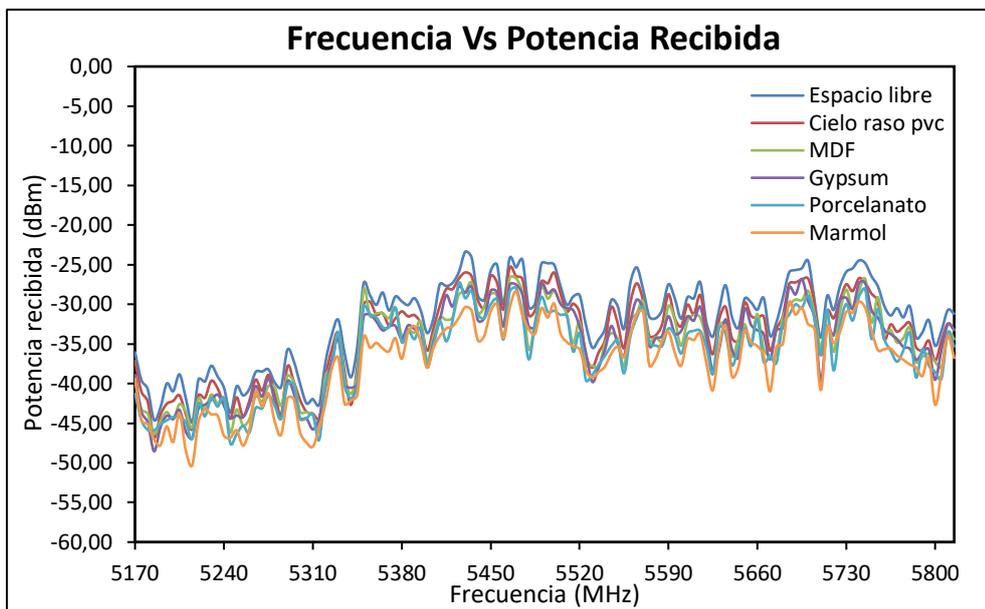


Ilustración 4-21: Frecuencia Vs Potencia Recibida en materiales para acabados de construcción.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.2.2 Cielo raso PVC

En la Ilustración 4-22 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 1.77 dB, y dentro del rango de frecuencia de 5170 a 5815 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 4.22 dB y un valor de pérdida mínima de 0.38 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, se puede observar que esta relación de pérdidas tiene una tendencia poco lineal en comparación con los otros materiales.

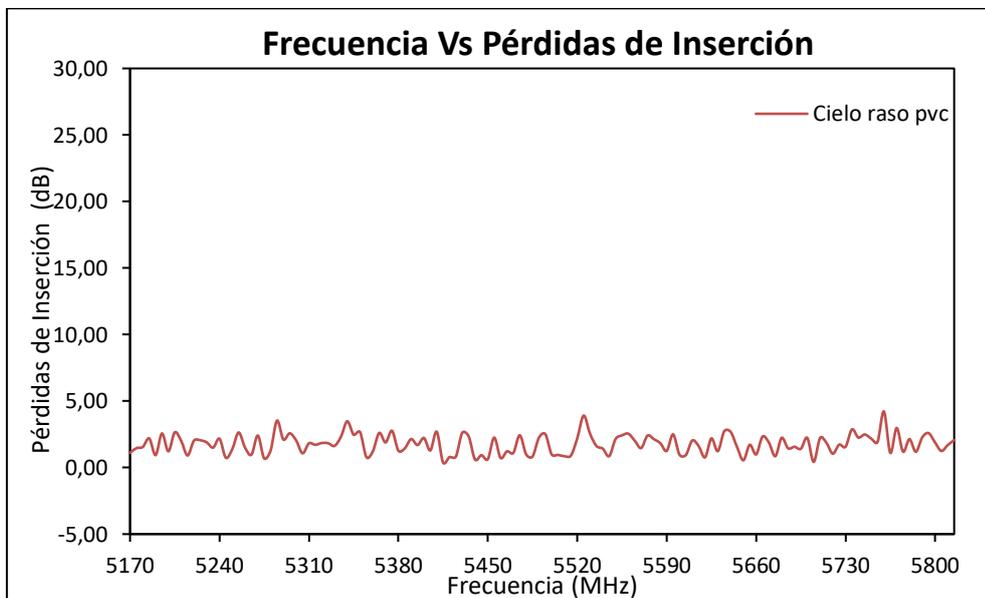


Ilustración 4-22: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción del cielo raso de PVC.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.2.3 Madera MDF

En la Ilustración 4-23 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 3.07 dB, y dentro del rango de frecuencia de 5170 a 5815 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 6.41 dB y un valor de pérdida mínima de 0.52 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, se puede observar que esta relación de pérdidas tiene una tendencia poco lineal en comparación con los otros materiales.

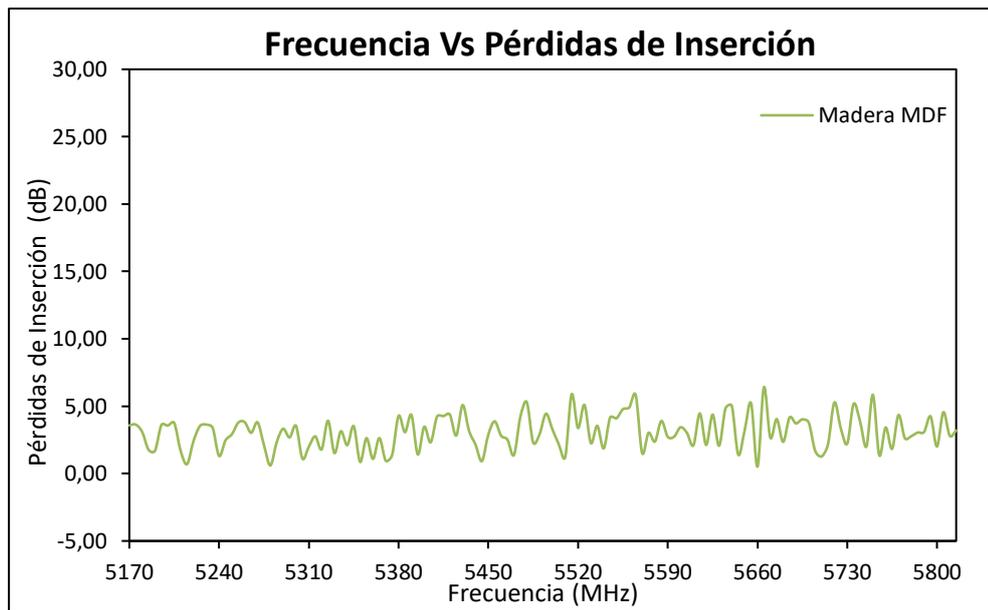


Ilustración 4-23: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de madera MDF.
Realizado por: Quillay L., 2023

4.2.4 Gypsum

En la Ilustración 4-24 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 3.17 dB, y dentro del rango de frecuencia de 5170 a 5815 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 5.52 dB y un valor de pérdida mínima de 0.40 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, se puede observar que esta relación de pérdidas tiene una tendencia poco lineal en comparación con los otros materiales.

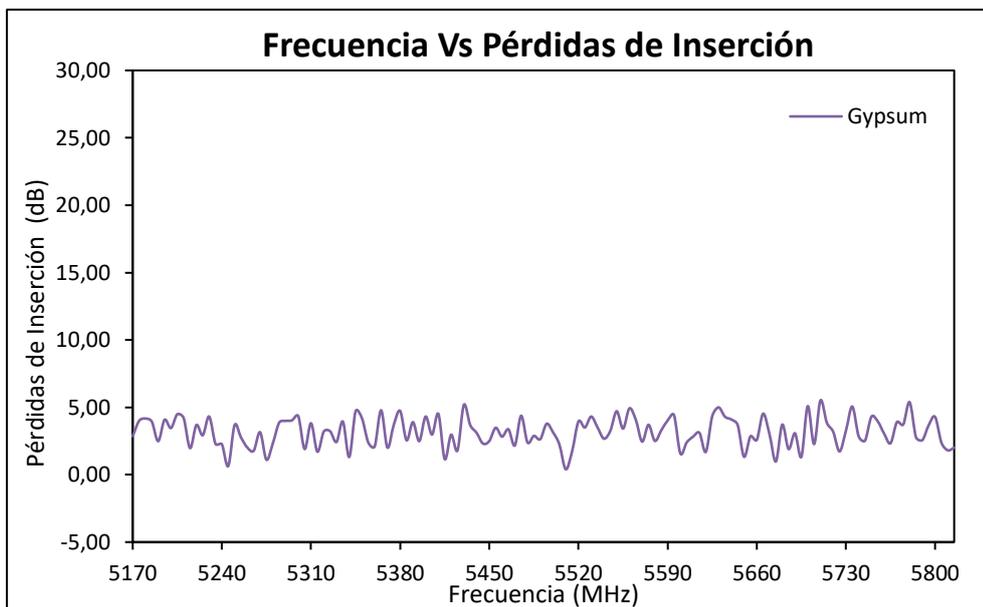


Ilustración 4-24: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de Gypsum.
Realizado por: Quillay L., 2023

4.2.5 Porcelanato

En la Ilustración 4-25 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 4.12 dB, y dentro del rango de frecuencia de 5170 a 5815 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 8.07 dB y un valor de pérdida mínima de 1.16 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, se puede observar que esta relación de pérdidas tiene una tendencia poco lineal en comparación con los otros materiales.

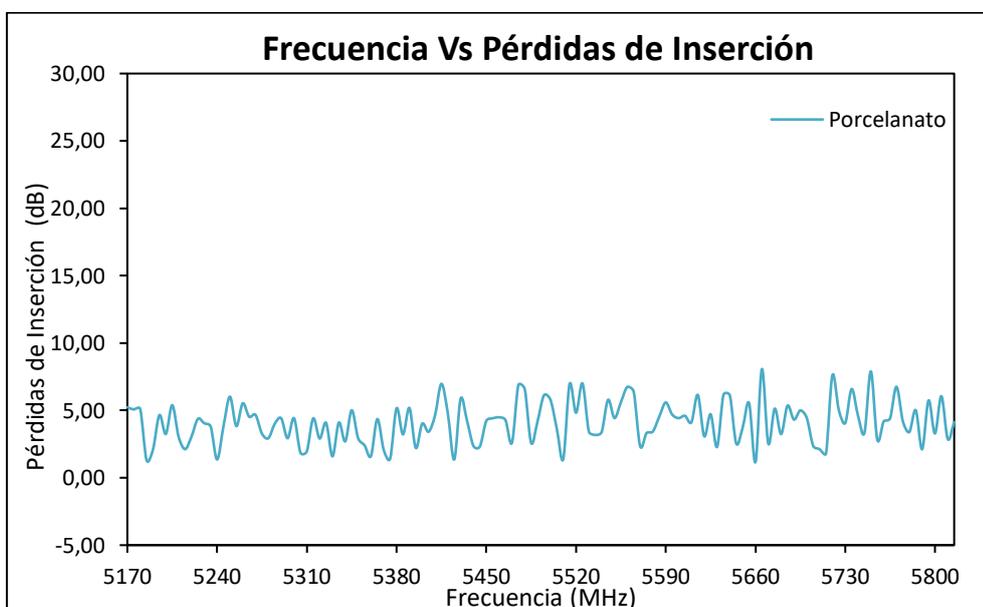


Ilustración 4-25: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de porcelanato.
Realizado por: Quillay L., 2023

4.2.6 *Mármol*

En la Ilustración 4-26 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 5.24 dB, y dentro del rango de frecuencia de 5170 a 5815 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 8.04 dB y un valor de pérdida mínima de 2.43 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, se puede observar que esta relación de pérdidas tiene una tendencia poco lineal en comparación con los otros materiales.

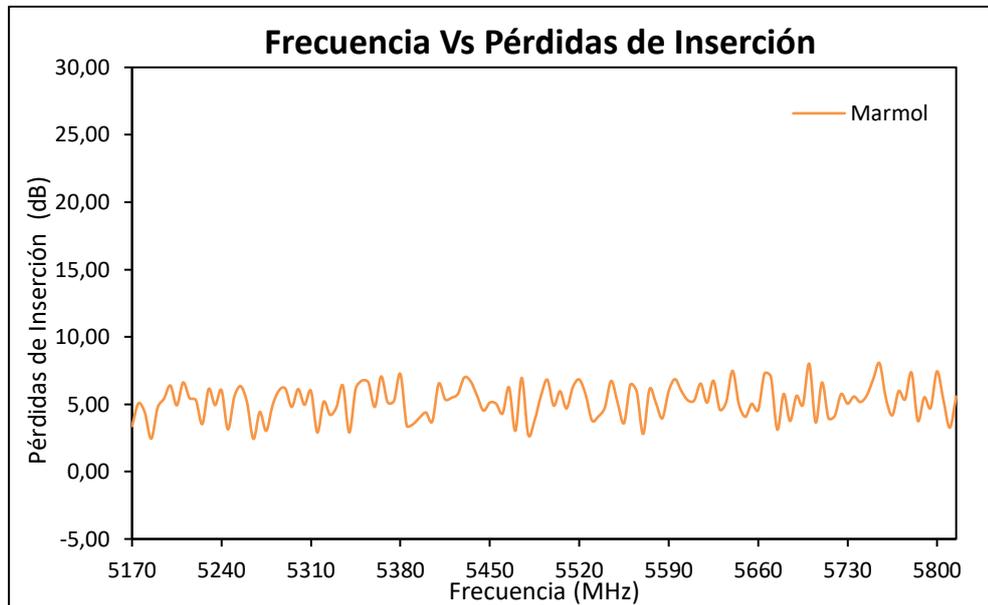


Ilustración 4-26: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de mármol.
Realizado por: Quillay L., 2023

4.2.7 *Hormigón con materiales para acabados de construcción*

En la Ilustración 4-27 se puede observar las potencias recibidas en hormigón adicionalmente agregado o adherido materiales para acabados de construcción en el rango de frecuencia de 5170 a 5815 MHz, donde se tiene una potencia recibida promedio de -32.11 dBm en el espacio libre, -44.36 dBm en hormigón, -45.03 en hormigón con cielo raso de PVC, -45.57 en hormigón con madera MDF, -45.25 en hormigón con Gypsum, -47.09 en hormigón con porcelanato y -48.25 en hormigón con mármol. Además, es evidente que las potencias recibidas de todos los materiales no muestran una relación lineal con los cambios de frecuencia.

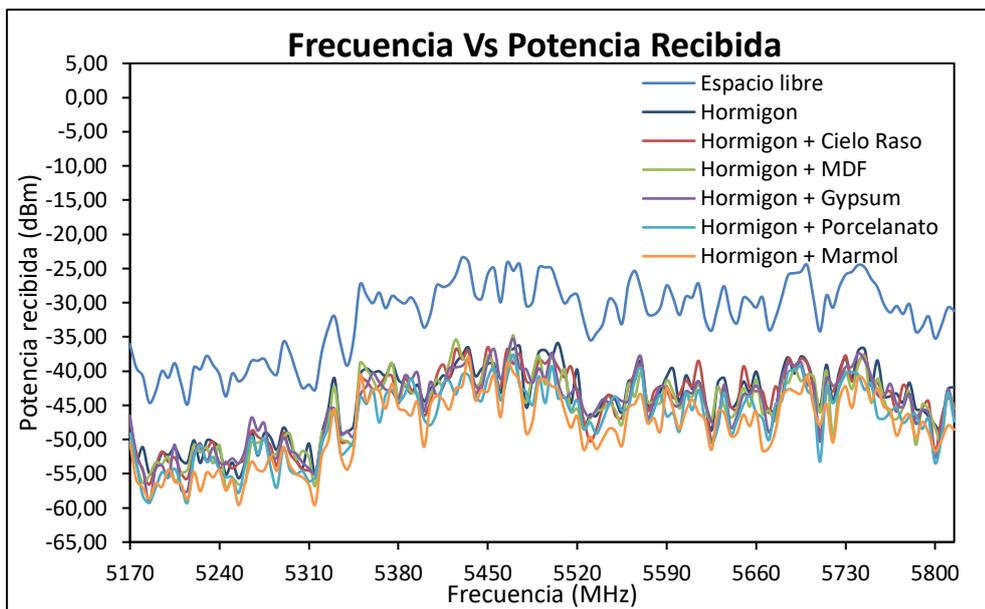


Ilustración 4-27: Frecuencia Vs Potencia Recibida en hormigon con materiales para acabados de construcción.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.2.8 Hormigón

En la Ilustración 4-28 se puede observar una perdida promedio de potencia de 12.24 dB, y dentro del rango de frecuencia de 5170 a 5815 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 15.98 dB y un valor de pérdida mínima de 8.20 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, se evidencia un comportamiento más drástico de pérdidas por inserción.

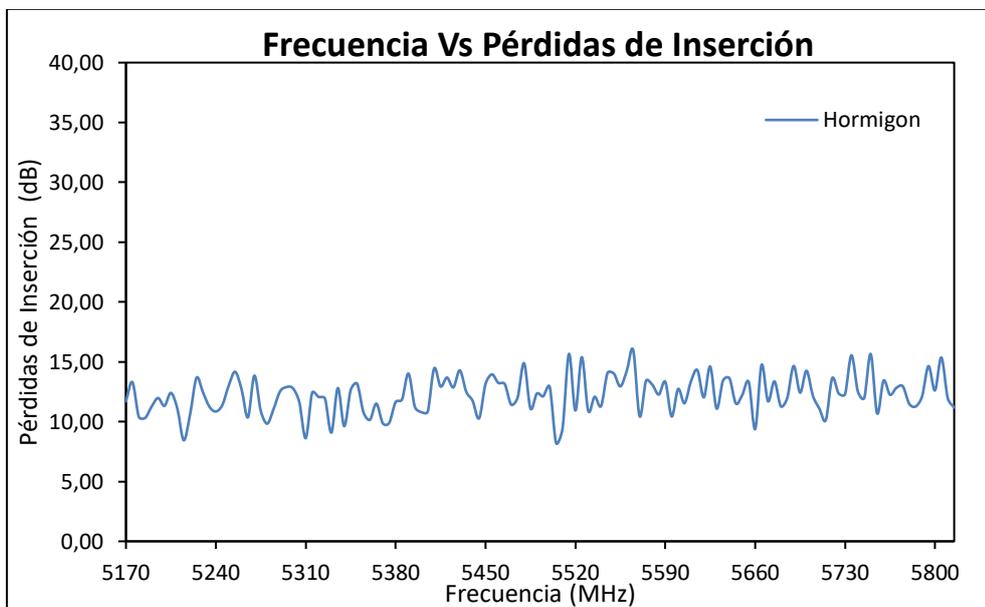


Ilustración 4-28: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.2.9 Hormigón con cielo raso PVC

En la Ilustración 4-29 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 12.92 dB, y dentro del rango de frecuencia de 5170 a 5815 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 16.56 dB y un valor de pérdida mínima de 9.57 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, es evidente que, al agregar el cielo raso PVC al hormigón, no se produce un comportamiento lineal, sino que su tendencia experimenta cambios drásticos.

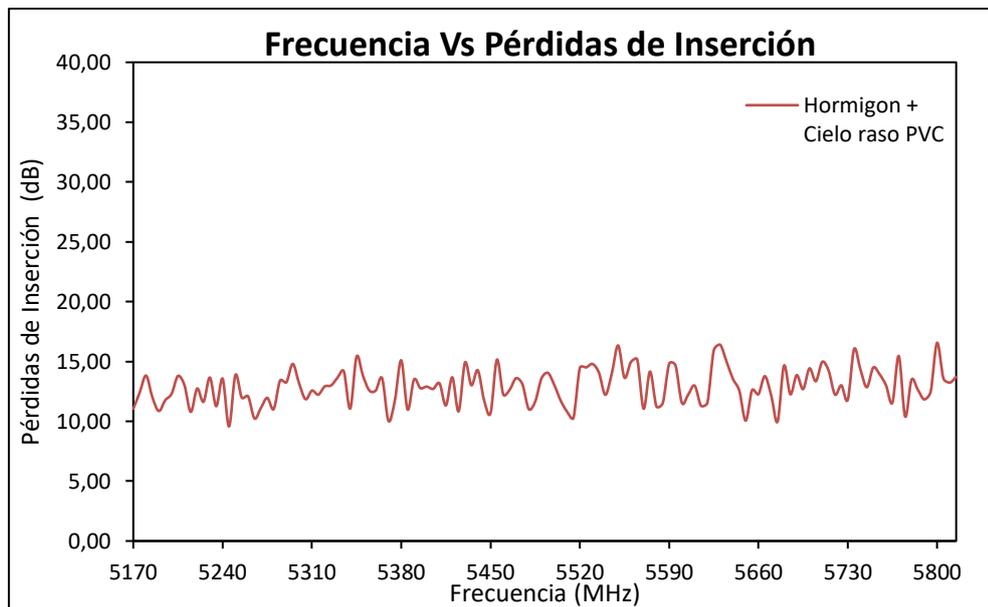


Ilustración 4-29: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón con cielo raso PVC.
Realizado por: Quillay L., 2023

4.2.10 Hormigón con madera MDF

En la Ilustración 4-310 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 13.45 dB, y dentro del rango de frecuencia de 5170 a 5815 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 18.66 dB y un valor de pérdida mínima de 9.17 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, es evidente que, al agregar la madera MDF al hormigón, no se produce un comportamiento lineal, sino que su tendencia experimenta cambios drásticos.

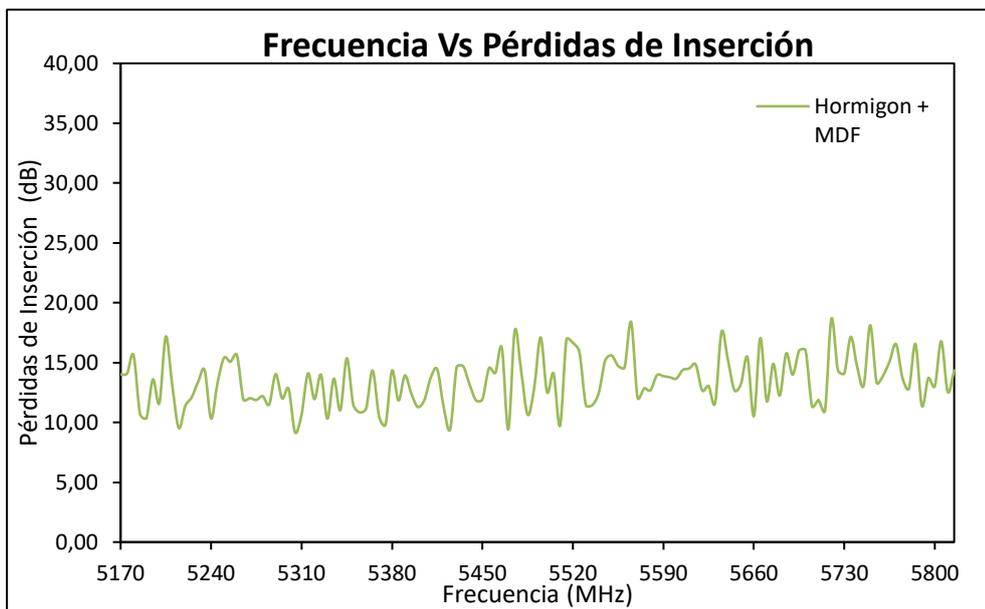


Ilustración 4-30: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón con madera MDF.
Realizado por: Quillay L., 2023

4.2.11 Hormigón con Gypsum

En la Ilustración 4-31 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 13.13 dB, y dentro del rango de frecuencia de 5170 a 5815 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 17.57 dB y un valor de pérdida mínima de 8.28 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, es evidente que, al agregar el Gypsum al hormigón, no se produce un comportamiento lineal, sino que su tendencia experimenta cambios drásticos.

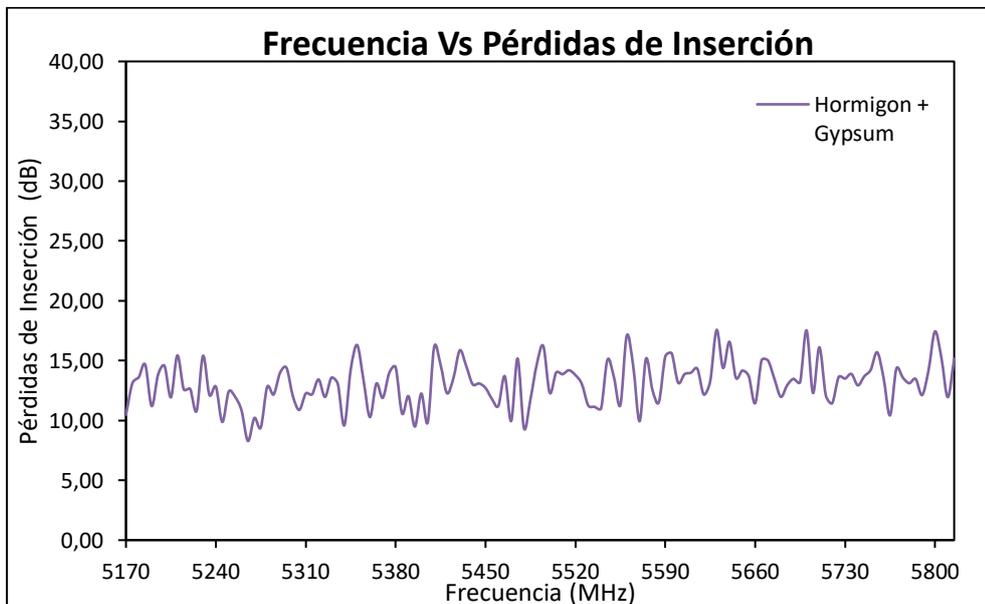


Ilustración 4-31: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón con Gypsum.
Realizado por: Quillay L., 2023

4.2.12 Hormigón con porcelanato

En la Ilustración 4-32 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 14.98 dB, y dentro del rango de frecuencia de 5170 a 5815 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 19.83 dB y un valor de pérdida mínima de 11.06 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, es evidente que, al adherir el porcelanato al hormigón, no se produce un comportamiento lineal, sino que su tendencia experimenta cambios drásticos.

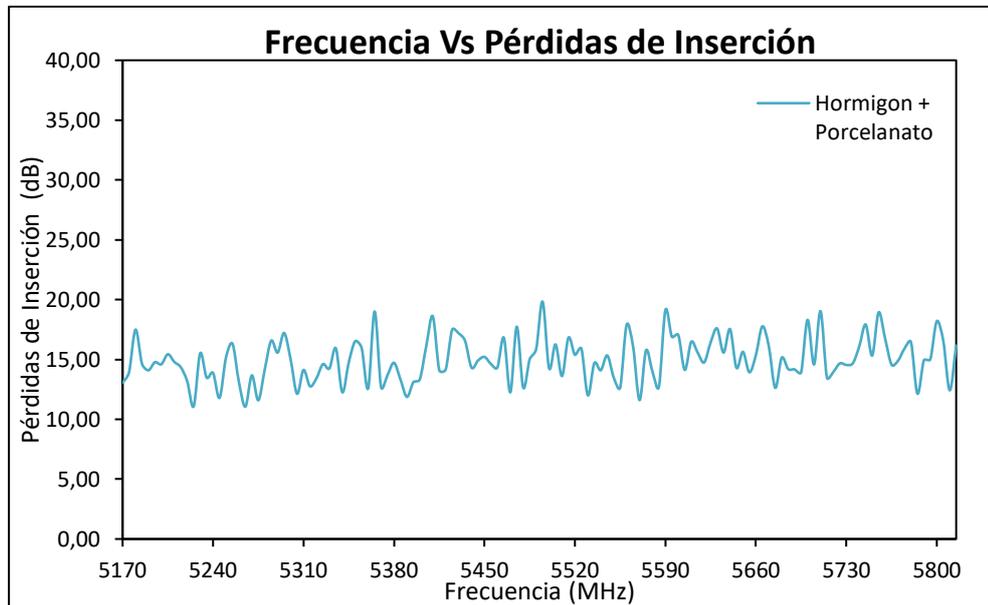


Ilustración 4-32: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón con porcelanato.
Realizado por: Quillay L., 2023

4.2.13 Hormigón con mármol

En la Ilustración 4-33 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 16.14 dB, y dentro del rango de frecuencia de 5170 a 5815 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 22.38 dB y un valor de pérdida mínima de 12.65 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, es evidente que, al adherir mármol al hormigón, no se produce un comportamiento lineal, sino que su tendencia experimenta cambios drásticos.

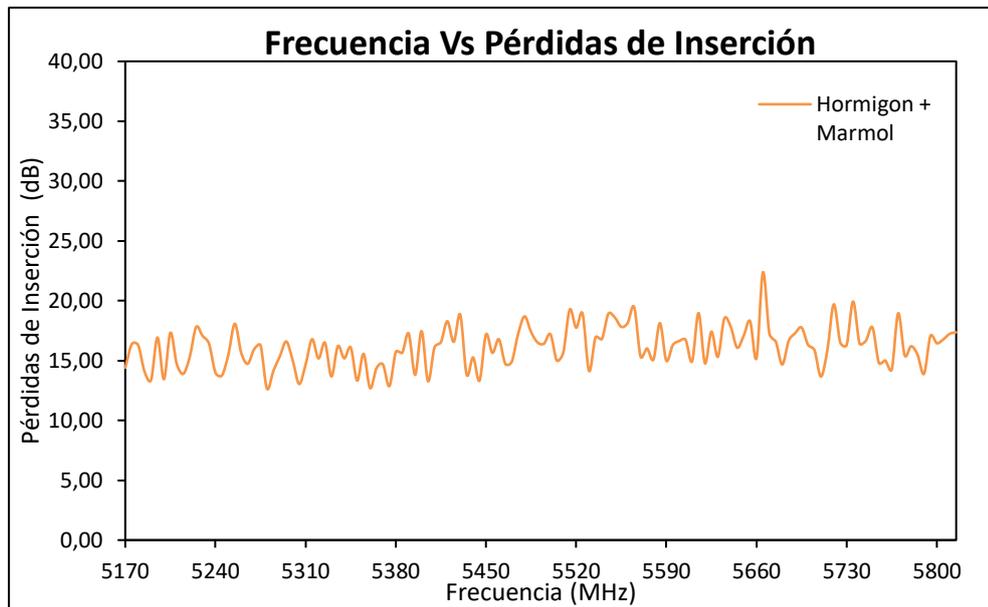


Ilustración 4-33: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de hormigón con mármol.
Realizado por: Quillay L., 2023

4.2.14 Pared de ladrillo con materiales para acabados de construcción

En la Ilustración 4-34 se puede observar las potencias recibidas en una pared de ladrillo adicionalmente agregado o adherido materiales para acabados de construcción en el rango de frecuencia de 5170 a 5815 MHz, donde se tiene una potencia recibida promedio de -32.11 dBm en el espacio libre, -39.97 dBm en pared de ladrillo, -40.42 en pared de ladrillo con cielo raso de PVC, -42.08 en pared de ladrillo con madera MDF, -41.91 en pared de ladrillo con Gypsum, -42.84 en pared de ladrillo adherido porcelanato y -44.66 en pared de ladrillo adherido mármol. Además, es evidente que las potencias recibidas de todos los materiales no muestran una relación lineal con los cambios de frecuencia.

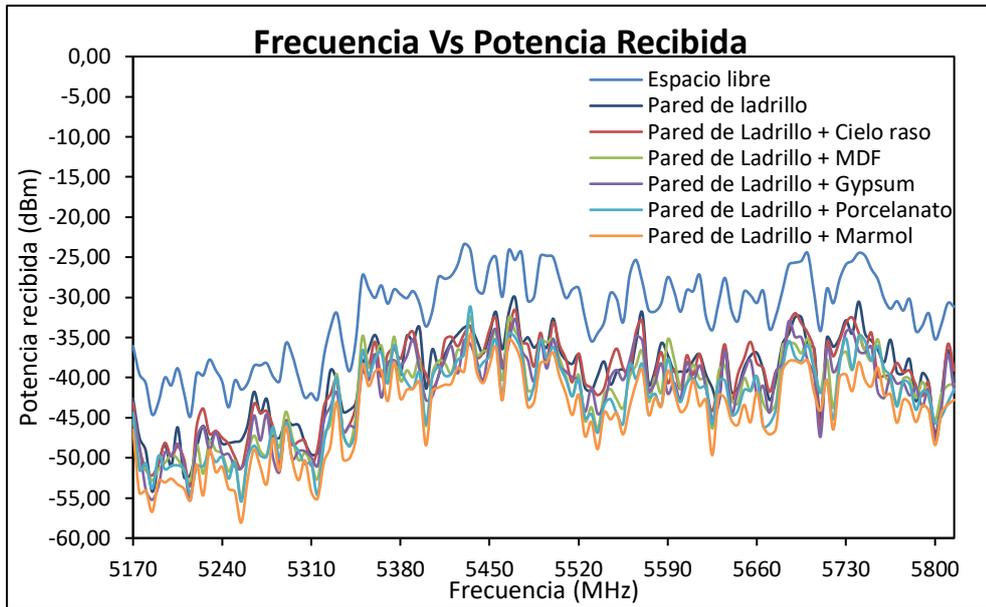


Ilustración 4-34: Frecuencia Vs Potencia Recibida en pared de ladrillo con materiales para acabados de construcción.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.2.15 Pared de ladrillo

En la Ilustración 4-35 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 7.86 dB, y dentro del rango de frecuencia de 5170 a 5815 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 12.56 dB y un valor de pérdida mínima de 3.01 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, se evidencia un comportamiento más drástico de pérdidas por inserción.

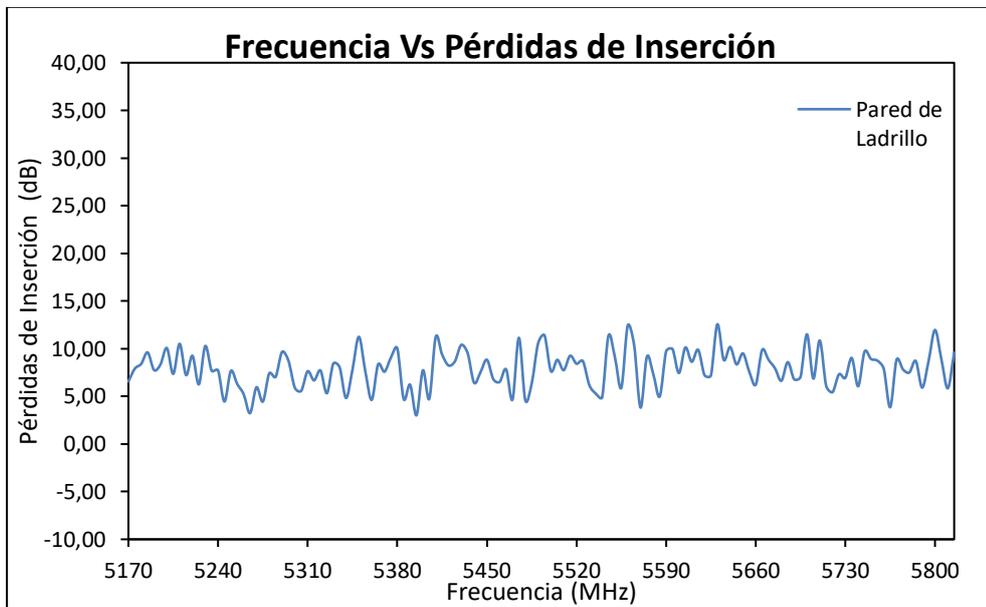


Ilustración 4-35: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.2.16 Pared de ladrillo con cielo raso PVC

En la Ilustración 4-36 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 8.31 dB, y dentro del rango de frecuencia de 5170 a 5815 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 13.20 dB y un valor de pérdida mínima de 4.08 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, es evidente que, al agregar el cielo raso PVC a la pared de ladrillo, no se produce un comportamiento lineal, sino que su tendencia experimenta cambios drásticos.

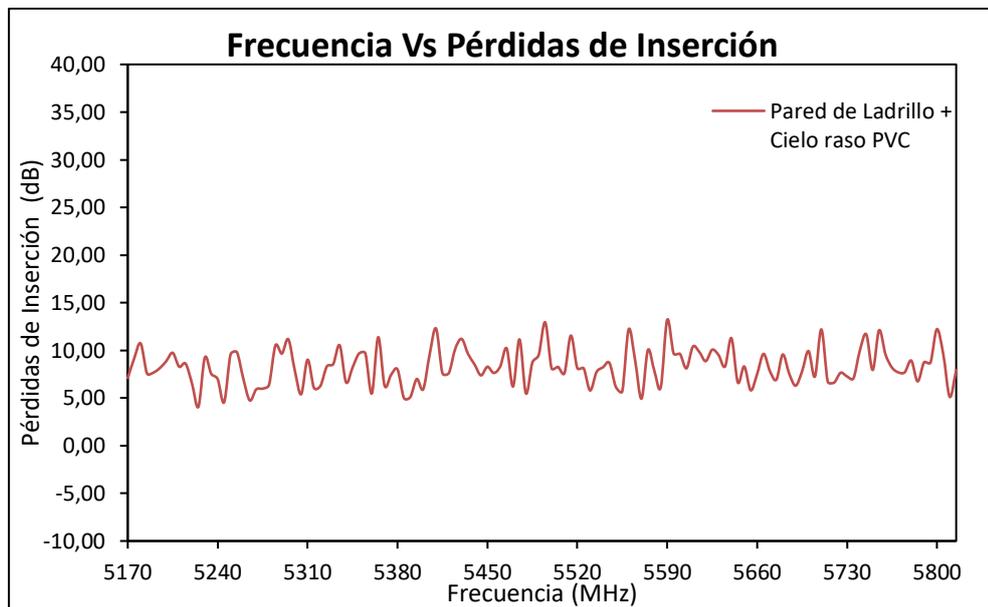


Ilustración 4-36: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo con cielo raso PVC.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.2.17 Pared de ladrillo con madera MDF

En la Ilustración 4-37 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 9.97 dB, y dentro del rango de frecuencia de 5170 a 5815 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 13.97 dB y un valor de pérdida mínima de 5.89 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, es evidente que, al agregar la madera MDF a la pared de ladrillo, no se produce un comportamiento lineal, sino que su tendencia experimenta cambios drásticos.

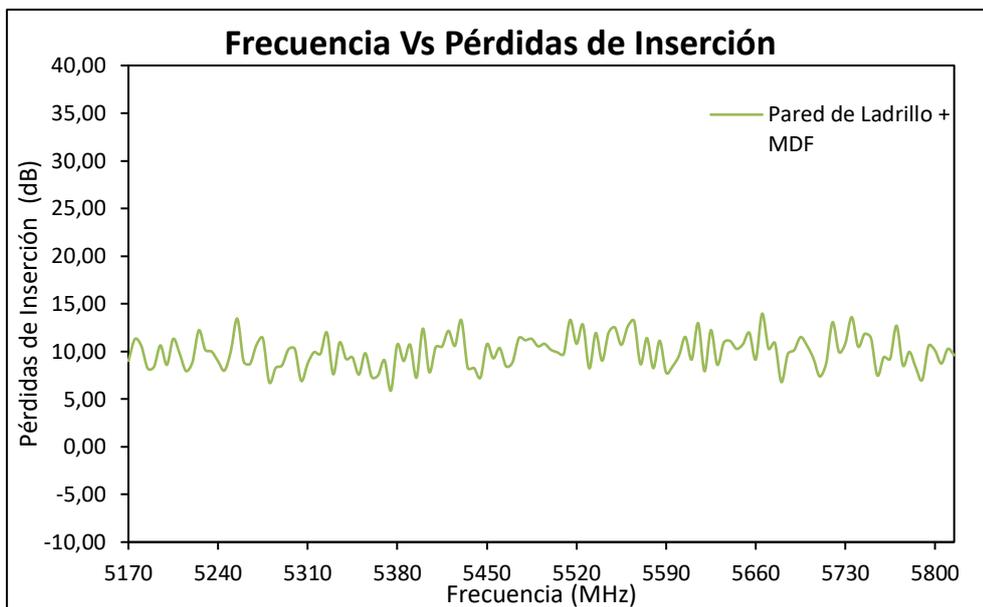


Ilustración 4-37: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo con madera MDF.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.2.18 Pared de ladrillo con Gypsum

En la Ilustración 4-38 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 9.80 dB, y dentro del rango de frecuencia de 5170 a 5815 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 14.52 dB y un valor de pérdida mínima de 5.82 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, es evidente que, al agregar el Gypsum a la pared de ladrillo, no se produce un comportamiento lineal, sino que su tendencia experimenta cambios drásticos.

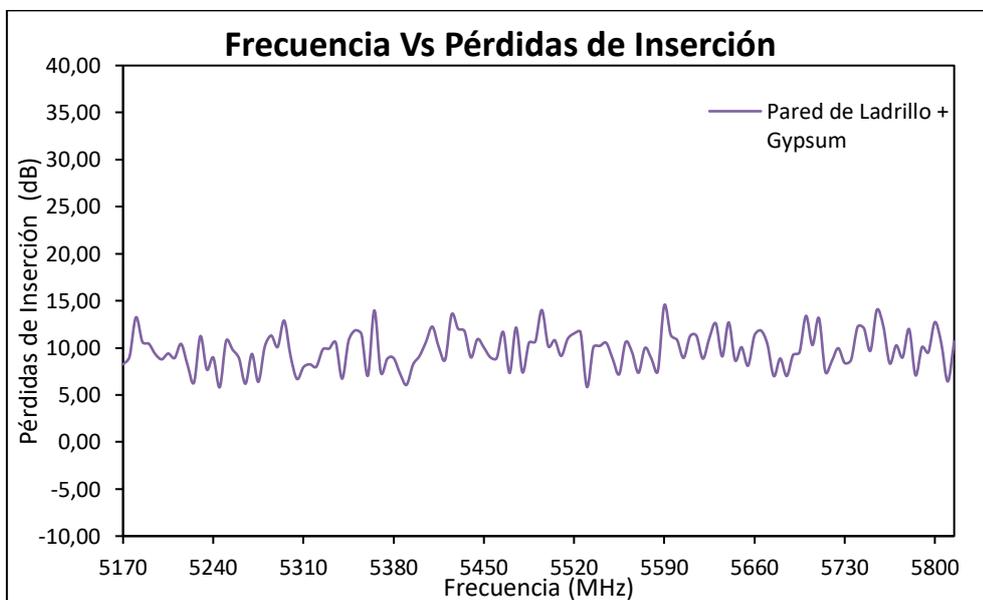


Ilustración 4-38: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo con Gypsum.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.2.19 Pared de ladrillo con porcelanato

En la Ilustración 4-39 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 10.73 dB, y dentro del rango de frecuencia de 5170 a 5815 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 16.89 dB y un valor de pérdida mínima de 6.29 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, es evidente que, al adherir el porcelanato a la pared de ladrillo, no se produce un comportamiento lineal, sino que su tendencia experimenta cambios drásticos.

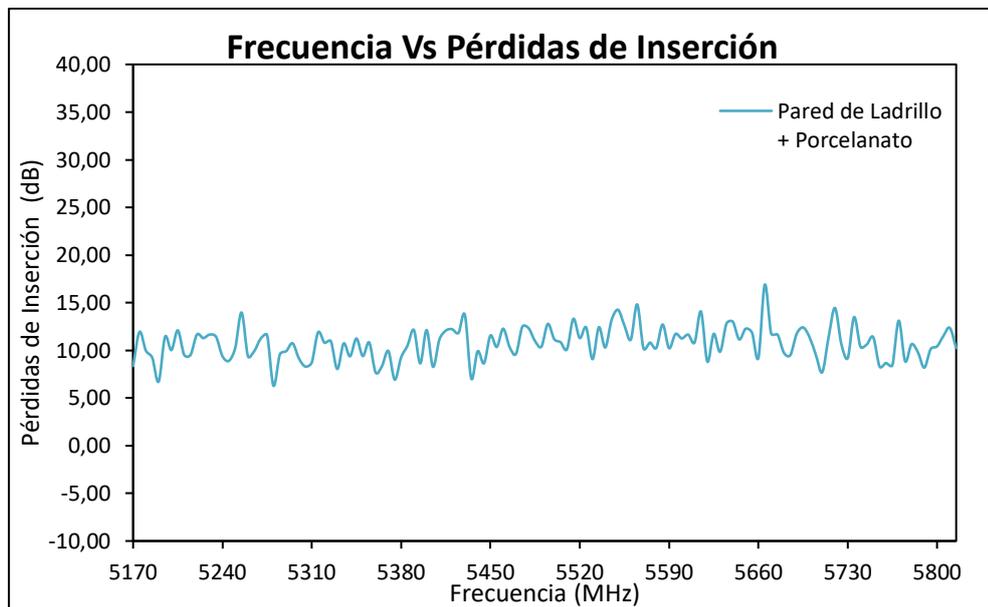


Ilustración 4-39: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo con porcelanato.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.2.20 Pared de ladrillo con mármol

En la Ilustración 4-40 se puede observar una pérdida promedio de potencia de 12.55 dB, y dentro del rango de frecuencia de 5170 a 5815 MHz se registra un valor de pérdida máxima de 16.82 dB y un valor de pérdida mínima de 7.70 dB, como se puede verificar en el Anexo B. Además, es evidente que, al adherir mármol a la pared de ladrillo, no se produce un comportamiento lineal, sino que su tendencia experimenta cambios drásticos.

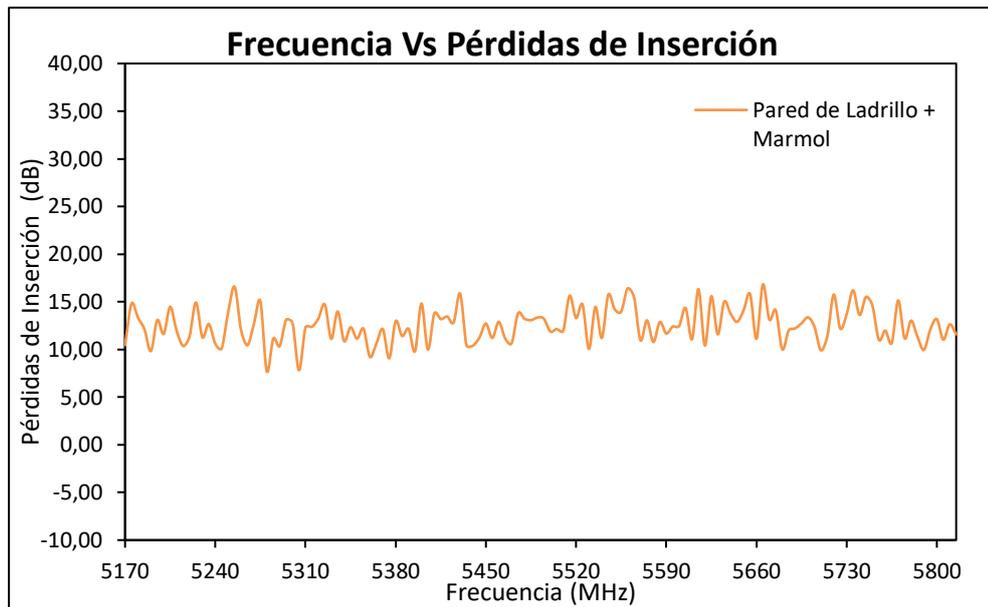


Ilustración 4-40: Frecuencia Vs Pérdidas de Inserción de pared de ladrillo con mármol.
Realizado por: Quillay L., 2023

4.3 Cobertura en la banda de 2.4 GHz

Se realizaron mediciones de cobertura en la banda de 2.4 GHz, que dispone de 11 canales para América, de los cuales se han seleccionado el canal 5 y 11 siendo los que tienen menor y mayor pérdidas de propagación de acuerdo a la Ilustración 4-1.

4.3.1 Espacio libre

En la Ilustración 4-41 e Ilustración 4-42 se puede observar la cobertura de una señal de WiFi medida en el canal 5 (frecuencia central = 2432 MHz) y canal 11 (frecuencia central = 2462 MHz) respectivamente, mientras se propaga en un entorno de espacio libre. Dentro de una distancia de 1 a 200 metros, se puede apreciar en el canal 5 que, a partir de los 158 metros, la señal se vuelve muy débil y la conectividad ya no está garantizada, mientras que para el canal 11 esto sucede a partir de 184 metros.

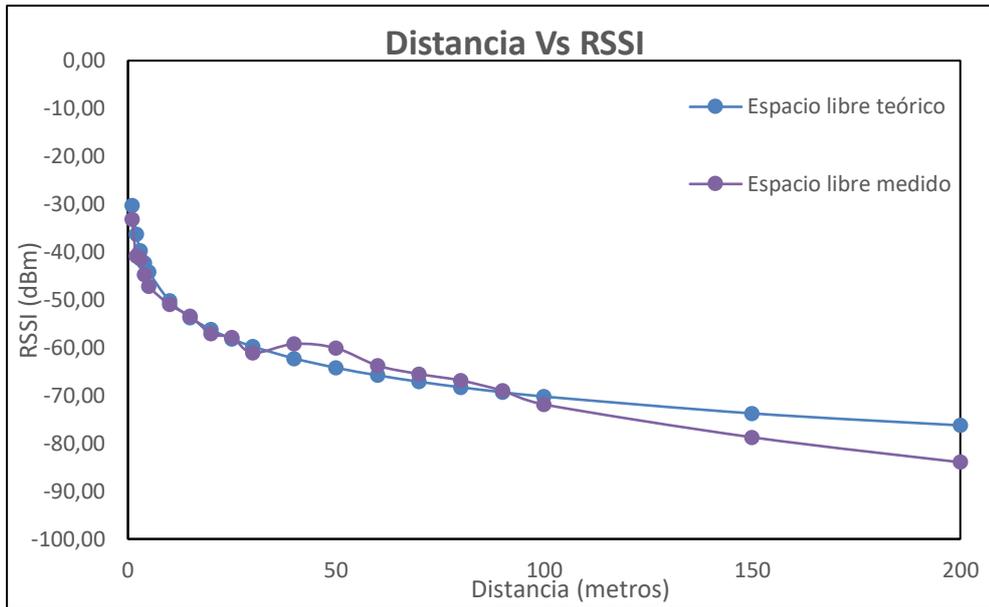


Ilustración 4-41: Cobertura medida en CH5 cuando se propaga en el espacio libre.
Realizado por: Quillay L., 2023

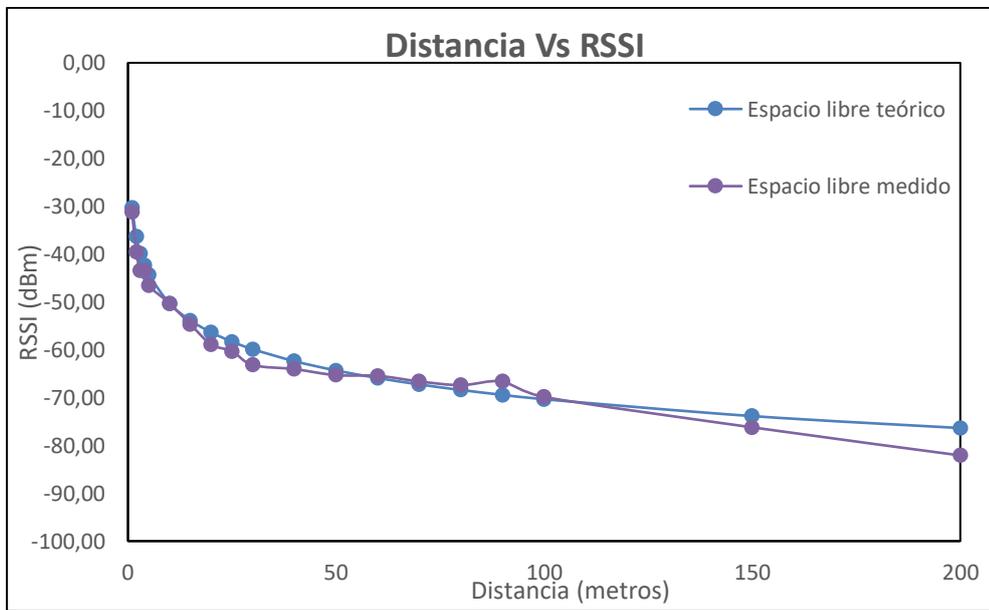


Ilustración 4-42: Cobertura medida en CH11 cuando se propaga en el espacio libre.
Realizado por: Quillay L., 2023

4.3.2 Cielo raso PVC

En la Ilustración 4-43 e Ilustración 4-44 se puede observar la cobertura de una señal de WiFi en el canal 5 ($f_c = 2432$ MHz) y canal 11 ($f_c = 2462$ MHz) respectivamente, cuando es afectada por las pérdidas de inserción en cielo raso PVC con hormigón y pared de ladrillo. En el rango de distancia de 1 a 200 metros, se puede apreciar en el canal 5 que la señal se vuelve muy débil y la conectividad ya no está garantizada a partir de 151 metros para cielo raso PVC, 96 metros para

hormigón con cielo raso PVC y 109 metros para pared de ladrillo con cielo raso PVC; mientras que para el canal 11 esto sucede a partir de 172 metros para cielo raso PVC, 104 metros para hormigón con cielo raso PVC y 126 metros para pared de ladrillo con cielo raso PVC.

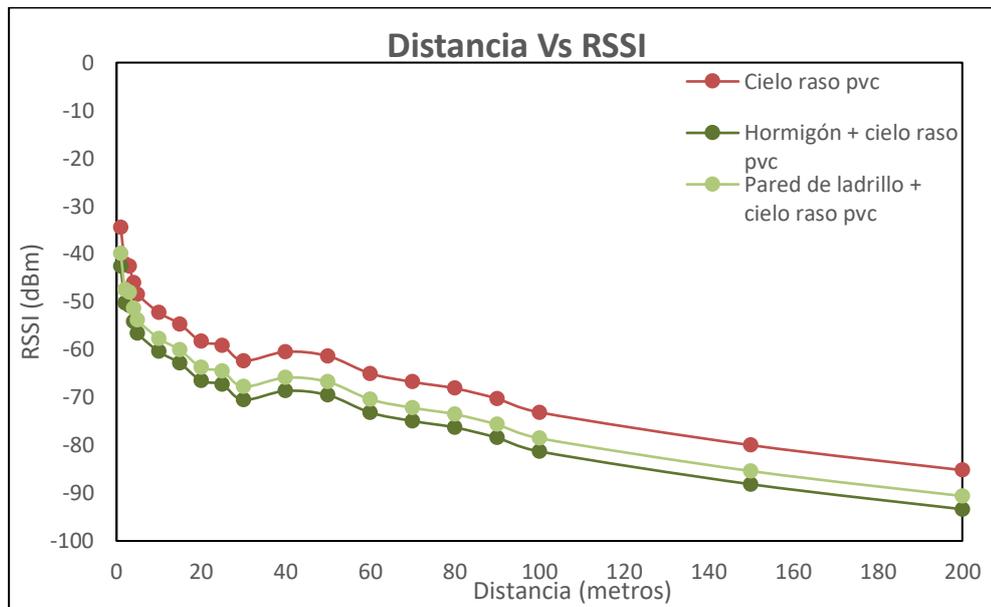


Ilustración 4-43: Cobertura del CH5 afectado por pérdidas de inserción en cielo raso PVC con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

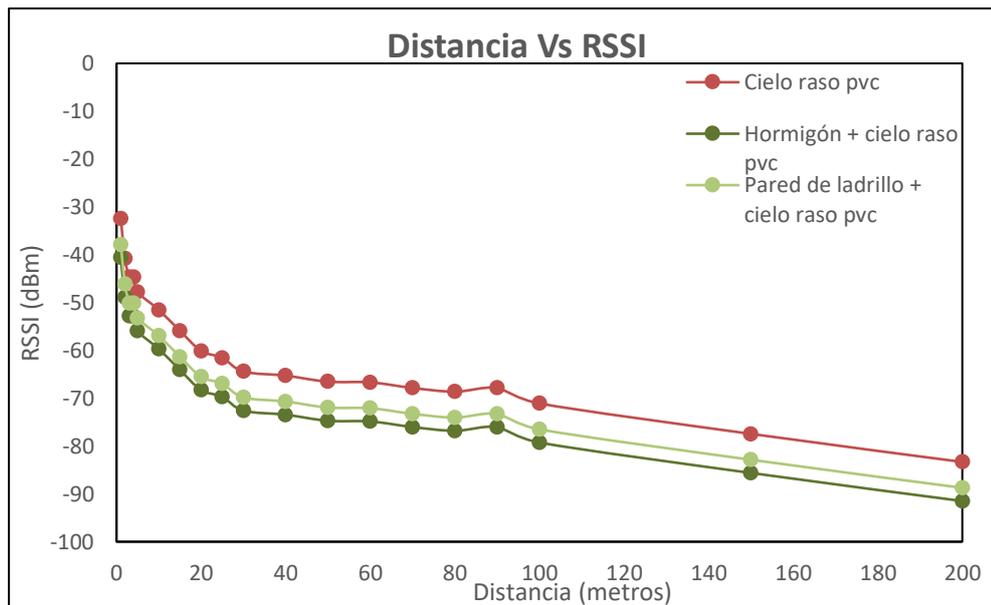


Ilustración 4-44: Cobertura del CH11 afectado por pérdidas de inserción en cielo raso PVC con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.3.3 Madera MDF

En la Ilustración 4-45 e Ilustración 4-46 se puede observar la cobertura de una señal de WiFi en el canal 5 ($f_c = 2432$ MHz) y canal 11 ($f_c = 2462$ MHz) respectivamente, cuando es afectada por las pérdidas de inserción en madera MDF con hormigón y pared de ladrillo. En el rango de distancia de 1 a 200 metros, se puede apreciar en el canal 5 que la señal se vuelve muy débil y la conectividad ya no está garantizada a partir de 146 metros para madera MDF, 92 metros para hormigón con madera MDF y 106 metros para pared de ladrillo con madera MDF; mientras que para el canal 11 esto sucede a partir de 168 metros para madera MDF, 101 metros para hormigón con madera MDF y 121 metros para pared de ladrillo con madera MDF.

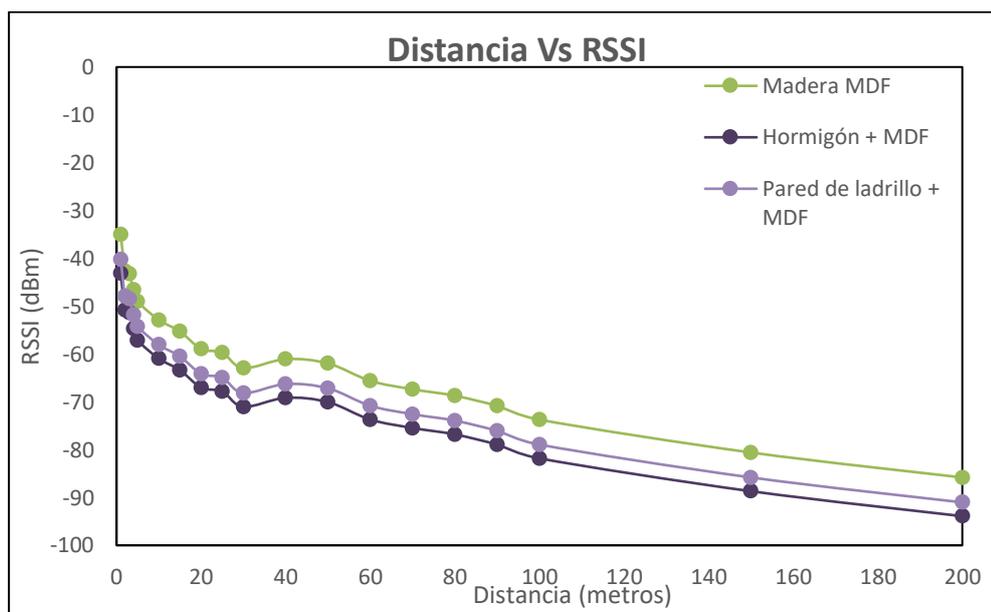


Ilustración 4-45: Cobertura del CH5 afectado por pérdidas de inserción en madera MDF con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

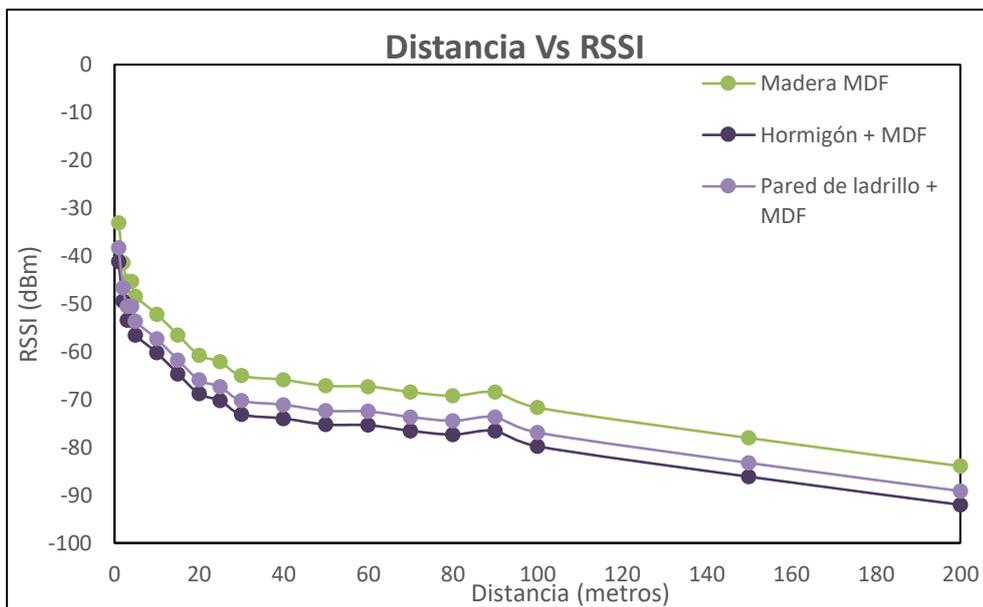


Ilustración 4-46: Cobertura del CH11 afectado por pérdidas de inserción en madera MDF con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.3.4 Gypsum

En la Ilustración 4-47 e Ilustración 4-48 se puede observar la cobertura de una señal de WiFi en el canal 5 ($f_c = 2432$ MHz) y canal 11 ($f_c = 2462$ MHz) respectivamente, cuando es afectada por las pérdidas de inserción en Gypsum con hormigón y pared de ladrillo. En el rango de distancia de 1 a 200 metros, se puede apreciar en el canal 5 que la señal se vuelve muy débil y la conectividad ya no está garantizada a partir de 149 metros para Gypsum, 91 metros para hormigón con Gypsum y 108 metros para pared de ladrillo con Gypsum; mientras que para el canal 11 esto sucede a partir de 164 metros para Gypsum, 101 metros para hormigón con Gypsum y 124 metros para pared de ladrillo con Gypsum.

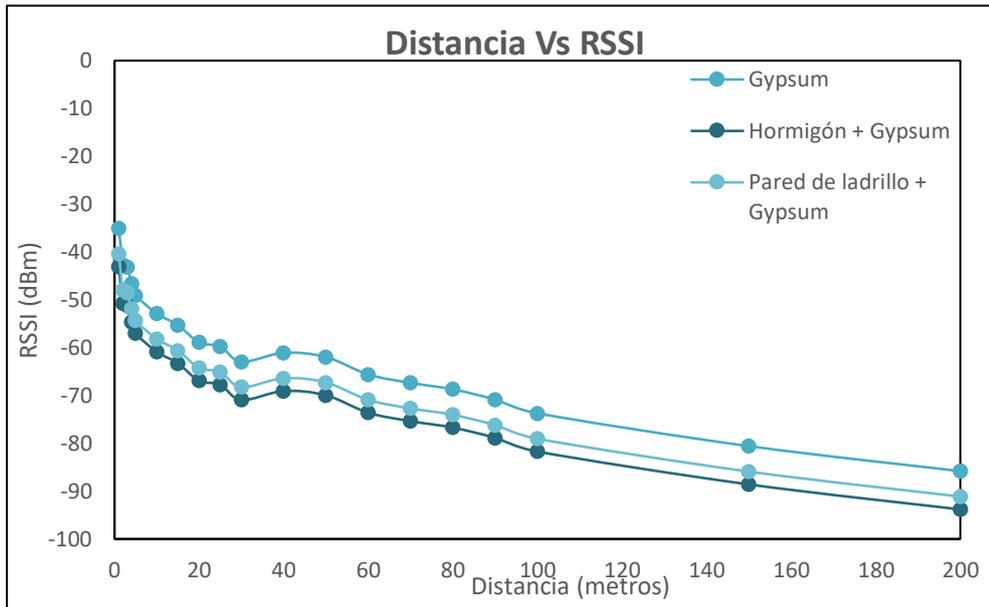


Ilustración 4-47: Cobertura del CH5 afectado por pérdidas de inserción en Gypsum con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

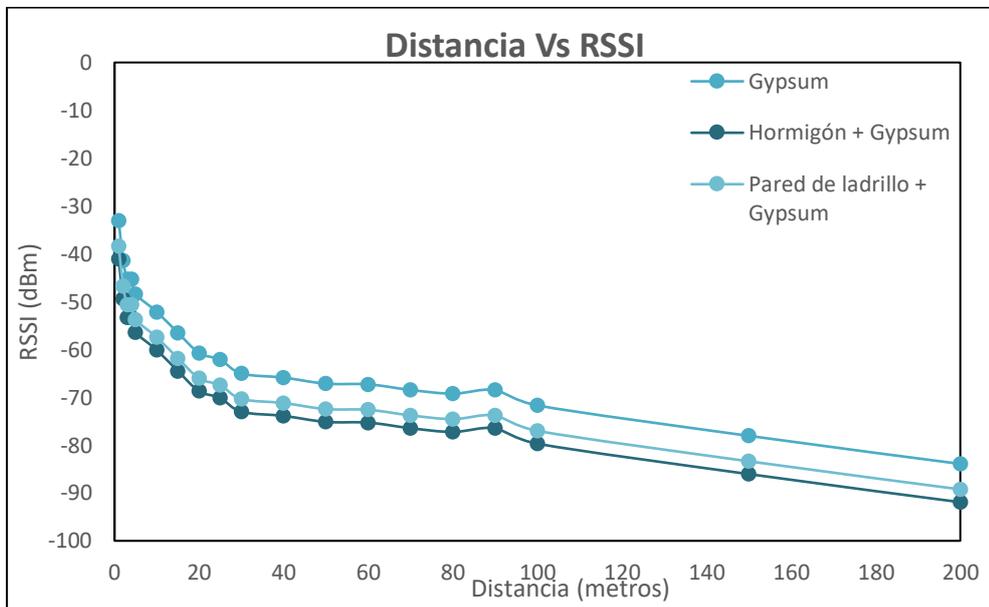


Ilustración 4-48: Cobertura del CH11 afectado por pérdidas de inserción en Gypsum con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.3.5 Porcelanato

En la Ilustración 4-49 e Ilustración 4-50 se puede observar la cobertura de una señal de WiFi en el canal 5 ($f_c = 2432$ MHz) y canal 11 ($f_c = 2462$ MHz) respectivamente, cuando es afectada por las pérdidas de inserción en porcelanato con hormigón y pared de ladrillo. En el rango de distancia de 1 a 200 metros, se puede apreciar en el canal 5 que la señal se vuelve muy débil y la

conectividad ya no está garantizada a partir de 145 metros para porcelanato, 90 metros para hormigón con porcelanato y 102 metros para pared de ladrillo con porcelanato; mientras que para el canal 11 esto sucede a partir de 163 metros para porcelanato, 99 metros para hormigón con porcelanato y 114 metros para pared de ladrillo con porcelanato.

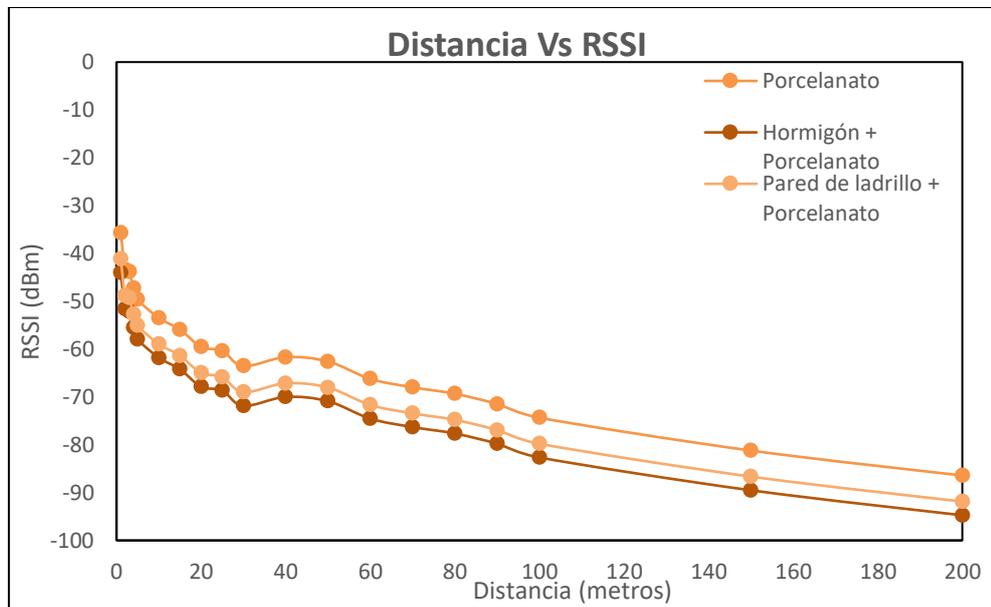


Ilustración 4-49: Cobertura del CH5 afectado por pérdidas de inserción en porcelanato con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

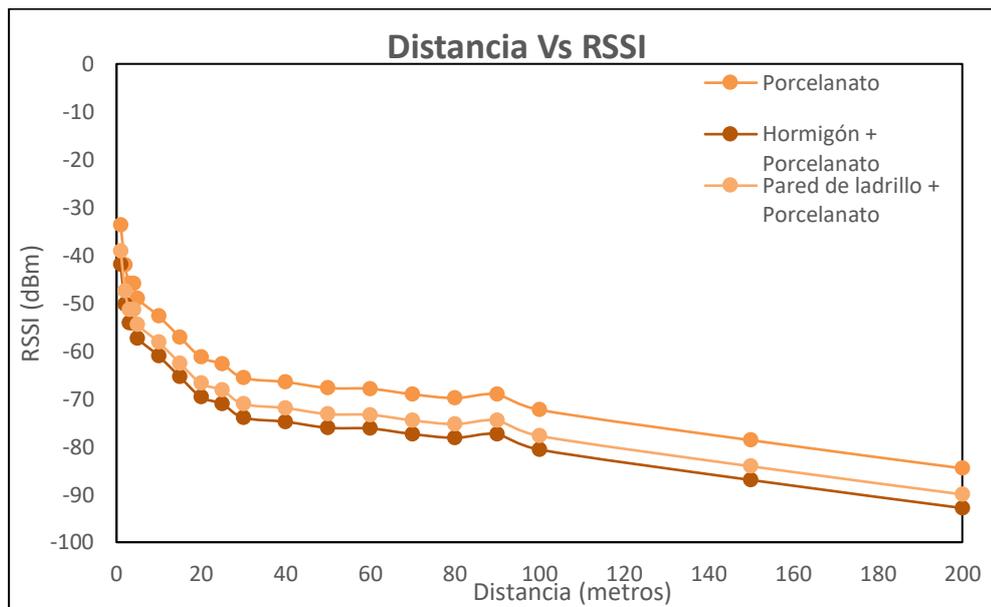


Ilustración 4-50: Cobertura del CH11 afectado por pérdidas de inserción en porcelanato con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.3.6 Mármol

En la Ilustración 4-51 e Ilustración 4-52 se puede observar la cobertura de una señal de WiFi en el canal 5 ($f_c = 2432$ MHz) y canal 11 ($f_c = 2462$ MHz) respectivamente, cuando es afectada por las pérdidas de inserción en mármol con hormigón y pared de ladrillo. En el rango de distancia de 1 a 200 metros, se puede apreciar en el canal 5 que la señal se vuelve muy débil y la conectividad ya no está garantizada a partir de 140 metros para mármol, 86 metros para hormigón con mármol y 99 metros para pared de ladrillo con mármol; mientras que para el canal 11 esto sucede a partir de 152 metros para mármol, 93 metros para hormigón con mármol y 108 metros para pared de ladrillo con mármol.

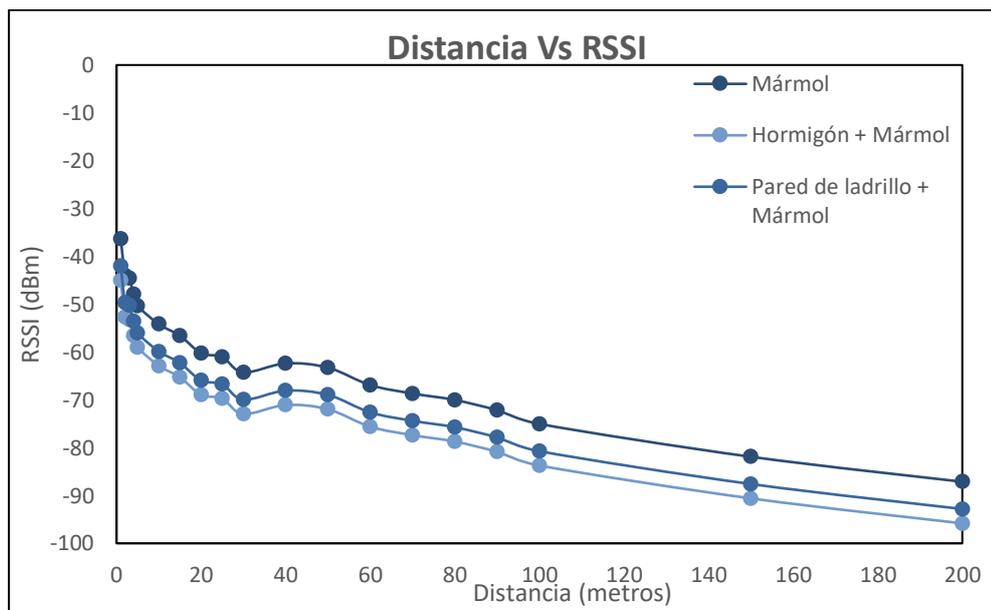


Ilustración 4-51: Cobertura del CH5 afectado por pérdidas de inserción en mármol con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

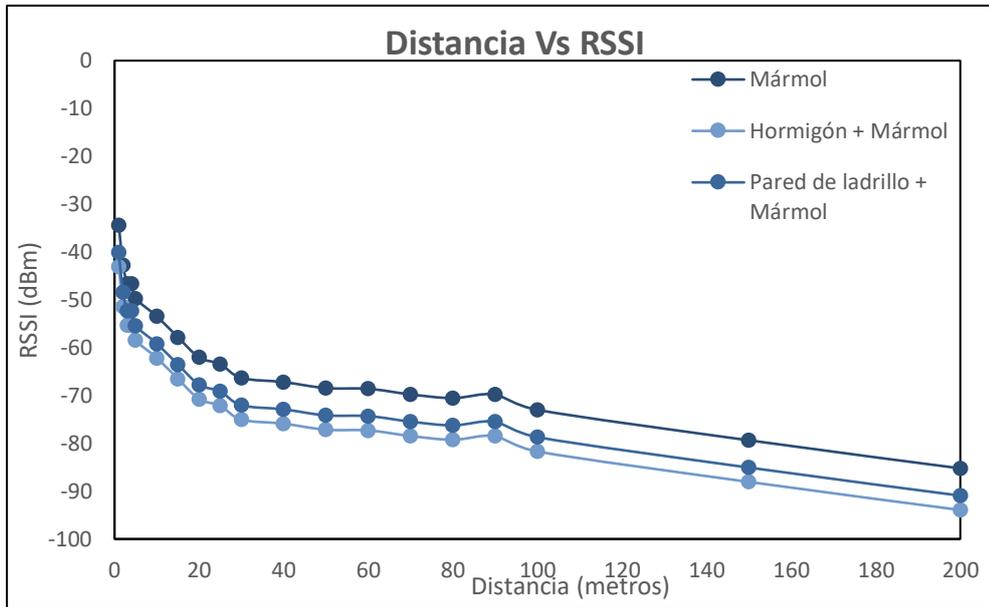


Ilustración 4-52: Cobertura del CH11 afectado por pérdidas de inserción en mármol con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.3.7 Hormigón y pared de ladrillo

En la Ilustración 4-53 e Ilustración 4-54 se puede observar la cobertura de una señal de WiFi en el canal 5 ($f_c = 2432$ MHz) y canal 11 ($f_c = 2462$ MHz) respectivamente, cuando es afectada por las pérdidas de inserción en hormigón y pared de ladrillo. En el rango de distancia de 1 a 200 metros, se puede apreciar en el canal 5 que la señal se vuelve muy débil y la conectividad ya no está garantizada a partir de 98 metros para hormigón y 118 metros para pared de ladrillo; mientras que para el canal 11 esto sucede a partir de 109 metros para hormigón y 138 metros para pared de ladrillo.

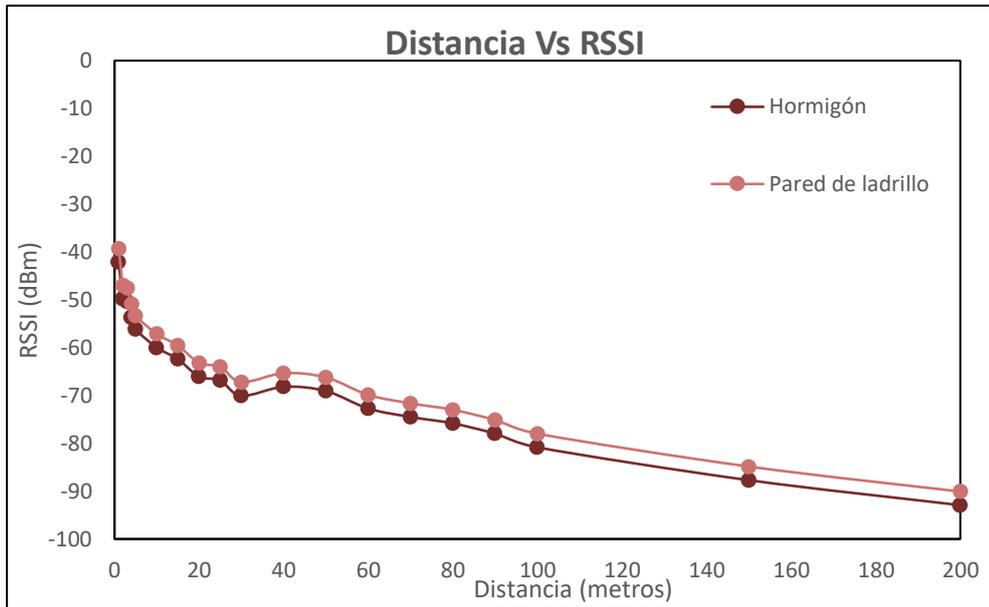


Ilustración 4-53: Cobertura del CH5 afectado por pérdidas de inserción en hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

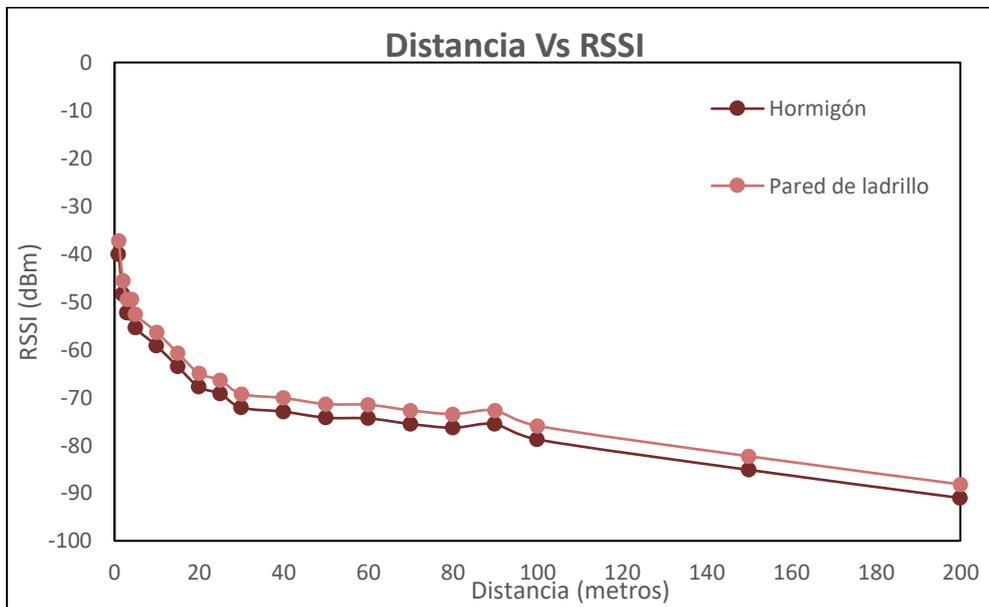


Ilustración 4-54: Cobertura del CH11 afectado por pérdidas de inserción en hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.4 Cobertura en la banda de 5 GHz

Se realizaron mediciones de cobertura en el espacio libre en las bandas UNII-1 y UNII-3. No se realiza mediciones en la banda UNII-2 debido a que el router comercial que se utilizó no proporciona canales en esta banda, ya que en el fabricante recomienda evitar los canales de las bandas UNII-2 y UNII-2C (extendidas), esto se debe a las restricciones y regulaciones impuestas por las autoridades de telecomunicaciones en diferentes países.

4.4.1 Cobertura en UNII-1

La banda UNII-1 se compone de los canales 36 a 48, donde se realizaron mediciones de cobertura en los canales 40 y 44 por ser los de mayor y menor pérdidas de propagación de acuerdo con la Ilustración 4-21. El ancho de banda asignado a los canales es de 20 MHz.

4.4.1.1 Espacio libre

En la Ilustración 4-55 e Ilustración 4-56 se puede observar la cobertura de una señal de WiFi medida en el canal 44 (frecuencia central = 5220 MHz) y canal 40 (frecuencia central = 5200 MHz) respectivamente, mientras se propaga en un entorno de espacio libre. Dentro de una distancia de 1 a 200 metros, se puede apreciar en el canal 44 que, a partir de los 102 metros, se pierde completamente conectividad, mientras que para el canal 40 esto sucede a partir de 123 metros.

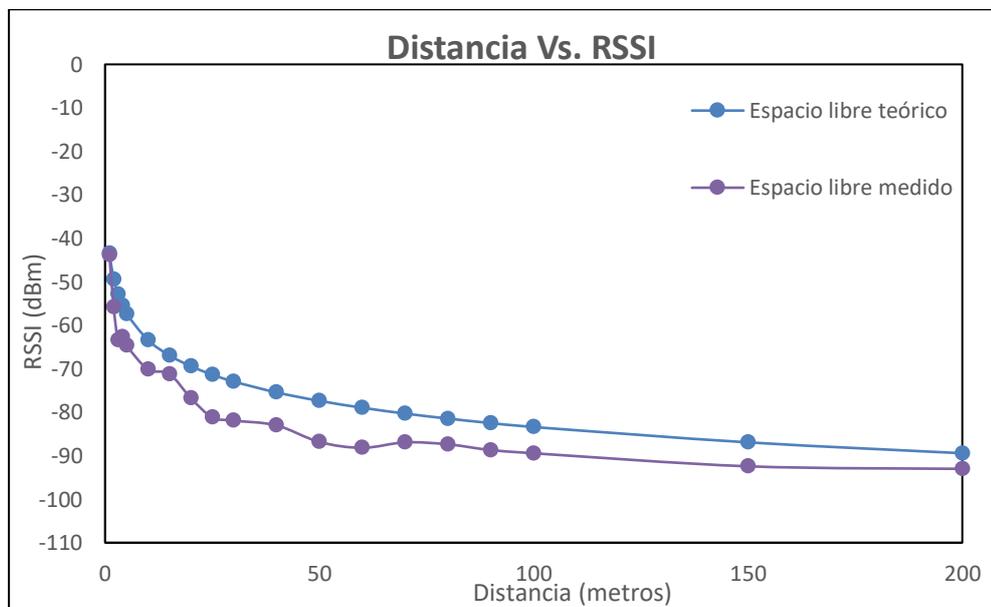


Ilustración 4-55: Cobertura medida en CH44 cuando se propaga en el espacio libre.
Realizado por: Quillay L., 2023

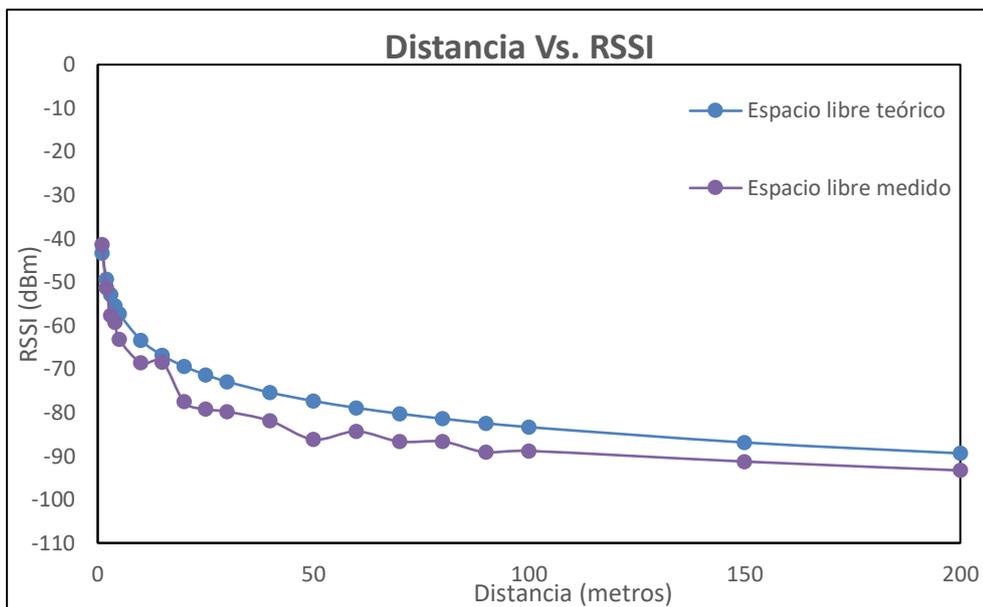


Ilustración 4-56: Cobertura medida en CH40 cuando se propaga en el espacio libre.
 Realizado por: Quillay L., 2023

4.4.1.2 Cielo raso PVC

En la Ilustración 4-57 e Ilustración 4-58 se puede observar la cobertura de una señal de WiFi en el canal 44 ($f_c = 5220$ MHz) y canal 40 ($f_c = 5200$ MHz) respectivamente, cuando es afectada por las pérdidas de inserción en cielo raso PVC con hormigón y pared de ladrillo. En el rango de distancia de 1 a 200 metros, se puede apreciar en el canal 44 se pierde completamente conectividad a partir de 85 metros para cielo raso PVC, 26 metros para pared de ladrillo con cielo raso PVC y 21 metros para hormigón con cielo raso PVC; mientras que para el canal 40 esto sucede a partir 87 metros para cielo raso PVC, 40 metros para pared de ladrillo con cielo raso PVC y 20 metros para hormigón con cielo raso PVC.

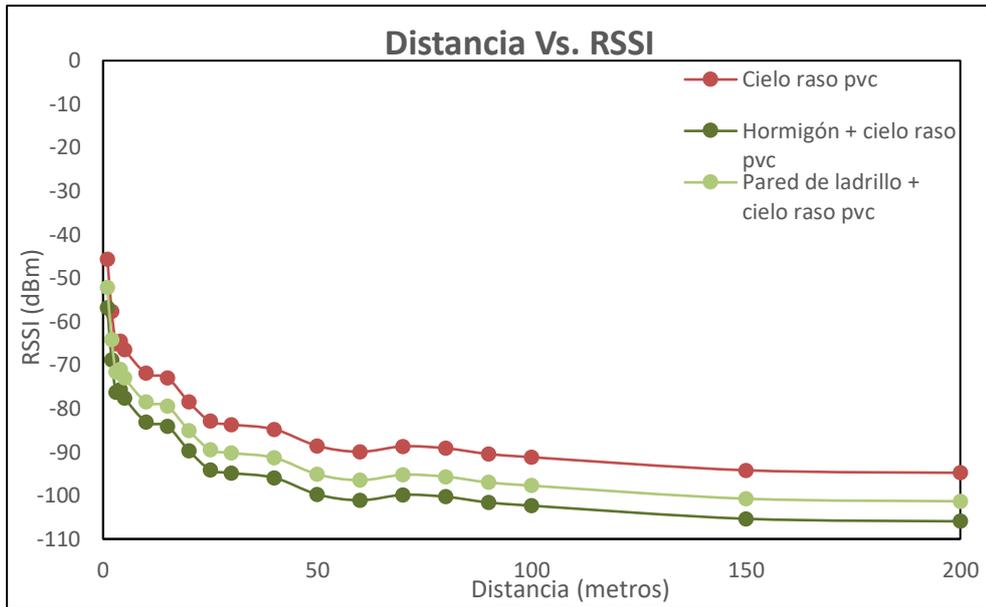


Ilustración 4-57: Cobertura del CH44 afectado por pérdidas de inserción en cielo raso PVC con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

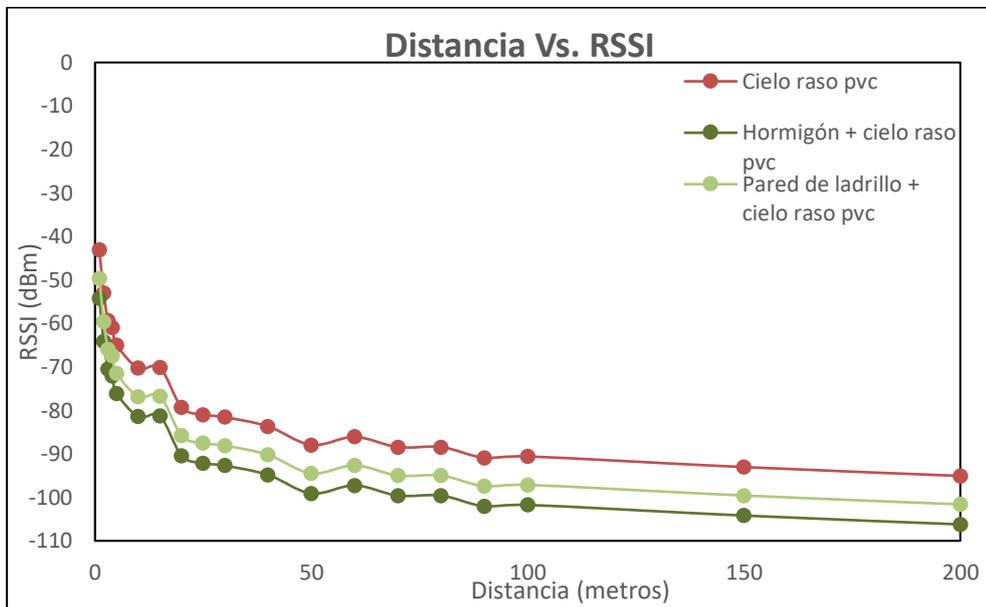


Ilustración 4-58: Cobertura del CH40 afectado por pérdidas de inserción en cielo raso PVC con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.4.1.3 Madera MDF

En la Ilustración 4-59 e Ilustración 4-60 se puede observar la cobertura de una señal de WiFi en el canal 44 ($f_c = 5220$ MHz) y canal 40 ($f_c = 5200$ MHz) respectivamente, cuando es afectada por las pérdidas de inserción en madera MDF con hormigón y pared de ladrillo. En el rango de distancia de 1 a 200 metros, se puede apreciar en el canal 44 se pierde completamente

conectividad a partir de 78 metros para madera MDF, 24 metros para pared de ladrillo con madera MDF y 20 metros para hormigón con madera MDF; mientras que para el canal 40 esto sucede a partir 81 metros para madera MDF, 31 metros para pared de ladrillo con madera MDF y 19 metros para hormigón con madera MDF.

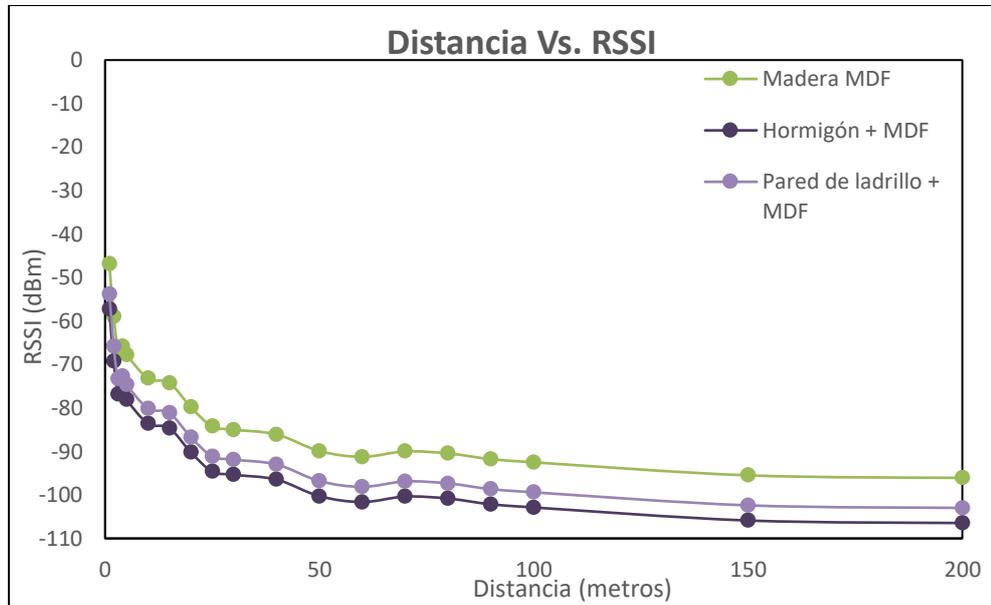


Ilustración 4-59: Cobertura del CH44 afectado por pérdidas de inserción en madera MDF con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

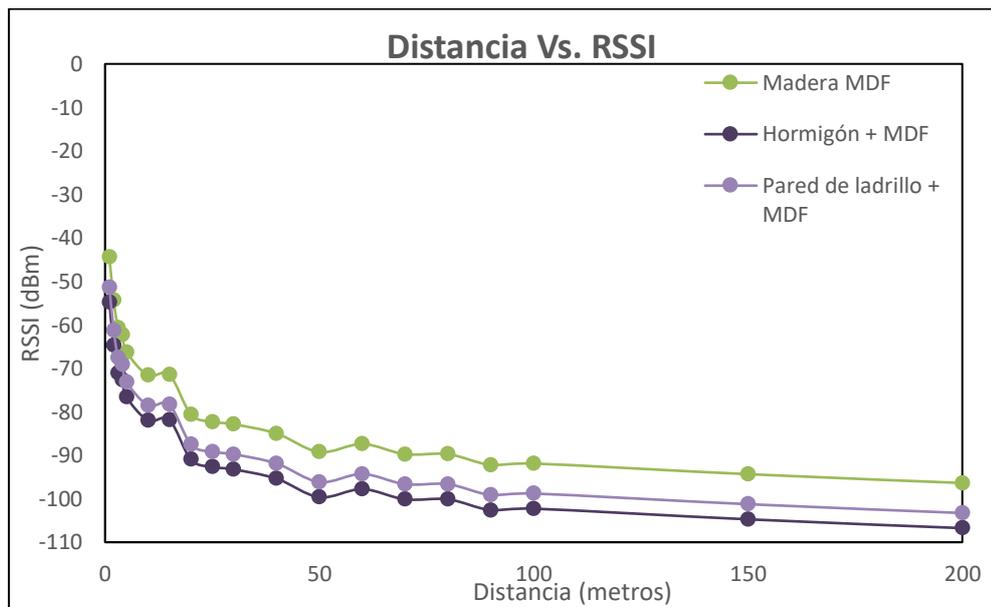


Ilustración 4-60: Cobertura del CH40 afectado por pérdidas de inserción en madera MDF con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.4.1.4 Gypsum

En la Ilustración 4-61 e Ilustración 4-62 se puede observar la cobertura de una señal de WiFi en el canal 44 ($f_c = 5220$ MHz) y canal 40 ($f_c = 5200$ MHz) respectivamente, cuando es afectada por las pérdidas de inserción en Gypsum con hormigón y pared de ladrillo. En el rango de distancia de 1 a 200 metros, se puede apreciar en el canal 44 se pierde completamente conectividad a partir de 70 metros para Gypsum, 24 metros para pared de ladrillo con Gypsum y 21 metros para hormigón con Gypsum; mientras que para el canal 40 esto sucede a partir 80 metros para Gypsum, 32 metros para pared de ladrillo con Gypsum y 19 metros para hormigón con Gypsum.

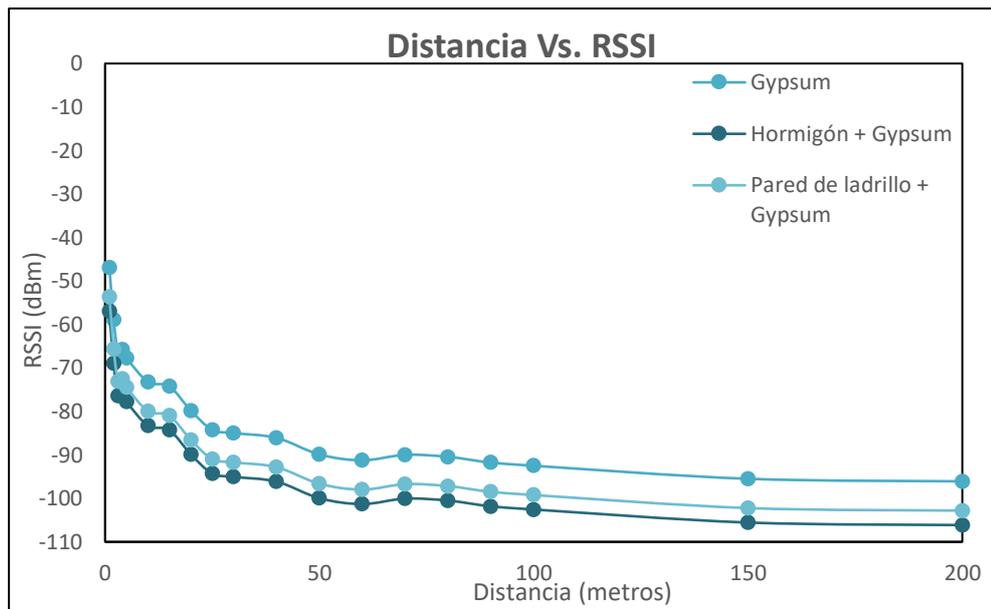


Ilustración 4-61: Cobertura del CH44 afectado por pérdidas de inserción en Gypsum con hormigón y pared de ladrillo.
Realizado por: Quillay L., 2023

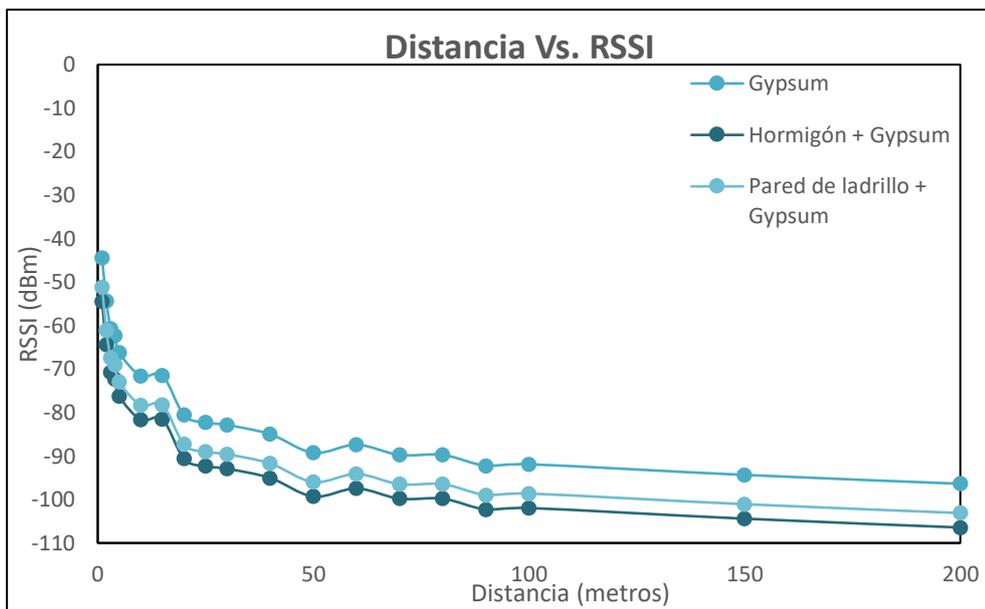


Ilustración 4-62: Cobertura del CH40 afectado por pérdidas de inserción en Gypsum con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.4.1.5 Porcelanato

En la Ilustración 4-63 e Ilustración 4-64 se puede observar la cobertura de una señal de WiFi en el canal 44 ($f_c = 5220$ MHz) y canal 40 ($f_c = 5200$ MHz) respectivamente, cuando es afectada por las pérdidas de inserción en porcelanato con hormigón y pared de ladrillo. En el rango de distancia de 1 a 200 metros, se puede apreciar en el canal 44 se pierde completamente conectividad a partir de 48 metros para porcelanato, 22 metros para pared de ladrillo con porcelanato y 18 metros para hormigón con porcelanato; mientras que para el canal 40 esto sucede a partir 68 metros para porcelanato, 32 metros para pared de ladrillo con porcelanato y 18 metros para hormigón con porcelanato.

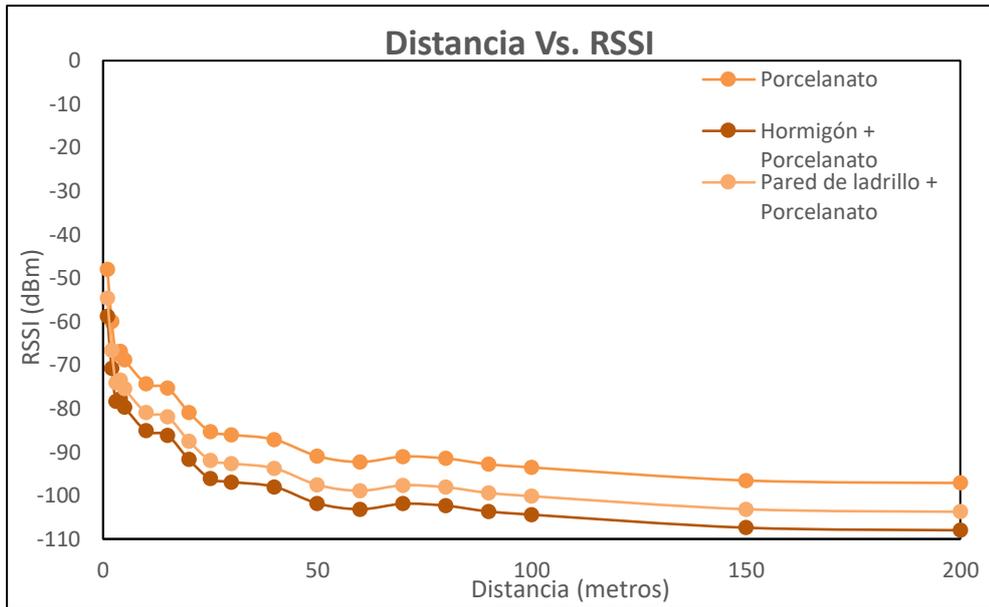


Ilustración 4-63: Cobertura del CH44 afectado por pérdidas de inserción en porcelanato con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

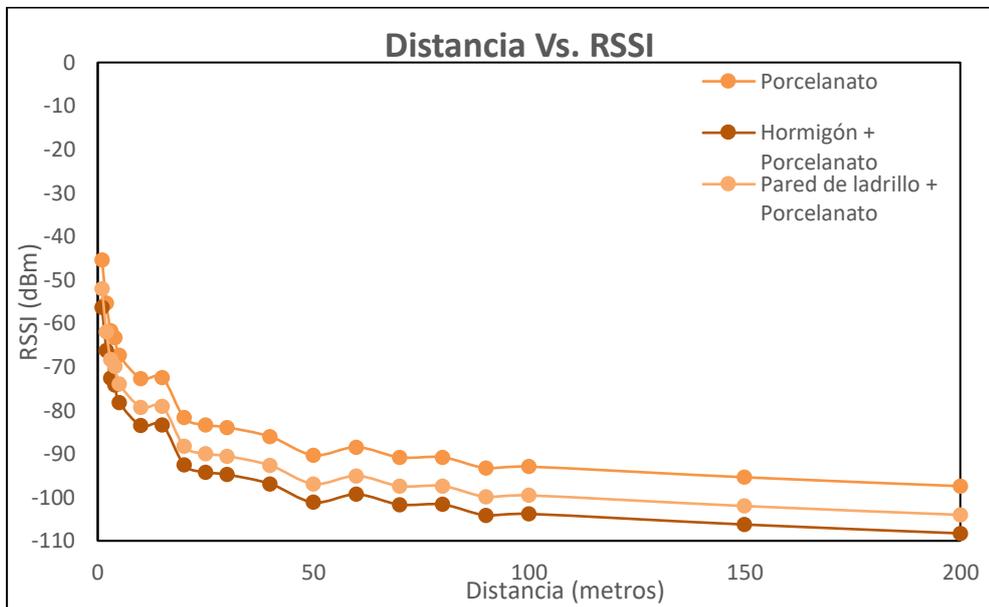


Ilustración 4-64: Cobertura del CH40 afectado por pérdidas de inserción en porcelanato con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.4.1.6 Mármol

En la Ilustración 4-65 e Ilustración 4-66 se puede observar la cobertura de una señal de WiFi en el canal 44 ($f_c = 5220$ MHz) y canal 40 ($f_c = 5200$ MHz) respectivamente, cuando es afectada por las pérdidas de inserción en mármol con hormigón y pared de ladrillo. En el rango de distancia de 1 a 200 metros, se puede apreciar en el canal 44 se pierde completamente conectividad a partir

de 45 metros para mármol, 21 metros para pared de ladrillo con mármol y 17 metros para hormigón con mármol; mientras que para el canal 40 esto sucede a partir 60 metros para mármol, 20 metros para pared de ladrillo con mármol y 17 metros para hormigón con mármol.

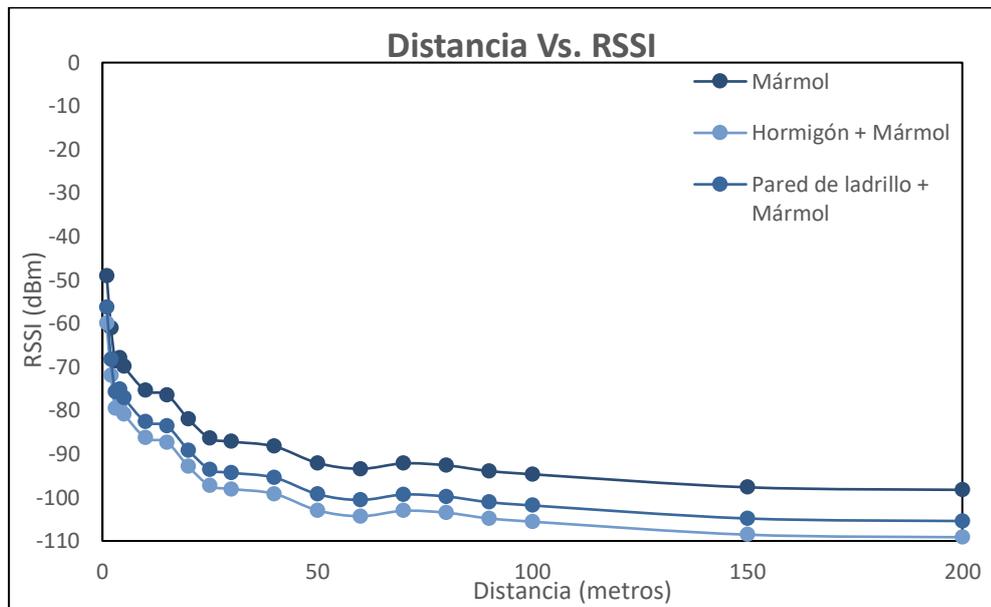


Ilustración 4-65: Cobertura del CH44 afectado por pérdidas de inserción en mármol con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

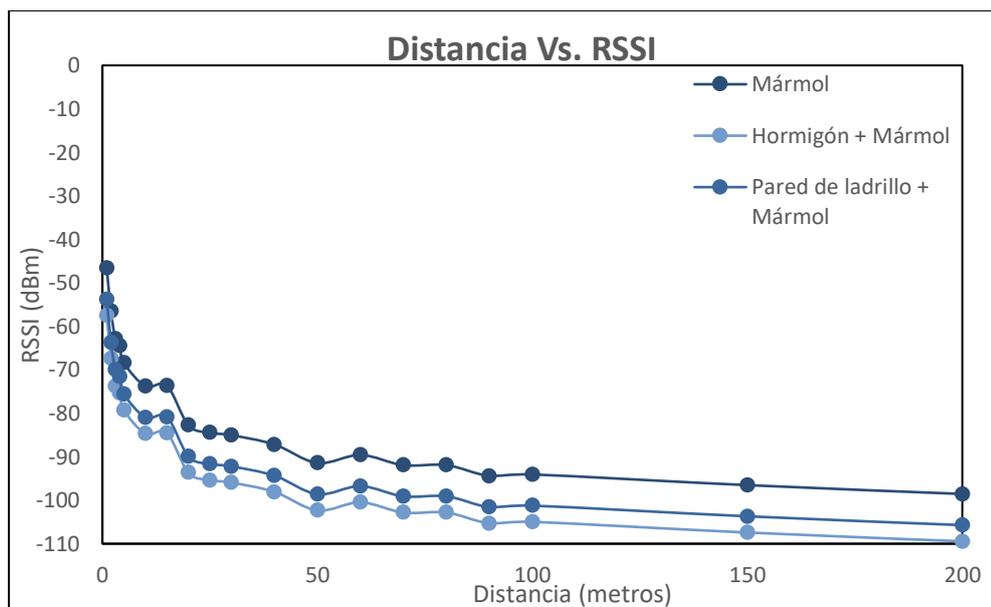


Ilustración 4-66: Cobertura del CH40 afectado por pérdidas de inserción en mármol con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.4.1.7 Hormigón y pared de ladrillo

En la Ilustración 4-67 e Ilustración 4-68 se puede observar la cobertura de una señal de WiFi en el canal 44 ($f_c = 5220$ MHz) y canal 40 ($f_c = 5200$ MHz) respectivamente, cuando es afectada por las pérdidas de inserción en hormigón y pared de ladrillo. En el rango de distancia de 1 a 200 metros, se puede apreciar en el canal 44 se pierde completamente conectividad a partir de 35 metros para pared de ladrillo y 20 metros para hormigón; mientras que para el canal 40 esto sucede a partir de 41 metros para pared de ladrillo y 22 metros para hormigón.

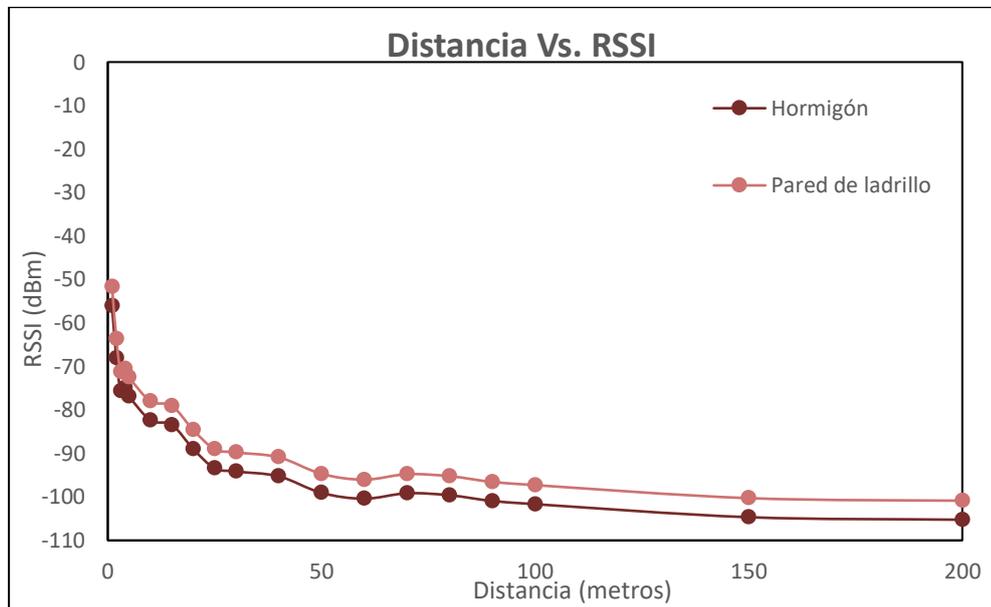


Ilustración 4-67: Cobertura del CH44 afectado por pérdidas de inserción en hormigón y pared de ladrillo.
Realizado por: Quillay L., 2023

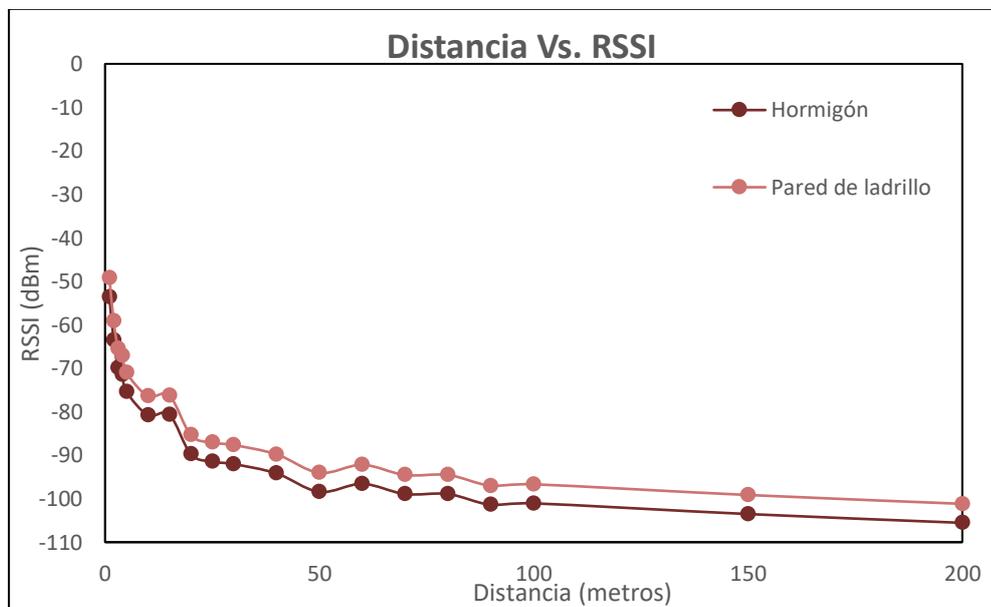


Ilustración 4-68: Cobertura del CH40 afectado por pérdidas de inserción en hormigón y pared de ladrillo.
Realizado por: Quillay L., 2023

4.4.2 Cobertura en UNII-3

La banda UNII-1 se compone de los canales 149 a 165, donde se realizaron mediciones de cobertura en los canales 149 y 161 por ser los de mayor y menor pérdidas de propagación de acuerdo con la Ilustración 4-21. El ancho de banda asignado a los canales es de 20 MHz.

4.4.2.1 Espacio libre

En la Ilustración 4-69 e Ilustración 4-70 se puede observar la cobertura de una señal de WiFi medida en el canal 161 (frecuencia central = 5805 MHz) y canal 149 (frecuencia central = 5745 MHz) respectivamente, mientras se propaga en un entorno de espacio libre. Dentro de una distancia de 1 a 200 metros, se puede apreciar en el canal 161 que, a partir de los 152 metros, se pierde completamente conectividad, mientras que para el canal 149 esto sucede a partir de 133 metros.

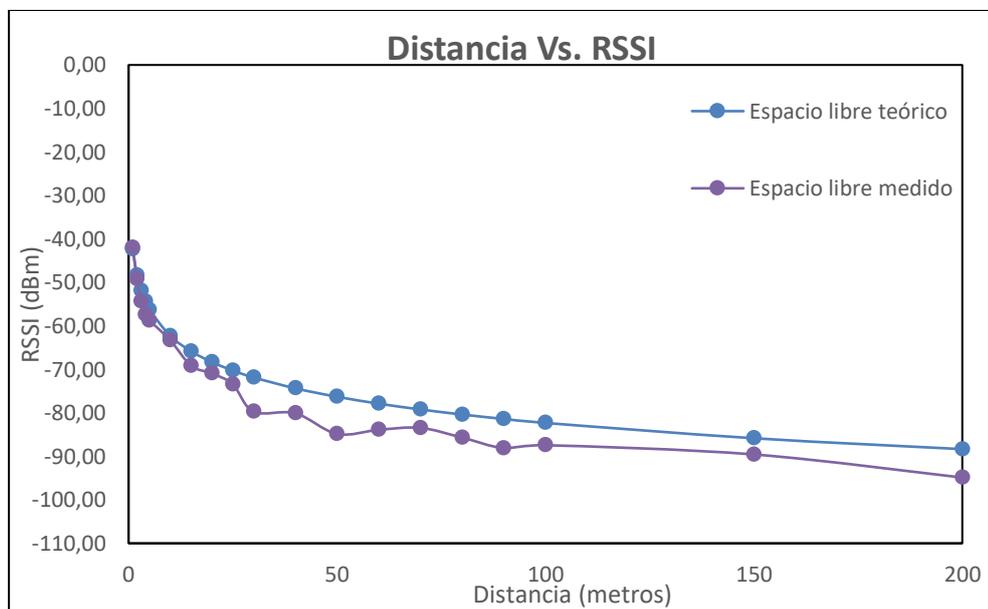


Ilustración 4-69: Cobertura medida en CH161 cuando se propaga en el espacio libre.
Realizado por: Quillay L., 2023

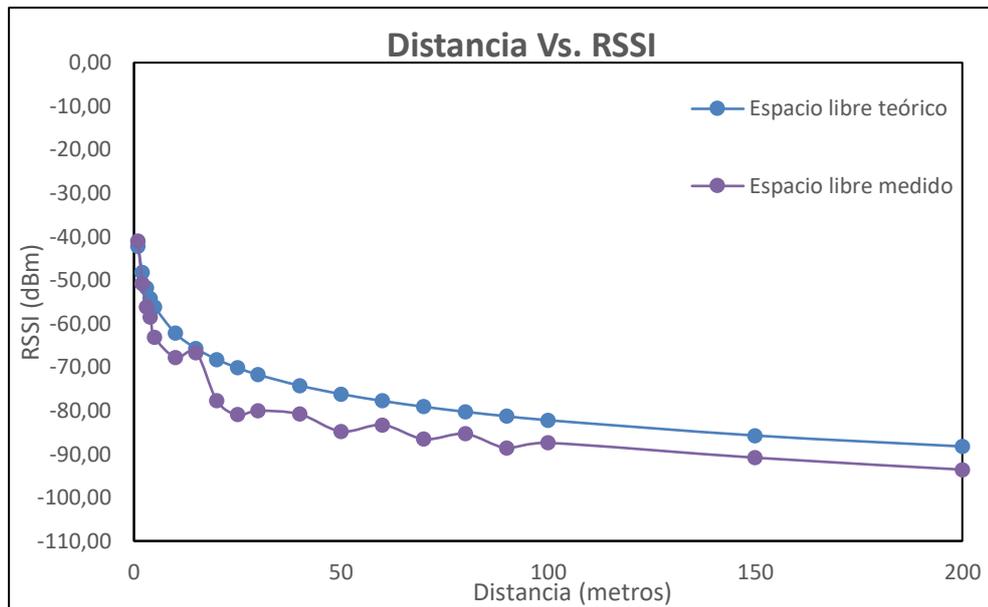


Ilustración 4-70: Cobertura medida en CH149 cuando se propaga en el espacio libre.
 Realizado por: Quillay L., 2023

4.4.2.2 Cielo raso PVC

En la Ilustración 4-71 e Ilustración 4-72 se puede observar la cobertura de una señal de WiFi en el canal 161 ($f_c = 5805$ MHz) y canal 149 ($f_c = 5745$ MHz) respectivamente, cuando es afectada por las pérdidas de inserción en cielo raso PVC con hormigón y pared de ladrillo. En el rango de distancia de 1 a 200 metros, se puede apreciar en el canal 161 se pierde completamente conectividad a partir de 120 metros para cielo raso PVC, 42 metros para pared de ladrillo con cielo raso PVC y 28 metros para hormigón con cielo raso PVC; mientras que para el canal 149 esto sucede a partir 90 metros para cielo raso PVC, 43 metros para pared de ladrillo con cielo raso PVC y 20 metros para hormigón con cielo raso PVC.

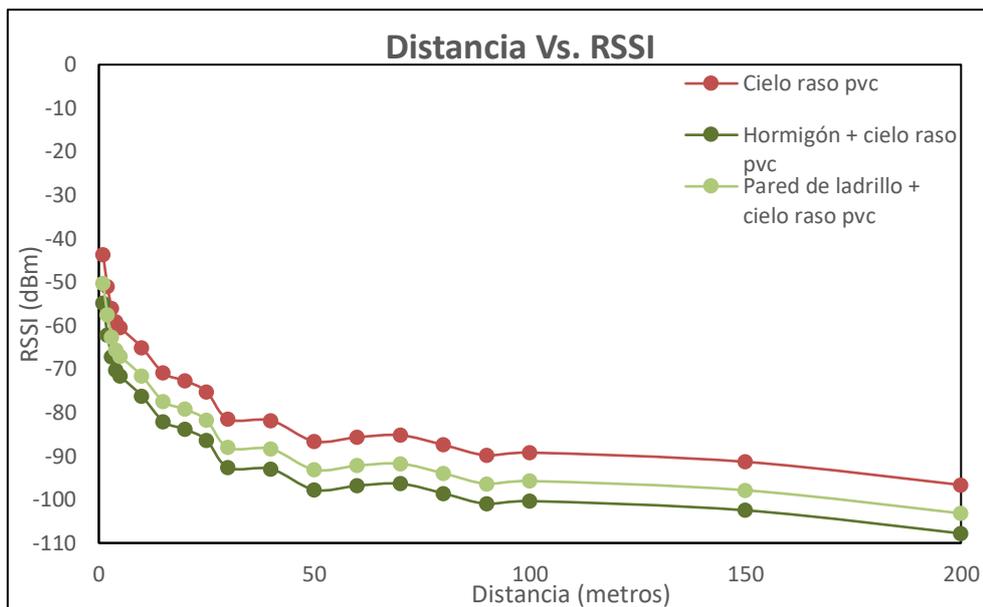


Ilustración 4-71: Cobertura del CH161 afectado por pérdidas de inserción en cielo raso PVC con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

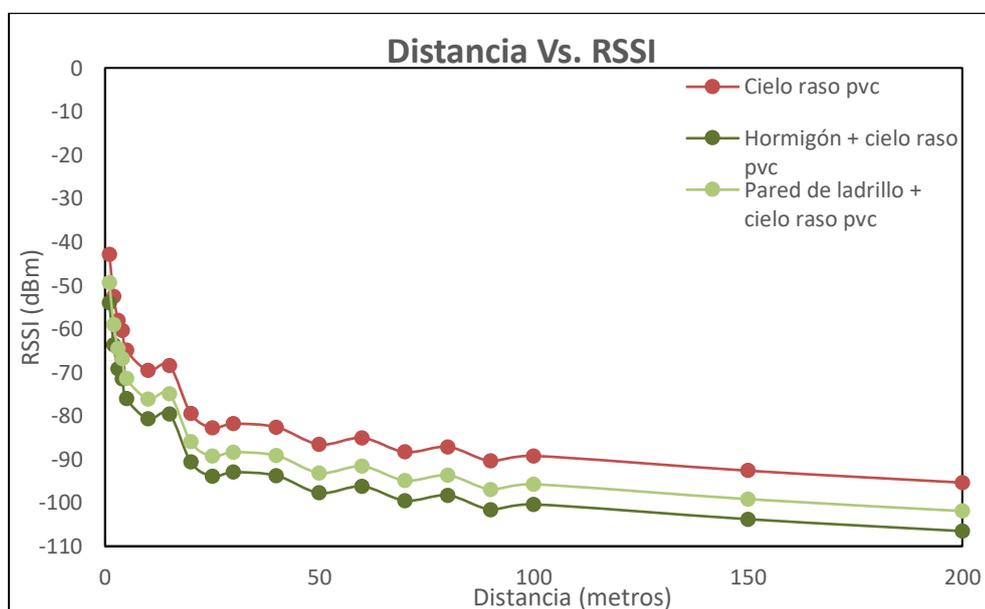


Ilustración 4-72: Cobertura del CH149 afectado por pérdidas de inserción en cielo raso PVC con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.4.2.3 Madera MDF

En la Ilustración 4-73 e Ilustración 4-74 se puede observar la cobertura de una señal de WiFi en el canal 161 ($f_c = 5805$ MHz) y canal 149 ($f_c = 5745$ MHz) respectivamente, cuando es afectada por las pérdidas de inserción en madera MDF con hormigón y pared de ladrillo. En el rango de

distancia de 1 a 200 metros, se puede apreciar en el canal 161 se pierde completamente conectividad a partir de 84 metros para madera MDF, 40 metros para pared de ladrillo con madera MDF y 26 metros para hormigón con madera MDF; mientras que para el canal 149 esto sucede a partir 86 metros para madera MDF, 30 metros para pared de ladrillo con madera MDF y 18 metros para hormigón con madera MDF.

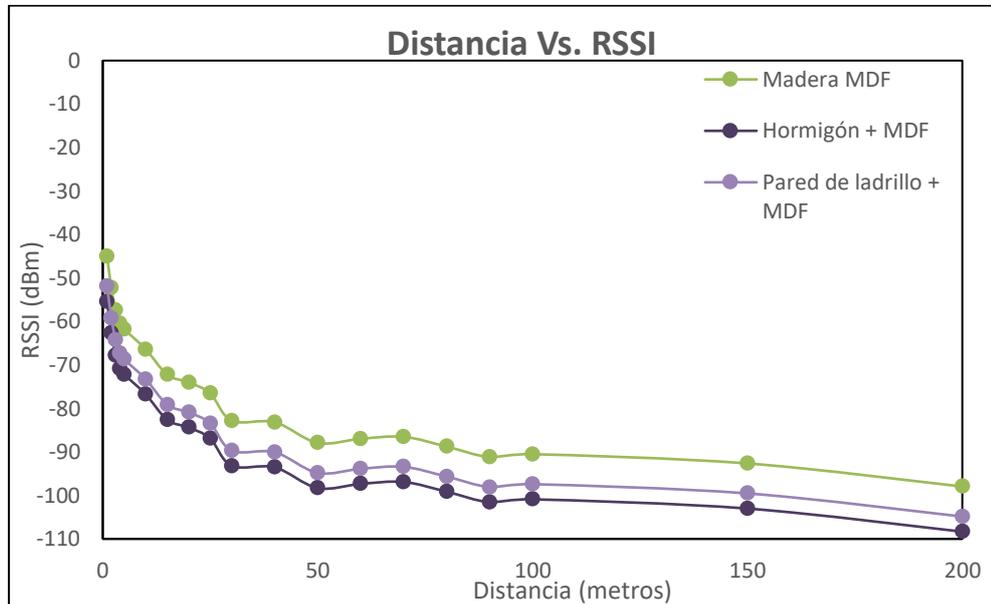


Ilustración 4-73: Cobertura del CH161 afectado por pérdidas de inserción en madera MDF con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

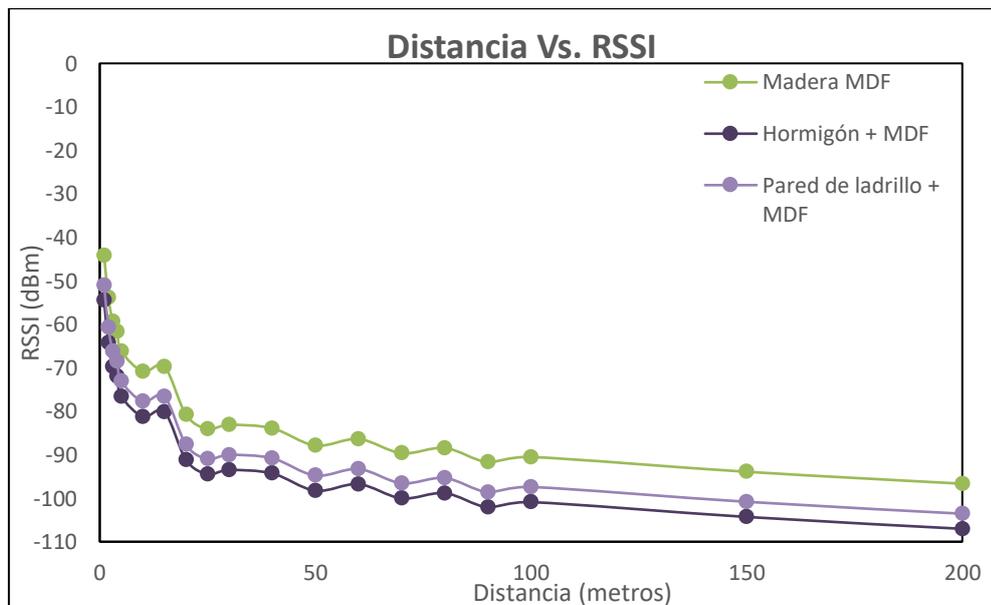


Ilustración 4-74: Cobertura del CH149 afectado por pérdidas de inserción en madera MDF con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.4.2.4 Gypsum

En la Ilustración 4-75 e Ilustración 4-76 se puede observar la cobertura de una señal de WiFi en el canal 161 ($f_c = 5805$ MHz) y canal 149 ($f_c = 5745$ MHz) respectivamente, cuando es afectada por las pérdidas de inserción en Gypsum con hormigón y pared de ladrillo. En el rango de distancia de 1 a 200 metros, se puede apreciar en el canal 161 se pierde completamente conectividad a partir de 82 metros para Gypsum, 41 metros para pared de ladrillo con Gypsum y 27 metros para hormigón con Gypsum; mientras que para el canal 149 esto sucede a partir 86 metros para Gypsum, 32 metros para pared de ladrillo con Gypsum y 19 metros para hormigón con Gypsum.

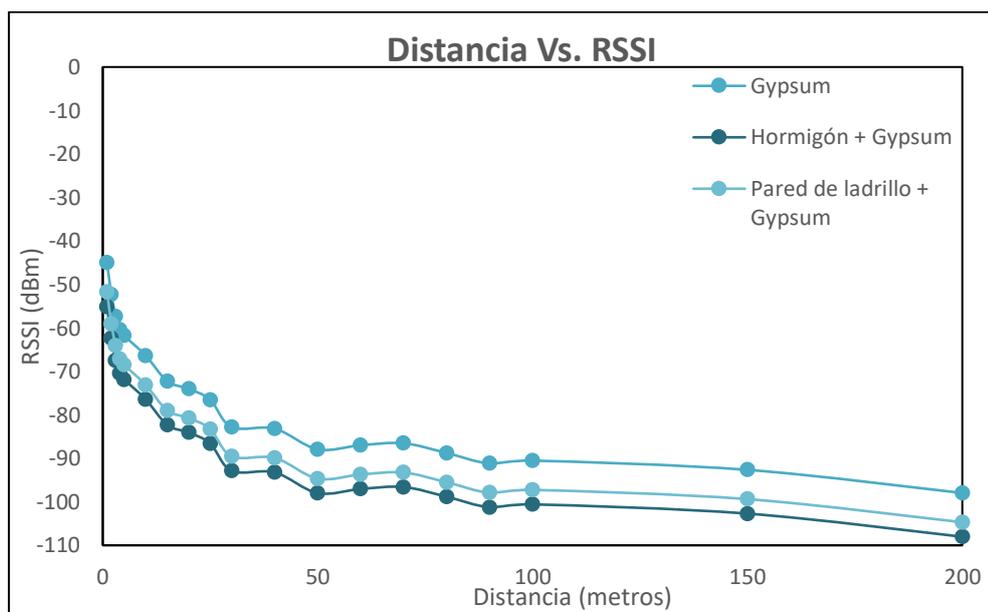


Ilustración 4-75: Cobertura del CH161 afectado por pérdidas de inserción en Gypsum con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

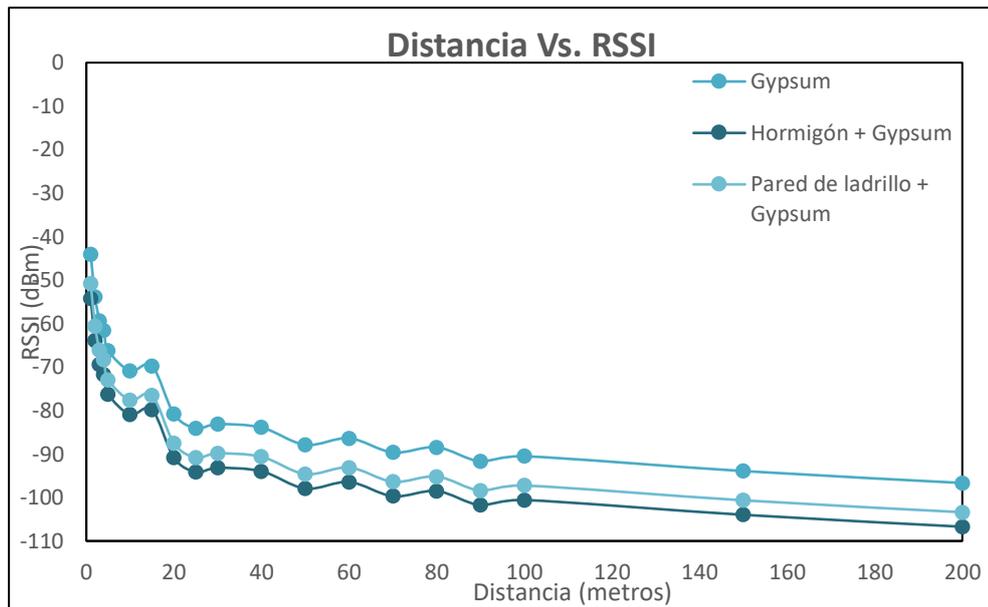


Ilustración 4-76: Cobertura del CH149 afectado por pérdidas de inserción en Gypsum con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.4.3 Porcelanato

En la Ilustración 4-77 e Ilustración 4-78 se puede observar la cobertura de una señal de WiFi en el canal 161 ($f_c = 5805$ MHz) y canal 149 ($f_c = 5745$ MHz) respectivamente, cuando es afectada por las pérdidas de inserción en porcelanato con hormigón y pared de ladrillo. En el rango de distancia de 1 a 200 metros, se puede apreciar en el canal 161 se pierde completamente conectividad a partir de 81 metros para porcelanato, 29 metros para pared de ladrillo con porcelanato y 23 metros para hormigón con porcelanato; mientras que para el canal 149 esto sucede a partir de 69 metros para porcelanato, 22 metros para pared de ladrillo con porcelanato y 19 metros para hormigón con porcelanato.

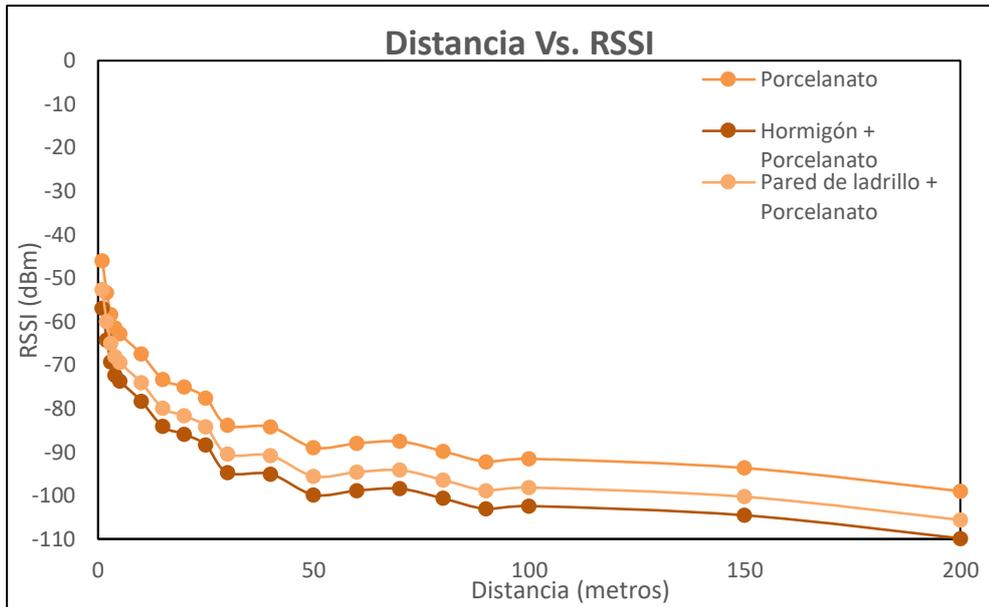


Ilustración 4-77: Cobertura del CH161 afectado por pérdidas de inserción en porcelanato con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

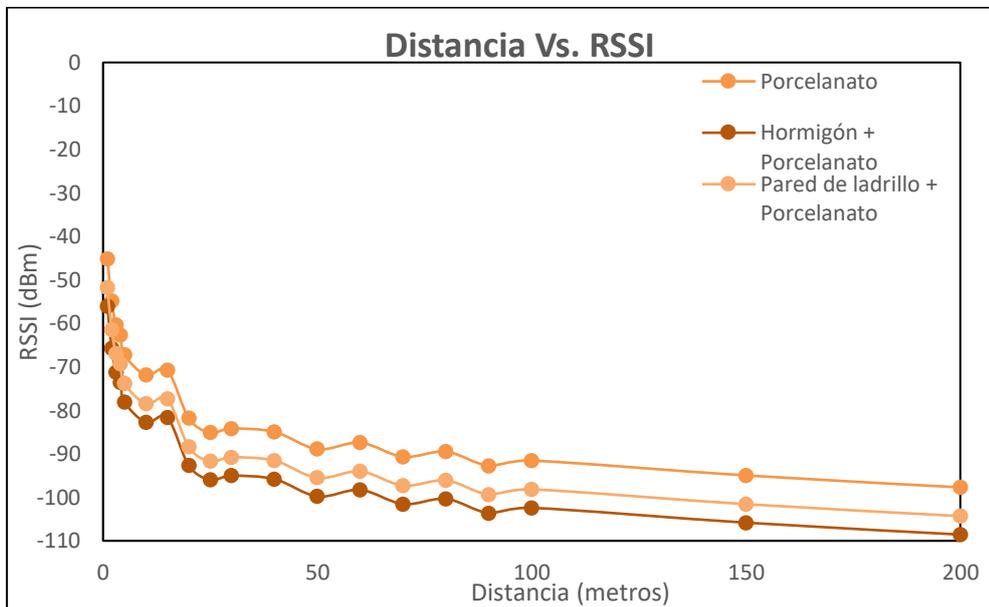


Ilustración 4-78: Cobertura del CH149 afectado por pérdidas de inserción en porcelanato con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.4.3.1 Mármol

En la Ilustración 4-79 e Ilustración 4-80 se puede observar la cobertura de una señal de WiFi en el canal 161 ($f_c = 5805$ MHz) y canal 149 ($f_c = 5745$ MHz) respectivamente, cuando es afectada por las pérdidas de inserción en mármol con hormigón y pared de ladrillo. En el rango de distancia de 1 a 200 metros, se puede apreciar en el canal 161 se pierde completamente conectividad a partir

de 48 metros para mármol, 28 metros para pared de ladrillo con mármol y 25 metros para hormigón con mármol; mientras que para el canal 149 esto sucede a partir de 63 metros para mármol, 20 metros para pared de ladrillo con mármol y 18 metros para hormigón con mármol.

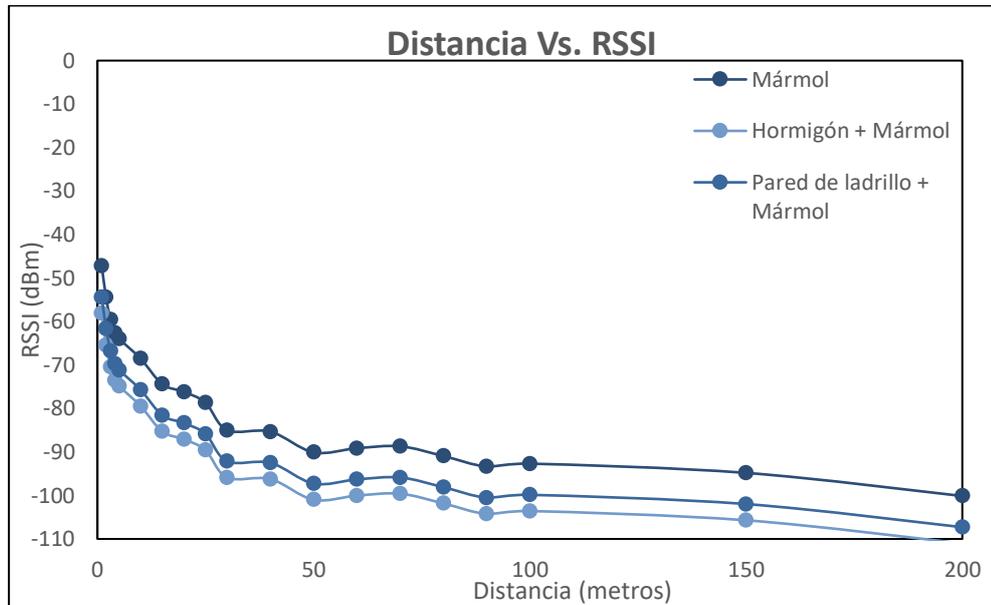


Ilustración 4-79: Cobertura del CH161 afectado por pérdidas de inserción en mármol con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

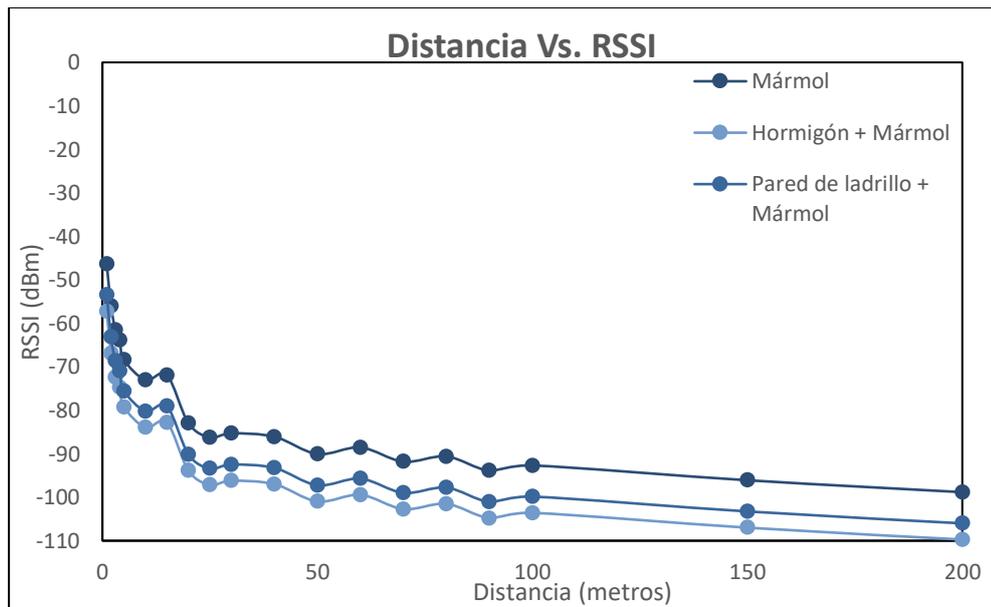


Ilustración 4-80: Cobertura del CH149 afectado por pérdidas de inserción en mármol con hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.4.3.2 Hormigón y pared de ladrillo

En la Ilustración 4-81 e Ilustración 4-82 se puede observar la cobertura de una señal de WiFi en el canal 161 ($f_c = 5805$ MHz) y canal 149 ($f_c = 5745$ MHz) respectivamente, cuando es afectada por las pérdidas de inserción en hormigón y pared de ladrillo. En el rango de distancia de 1 a 200 metros, se puede apreciar en el canal 161 se pierde completamente conectividad a partir de 45 metros para pared de ladrillo y 26 metros para hormigón; mientras que para el canal 149 esto sucede a partir de 42 metros para pared de ladrillo y 21 metros para hormigón.

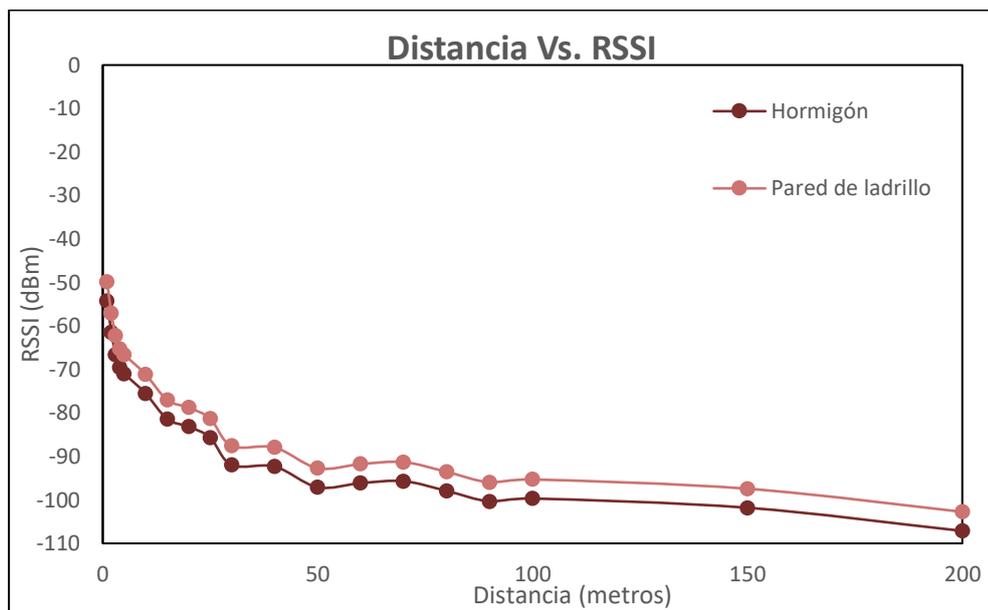


Ilustración 4-81: Cobertura del CH161 afectado por pérdidas de inserción en hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

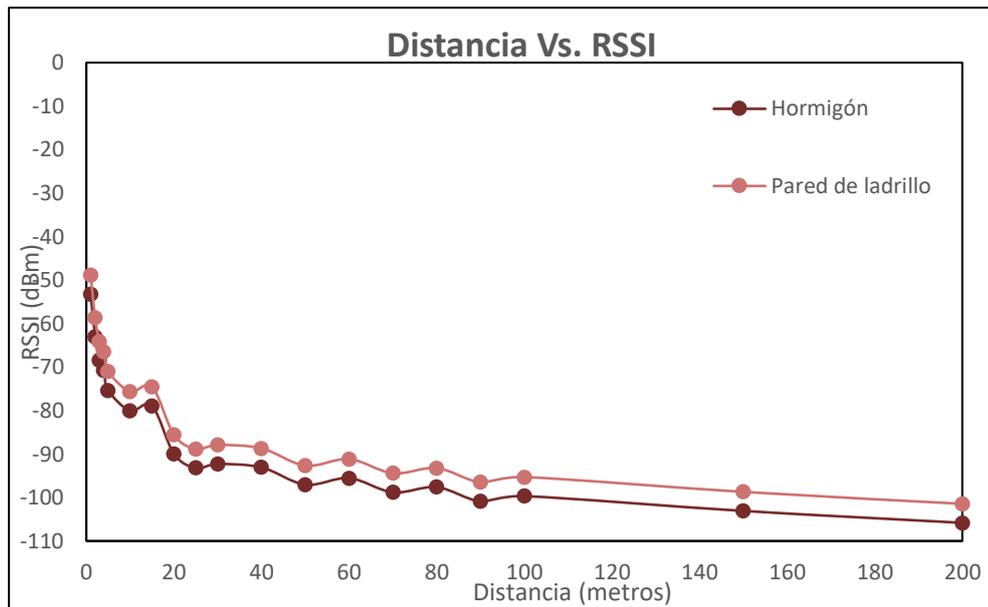


Ilustración 4-82: Cobertura del CH149 afectado por pérdidas de inserción en hormigón y pared de ladrillo.

Realizado por: Quillay L., 2023

4.5 Velocidad de transmisión, latencia y pérdida de paquetes

Se realizaron mediciones de velocidad de transmisión, latencia y pérdida de paquetes en la banda de 2.4 GHz, que dispone de 11 canales para América, de los cuales se han seleccionado el canal 5 y 11 siendo los que tienen menor y mayor pérdidas de propagación de acuerdo con la Ilustración 4-1.

4.5.1 Mediciones en la banda de 2.4 GHz

La Tabla 4-1 muestra los resultados de las mediciones realizadas en el canal 5 ($f_c = 2432$ MHz) cuando es afectado por las pérdidas de inserción en los diferentes materiales de estudio. Se obtiene una mayor velocidad de transmisión en el espacio libre con 49.8 y 49.7 Mbps para paquetes enviados y recibidos respectivamente, mientras que un valor menor en hormigón con mármol obteniendo 38.3 y 38.3 Mbps para paquetes enviados y recibidos respectivamente. Existe una latencia promedio menor de 6 ms en el espacio libre y cielo raso PVC; mientras que una latencia promedio mayor de 11 ms para hormigón con porcelanato. Además, no existe pérdidas de paquetes.

Tabla 4-1: Velocidad de transmisión, latencia y pérdida de paquetes en CH5

Mediciones en la banda de 2,4 GHz - CH5						
Material/Materiales	Velocidad de Transmisión (Mbps)		Latencia (ms)			Perdida de Paquetes
	Sender	Receiver	Average	Best	Worst	
Espacio libre real	49,8	49,7	6	1	83	0,0%
Cielo raso PVC	48,4	48,2	6	1	91	0,0%
Madera MDF	47,3	47,1	8	1	87	0,0%
Gypsum	47,7	47,8	7	1	92	0,0%
Porcelanato	46,6	46,6	8	2	96	0,0%
Mármol	46,2	46,1	8	1	82	0,0%
Pared de ladrillo	41,7	41,6	9	1	96	0,0%
Pared de ladrillo + Cielo raso PVC	40,2	40	8	2	102	0,0%
Pared de ladrillo + MDF	39,2	39,1	9	1	95	0,0%
Pared de ladrillo + Gypsum	40,8	40,7	8	2	88	0,0%
Pared de ladrillo + Porcelanato	39,8	39,7	10	1	112	0,0%
Pared de ladrillo + Mármol	38,8	38,7	9	2	94	0,0%
Hormigón	39,5	39,4	9	1	108	0,0%
Hormigón + cielo raso	38,4	38,3	10	2	99	0,0%
Hormigón + MDF	39,7	39,6	9	1	96	0,0%
Hormigón + Gypsum	39	38,9	10	2	109	0,0%
Hormigón + Porcelanato	38,6	38,5	11	2	98	0,0%
Hormigón + Mármol	38,3	38,3	10	2	104	0,0%

Realizado por: Quillay L., 2023

La Tabla 4-2 muestra los resultados de las mediciones realizadas en el canal 11 ($f_c = 2462$ MHz) cuando es afectado por las pérdidas de inserción en los diferentes materiales de estudio. Se obtiene una mayor velocidad de transmisión en el espacio libre con 51.8 y 51.7 Mbps para paquetes enviados y recibidos respectivamente, mientras que un valor menor en hormigón con porcelanato obteniendo 38.9 y 38.8 Mbps para paquetes enviados y recibidos respectivamente. Existe una latencia promedio menor de 7 ms en el espacio libre, cielo raso PVC y Gypsum; mientras que una latencia promedio mayor de 11 ms para hormigón con mármol. Además, no existe pérdidas de paquetes.

Tabla 4-2: Velocidad de transmisión, latencia y pérdida de paquetes en CH11

Mediciones en la banda de 2,4 GHz - CH11						
Material/Materiales	Velocidad de Transmisión (Mbps)		Latencia (ms)			Perdida de Paquetes
	Sender	Receiver	Average	Best	Worst	
Espacio libre	51,8	51,7	7	1	84	0,0%
Cielo raso PVC	49,4	49,7	7	1	92	0,0%
Madera MDF	47,6	47,4	8	1	86	0,0%
Gypsum	49,6	49,5	7	2	93	0,0%
Porcelanato	46,2	46,1	9	1	97	0,0%
Mármol	46,2	46	8	2	84	0,0%
Pared de ladrillo	40,9	40,6	9	1	95	0,0%
Pared de ladrillo + Cielo raso PVC	40,5	40,4	8	1	91	0,0%
Pared de ladrillo + MDF	40,7	40,6	9	1	93	0,0%
Pared de ladrillo + Gypsum	40,9	40,8	8	2	87	0,0%
Pared de ladrillo + Porcelanato	39,5	39,4	9	1	104	0,0%
Pared de ladrillo + Mármol	39,4	39,3	9	2	93	0,0%
Hormigón	39,5	39,4	9	1	99	0,0%
Hormigón + cielo raso	39,4	39,3	10	2	100	0,0%
Hormigón + MDF	40,1	40	9	1	97	0,0%
Hormigón + Gypsum	39,6	39,5	10	1	98	0,0%
Hormigón + Porcelanato	38,9	38,8	10	2	108	0,0%
Hormigón + Mármol	38,9	38,9	11	2	103	0,0%

Realizado por: Quillay L., 2023

4.5.2 Mediciones en la banda de 5 GHz

Se realizaron mediciones de velocidad de transmisión, latencia y pérdida de paquetes en las bandas UNII-1 y UNII-3. No se realiza mediciones en la banda UNII-2 debido a que el router comercial que se utilizó no proporciona canales en esta banda, ya que en el fabricante recomienda evitar los canales de las bandas UNII-2 y UNII-2C (extendidas), esto se debe a las restricciones y regulaciones impuestas por las autoridades de telecomunicaciones en diferentes países.

4.5.2.1 Mediciones en UNII-1

La banda UNII-1 se compone de los canales 36 a 48, donde se realizaron mediciones de cobertura en los canales 40 y 44 por ser los de mayor y menor pérdidas de propagación de acuerdo con la Ilustración 4-21. El ancho de banda asignado a los canales es de 20 MHz.

La Tabla 4-3 muestra los resultados de las mediciones realizadas en el canal 44 ($f_c = 5220$ MHz) cuando es afectado por las pérdidas de inserción en los diferentes materiales de estudio. Se obtiene una mayor velocidad de transmisión en el espacio libre con 70.7 y 70.6 Mbps para paquetes enviados y recibidos respectivamente, mientras que un valor menor en hormigón con mármol obteniendo 65.3 y 65.2 Mbps para paquetes enviados y recibidos respectivamente. Existe una latencia promedio menor de 2 ms en el espacio libre, cielo raso PVC, Gypsum y porcelanato; mientras que una latencia promedio mayor de 5 ms para hormigón con porcelanato. Además, no existe pérdidas de paquetes.

Tabla 4-3: Velocidad de transmisión, latencia y pérdida de paquetes en CH44

Mediciones en la banda de 5 GHz - CH44						
Material/Materiales	Velocidad de Transmisión (Mbps)		Latencia (ms)			Perdida de Paquetes
	Sender	Receiver	Average	Best	Worst	
Espacio libre real	70,7	70,6	2	1	4	0,0%
Cielo raso PVC	70,6	70,5	2	1	4	0,0%
Madera MDF	69,7	70,4	3	1	5	0,0%
Gypsum	70,1	70	2	1	4	0,0%
Porcelanato	69,1	69	2	1	5	0,0%
Mármol	69,7	69,6	3	1	4	0,0%
Pared de ladrillo	67,4	67,3	3	1	6	0,0%
Pared de ladrillo + Cielo raso PVC	67,2	67,1	4	1	6	0,0%
Pared de ladrillo + MDF	66,3	66,2	3	1	5	0,0%
Pared de ladrillo + Gypsum	68,1	68	3	1	6	0,0%
Pared de ladrillo + Porcelanato	66,3	66,2	3	1	7	0,0%
Pared de ladrillo + Mármol	65,8	65,7	4	1	7	0,0%
Hormigón	65,6	65,5	3	1	6	0,0%
Hormigón + cielo raso	66,9	66,8	3	1	7	0,0%
Hormigón + MDF	65,4	65,4	4	1	8	0,0%
Hormigón + Gypsum	66	65,9	4	1	7	0,0%
Hormigón + Porcelanato	65,4	65,3	5	1	7	0,0%
Hormigón + Mármol	65,3	65,2	4	1	8	0,0%

Realizado por: Quillay L., 2023

La Tabla 4-4 muestra los resultados de las mediciones realizadas en el canal 40 ($f_c = 5200$ MHz) cuando es afectado por las pérdidas de inserción en los diferentes materiales de estudio. Se obtiene una mayor velocidad de transmisión en el espacio libre con 71.8 y 71.9 Mbps para paquetes enviados y recibidos respectivamente, mientras que un valor menor en hormigón con mármol obteniendo 65.5 y 65.4 Mbps para paquetes enviados y recibidos respectivamente. Existe una latencia promedio menor de 2 ms en el espacio libre, cielo raso PVC y Gypsum; mientras que una latencia promedio mayor de 5 ms para hormigón con porcelanato y hormigón con mármol. Además, no existe pérdidas de paquetes.

Tabla 4-4: Velocidad de transmisión, latencia y pérdida de paquetes en CH40

Mediciones en la banda de 5 GHz - CH40						
Material/Materiales	Velocidad de Transmisión (Mbps)		Latencia (ms)			Perdida de Paquetes
	Sender	Receiver	Average	Best	Worst	
Espacio libre real	71,8	71,9	2	1	4	0,0%
Cielo raso PVC	71,1	71	2	1	4	0,0%
Madera MDF	68,8	68,6	3	1	4	0,0%
Gypsum	70,1	69,9	2	1	4	0,0%
Porcelanato	69,5	69,4	3	1	5	0,0%
Mármol	69,6	69,5	3	1	4	0,0%
Pared de ladrillo	67,9	67,8	4	1	5	0,0%
Pared de ladrillo + Cielo raso PVC	67,2	67,1	4	1	5	0,0%
Pared de ladrillo + MDF	66,4	66,3	3	1	5	0,0%
Pared de ladrillo + Gypsum	68,5	68,3	3	1	6	0,0%
Pared de ladrillo + Porcelanato	67,4	67,4	3	1	6	0,0%
Pared de ladrillo + Mármol	66,6	66,5	4	1	7	0,0%
Hormigón	66,3	66,3	4	1	6	0,0%
Hormigón + cielo raso	66,7	66,6	3	1	6	0,0%
Hormigón + MDF	65,9	65,7	3	1	7	0,0%
Hormigón + Gypsum	65,8	65,6	4	1	7	0,0%
Hormigón + Porcelanato	66,2	66,1	5	1	7	0,0%
Hormigón + Mármol	65,5	65,4	5	1	8	0,0%

Realizado por: Quillary L., 2023

4.5.2.2 Mediciones en UNII-3

La banda UNII-3 se compone de los canales 149 a 165, donde se realizaron mediciones de cobertura en los canales 149 y 161 por ser los de mayor y menor pérdidas de propagación de acuerdo con la Ilustración 4-21. El ancho de banda asignado a los canales es de 20 MHz.

La Tabla 4-5 muestra los resultados de las mediciones realizadas en el canal 161 ($f_c = 5805$ MHz) cuando es afectado por las pérdidas de inserción en los diferentes materiales de estudio. Se obtiene una mayor velocidad de transmisión en el espacio libre con 69.7 y 69.7 Mbps para paquetes enviados y recibidos respectivamente, mientras que un valor menor en hormigón con mármol obteniendo 64.4 y 64.4 Mbps para paquetes enviados y recibidos respectivamente. Existe una latencia promedio menor de 2 ms en el espacio libre, cielo raso PVC, madera MDF y porcelanato; mientras que una latencia promedio mayor de 6 ms para hormigón con mármol. Además, no existe pérdidas de paquetes.

Tabla 4-5: Velocidad de transmisión, latencia y pérdida de paquetes en CH161

Mediciones en la banda de 5 GHz - CH161						
Material/Materiales	Velocidad de Transmisión (Mbps)		Latencia (ms)			Perdida de Paquetes
	Sender	Receiver	Average	Best	Worst	
Espacio libre real	69,7	69,6	2	1	4	0,0%
Cielo raso PVC	69,3	69,3	2	1	4	0,0%
Madera MDF	69	68,9	2	1	4	0,0%
Gypsum	69	68,8	3	1	4	0,0%
Porcelanato	68,3	68,2	2	1	5	0,0%
Mármol	68,2	68,1	3	1	5	0,0%
Pared de ladrillo	67,7	67,6	3	1	6	0,0%
Pared de ladrillo + Cielo raso PVC	67,5	67,3	3	1	5	0,0%
Pared de ladrillo + MDF	67,8	67,6	3	1	6	0,0%
Pared de ladrillo + Gypsum	67,9	67,7	4	1	6	0,0%
Pared de ladrillo + Porcelanato	65,3	65,2	4	1	6	0,0%
Pared de ladrillo + Mármol	64,8	64,7	5	1	8	0,0%
Hormigón	65,4	65,3	4	1	6	0,0%
Hormigón + cielo raso	65,9	65,9	4	1	7	0,0%
Hormigón + MDF	65,3	65,2	5	1	8	0,0%
Hormigón + Gypsum	65,4	65,4	4	1	7	0,0%
Hormigón + Porcelanato	64,9	64,7	5	1	7	0,0%
Hormigón + Mármol	64,4	64,4	6	1	9	0,0%

Realizado por: Quillay L., 2023

La Tabla 4-6 muestra los resultados de las mediciones realizadas en el canal 149 ($f_c = 5745$ MHz) cuando es afectado por las pérdidas de inserción en los diferentes materiales de estudio. Se obtiene una mayor velocidad de transmisión en el espacio libre con 70.1 y 70.0 Mbps para paquetes enviados y recibidos respectivamente, mientras que un valor menor en hormigón con mármol obteniendo 64.4 y 64.2 Mbps para paquetes enviados y recibidos respectivamente. Existe una latencia promedio menor de 2 ms en el espacio libre y cielo raso PVC; mientras que una latencia promedio mayor de 5 ms para hormigón con mármol. Además, no existe pérdidas de paquetes.

Tabla 4-6: Velocidad de transmisión, latencia y pérdida de paquetes en CH149

Mediciones en la banda de 5 GHz - CH149						
Material/Materiales	Velocidad de Transmisión (Mbps)		Latencia (ms)			Perdida de Paquetes
	Sender	Receiver	Average	Best	Worst	
Espacio libre real	70,1	70	2	1	4	0,0%
Cielo raso PVC	69,4	69,4	2	1	4	0,0%
Madera MDF	69,7	69,6	3	1	4	0,0%
Gypsum	68,4	68,3	3	1	4	0,0%
Porcelanato	68,6	68,6	3	1	5	0,0%
Mármol	68,1	67,9	3	1	4	0,0%
Pared de ladrillo	66,7	66,5	4	1	6	0,0%
Pared de ladrillo + Cielo raso PVC	66,2	66,1	4	1	4	0,0%
Pared de ladrillo + MDF	66,4	66,2	3	1	5	0,0%
Pared de ladrillo + Gypsum	66,6	66,4	4	1	6	0,0%
Pared de ladrillo + Porcelanato	65,3	65,2	4	1	7	0,0%
Pared de ladrillo + Mármol	64,5	64,5	5	1	6	0,0%
Hormigón	65,5	65,4	4	1	6	0,0%
Hormigón + cielo raso	65,2	65,2	4	1	7	0,0%
Hormigón + MDF	65,6	65,5	4	1	7	0,0%
Hormigón + Gypsum	65,5	65,2	4	1	8	0,0%
Hormigón + Porcelanato	64,4	64,3	4	1	8	0,0%
Hormigón + Mármol	64,4	64,2	5	1	8	0,0%

Realizado por: Quillay L., 2023

4.6 Discusión y análisis de resultados

Con los resultados obtenidos del trabajo de titulación se pretende realizar una mejor planificación de las redes WiFi. La cobertura es uno de los factores más importantes a analizar, pues en casa y/o edificios la cobertura puede ser analizada de manera vertical u horizontal de acuerdo con los tipos de materiales y combinación de estos.

Se puede analizar la cobertura horizontal cuando se trata de paredes de Gypsum o madera MDF, aunque en la sierra ecuatoriana lo más común es que existan paredes de ladrillo que se puede combinar con mármol y porcelanato. Para el caso de la cobertura vertical se analiza cuando se atraviesa losas macizas que generalmente están hechas de hormigón y se puede combinar con cielo raso PVC, Gypsum, mármol y porcelanato. De esta manera, con los datos obtenidos la combinación que más afecta a la cobertura es el hormigón con mármol, por lo cual no se recomienda evitar el uso de este tipo de materiales, a menos que se tomen otras alternativas para cubrir la cobertura.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Los cinco materiales evaluados en la banda de 2.4 GHz muestran variaciones en las pérdidas de inserción. En el caso del cielo raso de PVC, se observan las pérdidas promedio menores, alcanzando 1.24 dB, mientras que el mármol presenta las pérdidas mayores, con un valor de 3.16 dB. En un segundo escenario, las pérdidas promedio menores se registran en la pared de ladrillo con cielo raso de PVC con 6.65 dB, mientras que la pared de ladrillo con mármol muestra las pérdidas mayores, llegando a 8.86 dB. Por último, en el tercer escenario, las pérdidas promedio menores se encuentran en el hormigón con cielo raso de PVC, con un valor de 9.41 dB, y las pérdidas mayores se observan en el hormigón con mármol, alcanzando 11.86 dB.
- Los cinco materiales evaluados en la banda de 5 GHz muestran variaciones en las pérdidas de inserción. En el caso del cielo raso de PVC, se observan las pérdidas promedio menores, alcanzando 1.77 dB, mientras que el mármol presenta las pérdidas mayores, con un valor de 5.24 dB. En un segundo escenario, las pérdidas promedio menores se registran en la pared de ladrillo con cielo raso de PVC con 8.31 dB, mientras que la pared de ladrillo con mármol muestra las pérdidas mayores, llegando a 12.72 dB. Por último, en el tercer escenario, las pérdidas promedio menores se encuentran en el hormigón con cielo raso de PVC, con un valor de 12.24 dB, y las pérdidas mayores se observan en el hormigón con mármol, alcanzando 16.14 dB. Estos valores determinan que existe mayores pérdidas de inserción en la banda de 5 GHz que en la banda de 2.4 GHz.
- Las pérdidas de inserción de los materiales para acabados de construcción cuando se les agrega los materiales adicionales que son el bloque de hormigón y la pared de ladrillo, no cumple con la linealidad de suma de pérdidas de obstáculos. Además, las perdidas cambian respecto se varíe la frecuencia.
- La cobertura de WiFi se ve afectada por las pérdidas de inserción de los materiales para acabados de construcción, aunque en poca distancia, sin embargo, es muy evidente la caída de cobertura cuando estos materiales atraviesan en conjunto con el bloque de hormigón o pared de ladrillo debido a que disminuye notablemente el RSSI útil, siendo más afectado cuando atraviesa el hormigón con mármol.

- La velocidad de transmisión y latencia si disminuye su desempeño cuando atraviesa los materiales para acabados de construcción, siendo más evidente en el mármol, sin embargo, es aún más evidente cuando estos materiales atraviesan en conjunto con el bloque de hormigón o pared de ladrillo, disminuyendo muy por debajo su desempeño, los materiales que más afectan es el hormigón con porcelanato y mármol.
- Por último, en el escenario planteado no se evidencia que afecte a las pérdidas de paquetes, esto debido a que este fenómeno se da más cuando está en los límites de RSSI útil.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar más de tres veces las mediciones de potencia recibida en cada material/materiales que actúen como obstáculo, para determinar con mayor precisión las pérdidas de inserción y disminuir el margen de error.
- Se recomienda realizar la calibración de los equipos como generador de señales, analizador de espectros, antenas, cámara anecoica, entre otros antes de realizar las mediciones para obtener datos correctos.
- Se recomienda a los profesionales de construcción y edificación se empleen los resultados obtenidos en este análisis para la creación de edificaciones y estructuras que estén mejor adaptadas al rendimiento de una red WiFi.
- Se recomienda a los usuarios finales de una red WiFi que elijan ubicaciones para sus puntos de acceso donde sea factible evitar obstáculos como paredes o hormigón construidos con materiales que generan altas pérdidas de inserción, como el mármol o el porcelanato. En su lugar, se sugiere optar por áreas donde las paredes sean de Gypsum o madera MDF y sea necesario atravesarlas.
- Se recomienda para futuros estudios, además del bloque de hormigón y la pared de ladrillo utilizar otros tipos de materiales adicionales que sean comunes en Ecuador, como también caracterizar otros materiales de acabados de construcción que estén en auge.

GLOSARIO

Absorción: La absorción ocurre cuando una onda, ya sea sonora o electromagnética, interactúa con un material y parte de su energía se convierte en calor. El material puede ser permeable al absorbente (como en el caso de la absorción de sonido en espumas) o puede generar una corriente eléctrica (como en la absorción de señales electromagnéticas en materiales conductores).

Antena: Una antena es un dispositivo diseñado para transmitir o recibir ondas electromagnéticas. Su diseño varía según su aplicación y frecuencia, y puede tener diversas formas, como dipolos, parches, yagis, entre otros.

Calcita: La calcita es un mineral que consiste principalmente en carbonato de calcio. Se encuentra en muchas rocas y formaciones geológicas, y es un componente común de rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas. También es el principal componente de piedras preciosas como el mármol y la piedra caliza.

Cámara anecoica: Una cámara anecoica es un espacio diseñado para absorber completamente las ondas sonoras o electromagnéticas que lo impactan, evitando así la reflexión de las ondas. Se utiliza para pruebas y mediciones donde es necesario eliminar cualquier influencia de reflexiones o interferencias externas.

Cielo raso de PVC: Un cielo raso de PVC es un revestimiento de techo fabricado a partir de cloruro de polivinilo. Se utiliza en construcción para mejorar la apariencia de los techos, proporcionar aislamiento térmico y acústico, y ocultar instalaciones eléctricas y tuberías.

Cobertura: La cobertura se refiere al alcance de una señal inalámbrica. Indica hasta qué distancia y en qué áreas la señal es lo suficientemente fuerte como para ser utilizada de manera efectiva.

Conductividad: La conductividad es la capacidad de un material para conducir corriente eléctrica. Los materiales conductores tienen una alta conductividad porque permiten que los electrones se muevan libremente a través de ellos, mientras que los aislantes tienen una baja conductividad.

Densidad: La densidad es la relación entre la masa de un objeto y su volumen. Se expresa en unidades como kilogramos por metro cúbico (kg/m^3) en el Sistema Internacional (SI). Los materiales con mayor densidad tienen más masa en un volumen dado.

Difracción: La difracción es el fenómeno en el que una onda cambia de dirección al encontrar un obstáculo o una abertura. Ocurre cuando las ondas encuentran bordes u objetos que son del mismo tamaño que su longitud de onda.

Dolomita: La dolomita es un mineral compuesto principalmente por carbonato de calcio y magnesio. A menudo se encuentra en rocas sedimentarias y es una fuente importante de magnesio. Se utiliza en la industria de la construcción y la agricultura.

Dureza: La dureza se refiere a la resistencia de un material a ser rayado o deformado. Se mide en la escala de dureza de Mohs para minerales y en otras escalas para diferentes materiales.

Estándar: Un estándar es una especificación o norma establecida que define las características, requisitos y métodos de prueba para un producto, proceso o servicio. Los estándares aseguran la uniformidad y la calidad en diversas industrias y aplicaciones.

Exfoliación: La exfoliación es la propiedad de algunas rocas para separarse en capas delgadas cuando se les aplica presión o calor. Esto ocurre debido a la disposición de los minerales en la roca y puede ser aprovechado en la extracción de minerales y en la fabricación de productos.

Frecuencia: La frecuencia es el número de ciclos completos de una onda que ocurren en un segundo. Se mide en hercios (Hz).

Gypsum (yeso): El gypsum, también conocido como yeso, es un mineral compuesto de sulfato de calcio dihidratado. Se utiliza ampliamente en la construcción para hacer paneles de yeso y revestimientos de paredes, así como en la fabricación de cemento y fertilizantes.

Hormigón: El hormigón es un material de construcción compuesto por cemento, arena, grava, agua y posiblemente aditivos. Es versátil y se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, desde estructuras de edificios hasta carreteras y puentes.

IEEE (Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica): El IEEE es una organización profesional que establece estándares y promueve la innovación en las áreas de ingeniería eléctrica, electrónica y tecnologías relacionadas. Sus estándares son ampliamente reconocidos en la industria.

Interferencia: La interferencia ocurre cuando dos o más señales se superponen y afectan entre sí. Puede provocar distorsiones o pérdida de calidad en las señales, ya sea en comunicaciones inalámbricas o en otras formas de transmisión.

IoT (Internet de las cosas): El Internet de las cosas se refiere a la red de dispositivos interconectados que pueden comunicarse y compartir datos a través de Internet.

ISM (Bandas Industriales, Científicas y Médicas): Las bandas ISM son frecuencias de radio que se reservan para uso sin licencia en aplicaciones industriales, científicas y médicas.

Latencia: La latencia se refiere al tiempo de demora que experimenta una señal o dato al viajar desde su origen hasta su destino. En las redes de comunicación, la latencia es un factor importante en la calidad de la comunicación en tiempo real.

Madera MDF (Medium Density Fiberboard): El MDF es un tipo de tablero de fibras de madera de densidad media. Se produce al comprimir fibras de madera con resina a alta temperatura y presión.

Mármol: El mármol es una roca metamórfica formada a partir de la recristalización de la piedra caliza. Conocido por su belleza y durabilidad.

Obstáculos: Los obstáculos son objetos o estructuras que pueden bloquear, reflejar o difractar la propagación de ondas.

Pérdida de inserción: La pérdida de inserción es la disminución de la potencia de una señal al pasar a través de un componente, como un cable, un conector o un filtro. Esta pérdida se debe a la resistencia inherente del componente y puede afectar la calidad de la señal.

Pared de ladrillo: Una pared de ladrillo es una estructura construida con ladrillos, que son bloques hechos de arcilla cocida u otros materiales. Las paredes de ladrillo son comunes en la construcción y pueden proporcionar aislamiento térmico y resistencia estructural.

Permitividad: La permitividad es una medida de la capacidad de un material para almacenar energía en un campo eléctrico. Indica cómo un material responde a un campo eléctrico.

Porcelanato: El porcelanato es una baldosa cerámica de alta densidad y durabilidad, fabricada mediante cocción a alta temperatura. Es conocido por su resistencia a la humedad y su apariencia estética.

Porosidad: La porosidad es la proporción de espacios vacíos en un material en relación con su volumen total.

Potencia: La potencia se refiere a la cantidad de energía transferida por unidad de tiempo. En el contexto de las señales y las ondas, la potencia es importante para determinar la intensidad de la señal transmitida o recibida.

Propagación: La propagación se refiere al movimiento de ondas a través de un medio.

Reflexión: La reflexión ocurre cuando una onda choca con una superficie y rebota. La dirección y la fase de la onda reflejada dependen del ángulo de incidencia y las propiedades de la superficie.

Refracción: La refracción es el cambio de dirección de una onda al pasar de un medio a otro con diferente densidad. Esto provoca que la velocidad y la dirección de la onda se modifiquen, lo que puede causar un cambio en la dirección de propagación.

Router: Un router es un dispositivo de red que dirige el tráfico de datos entre diferentes dispositivos y redes. Actúa como punto de acceso a Internet y permite la comunicación entre dispositivos dentro de una red local.

UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones): La UIT es una agencia especializada de las Naciones Unidas que establece estándares y regulaciones para las tecnologías de la información y la comunicación a nivel internacional. Sus decisiones afectan la asignación de frecuencias y la interoperabilidad de las redes.

Velocidad de transmisión: La velocidad de transmisión se refiere a la tasa a la que los datos se transfieren a través de una red de comunicación. Se mide en bits por segundo (bps) o en múltiplos como kilobits por segundo (Kbps) o megabits por segundo (Mbps).

WiFi: Es una tecnología de comunicación inalámbrica que permite la conexión a Internet y la transmisión de datos entre dispositivos mediante señales de radio. Es ampliamente utilizado en hogares, empresas y espacios públicos para proporcionar acceso a Internet sin cables.

BIBLIOGRAFÍA

ALDAS, Genesis. EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS DE PENETRACIÓN EN MATERIALES MEDIANTE PARÁMETROS DE POTENCIA EN LA BANDA DE 1 A 20 GHZ PARA ONDAS MILIMÉTRICAS. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Informática y Electrónica. Riobamba – Ecuador. 2019. pp. 15-36.

ÁLVAREZ, Ignacio. Pérdidas de inserción en diferentes tipos de materiales y árboles [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Autónoma de Madrid. España – Madrid. 2013. [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: <http://arantxa.ii.uam.es/~jms/pfcsteleco/lecturas/20130423IgnacioAlvarezCalvo.pdf>

ANDRADE, Ricardo; SALAS, Pablo, & PAREDES, Daniel. (2008). “TECNOLOGÍA Wi-Fi”. Nuevas Tecnologías [en línea], N°5(2008), (Argentina) pp. 11-13. . [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: https://enacom.gob.ar/multimedia/bibliotecas/archivos/biblioteca_16398.pdf

ARCOTEL. *NORMA ESPECTRO DE USO LIBRE Y ESPECTRO PARA USO DETERMINADO EN BANDAS LIBRES. RESOLUCIÓN ARCOTEL-2018-*.

BBC News Mundo. *Cuando se creó el wifi y qué significa realmente su nombre* [blog]. BBC News Mundo. 23 de abril, 2021. [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-56819578>

CANDELARIO, Julio. Clasificación automática de interferencias arbitrarias utilizando dispositivos Wifi-comerciales [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad de Sevilla, Dpto. Ingeniería Electrónica. España - Sevilla. 2020. [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://idus.us.es/handle/11441/100209>

CHAVERO, José. TRANSMISION Y ABSORCIÓN DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS POR ESTRUCTURAS PERIÓDICAS [En línea] (Trabajo Fin de Grado). (Tesis) Universidad de Sevilla, Dpto. Ingeniería Electrónica. España - Sevilla. 2016. Disponible en: <https://idus.us.es/handle/11441/47731>

CUELLO, Javier, & VITTONI, José. *Diseñando apps para móviles* [En línea]. Catalina Duque Giraldo, 2013. [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en:

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ATiqsjH1rvwC&oi=fnd&pg=PA7&dq=app+moviles&ots=a4et3V3rbm&sig=urVLF71XI4YvptcG5cl6gfUNF-Q#v=onepage&q&f=false>

DAHLSTROM, C. D. A. “Balanced cross sections”. Canadian Science Publishing [en línea]. 2011 (Canada). [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/e69-069>

EIOficial. *ENLUCIDO TRADICIONAL DE PAREDES* [blog]. EIOficial, 29 de julio, 2019. [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.eloficial.ec/enlucido-tradicional-de-paredes/>

FERROVIAL. *Materiales de construcción: propiedades y tipos*[blog]. Ferrovial, 30 de enero, 2022. [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.ferrovial.com/es/recursos/materiales-construccion/>

GARCÍA, Jorge. *Reflexión y refracción de ondas* [blog]. Blog SEAS, 19 octubre, 2012 [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.seas.es/blog/automatizacion/reflexion-y-refraccion-de-ondas/>

GAVILANES CASTILLO, Cristian Fabricio, & SANTELLÁN NAULASACA, Grace Carolina. *NORMALIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS Y TEJAS DEL CANTÓN CHAMBO* [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba – Ecuador. 2016. [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/1378/1/UNACH-EC-ING-CIVIL-2016-0013.pdf>

HETTING, Claus. “Wi-Fi percentage of US smartphone traffic at 74%, says Netradar” Wi-Fi NOW Global [en línea], 2018, (United States) [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://wifinowglobal.com/news-and-blog/wi-fi-percentage-of-us-smartphone-traffic-at-74-says-netradar/>

INEC. *Tecnologías de la Información y Comunicación-TIC. Instituto nacional de estadística y censos 2022.*

INFINITIA. *Caracterización de materiales. Industrial Consulting* [blog]. 2020 [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.infinitiaresearch.com/laboratorio-ingenieria-industrial/caracterizacion-materiales/>

KARNI, Joseph, & KARNI, E'Yal. "Gypsum in construction: origin and properties". *Materials and Structures* [en línea], 1995 vol. 8(2), 92-100. [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/BF02473176/METRICS>

LOPEZ, Alberto. *Qué bandas de frecuencias WiFi hay: Explicación 2.4 GHz, 5 GHz y 6 GHz* [blog]. *RedesZone* junio 7, 2023. [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-wifi/bandas-frecuencias-wi-fi/>

MINTEL. *BOLETÍN OFICIAL N° 35 La Nueva Ley de Desarrollo Económico eliminó el ICE en telefonía e internet móvil, en beneficio de los ciudadanos – Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información.*

MORENO, Marta. Análisis, diseño y despliegue de una red WiFi en Santillana del Mar [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) UAM. Departamento de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones. (Ciudad de México - México).2015. [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uam.es/handle/10486/663743>

NEIPP, C., FRANCÉS, J., GALLEGO, S., & BELÉNDEZ, A. Estudio de redes de difracción por reflexión mediante la Teoría de Ondas Acopladas β -value [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad de Alicante. Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal. (Alicante – España). [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/30455>

NTE INEN 1855-1. (2015). *HORMIGONES. HORMIGÓN PREMEZCLADO. REQUISITOS. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA.*

NTE INEN 1855-2. (2015). *HORMIGONES. HORMIGÓN PREPARADO EN OBRA. REQUISITOS. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA.*

PEREYRA, Vicente. "INTRODUCCIÓN A LAS CÁMARAS ANECOICAS PARA MEDICIONES DE CAMPO ELECTROMAGNÉTICO". Simposio de Metrología [en línea],

2004, (United States). [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.cenam.mx/simposio2004/memorias/ta-026.pdf>

RUDD, R., CRAIG, K., GANLEY, M., & HARTLESS, R. Building Materials and Propagation. [en línea] (Final Report). Ofcom. (Reino Unido). 2014. [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf_file/0016/84022/building_materials_and_propagation.pdf

Samsuzzaman, M., Islam, T., Rahman, N. H. A., Faruque, M. R. I., & Mandeep, J. S. “Compact Modified Swastika Shape Patch Antenna for WLAN/WiMAX Applications”. ResearchGate [en línea], 2014. [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2014/825697>

SHI, Gaotao., & LI, Keqiu. Signal Interference in WiFi and ZigBee Networks. ResearchGate [en línea], 2017. [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-47806-7>

STAILLING, William. *Wireless Communications and Networks. En Wireless communications and networks.* First Edition Prentice Hall, 2001 [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books/about/Wireless_Communications_and_Networks.html?hl=es&id=MvdSAAAAMAAJ&redir_esc=y

SUBSECRETARÍA DE MINERÍA. *PERFIL DE MERCADO DEL MÁRMOL.*

Torres, J. M., Pinto-Mangones, Á., Macea A, M. R., Pérez-García, N. A., & Marian Rujano, L. “MODELO PARA LA ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE PROPAGACIÓN EN REDES WLAN OPERANDO EN 2,4 GHZ Y 5,8 GHZ, PARA AMBIENTES INTERIORES DE EDIFICIOS COMERCIALES” Scielo [en línea]. 2015 (Colombia). 2001 [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://ve.scielo.org/pdf/uct/v20n78/art04.pdf>

TOSCANO, José. Pérdidas por inserción y de retorno en componentes pasivos de radiofrecuencia [en línea] 2018 [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: https://documen.site/download/perdidas-por-insercion-y-de-retorno-en-componentes-pasivos-de_pdf

UIT-R. *Reglamento de Radiocomunicaciones Recomendaciones UIT-R incorporadas por referencia.*

WI-FI ALLIANCE. *Wi-Fi Alliance Certification* [blog]. [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.wi-fi.org/>

ANEXOS

ANEXO A: MEDICIONES DE POTENCIA RECIBIDA EN MATERIALES PARA ACABADOS DE CONSTRUCCIÓN

MEDICIONES EN LA BANDA DE 2.4 GHz

Frec. (MHz)	Potencia recibida en el Espacio libre (dBm)				Prom.	Potencia recibida al atravesar Cielo Raso PVC (dBm)				Prom.
2400	-30,08	-29,41	-28,55	-28,70	-29,19	-32,36	-30,62	-32,33	-29,23	-31,14
2405	-26,36	-27,30	-27,11	-26,06	-26,71	-26,91	-27,61	-29,34	-26,17	-27,51
2410	-27,11	-26,78	-26,42	-26,82	-26,78	-29,19	-27,62	-28,79	-27,98	-28,40
2415	-26,91	-24,26	-23,93	-23,32	-24,61	-28,77	-25,51	-23,70	-24,35	-25,58
2420	-27,36	-25,67	-23,27	-23,44	-24,94	-28,42	-28,11	-24,78	-25,38	-26,67
2425	-29,15	-28,73	-27,83	-24,03	-27,44	-29,95	-29,98	-27,99	-25,80	-28,43
2430	-30,61	-27,94	-25,68	-26,81	-27,76	-31,41	-29,33	-26,66	-28,99	-29,10
2435	-28,04	-26,77	-23,84	-24,41	-25,77	-30,12	-28,61	-25,37	-25,19	-27,32
2440	-28,63	-24,98	-25,04	-25,98	-26,16	-29,67	-25,25	-27,37	-28,05	-27,59
2445	-28,11	-26,09	-26,13	-25,22	-26,39	-28,36	-27,20	-26,77	-25,36	-26,92
2450	-29,12	-25,94	-25,17	-24,24	-26,12	-29,55	-27,78	-27,28	-25,04	-27,41
2455	-27,28	-24,37	-23,81	-24,54	-25,00	-27,52	-25,57	-25,91	-25,91	-26,23
2460	-28,36	-26,12	-22,13	-22,17	-24,70	-28,79	-27,09	-23,60	-22,57	-25,51
2465	-25,09	-27,51	-24,16	-22,50	-24,82	-26,23	-29,29	-24,92	-23,15	-25,90
2470	-27,61	-26,18	-23,24	-23,66	-25,17	-27,83	-27,55	-25,45	-24,67	-26,38
2475	-29,26	-29,38	-25,34	-23,32	-26,83	-30,51	-29,99	-25,98	-25,62	-28,03
2480	-25,58	-31,28	-27,50	-26,61	-27,74	-26,37	-33,50	-27,83	-29,43	-29,28
2485	-23,46	-31,07	-28,74	-30,61	-28,47	-24,07	-33,35	-28,75	-30,91	-29,27
2490	-25,15	-29,18	-29,96	-29,59	-28,47	-25,28	-31,55	-30,37	-32,02	-29,81
2495	-27,03	-30,15	-30,28	-28,21	-28,92	-27,56	-32,73	-31,21	-29,92	-30,36
2500	-28,44	-29,36	-30,88	-28,16	-29,21	-28,49	-32,11	-30,92	-30,19	-30,43

Frec. (MHz)	Potencia recibida al atravesar MDF (dBm)				Prom.	Potencia recibida al atravesar Gypsum (dBm)				Prom.
2400	-31,09	-30,16	-32,24	-31,32	-31,20	-32,40	-29,58	-31,02	-30,23	-30,81
2405	-26,85	-30,74	-29,63	-26,60	-28,46	-28,04	-27,54	-28,94	-26,20	-27,68
2410	-29,43	-30,09	-27,77	-28,57	-28,97	-29,09	-28,23	-27,13	-26,89	-27,84
2415	-28,44	-25,52	-25,77	-24,61	-26,09	-28,50	-25,94	-25,66	-24,38	-26,12
2420	-28,68	-28,11	-23,64	-26,02	-26,61	-28,12	-28,53	-24,82	-24,77	-26,56
2425	-31,36	-30,48	-28,21	-24,68	-28,68	-31,16	-28,79	-30,42	-26,04	-29,10
2430	-31,40	-30,07	-27,73	-29,22	-29,61	-30,79	-29,76	-28,31	-29,99	-29,71
2435	-32,06	-28,81	-26,74	-26,72	-28,58	-28,09	-29,70	-25,72	-25,53	-27,26
2440	-30,31	-28,13	-25,36	-28,44	-28,06	-29,29	-27,81	-27,94	-28,12	-28,29
2445	-28,70	-29,59	-28,57	-26,35	-28,30	-29,93	-28,65	-26,70	-28,03	-28,33
2450	-29,59	-29,31	-25,30	-25,56	-27,44	-29,97	-26,54	-27,84	-24,84	-27,30
2455	-30,10	-25,80	-26,86	-27,74	-27,63	-28,94	-24,96	-26,39	-26,73	-26,76

2460	-29,60	-28,15	-24,17	-24,71	-26,66	-29,98	-28,89	-21,51	-23,69	-26,02
2465	-28,16	-30,38	-27,57	-21,74	-26,96	-25,51	-28,71	-26,47	-22,55	-25,81
2470	-30,33	-26,96	-24,25	-25,04	-26,65	-29,69	-27,45	-24,47	-25,30	-26,73
2475	-30,47	-30,55	-26,97	-24,21	-28,05	-30,91	-29,58	-27,35	-26,05	-28,47
2480	-27,76	-32,06	-29,75	-27,22	-29,20	-26,45	-32,78	-28,52	-26,99	-28,69
2485	-25,61	-33,07	-29,12	-33,47	-30,32	-24,04	-33,86	-30,07	-32,49	-30,12
2490	-27,34	-32,28	-31,84	-30,06	-30,38	-26,92	-29,77	-32,65	-31,87	-30,30
2495	-30,53	-31,91	-30,66	-30,19	-30,82	-27,24	-32,19	-32,93	-28,32	-30,17
2500	-31,58	-30,76	-32,77	-29,93	-31,26	-28,80	-32,23	-31,48	-29,48	-30,50

Frec. (MHz)	Potencia recibida al atravesar Porcelanato (dBm)				Prom.	Potencia recibida al atravesar Mármol (dBm)				Prom.
2400	-31,54	-31,09	-33,32	-29,07	-31,26	-34,62	-32,17	-31,13	-31,36	-32,32
2405	-29,90	-30,37	-30,77	-27,74	-29,70	-29,65	-31,12	-31,94	-29,56	-30,57
2410	-30,08	-28,65	-28,14	-31,25	-29,53	-28,54	-29,91	-29,94	-30,41	-29,70
2415	-31,04	-24,75	-24,37	-27,75	-26,98	-30,95	-28,84	-27,29	-28,15	-28,81
2420	-30,53	-30,13	-25,75	-25,82	-28,06	-30,98	-26,23	-24,92	-25,75	-26,97
2425	-30,97	-30,36	-29,44	-26,90	-29,42	-29,83	-33,52	-29,99	-26,60	-29,99
2430	-32,18	-28,53	-28,47	-30,94	-30,03	-33,20	-30,20	-28,13	-28,01	-29,89
2435	-30,20	-28,95	-26,82	-28,51	-28,62	-31,02	-32,31	-25,33	-28,43	-29,27
2440	-31,05	-27,65	-27,93	-28,50	-28,78	-30,27	-26,45	-30,05	-28,10	-28,72
2445	-29,89	-29,25	-26,97	-25,67	-27,95	-32,07	-29,99	-26,28	-25,91	-28,56
2450	-32,25	-26,63	-26,34	-26,38	-27,90	-29,68	-28,64	-28,86	-27,57	-28,69
2455	-27,67	-26,59	-26,59	-28,67	-27,38	-33,28	-26,19	-24,85	-27,66	-28,00
2460	-29,57	-28,88	-23,60	-24,31	-26,59	-31,98	-31,45	-28,13	-24,23	-28,95
2465	-28,68	-30,34	-28,66	-25,27	-28,24	-26,29	-33,24	-28,17	-26,60	-28,58
2470	-31,23	-27,33	-25,90	-25,89	-27,59	-31,64	-28,74	-25,21	-28,95	-28,64
2475	-32,18	-32,39	-28,90	-27,79	-30,32	-34,42	-30,43	-26,29	-24,82	-28,99
2480	-28,88	-32,63	-30,91	-30,70	-30,78	-27,76	-35,63	-28,08	-29,75	-30,31
2485	-26,33	-32,64	-29,49	-30,65	-29,78	-27,57	-33,46	-33,59	-33,75	-32,09
2490	-26,59	-30,82	-32,24	-33,04	-30,67	-28,96	-31,25	-33,67	-35,46	-32,34
2495	-30,84	-32,51	-33,18	-28,57	-31,28	-32,91	-36,03	-33,60	-30,19	-33,18
2500	-31,23	-33,54	-32,74	-31,67	-32,30	-30,65	-31,90	-35,95	-33,08	-32,90

Frec. (MHz)	Potencia recibida al atravesar Hormigón (dBm)			Prom.	Potencia recibida al atravesar Hormigón + cielo raso (dBm)			Prom.	Potencia recibida al atravesar Hormigón + MDF (dBm)			Prom.
2400	-33,49	-34,48	-36,56	-34,84	-35,19	-36,62	-36,72	-36,18	-35,67	-37,93	-36,09	-36,56
2405	-35,52	-36,89	-38,11	-36,84	-35,26	-34,10	-38,96	-36,11	-37,08	-40,02	-41,34	-39,48
2410	-38,33	-38,26	-37,40	-38,00	-39,01	-35,72	-38,70	-37,81	-36,02	-37,83	-39,52	-37,79
2415	-34,23	-33,90	-35,28	-34,47	-36,86	-35,65	-37,97	-36,83	-35,41	-36,66	-35,62	-35,90
2420	-36,49	-34,55	-34,35	-35,13	-35,87	-34,18	-40,08	-36,71	-35,11	-35,69	-35,13	-35,31
2425	-34,1	-34,50	-36,25	-34,95	-34,67	-33,56	-34,08	-34,10	-35,86	-36,11	-36,97	-36,31
2430	-37,01	-36,79	-37,81	-37,20	-35,77	-38,94	-36,74	-37,15	-37,10	-36,93	-37,18	-37,07
2435	-37,1	-36,12	-34,61	-35,94	-38,94	-36,36	-38,54	-37,95	-35,06	-35,41	-34,54	-35,00
2440	-33,98	-35,36	-37,21	-35,52	-35,22	-35,07	-34,39	-34,89	-35,36	-33,35	-37,02	-35,24
2445	-37,33	-37,14	-38,21	-37,56	-39,34	-36,86	-42,23	-39,48	-37,68	-38,36	-37,54	-37,86

2450	-34,54	-33,44	-39,13	-35,70	-36,03	-33,12	-38,47	-35,87	-35,75	-35,34	-37,55	-36,21
2455	-35,69	-37,17	-38,25	-37,04	-35,74	-38,58	-37,39	-37,24	-38,93	-38,93	-39,21	-39,02
2460	-33,98	-35,02	-35,03	-34,68	-34,57	-35,17	-38,34	-36,03	-36,93	-35,98	-37,20	-36,70
2465	-33,83	-33,26	-31,39	-32,83	-34,20	-34,58	-34,41	-34,40	-35,09	-35,74	-38,35	-36,39
2470	-33,53	-34,36	-35,38	-34,42	-32,91	-34,35	-34,75	-34,00	-33,68	-32,75	-33,61	-33,35
2475	-34,19	-34,38	-34,53	-34,37	-34,77	-34,35	-37,22	-35,45	-34,67	-34,06	-33,85	-34,19
2480	-35,53	-38,26	-38,45	-37,41	-36,26	-37,43	-37,62	-37,10	-38,94	-37,72	-40,99	-39,22
2485	-34,09	-35,75	-37,43	-35,76	-34,33	-35,74	-32,36	-34,14	-34,73	-36,77	-35,96	-35,82
2490	-33,33	-34,31	-35,22	-34,29	-35,39	-37,08	-34,77	-35,75	-34,76	-34,35	-36,25	-35,12
2495	-33,56	-35,91	-36,49	-35,32	-33,31	-33,65	-32,59	-33,18	-36,48	-38,64	-39,48	-38,20
2500	-35,05	-36,87	-39,78	-37,23	-37,34	-39,91	-37,94	-38,40	-38,02	-39,42	-39,78	-39,07

Frec. (MHz)	Potencia recibida al atravesar Hormigón + Gypsum (dBm)			Prom.	Potencia recibida al atravesar Hormigón + Porcelanato (dBm)			Prom.	Potencia recibida al atravesar Hormigón + Mármol (dBm)			Prom.
2400	-36,87	-38,00	-39,36	-38,08	-37,58	-36,83	-38,53	-37,65	-42,10	-40,72	-39,81	-40,88
2405	-38,51	-37,70	-36,89	-37,70	-36,62	-38,21	-36,09	-36,97	-39,32	-39,98	-36,97	-38,76
2410	-40,61	-40,85	-39,28	-40,25	-37,87	-38,02	-37,94	-37,94	-39,42	-38,65	-40,31	-39,46
2415	-35,93	-34,91	-36,20	-35,68	-37,26	-39,67	-36,99	-37,97	-38,73	-39,07	-41,15	-39,65
2420	-35,20	-38,48	-36,69	-36,79	-36,77	-37,66	-38,82	-37,75	-38,71	-37,75	-39,79	-38,75
2425	-36,23	-35,20	-37,73	-36,39	-36,09	-39,04	-34,30	-36,48	-42,40	-41,57	-38,80	-40,92
2430	-34,93	-34,62	-36,33	-35,29	-37,00	-36,19	-40,12	-37,77	-39,50	-39,56	-37,46	-38,84
2435	-36,16	-37,18	-34,89	-36,08	-36,05	-36,15	-35,15	-35,78	-36,23	-36,46	-36,75	-36,48
2440	-36,36	-36,81	-38,08	-37,08	-37,81	-36,67	-41,11	-38,53	-36,92	-36,66	-37,67	-37,08
2445	-35,61	-35,54	-36,37	-35,84	-38,62	-38,71	-39,27	-38,87	-38,05	-37,21	-35,94	-37,07
2450	-35,91	-37,84	-37,27	-37,01	-36,57	-36,95	-36,99	-36,84	-36,60	-37,96	-37,91	-37,49
2455	-36,13	-35,67	-36,70	-36,17	-35,98	-38,97	-36,16	-37,04	-38,93	-40,50	-41,93	-40,45
2460	-36,84	-37,13	-36,03	-36,67	-35,53	-36,30	-36,28	-36,04	-37,70	-35,41	-34,87	-35,99
2465	-35,25	-35,74	-33,55	-34,85	-37,86	-36,70	-37,91	-37,49	-36,89	-36,59	-35,93	-36,47
2470	-34,84	-36,15	-35,30	-35,43	-37,63	-36,06	-37,79	-37,16	-38,42	-38,76	-42,06	-39,75
2475	-36,83	-39,15	-37,40	-37,79	-37,32	-34,98	-35,77	-36,02	-36,60	-38,16	-38,11	-37,62
2480	-35,79	-33,73	-34,77	-34,76	-38,49	-40,15	-39,77	-39,47	-37,28	-41,08	-39,54	-39,30
2485	-34,89	-35,19	-36,42	-35,50	-37,81	-36,25	-37,30	-37,12	-37,60	-37,27	-38,84	-37,90
2490	-36,60	-38,12	-38,38	-37,70	-40,53	-38,59	-40,74	-39,95	-40,43	-41,82	-41,06	-41,10
2495	-35,64	-37,36	-37,30	-36,77	-36,02	-37,14	-37,26	-36,81	-37,65	-38,84	-39,32	-38,60
2500	-38,24	-36,89	-33,59	-36,24	-37,51	-38,67	-37,41	-37,86	-37,30	-36,20	-39,47	-37,66

Frec. (MHz)	Potencia recibida al atravesar Pared de Ladrillo (dBm)			Prom.	Potencia recibida al atravesar Pared de Ladrillo + cielo raso PVC (dBm)			Prom.	Potencia recibida al atravesar Pared de Ladrillo + MDF (dBm)			Prom.
2400	-35,98	-34,95	-33,01	-34,65	-34,87	-33,22	-34,79	-34,29	-34,61	-34,42	-35,08	-34,70
2405	-32,31	-33,14	-31,09	-32,18	-32,65	-32,47	-31,07	-32,06	-35,7	-34,63	-33,34	-34,56
2410	-33,67	-33,19	-33,64	-33,50	-33,66	-32,19	-33,82	-33,22	-34,51	-34,63	-33,89	-34,34
2415	-32,28	-32,21	-32,22	-32,24	-33,44	-32,71	-33,48	-33,21	-33,39	-31,99	-32,32	-32,57
2420	-31,54	-32,10	-31,57	-31,74	-33,01	-33,05	-34,36	-33,47	-32,37	-34,42	-33,80	-33,53
2425	-33,80	-33,22	-33,74	-33,59	-33,29	-37,44	-31,12	-33,95	-32,79	-39,34	-33,77	-35,30
2430	-32,04	-32,43	-31,12	-31,86	-34,00	-35,32	-31,43	-33,58	-33,61	-36,54	-31,77	-33,97
2435	-33,36	-33,07	-33,48	-33,30	-34,56	-31,88	-34,17	-33,54	-32,09	-31,58	-34,83	-32,83

2440	-32,75	-31,52	-30,32	-31,53	-32,83	-31,70	-30,32	-31,62	-33,03	-31,93	-30,85	-31,94
2445	-34,40	-31,50	-34,13	-33,34	-33,30	-32,92	-31,17	-32,46	-35,04	-35,60	-32,22	-34,29
2450	-32,08	-32,30	-31,96	-32,11	-34,03	-32,45	-31,99	-32,82	-33,02	-34,84	-34,29	-34,05
2455	-31,96	-31,08	-33,05	-32,03	-31,96	-30,86	-33,42	-32,08	-34,61	-32,87	-33,39	-33,62
2460	-32,30	-31,88	-31,95	-32,04	-32,41	-34,11	-32,70	-33,07	-32,66	-33,87	-32,66	-33,06
2465	-31,71	-31,27	-33,03	-32,00	-32,75	-29,90	-30,69	-31,11	-32,42	-30,16	-33,33	-31,97
2470	-32,48	-32,43	-34,02	-32,98	-33,03	-32,77	-33,25	-33,02	-33,43	-35,33	-34,55	-34,44
2475	-33,84	-32,29	-33,83	-33,32	-34,75	-36,22	-33,23	-34,73	-32,32	-35,71	-36,30	-34,78
2480	-32,74	-34,77	-28,99	-32,17	-34,98	-36,28	-33,93	-35,06	-34,4	-35,50	-31,07	-33,66
2485	-33,88	-32,97	-34,79	-33,88	-36,25	-33,48	-36,73	-35,49	-33,45	-32,06	-38,53	-34,68
2490	-33,42	-33,50	-34,66	-33,86	-33,74	-33,14	-35,45	-34,11	-33,03	-32,21	-32,80	-32,68
2495	-32,67	-34,37	-33,34	-33,46	-32,38	-34,73	-34,62	-33,91	-35,32	-32,95	-33,21	-33,83
2500	-33,42	-33,83	-34,26	-33,84	-35,33	-33,15	-33,24	-33,91	-34,1	-35,76	-34,04	-34,63

Frec. (MHz)	Potencia recibida al atravesar Pared de Ladrillo + Gypsum (dBm)			Prom.	Potencia recibida al atravesar Pared de Ladrillo + Porcelanato (dBm)			Prom.	Potencia recibida al atravesar Pared de Ladrillo + Mármol (dBm)			Prom.
2400	-33,74	-35,06	-34,68	-34,49	-33,49	-35,39	-36,17	-35,02	-34,86	-33,49	-34,59	-34,31
2405	-34,78	-32,92	-33,44	-33,71	-34,54	-35,59	-33,64	-34,59	-35,95	-33,55	-34,01	-34,50
2410	-34,68	-34,80	-33,84	-34,44	-35,33	-35,75	-35,75	-35,61	-37,84	-38,45	-36,90	-37,73
2415	-33,79	-32,83	-33,77	-33,46	-34,56	-34,76	-33,95	-34,42	-35,80	-34,24	-35,67	-35,24
2420	-33,34	-33,67	-34,30	-33,77	-35,01	-34,85	-33,38	-34,41	-31,50	-36,21	-36,89	-34,87
2425	-33,96	-33,89	-32,51	-33,45	-35,45	-35,09	-33,72	-34,75	-36,90	-38,34	-38,04	-37,76
2430	-34,49	-33,90	-32,30	-33,56	-35,11	-33,83	-33,98	-34,31	-34,69	-32,20	-34,49	-33,79
2435	-35,76	-32,27	-34,76	-34,26	-37,66	-35,32	-35,82	-36,27	-38,05	-34,52	-38,56	-37,04
2440	-32,76	-31,66	-31,80	-32,07	-32,95	-31,41	-34,78	-33,05	-35,43	-35,77	-34,95	-35,38
2445	-32,72	-36,32	-33,36	-34,13	-33,01	-36,09	-33,40	-34,17	-39,66	-35,89	-34,74	-36,76
2450	-33,75	-33,49	-32,40	-33,21	-36,62	-34,84	-35,88	-35,78	-32,96	-34,84	-34,23	-34,01
2455	-33,62	-35,14	-32,22	-33,66	-35,99	-35,31	-35,07	-35,46	-33,24	-35,90	-37,91	-35,68
2460	-32,58	-35,78	-35,74	-34,70	-33,86	-33,10	-32,18	-33,05	-32,44	-35,24	-32,52	-33,40
2465	-33,32	-30,83	-31,74	-31,96	-34,77	-32,07	-34,63	-33,82	-33,44	-34,09	-35,79	-34,44
2470	-36,70	-35,87	-34,85	-35,81	-35,67	-35,09	-34,25	-35,00	-35,66	-34,03	-35,13	-34,94
2475	-34,26	-33,67	-35,16	-34,36	-33,52	-32,84	-33,53	-33,30	-36,55	-36,86	-36,26	-36,56
2480	-33,08	-34,63	-33,69	-33,80	-35,57	-35,24	-36,64	-35,82	-37,72	-36,42	-34,64	-36,26
2485	-35,58	-33,48	-33,76	-34,27	-35,08	-32,70	-35,07	-34,28	-37,33	-34,50	-36,44	-36,09
2490	-34,80	-33,39	-32,30	-33,50	-34,44	-32,44	-33,98	-33,62	-33,81	-36,39	-36,79	-35,66
2495	-33,99	-34,69	-34,36	-34,35	-36,05	-34,80	-36,99	-35,95	-38,18	-36,36	-35,28	-36,61
2500	-33,26	-35,26	-35,96	-34,83	-34,33	-34,75	-35,36	-34,81	-35,09	-38,54	-34,62	-36,08

MEDICIONES EN LA BANDA DE 5 GHz

Frec. (MHz)	Potencia recibida en Espacio Libre (dBm)			Prom.	Potencia recibida al atravesar Cielo Raso (dBm)			Prom.	Potencia recibida al atravesar MDF (dBm)			Prom.
5170	-37,29	-34,10	-36,79	-36,06	-37,94	-35,43	-38,13	-37,17	-39,54	-39,11	-40,27	-39,64
5175	-40,08	-38,82	-39,79	-39,56	-43,87	-39,26	-39,94	-41,02	-44,90	-41,93	-42,76	-43,20
5180	-40,21	-40,87	-41,08	-40,72	-41,56	-43,50	-41,75	-42,27	-43,98	-43,21	-44,23	-43,81
5185	-45,01	-44,17	-44,63	-44,60	-46,80	-46,46	-47,13	-46,80	-44,63	-42,04	-52,43	-46,37
5190	-42,56	-42,61	-43,92	-43,03	-41,47	-44,07	-46,36	-43,97	-45,92	-43,18	-45,08	-44,73

5195	-40,63	-39,48	-39,86	-39,99	-41,46	-42,93	-43,28	-42,56	-42,02	-43,50	-45,27	-43,60
5200	-40,19	-42,22	-40,51	-40,97	-40,48	-44,84	-41,26	-42,19	-44,80	-45,56	-43,23	-44,53
5205	-38,77	-37,92	-39,82	-38,84	-39,82	-41,24	-43,40	-41,49	-41,94	-43,02	-42,82	-42,59
5210	-42,08	-41,85	-41,70	-41,88	-43,19	-44,75	-43,73	-43,89	-42,18	-45,70	-42,79	-43,56
5215	-44,56	-43,20	-46,85	-44,87	-46,40	-44,83	-46,11	-45,78	-44,98	-44,30	-47,44	-45,57
5220	-39,31	-40,77	-38,28	-39,45	-43,81	-42,31	-38,31	-41,48	-42,99	-43,32	-39,26	-41,86
5225	-39,82	-40,36	-39,10	-39,76	-41,92	-42,03	-41,49	-41,81	-47,40	-41,27	-41,17	-43,28
5230	-38,26	-37,15	-37,86	-37,76	-40,54	-38,60	-39,82	-39,65	-40,64	-41,63	-41,90	-41,39
5235	-39,86	-38,99	-38,45	-39,10	-39,39	-42,33	-40,08	-40,60	-38,36	-46,68	-42,43	-42,49
5240	-40,81	-40,91	-39,83	-40,52	-42,49	-41,79	-43,79	-42,69	-41,47	-42,68	-41,32	-41,82
5245	-43,47	-42,43	-45,21	-43,70	-44,48	-42,65	-46,19	-44,44	-45,00	-47,01	-46,50	-46,17
5250	-39,21	-41,72	-40,11	-40,35	-41,21	-42,97	-41,01	-41,73	-42,75	-42,86	-44,19	-43,27
5255	-39,56	-42,27	-42,65	-41,49	-43,19	-44,07	-45,14	-44,13	-42,38	-46,77	-46,68	-45,28
5260	-41,06	-41,38	-39,62	-40,69	-41,93	-43,22	-41,42	-42,19	-44,57	-48,19	-40,74	-44,50
5265	-37,76	-40,25	-37,61	-38,54	-39,76	-39,42	-39,34	-39,51	-40,33	-41,81	-42,55	-41,56
5270	-38,70	-39,66	-37,10	-38,49	-40,79	-41,65	-40,25	-40,90	-42,87	-44,70	-39,31	-42,29
5275	-38,91	-38,96	-36,76	-38,21	-40,63	-39,00	-37,05	-38,89	-41,33	-40,88	-38,77	-40,33
5280	-40,12	-38,58	-40,91	-39,87	-40,10	-41,06	-42,27	-41,14	-41,09	-40,25	-40,07	-40,47
5285	-40,14	-39,92	-41,28	-40,45	-43,68	-43,77	-44,48	-43,98	-46,53	-39,65	-42,20	-42,79
5290	-36,50	-35,99	-34,70	-35,73	-38,52	-37,26	-37,74	-37,84	-38,80	-37,56	-40,81	-39,06
5295	-36,07	-37,13	-38,33	-37,18	-39,23	-41,55	-38,48	-39,75	-40,09	-37,09	-42,39	-39,86
5300	-40,71	-41,00	-38,39	-40,03	-43,45	-41,99	-40,80	-42,08	-42,83	-44,03	-43,87	-43,58
5305	-42,51	-43,20	-41,76	-42,49	-43,51	-46,17	-41,01	-43,56	-43,54	-44,53	-42,72	-43,60
5310	-42,29	-41,35	-42,23	-41,96	-42,73	-43,73	-44,89	-43,78	-44,88	-42,38	-44,59	-43,95
5315	-42,38	-43,21	-42,50	-42,70	-43,23	-43,90	-46,09	-44,41	-45,90	-46,79	-43,69	-45,46
5320	-36,94	-37,53	-37,33	-37,27	-40,35	-39,53	-37,46	-39,11	-36,73	-41,48	-38,97	-39,06
5325	-34,02	-32,99	-34,43	-33,81	-36,52	-31,87	-38,55	-35,65	-38,26	-37,45	-37,50	-37,74
5330	-33,02	-31,40	-31,41	-31,94	-33,36	-34,09	-33,27	-33,57	-33,65	-32,58	-34,17	-33,47
5335	-35,67	-36,56	-36,29	-36,17	-35,87	-39,71	-39,85	-38,48	-34,86	-46,10	-36,99	-39,32
5340	-39,41	-39,03	-39,19	-39,21	-41,61	-43,51	-42,95	-42,69	-42,15	-40,62	-41,18	-41,32
5345	-34,73	-35,52	-35,72	-35,32	-37,30	-38,70	-37,38	-37,79	-37,38	-40,12	-39,03	-38,84
5350	-27,19	-28,70	-26,12	-27,34	-30,32	-30,18	-29,52	-30,01	-29,58	-30,56	-24,47	-28,20
5355	-28,63	-27,52	-30,46	-28,87	-29,47	-29,62	-29,87	-29,65	-30,80	-31,42	-32,29	-31,50
5360	-29,21	-28,76	-32,22	-30,06	-30,38	-29,63	-33,83	-31,28	-30,39	-29,19	-33,86	-31,15
5365	-28,21	-30,18	-27,14	-28,51	-29,38	-33,94	-30,02	-31,11	-30,19	-32,73	-30,51	-31,14
5370	-30,22	-33,67	-28,49	-30,79	-30,52	-34,45	-33,08	-32,68	-30,07	-33,66	-31,50	-31,74
5375	-29,46	-27,65	-29,92	-29,01	-30,69	-30,26	-34,38	-31,78	-32,41	-28,52	-30,24	-30,39
5380	-30,62	-28,98	-29,28	-29,63	-29,60	-32,01	-31,08	-30,90	-34,98	-30,72	-36,02	-33,91
5385	-30,95	-30,79	-28,55	-30,10	-32,63	-31,88	-30,10	-31,54	-32,62	-36,04	-30,84	-33,17
5390	-28,94	-28,08	-30,65	-29,22	-30,89	-30,82	-32,39	-31,37	-32,11	-33,15	-35,48	-33,58
5395	-31,76	-31,14	-29,42	-30,77	-32,61	-33,74	-31,06	-32,47	-34,35	-32,95	-29,28	-32,19
5400	-33,98	-33,31	-33,60	-33,63	-35,04	-36,54	-35,99	-35,86	-37,43	-37,92	-35,96	-37,10
5405	-30,74	-32,49	-32,01	-31,75	-31,64	-33,86	-33,60	-33,03	-34,88	-34,05	-33,26	-34,06
5410	-27,39	-26,12	-28,89	-27,47	-28,88	-29,26	-32,36	-30,17	-34,65	-28,84	-31,59	-31,69
5415	-27,06	-26,81	-29,23	-27,70	-27,58	-26,62	-30,03	-28,08	-31,41	-30,98	-33,50	-31,96
5420	-26,53	-28,03	-27,34	-27,30	-28,14	-29,15	-26,98	-28,09	-32,09	-32,74	-30,21	-31,68

5425	-24,83	-27,25	-25,70	-25,93	-25,04	-29,18	-26,03	-26,75	-29,43	-29,88	-26,93	-28,75
5430	-24,08	-21,99	-24,03	-23,37	-26,51	-24,48	-26,96	-25,98	-32,71	-26,18	-26,48	-28,46
5435	-24,23	-24,69	-23,36	-24,09	-26,96	-27,15	-25,24	-26,45	-28,36	-27,40	-26,02	-27,26
5440	-28,39	-29,12	-29,24	-28,92	-30,53	-30,35	-27,70	-29,53	-29,88	-33,67	-29,68	-31,08
5445	-29,80	-31,54	-26,99	-29,44	-32,03	-30,51	-28,59	-30,38	-29,87	-34,04	-27,19	-30,37
5450	-25,54	-27,03	-24,83	-25,80	-25,33	-29,25	-24,71	-26,43	-25,77	-34,61	-25,68	-28,69
5455	-24,03	-26,29	-24,68	-25,00	-26,52	-26,84	-28,40	-27,25	-27,67	-26,96	-32,00	-28,88
5460	-28,62	-29,79	-31,44	-29,95	-27,78	-31,63	-32,61	-30,67	-28,27	-32,23	-37,79	-32,76
5465	-24,96	-23,97	-23,56	-24,16	-27,35	-24,93	-23,88	-25,39	-26,09	-28,04	-25,90	-26,68
5470	-24,78	-24,70	-26,55	-25,34	-25,37	-27,28	-26,70	-26,45	-26,40	-28,70	-25,04	-26,71
5475	-24,12	-23,74	-25,27	-24,38	-26,21	-26,73	-27,48	-26,81	-27,81	-28,81	-29,12	-28,58
5480	-30,71	-29,26	-31,15	-30,37	-34,06	-29,20	-30,84	-31,37	-33,54	-36,47	-37,04	-35,68
5485	-29,50	-29,34	-30,92	-29,92	-31,10	-29,14	-32,00	-30,75	-32,76	-29,89	-34,04	-32,23
5490	-24,58	-25,61	-24,43	-24,87	-28,04	-27,66	-25,65	-27,12	-27,77	-27,65	-27,97	-27,80
5495	-25,56	-24,67	-24,28	-24,84	-27,88	-25,99	-28,20	-27,36	-28,46	-29,11	-30,27	-29,28
5500	-25,59	-24,01	-25,42	-25,01	-25,16	-27,46	-25,36	-25,99	-30,56	-30,77	-23,56	-28,30
5505	-26,35	-29,20	-27,52	-27,69	-26,47	-32,60	-26,86	-28,64	-26,95	-33,47	-29,17	-29,86
5510	-29,40	-30,80	-30,04	-30,08	-29,27	-31,96	-31,57	-30,93	-27,18	-33,87	-32,86	-31,30
5515	-28,86	-27,96	-30,25	-29,02	-27,77	-29,24	-32,75	-29,92	-36,35	-32,61	-35,75	-34,90
5520	-27,88	-29,61	-29,04	-28,84	-31,66	-31,46	-29,99	-31,04	-33,19	-32,59	-30,90	-32,23
5525	-31,86	-34,10	-31,75	-32,57	-37,17	-36,21	-36,06	-36,48	-35,19	-41,18	-36,64	-37,67
5530	-34,16	-37,04	-35,19	-35,46	-37,40	-37,78	-38,83	-38,00	-37,11	-39,31	-36,76	-37,73
5535	-34,22	-34,15	-34,97	-34,45	-35,12	-35,23	-37,87	-36,07	-37,60	-37,63	-38,75	-37,99
5540	-32,41	-33,11	-33,81	-33,11	-35,82	-33,16	-34,61	-34,53	-33,83	-32,54	-38,55	-34,97
5545	-29,96	-31,52	-26,97	-29,48	-30,12	-31,96	-28,95	-30,34	-32,18	-37,28	-31,45	-33,64
5550	-30,04	-29,33	-31,31	-30,23	-32,90	-29,62	-34,61	-32,38	-36,58	-31,90	-34,51	-34,33
5555	-32,67	-31,89	-34,74	-33,10	-36,14	-34,25	-36,18	-35,52	-37,63	-37,31	-38,69	-37,88
5560	-26,86	-28,08	-26,93	-27,29	-28,75	-30,52	-30,24	-29,84	-30,59	-32,74	-33,27	-32,20
5565	-25,89	-26,73	-23,38	-25,33	-26,77	-29,32	-25,97	-27,35	-28,59	-35,00	-29,90	-31,16
5570	-29,13	-26,32	-28,77	-28,07	-29,36	-28,94	-30,31	-29,54	-30,01	-27,02	-31,78	-29,60
5575	-32,50	-31,56	-30,68	-31,58	-34,31	-35,79	-31,85	-33,98	-38,68	-30,94	-34,19	-34,60
5580	-32,74	-29,93	-32,62	-31,76	-35,18	-30,59	-35,92	-33,90	-35,78	-29,02	-37,62	-34,14
5585	-30,08	-29,98	-32,07	-30,71	-33,13	-30,19	-34,32	-32,55	-33,85	-30,12	-39,89	-34,62
5590	-28,32	-25,41	-28,70	-27,48	-28,07	-26,38	-31,73	-28,73	-33,30	-28,24	-29,07	-30,20
5595	-30,14	-28,42	-29,18	-29,25	-33,18	-30,04	-32,02	-31,75	-36,30	-30,13	-29,54	-31,99
5600	-32,24	-29,80	-33,35	-31,80	-34,08	-30,37	-33,85	-32,77	-36,59	-36,82	-32,29	-35,23
5605	-28,90	-29,62	-28,81	-29,11	-28,50	-32,92	-28,73	-30,05	-35,62	-31,67	-29,08	-32,12
5610	-29,85	-29,01	-28,85	-29,24	-32,92	-29,23	-31,66	-31,27	-31,37	-32,29	-30,32	-31,33
5615	-26,70	-25,25	-29,67	-27,21	-27,24	-25,79	-33,46	-28,83	-30,00	-31,04	-33,98	-31,67
5620	-32,41	-32,96	-31,75	-32,37	-33,70	-33,31	-32,41	-33,14	-34,39	-35,01	-34,08	-34,49
5625	-33,75	-34,89	-33,64	-34,09	-33,85	-38,77	-36,24	-36,29	-35,56	-38,04	-41,82	-38,47
5630	-31,42	-30,57	-29,93	-30,64	-31,98	-31,05	-32,59	-31,87	-36,18	-32,89	-29,04	-32,70
5635	-27,92	-28,68	-26,17	-27,59	-31,93	-31,98	-27,03	-30,31	-33,70	-35,46	-28,08	-32,41
5640	-31,32	-33,65	-29,80	-31,59	-35,61	-35,81	-31,43	-34,28	-37,62	-39,32	-32,87	-36,60
5645	-33,90	-32,84	-32,23	-32,99	-33,25	-36,33	-34,08	-34,55	-32,90	-36,74	-33,54	-34,39
5650	-29,57	-27,53	-30,77	-29,29	-29,19	-29,19	-31,13	-29,84	-33,32	-32,50	-31,70	-32,51

5655	-29,84	-28,04	-31,34	-29,74	-30,25	-30,34	-33,78	-31,46	-33,07	-33,31	-38,50	-34,96
5660	-31,48	-29,14	-31,47	-30,70	-31,63	-30,58	-32,85	-31,69	-30,57	-30,05	-33,03	-31,22
5665	-28,52	-28,50	-30,57	-29,20	-31,07	-30,60	-32,91	-31,53	-33,69	-35,93	-37,19	-35,60
5670	-34,63	-33,85	-33,40	-33,96	-37,26	-33,65	-36,61	-35,84	-36,03	-36,66	-37,18	-36,62
5675	-32,81	-31,40	-32,61	-32,27	-34,56	-31,75	-33,07	-33,13	-38,12	-38,07	-32,77	-36,32
5680	-30,01	-28,73	-28,98	-29,24	-30,99	-29,60	-33,85	-31,48	-34,63	-29,73	-30,42	-31,59
5685	-25,32	-24,46	-28,18	-25,99	-27,71	-24,86	-29,73	-27,43	-28,24	-27,13	-35,07	-30,15
5690	-25,10	-27,16	-24,79	-25,68	-27,34	-28,43	-25,97	-27,25	-29,74	-27,35	-31,13	-29,41
5695	-25,65	-27,53	-23,21	-25,46	-27,07	-29,03	-24,52	-26,87	-27,22	-32,99	-28,25	-29,49
5700	-24,32	-24,16	-25,09	-24,52	-25,31	-26,97	-28,01	-26,76	-30,14	-29,83	-24,95	-28,31
5705	-29,61	-30,59	-28,25	-29,48	-31,29	-29,74	-28,70	-29,91	-32,94	-29,99	-30,56	-31,16
5710	-33,70	-36,79	-32,13	-34,21	-36,23	-38,22	-34,83	-36,43	-33,37	-39,41	-33,64	-35,47
5715	-27,94	-31,36	-27,51	-28,94	-31,53	-31,57	-29,31	-30,80	-31,56	-33,78	-27,99	-31,11
5720	-30,59	-30,60	-31,00	-30,73	-31,04	-31,42	-32,86	-31,77	-36,52	-36,64	-34,87	-36,01
5725	-28,08	-27,36	-27,81	-27,75	-27,26	-30,58	-30,58	-29,47	-36,22	-26,17	-30,93	-31,11
5730	-25,75	-26,34	-25,65	-25,91	-26,10	-27,47	-28,87	-27,48	-27,18	-28,52	-28,70	-28,13
5735	-23,60	-26,74	-26,05	-25,46	-26,56	-30,52	-27,93	-28,34	-27,75	-33,39	-30,77	-30,64
5740	-23,50	-24,36	-25,55	-24,47	-26,12	-27,68	-26,38	-26,73	-27,51	-25,96	-31,58	-28,35
5745	-24,18	-24,78	-25,51	-24,82	-24,91	-28,16	-28,86	-27,31	-22,94	-26,56	-31,00	-26,83
5750	-26,86	-28,32	-24,27	-26,48	-30,48	-31,21	-24,32	-28,67	-29,53	-35,19	-32,28	-32,33
5755	-27,96	-29,93	-25,35	-27,75	-28,41	-34,08	-26,49	-29,66	-30,33	-29,76	-27,22	-29,10
5760	-29,92	-32,49	-28,22	-30,21	-31,86	-37,03	-34,40	-34,43	-32,40	-37,68	-30,82	-33,63
5765	-31,30	-29,83	-33,14	-31,42	-31,07	-31,72	-34,80	-32,53	-29,78	-33,58	-36,41	-33,26
5770	-30,11	-31,78	-29,55	-30,48	-33,61	-34,39	-32,37	-33,46	-32,41	-38,78	-33,29	-34,83
5775	-33,03	-29,99	-31,92	-31,65	-35,66	-30,56	-32,31	-32,84	-35,18	-34,28	-33,35	-34,27
5780	-31,43	-28,25	-30,96	-30,21	-32,38	-32,20	-32,48	-32,35	-36,41	-32,35	-30,21	-32,99
5785	-34,68	-33,84	-34,12	-34,21	-38,43	-34,64	-33,13	-35,40	-36,02	-33,71	-42,05	-37,26
5790	-33,18	-31,87	-35,57	-33,54	-37,47	-33,05	-36,90	-35,81	-34,62	-36,68	-38,59	-36,63
5795	-33,40	-31,55	-31,00	-31,98	-36,20	-33,77	-33,75	-34,57	-37,70	-34,83	-36,16	-36,23
5800	-34,79	-35,31	-35,61	-35,24	-36,54	-37,98	-36,87	-37,13	-37,75	-37,23	-36,76	-37,25
5805	-32,60	-34,51	-32,92	-33,34	-32,91	-37,46	-33,40	-34,59	-34,04	-41,05	-38,60	-37,90
5810	-30,64	-30,04	-31,53	-30,74	-31,32	-33,30	-32,69	-32,44	-33,01	-37,10	-30,51	-33,54
5815	-31,24	-32,12	-30,22	-31,19	-33,86	-34,33	-31,59	-33,26	-30,82	-37,25	-35,11	-34,39

Frec. (MHz)	Potencia recibida al atravesar Gypsum (dBm)			Prom.	Potencia recibida al atravesar Porcelanato (dBm)			Prom.	Potencia recibida al atravesar Mármol (dBm)			Prom.
5170	-39,27	-37,01	-40,48	-38,92	-42,86	-39,77	-41,26	-41,30	-37,44	-39,51	-41,36	-39,44
5175	-46,44	-39,70	-44,54	-43,56	-48,55	-41,86	-43,48	-44,63	-45,44	-43,40	-45,06	-44,63
5180	-43,93	-45,36	-45,37	-44,89	-44,79	-45,21	-47,51	-45,84	-41,69	-46,15	-47,48	-45,11
5185	-49,41	-46,82	-49,40	-48,54	-47,98	-40,38	-49,37	-45,91	-47,92	-43,18	-50,04	-47,05
5190	-43,59	-45,45	-47,51	-45,52	-45,11	-43,44	-46,84	-45,13	-44,11	-48,25	-50,96	-47,77
5195	-41,71	-45,53	-44,97	-44,07	-43,99	-44,65	-45,29	-44,64	-40,93	-46,10	-49,16	-45,40
5200	-42,58	-47,28	-43,44	-44,43	-43,69	-46,09	-42,88	-44,22	-43,86	-51,22	-47,02	-47,37
5205	-43,44	-41,23	-45,31	-43,33	-43,76	-42,72	-46,20	-44,23	-42,74	-39,86	-48,65	-43,75
5210	-46,17	-45,37	-46,70	-46,08	-43,97	-46,31	-44,44	-44,91	-48,62	-44,34	-52,52	-48,49
5215	-45,92	-46,61	-48,00	-46,84	-46,32	-46,77	-47,88	-46,99	-48,37	-49,88	-52,74	-50,33

5220	-45,21	-42,66	-41,55	-43,14	-44,11	-42,16	-41,23	-42,50	-46,24	-45,66	-42,35	-44,75
5225	-40,97	-43,05	-44,05	-42,69	-50,86	-40,80	-40,73	-44,13	-42,69	-43,64	-43,52	-43,28
5230	-44,58	-41,93	-39,73	-42,08	-42,35	-42,15	-40,90	-41,80	-43,39	-43,75	-44,54	-43,89
5235	-42,02	-42,56	-39,60	-41,39	-41,27	-42,93	-44,51	-42,90	-45,94	-42,98	-43,18	-44,03
5240	-42,53	-43,15	-42,64	-42,77	-40,13	-42,67	-42,81	-41,87	-49,35	-46,31	-44,04	-46,57
5245	-45,22	-41,14	-46,67	-44,34	-46,47	-45,81	-50,32	-47,53	-49,75	-44,77	-46,00	-46,84
5250	-42,55	-46,32	-43,23	-44,03	-44,06	-46,14	-48,90	-46,37	-47,58	-48,27	-41,83	-45,89
5255	-42,16	-43,83	-46,80	-44,26	-42,24	-46,46	-47,28	-45,33	-42,59	-49,08	-51,84	-47,84
5260	-42,45	-42,77	-42,89	-42,70	-47,35	-50,30	-40,99	-46,21	-44,84	-48,56	-44,06	-45,82
5265	-40,41	-39,39	-41,16	-40,32	-43,97	-41,14	-44,10	-43,07	-40,23	-38,70	-43,98	-40,97
5270	-40,82	-43,86	-40,25	-41,64	-46,59	-44,35	-38,52	-43,15	-45,53	-43,43	-39,78	-42,91
5275	-43,98	-39,00	-34,98	-39,32	-41,04	-41,61	-41,81	-41,49	-43,81	-40,42	-39,47	-41,23
5280	-41,82	-41,42	-43,33	-42,19	-43,71	-41,70	-43,00	-42,80	-43,97	-45,69	-44,73	-44,80
5285	-44,31	-39,61	-49,01	-44,31	-48,04	-43,13	-42,19	-44,45	-44,28	-43,80	-51,32	-46,47
5290	-42,58	-40,14	-36,45	-39,72	-38,28	-39,33	-42,83	-40,15	-44,79	-40,71	-40,16	-41,89
5295	-42,44	-42,81	-38,37	-41,21	-42,25	-36,65	-41,43	-40,11	-43,02	-43,85	-39,06	-41,98
5300	-47,53	-43,74	-41,87	-44,38	-42,73	-45,64	-45,01	-44,46	-46,78	-48,18	-43,52	-46,16
5305	-47,36	-45,77	-40,06	-44,40	-43,21	-44,50	-45,36	-44,36	-48,76	-48,90	-44,68	-47,45
5310	-46,08	-43,81	-47,45	-45,78	-45,46	-43,40	-42,89	-43,92	-46,69	-48,46	-48,70	-47,95
5315	-43,29	-43,70	-46,22	-44,40	-47,68	-47,30	-46,34	-47,11	-45,23	-46,14	-45,45	-45,61
5320	-41,53	-39,85	-40,02	-40,47	-39,05	-41,61	-39,87	-40,18	-45,87	-40,25	-41,25	-42,46
5325	-35,65	-35,51	-39,96	-37,04	-39,66	-37,57	-36,46	-37,90	-39,36	-34,74	-39,98	-38,03
5330	-33,58	-36,92	-32,62	-34,37	-33,35	-33,44	-33,82	-33,54	-37,22	-38,65	-34,32	-36,73
5335	-36,79	-39,64	-43,94	-40,12	-35,58	-47,54	-37,69	-40,27	-37,84	-43,73	-46,12	-42,56
5340	-43,68	-40,94	-36,96	-40,53	-43,21	-40,27	-42,25	-41,91	-44,70	-40,70	-40,95	-42,12
5345	-39,72	-41,47	-38,91	-40,03	-37,25	-42,42	-41,35	-40,34	-42,37	-41,90	-40,12	-41,46
5350	-33,18	-28,24	-33,15	-31,52	-30,36	-32,83	-27,62	-30,27	-34,60	-30,69	-36,98	-34,09
5355	-32,80	-29,02	-31,94	-31,25	-31,65	-31,28	-30,92	-31,28	-36,54	-33,97	-35,93	-35,48
5360	-28,86	-31,00	-36,64	-32,17	-29,27	-29,88	-35,86	-31,67	-29,65	-34,29	-40,66	-34,87
5365	-29,95	-38,13	-31,80	-33,29	-31,36	-34,44	-32,81	-32,87	-30,46	-40,33	-35,94	-35,58
5370	-30,64	-34,22	-33,55	-32,80	-32,07	-33,69	-32,81	-32,86	-32,55	-36,21	-39,08	-35,95
5375	-30,39	-30,62	-37,18	-32,73	-31,08	-28,01	-32,21	-30,43	-32,25	-32,74	-37,80	-34,26
5380	-31,84	-36,36	-34,89	-34,36	-36,45	-30,67	-37,23	-34,78	-36,45	-36,77	-37,40	-36,87
5385	-34,66	-32,55	-30,74	-32,65	-31,03	-38,81	-30,10	-33,31	-35,62	-30,67	-34,23	-33,51
5390	-31,72	-31,15	-36,50	-33,12	-32,31	-35,67	-35,24	-34,41	-32,72	-29,64	-35,89	-32,75
5395	-32,30	-35,17	-32,32	-33,26	-34,12	-34,18	-30,64	-32,98	-34,29	-35,93	-34,10	-34,77
5400	-37,56	-39,67	-36,61	-37,95	-37,66	-37,96	-37,31	-37,64	-37,00	-41,34	-35,70	-38,01
5405	-34,55	-32,71	-36,91	-34,72	-36,82	-36,29	-32,37	-35,16	-34,10	-35,94	-36,36	-35,47
5410	-31,09	-32,57	-32,29	-31,98	-35,09	-28,72	-32,48	-32,10	-34,91	-31,88	-35,19	-33,99
5415	-29,22	-26,62	-30,72	-28,85	-33,27	-33,73	-37,03	-34,68	-34,59	-30,92	-33,69	-33,07
5420	-30,57	-30,44	-29,80	-30,27	-32,41	-34,73	-29,09	-32,08	-33,02	-30,59	-34,73	-32,78
5425	-27,48	-29,85	-25,86	-27,73	-29,50	-24,31	-28,04	-27,28	-32,24	-31,68	-31,15	-31,69
5430	-29,30	-26,60	-29,76	-28,55	-34,16	-25,75	-27,80	-29,24	-30,57	-31,19	-29,29	-30,35
5435	-27,57	-27,69	-28,08	-27,78	-28,90	-29,30	-26,73	-28,31	-33,00	-33,01	-26,37	-30,79
5440	-32,35	-33,27	-30,46	-32,03	-29,96	-33,37	-30,50	-31,28	-36,90	-32,78	-34,00	-34,56
5445	-32,94	-30,37	-31,96	-31,76	-31,64	-35,12	-28,53	-31,76	-34,92	-29,90	-37,09	-33,97

5450	-29,02	-30,22	-25,67	-28,30	-27,19	-34,60	-28,26	-30,02	-32,04	-29,27	-31,45	-30,92
5455	-25,49	-29,86	-30,10	-28,48	-29,01	-25,92	-33,31	-29,41	-28,43	-30,77	-30,90	-30,03
5460	-31,60	-30,82	-35,90	-32,77	-29,55	-34,08	-39,68	-34,44	-35,98	-31,52	-35,28	-34,26
5465	-30,42	-25,02	-27,17	-27,54	-25,97	-30,70	-28,64	-28,44	-28,84	-29,65	-32,79	-30,43
5470	-27,85	-26,03	-28,64	-27,51	-27,05	-27,46	-29,28	-27,93	-28,17	-25,08	-31,85	-28,37
5475	-29,57	-27,48	-29,22	-28,76	-27,38	-32,19	-34,17	-31,25	-29,00	-32,51	-32,51	-31,34
5480	-36,11	-30,95	-31,24	-32,77	-32,47	-38,50	-39,88	-36,95	-37,46	-30,54	-31,39	-33,13
5485	-30,11	-33,21	-35,09	-32,80	-31,72	-30,20	-35,59	-32,50	-28,75	-33,19	-39,19	-33,71
5490	-29,62	-27,82	-25,09	-27,51	-28,65	-28,20	-30,37	-29,07	-33,43	-27,58	-30,44	-30,48
5495	-29,25	-28,36	-28,24	-28,62	-29,45	-32,05	-31,39	-30,96	-34,59	-29,25	-31,15	-31,66
5500	-24,79	-31,29	-28,39	-28,16	-31,47	-33,72	-27,23	-30,81	-28,16	-33,64	-27,91	-29,90
5505	-26,44	-34,72	-28,65	-29,94	-28,88	-36,93	-28,22	-31,34	-30,89	-35,82	-34,25	-33,65
5510	-29,38	-31,36	-30,71	-30,48	-29,44	-33,87	-31,06	-31,46	-32,22	-35,83	-36,24	-34,76
5515	-28,96	-27,87	-35,45	-30,76	-36,45	-34,01	-37,47	-35,98	-34,60	-33,35	-37,95	-35,30
5520	-34,81	-33,80	-29,78	-32,80	-36,81	-33,14	-31,05	-33,67	-38,54	-36,89	-31,61	-35,68
5525	-38,24	-37,96	-32,01	-36,07	-37,11	-43,16	-38,45	-39,57	-40,24	-38,94	-35,67	-38,28
5530	-41,35	-41,44	-36,55	-39,78	-39,09	-38,58	-39,04	-38,90	-39,96	-39,93	-37,87	-39,25
5535	-36,22	-37,72	-39,91	-37,95	-35,79	-37,58	-39,51	-37,63	-37,52	-39,10	-39,02	-38,55
5540	-38,58	-32,97	-35,80	-35,78	-36,75	-33,10	-39,66	-36,50	-38,49	-38,29	-36,78	-37,85
5545	-32,08	-32,69	-33,45	-32,74	-34,52	-39,15	-32,13	-35,27	-34,75	-36,93	-36,96	-36,21
5550	-37,41	-30,85	-36,56	-34,94	-39,15	-30,63	-34,20	-34,66	-36,20	-33,33	-36,54	-35,36
5555	-33,76	-37,55	-38,25	-36,52	-38,85	-36,32	-40,95	-38,71	-35,17	-36,28	-38,63	-36,69
5560	-29,78	-32,83	-34,03	-32,21	-31,09	-34,38	-36,64	-34,04	-33,39	-32,64	-35,18	-33,74
5565	-29,11	-32,10	-27,04	-29,42	-30,65	-33,35	-31,16	-31,72	-30,93	-31,71	-31,15	-31,26
5570	-30,04	-30,82	-30,72	-30,53	-29,94	-29,64	-31,68	-30,42	-32,18	-30,62	-29,80	-30,87
5575	-36,36	-36,31	-33,19	-35,29	-38,56	-31,68	-34,44	-34,89	-35,35	-39,59	-38,16	-37,70
5580	-36,38	-29,28	-37,15	-34,27	-38,22	-30,29	-37,10	-35,20	-41,22	-31,40	-37,97	-36,86
5585	-35,40	-33,17	-33,43	-34,00	-34,58	-31,94	-39,26	-35,26	-37,17	-32,26	-34,58	-34,67
5590	-31,13	-28,70	-34,67	-31,50	-37,13	-29,85	-32,22	-33,07	-32,87	-32,67	-34,82	-33,45
5595	-35,69	-31,36	-33,97	-33,67	-38,38	-32,69	-30,75	-33,94	-40,61	-31,98	-35,72	-36,10
5600	-36,43	-29,48	-34,21	-33,37	-37,14	-38,16	-33,37	-36,22	-39,51	-33,73	-40,05	-37,76
5605	-32,73	-31,80	-29,99	-31,51	-37,03	-33,37	-30,73	-33,71	-34,05	-33,86	-35,30	-34,40
5610	-34,73	-30,38	-31,07	-32,06	-33,79	-35,57	-30,69	-33,35	-37,67	-32,48	-33,41	-34,52
5615	-27,78	-28,40	-34,75	-30,31	-31,12	-32,56	-36,39	-33,36	-32,16	-32,80	-36,26	-33,74
5620	-34,23	-33,59	-34,38	-34,07	-34,43	-35,00	-36,93	-35,45	-37,34	-37,77	-37,36	-37,49
5625	-37,76	-42,50	-35,04	-38,43	-35,16	-38,90	-42,37	-38,81	-38,42	-46,60	-37,51	-40,84
5630	-36,53	-34,26	-36,13	-35,64	-35,30	-34,29	-29,20	-32,93	-36,45	-35,66	-33,62	-35,24
5635	-33,18	-33,06	-29,45	-31,90	-34,43	-38,54	-28,25	-33,74	-31,60	-35,15	-31,47	-32,74
5640	-37,75	-38,02	-31,30	-35,69	-39,82	-39,49	-33,80	-37,70	-41,42	-41,17	-34,62	-39,07
5645	-34,01	-38,83	-37,21	-36,68	-33,02	-39,62	-33,96	-35,53	-36,27	-38,33	-39,28	-37,96
5650	-27,39	-29,26	-35,21	-30,62	-33,95	-33,26	-31,83	-33,01	-33,22	-33,12	-33,73	-33,36
5655	-31,38	-33,69	-32,69	-32,59	-35,47	-32,50	-37,89	-35,29	-35,95	-36,15	-32,22	-34,77
5660	-35,68	-31,29	-32,87	-33,28	-32,24	-31,46	-31,88	-31,86	-40,58	-30,85	-34,35	-35,26
5665	-30,83	-34,60	-35,76	-33,73	-36,72	-35,88	-39,19	-37,26	-30,76	-38,48	-40,19	-36,48
5670	-39,82	-33,53	-37,53	-36,96	-35,43	-37,71	-36,34	-36,49	-44,16	-36,37	-42,44	-40,99
5675	-33,63	-34,51	-31,61	-33,25	-40,50	-37,39	-34,32	-37,40	-38,86	-34,83	-32,49	-35,39

5680	-33,20	-30,79	-34,89	-32,96	-36,88	-29,28	-31,29	-32,48	-36,18	-34,34	-34,51	-35,01
5685	-25,82	-24,71	-33,13	-27,89	-28,70	-28,26	-37,05	-31,34	-25,03	-27,79	-36,40	-29,74
5690	-29,53	-31,07	-25,68	-28,76	-28,89	-26,65	-34,46	-30,00	-31,13	-32,72	-30,06	-31,30
5695	-26,98	-28,14	-25,25	-26,79	-28,78	-33,64	-28,97	-30,46	-29,37	-32,69	-29,19	-30,42
5700	-28,69	-31,44	-28,70	-29,61	-32,58	-29,11	-25,21	-28,97	-31,00	-36,89	-29,70	-32,53
5705	-33,50	-32,69	-29,08	-31,76	-34,24	-30,14	-31,18	-31,85	-35,13	-35,11	-29,16	-33,13
5710	-38,45	-41,29	-39,43	-39,72	-35,79	-39,69	-33,53	-36,34	-39,57	-43,01	-39,89	-40,82
5715	-34,38	-30,39	-33,63	-32,80	-31,80	-32,00	-28,40	-30,73	-35,98	-29,39	-33,39	-32,92
5720	-34,15	-33,21	-34,40	-33,92	-37,82	-40,28	-36,92	-38,34	-36,18	-34,99	-33,45	-34,87
5725	-25,95	-29,23	-33,25	-29,48	-38,48	-29,15	-30,70	-32,78	-31,68	-32,20	-36,65	-33,51
5730	-28,39	-30,41	-28,72	-29,17	-29,43	-30,42	-30,06	-29,97	-31,33	-30,78	-30,76	-30,96
5735	-30,50	-33,34	-27,73	-30,52	-30,81	-36,30	-29,04	-32,05	-30,82	-32,65	-29,64	-31,04
5740	-26,88	-29,39	-25,69	-27,32	-27,61	-26,33	-33,27	-29,07	-28,28	-33,28	-27,34	-29,63
5745	-23,32	-26,56	-32,19	-27,36	-24,11	-29,50	-30,85	-28,15	-22,89	-31,50	-37,03	-30,47
5750	-30,39	-35,52	-26,44	-30,78	-30,95	-36,71	-35,47	-34,38	-31,10	-38,20	-30,66	-33,32
5755	-31,75	-36,46	-26,91	-31,71	-30,35	-33,21	-28,17	-30,58	-36,72	-39,14	-31,51	-35,79
5760	-30,19	-38,25	-31,34	-33,26	-34,46	-38,67	-30,02	-34,38	-35,57	-38,98	-32,43	-35,66
5765	-33,04	-32,48	-35,75	-33,76	-30,73	-37,21	-39,56	-35,83	-32,39	-32,91	-41,50	-35,60
5770	-34,33	-34,73	-34,08	-34,38	-34,83	-40,76	-36,12	-37,24	-36,70	-34,76	-37,90	-36,45
5775	-36,80	-34,92	-34,40	-35,37	-35,24	-35,68	-36,57	-35,83	-39,96	-33,45	-37,61	-37,01
5780	-36,28	-34,29	-36,23	-35,60	-36,06	-33,10	-31,65	-33,60	-38,97	-36,70	-37,07	-37,58
5785	-37,54	-38,10	-35,36	-37,00	-38,19	-36,66	-42,85	-39,23	-38,13	-39,61	-36,21	-37,98
5790	-40,12	-35,38	-32,82	-36,11	-36,04	-31,83	-39,10	-35,66	-41,46	-40,16	-35,53	-39,05
5795	-39,98	-34,08	-32,93	-35,66	-38,98	-37,04	-37,15	-37,72	-42,51	-35,21	-32,41	-36,71
5800	-40,47	-38,12	-40,00	-39,53	-40,49	-38,06	-37,02	-38,52	-42,55	-42,88	-42,60	-42,68
5805	-32,17	-38,07	-36,92	-35,72	-34,05	-43,01	-41,14	-39,40	-36,75	-41,94	-37,33	-38,67
5810	-34,20	-30,94	-32,50	-32,55	-34,31	-37,49	-29,02	-33,61	-33,95	-36,22	-31,81	-33,99
5815	-32,65	-34,17	-32,79	-33,20	-32,56	-38,94	-34,47	-35,32	-34,97	-38,12	-37,20	-36,76

Frec. (MHz)	PR al atravesar Hormigón (dBm)			Prom.	PR al atravesar hormigón + Cielo Raso (dBm)			Prom.	PR al atravesar hormigón + MDF (dBm)			Prom.
5170	-46,77	-48,97	-47,55	-47,76	-46,56	-44,76	-50,02	-47,11	-47,91	-49,38	-52,94	-50,08
5175	-53,40	-52,67	-52,52	-52,86	-56,06	-49,35	-50,52	-51,98	-55,71	-52,84	-52,41	-53,65
5180	-51,10	-51,37	-50,91	-51,13	-54,08	-54,96	-54,58	-54,54	-55,75	-58,67	-54,59	-56,34
5185	-50,84	-52,78	-61,14	-54,92	-58,36	-56,13	-55,28	-56,59	-58,22	-48,06	-59,68	-55,32
5190	-55,89	-52,30	-54,68	-54,29	-53,11	-53,86	-54,70	-53,89	-55,23	-53,75	-51,19	-53,39
5195	-47,51	-54,24	-54,14	-51,96	-51,33	-50,90	-53,02	-51,75	-52,12	-54,28	-54,35	-53,58
5200	-55,42	-50,85	-50,60	-52,29	-51,89	-55,74	-52,18	-53,27	-52,08	-52,20	-53,50	-52,59
5205	-52,26	-50,20	-51,26	-51,24	-54,59	-48,03	-55,27	-52,63	-58,14	-53,95	-55,94	-56,01
5210	-51,99	-53,19	-53,72	-52,97	-53,56	-56,69	-54,52	-54,92	-52,17	-56,87	-55,78	-54,94
5215	-53,69	-53,84	-52,40	-53,31	-55,17	-54,09	-57,71	-55,66	-54,21	-54,00	-55,00	-54,40
5220	-49,78	-53,04	-47,49	-50,10	-56,73	-49,43	-50,41	-52,19	-53,42	-50,42	-48,61	-50,82
5225	-56,64	-51,91	-51,74	-53,43	-49,02	-52,86	-52,29	-51,39	-58,65	-47,04	-49,88	-51,86
5230	-46,41	-50,93	-53,24	-50,19	-53,71	-51,34	-49,20	-51,42	-53,22	-49,08	-51,17	-51,16

5235	-46,11	-53,88	-51,05	-50,35	-51,21	-53,03	-46,83	-50,36	-47,38	-58,40	-54,63	-53,47
5240	-48,84	-52,83	-52,43	-51,37	-55,27	-56,03	-50,94	-54,08	-49,92	-50,99	-51,61	-50,84
5245	-56,34	-55,12	-53,76	-55,07	-53,88	-50,99	-54,95	-53,27	-56,29	-53,77	-60,98	-57,01
5250	-53,32	-53,25	-53,49	-53,35	-52,27	-55,02	-55,35	-54,21	-54,71	-54,96	-57,55	-55,74
5255	-53,28	-58,37	-55,33	-55,66	-52,45	-53,76	-54,22	-53,48	-53,78	-57,76	-58,12	-56,55
5260	-55,82	-56,66	-47,72	-53,40	-51,41	-52,31	-54,58	-52,77	-56,35	-60,88	-51,75	-56,33
5265	-46,37	-48,32	-51,99	-48,89	-48,35	-47,27	-50,70	-48,77	-51,57	-47,60	-52,19	-50,45
5270	-53,67	-52,84	-50,47	-52,33	-49,46	-52,82	-46,53	-49,60	-56,70	-50,36	-44,49	-50,52
5275	-50,45	-47,56	-49,29	-49,10	-53,38	-51,87	-45,25	-50,17	-47,38	-51,06	-51,82	-50,09
5280	-49,47	-50,30	-49,33	-49,70	-50,63	-48,13	-53,91	-50,89	-54,39	-47,60	-54,18	-52,06
5285	-52,23	-50,15	-52,14	-51,51	-55,54	-48,38	-57,62	-53,85	-55,11	-51,60	-49,14	-51,95
5290	-44,76	-47,50	-52,51	-48,26	-50,96	-51,13	-44,89	-48,99	-47,58	-50,24	-51,47	-49,76
5295	-49,58	-49,43	-51,18	-50,06	-54,77	-51,60	-49,55	-51,97	-50,93	-45,27	-51,34	-49,18
5300	-52,56	-52,39	-53,51	-52,82	-57,63	-51,38	-50,54	-53,18	-51,05	-53,72	-53,73	-52,83
5305	-55,61	-53,46	-53,28	-54,12	-55,70	-57,10	-50,21	-54,34	-49,59	-53,09	-52,31	-51,66
5310	-50,97	-49,97	-50,78	-50,57	-52,94	-52,63	-58,00	-54,52	-51,62	-50,91	-55,24	-52,59
5315	-57,08	-54,92	-53,33	-55,11	-53,11	-55,04	-56,63	-54,93	-56,55	-59,28	-54,54	-56,79
5320	-47,20	-53,34	-47,43	-49,32	-51,80	-50,01	-48,73	-50,18	-46,44	-50,46	-50,72	-49,21
5325	-47,92	-43,14	-46,14	-45,73	-43,62	-48,12	-48,69	-46,81	-47,78	-46,64	-48,99	-47,80
5330	-39,71	-41,40	-41,98	-41,03	-44,95	-48,02	-43,76	-45,58	-42,46	-38,77	-45,54	-42,26
5335	-45,29	-55,09	-46,56	-48,98	-47,85	-49,41	-53,79	-50,35	-46,26	-57,45	-45,76	-49,82
5340	-49,89	-48,54	-48,08	-48,84	-54,34	-51,06	-45,42	-50,27	-51,84	-46,87	-51,97	-50,23
5345	-47,20	-47,64	-49,04	-47,96	-51,71	-52,03	-48,44	-50,73	-46,32	-52,76	-52,96	-50,68
5350	-39,00	-42,71	-39,82	-40,51	-42,17	-35,90	-45,36	-41,14	-37,16	-41,99	-37,35	-38,83
5355	-40,09	-38,62	-40,19	-39,63	-41,66	-40,57	-42,12	-41,45	-41,22	-40,04	-37,84	-39,70
5360	-39,28	-38,98	-42,39	-40,22	-39,97	-40,38	-47,56	-42,64	-40,28	-38,52	-44,88	-41,23
5365	-36,24	-43,05	-40,75	-40,01	-38,07	-46,90	-41,36	-42,11	-41,05	-43,36	-44,13	-42,85
5370	-40,72	-39,68	-41,58	-40,66	-37,59	-42,81	-42,09	-40,83	-41,40	-41,74	-40,73	-41,29
5375	-38,84	-37,57	-40,31	-38,91	-38,92	-39,20	-44,12	-40,75	-40,46	-34,63	-41,39	-38,83
5380	-43,47	-36,82	-43,50	-41,26	-42,02	-45,75	-46,40	-44,72	-47,07	-39,66	-45,14	-43,96
5385	-41,10	-46,18	-38,58	-41,95	-41,87	-42,18	-39,18	-41,08	-39,51	-46,86	-39,41	-41,93
5390	-41,01	-42,17	-46,54	-43,24	-41,00	-39,58	-47,57	-42,72	-37,87	-47,17	-44,38	-43,14
5395	-41,28	-42,90	-41,82	-42,00	-41,98	-46,43	-42,22	-43,54	-44,92	-43,17	-41,40	-43,16
5400	-44,77	-46,64	-41,85	-44,42	-46,22	-47,64	-45,73	-46,53	-45,51	-44,28	-44,95	-44,91
5405	-44,35	-41,22	-42,17	-42,58	-44,45	-41,65	-47,26	-44,45	-46,45	-44,67	-39,71	-43,61
5410	-44,39	-39,85	-41,49	-41,91	-40,66	-41,92	-39,33	-40,64	-43,57	-41,72	-38,35	-41,21
5415	-41,12	-38,15	-42,64	-40,64	-37,68	-39,32	-40,07	-39,02	-39,80	-42,01	-44,61	-42,14
5420	-41,60	-44,62	-36,73	-40,98	-42,17	-39,86	-40,91	-40,98	-39,66	-41,03	-35,04	-38,58
5425	-41,09	-40,11	-35,17	-38,79	-34,72	-40,16	-35,40	-36,76	-35,74	-32,81	-37,52	-35,36
5430	-44,21	-33,51	-35,24	-37,65	-38,61	-35,91	-40,33	-38,28	-42,76	-34,07	-37,08	-37,97
5435	-38,35	-37,26	-34,18	-36,60	-37,65	-36,51	-37,16	-37,11	-39,31	-40,31	-36,79	-38,80
5440	-38,46	-44,16	-39,33	-40,65	-43,37	-45,32	-40,86	-43,18	-40,87	-43,86	-41,60	-42,11
5445	-39,02	-43,64	-36,49	-39,72	-40,54	-39,83	-43,20	-41,19	-41,69	-44,34	-37,83	-41,29
5450	-37,83	-42,84	-36,13	-38,93	-37,65	-37,43	-34,36	-36,48	-35,02	-44,04	-34,17	-37,74
5455	-37,01	-37,88	-41,96	-38,95	-38,50	-40,69	-41,26	-40,15	-39,77	-35,41	-43,39	-39,52
5460	-38,29	-44,25	-47,02	-43,19	-41,38	-40,17	-45,04	-42,20	-37,51	-44,77	-50,00	-44,09

5465	-36,63	-37,64	-37,63	-37,30	-37,25	-36,76	-36,40	-36,80	-38,67	-41,95	-40,57	-40,40
5470	-37,88	-38,31	-34,09	-36,76	-40,87	-37,49	-38,48	-38,95	-36,09	-34,96	-33,23	-34,76
5475	-35,42	-37,71	-35,99	-36,37	-39,44	-35,12	-37,88	-37,48	-37,10	-43,96	-45,14	-42,07
5480	-42,91	-44,68	-48,20	-45,26	-46,11	-39,18	-38,88	-41,39	-41,64	-44,89	-47,33	-44,62
5485	-41,81	-38,43	-42,83	-41,02	-39,97	-41,83	-42,89	-41,56	-42,33	-37,16	-42,18	-40,56
5490	-39,35	-35,71	-36,60	-37,22	-42,18	-37,24	-36,00	-38,47	-37,25	-36,70	-39,23	-37,73
5495	-36,97	-38,28	-35,62	-36,96	-42,04	-36,99	-37,62	-38,88	-40,82	-42,25	-42,75	-41,94
5500	-40,18	-40,32	-33,22	-37,91	-34,92	-40,03	-39,16	-38,04	-37,74	-39,64	-35,21	-37,53
5505	-33,17	-39,66	-34,85	-35,89	-36,99	-44,21	-37,06	-39,42	-40,01	-45,72	-39,59	-41,77
5510	-35,11	-41,85	-41,58	-39,51	-37,48	-42,76	-42,42	-40,89	-37,09	-43,58	-38,74	-39,80
5515	-45,88	-41,06	-47,10	-44,68	-37,86	-34,73	-45,37	-39,32	-45,26	-44,07	-48,58	-45,97
5520	-40,92	-39,92	-38,48	-39,77	-46,79	-43,27	-39,88	-43,31	-48,91	-45,51	-42,05	-45,49
5525	-44,65	-51,41	-47,81	-47,96	-50,71	-48,27	-42,24	-47,07	-44,60	-53,55	-47,21	-48,45
5530	-44,58	-48,31	-46,21	-46,37	-50,32	-54,57	-45,87	-50,25	-45,86	-46,86	-48,03	-46,92
5535	-45,43	-47,02	-47,13	-46,53	-45,38	-47,78	-52,34	-48,50	-42,63	-46,55	-48,48	-45,89
5540	-43,74	-41,83	-47,66	-44,41	-48,33	-41,82	-45,83	-45,33	-47,11	-42,93	-46,72	-45,59
5545	-39,75	-47,52	-43,35	-43,54	-41,55	-43,49	-45,34	-43,46	-43,97	-50,05	-40,00	-44,67
5550	-45,60	-41,18	-45,94	-44,24	-50,86	-40,98	-47,86	-46,57	-50,45	-42,25	-44,77	-45,82
5555	-45,63	-44,41	-48,09	-46,04	-42,28	-47,85	-50,11	-46,75	-47,81	-45,20	-50,44	-47,82
5560	-39,11	-41,86	-43,61	-41,53	-40,41	-43,07	-43,24	-42,24	-39,18	-41,97	-44,52	-41,89
5565	-41,05	-43,00	-39,89	-41,31	-40,89	-40,91	-39,68	-40,49	-41,35	-43,88	-45,95	-43,73
5570	-40,96	-34,00	-40,62	-38,53	-38,28	-40,38	-38,71	-39,12	-42,31	-37,39	-40,71	-40,14
5575	-49,40	-42,97	-42,58	-44,98	-49,19	-43,95	-44,07	-45,74	-50,10	-39,84	-43,32	-44,42
5580	-45,91	-40,82	-47,78	-44,84	-44,71	-37,22	-47,13	-43,02	-46,08	-39,93	-47,34	-44,45
5585	-39,73	-39,32	-49,87	-42,97	-44,56	-41,60	-40,55	-42,24	-42,66	-41,41	-49,88	-44,65
5590	-45,22	-38,65	-38,54	-40,80	-41,06	-41,87	-43,91	-42,28	-45,23	-36,21	-42,59	-41,34
5595	-45,38	-36,15	-37,50	-39,68	-47,79	-41,96	-41,98	-43,91	-47,06	-41,28	-40,71	-43,02
5600	-46,40	-44,87	-42,30	-44,52	-44,99	-39,96	-45,07	-43,34	-47,69	-48,21	-40,47	-45,46
5605	-45,60	-39,56	-36,78	-40,65	-43,87	-40,22	-39,97	-41,35	-47,89	-42,33	-40,24	-43,49
5610	-44,56	-42,51	-40,72	-42,60	-44,82	-39,51	-42,32	-42,22	-46,86	-43,22	-41,14	-43,74
5615	-37,59	-41,92	-45,04	-41,52	-36,05	-37,70	-41,75	-38,50	-40,06	-41,65	-44,42	-42,04
5620	-44,60	-43,31	-45,28	-44,40	-43,21	-43,57	-45,01	-43,93	-42,86	-43,09	-49,20	-45,05
5625	-45,68	-50,08	-50,34	-48,70	-47,28	-55,53	-47,25	-50,02	-43,88	-45,94	-51,56	-47,13
5630	-44,88	-43,53	-36,78	-41,73	-48,46	-46,12	-46,54	-47,04	-43,53	-44,76	-38,51	-42,27
5635	-41,82	-44,25	-37,01	-41,03	-41,39	-45,24	-41,13	-42,59	-46,74	-51,20	-37,55	-45,16
5640	-45,33	-48,21	-42,08	-45,21	-49,40	-46,44	-39,56	-45,13	-49,95	-48,10	-42,25	-46,77
5645	-41,26	-48,28	-43,99	-44,51	-42,40	-48,64	-45,61	-45,55	-42,39	-51,62	-43,00	-45,67
5650	-41,11	-41,84	-41,63	-41,53	-35,15	-40,74	-42,14	-39,34	-45,31	-42,37	-39,79	-42,49
5655	-43,78	-40,68	-44,68	-43,05	-42,46	-45,61	-38,95	-42,34	-43,39	-40,86	-51,34	-45,20
5660	-39,70	-39,71	-40,80	-40,07	-47,03	-38,72	-43,12	-42,96	-42,01	-40,50	-41,15	-41,22
5665	-42,56	-41,80	-47,47	-43,94	-41,23	-44,68	-42,99	-42,97	-44,00	-45,28	-49,45	-46,24
5670	-45,72	-46,73	-44,53	-45,66	-48,72	-42,10	-47,56	-46,13	-47,09	-44,47	-45,60	-45,72
5675	-44,06	-48,91	-43,95	-45,64	-40,72	-43,22	-42,80	-42,25	-50,60	-47,60	-43,31	-47,17
5680	-42,80	-41,48	-37,28	-40,52	-42,94	-42,81	-45,90	-43,88	-44,52	-38,29	-41,62	-41,48
5685	-35,87	-35,56	-42,47	-37,97	-37,16	-34,09	-43,49	-38,25	-38,13	-37,87	-49,25	-41,75
5690	-40,54	-38,42	-42,05	-40,34	-39,89	-41,31	-37,43	-39,54	-37,07	-34,79	-47,16	-39,67

5695	-33,11	-42,68	-37,86	-37,88	-37,45	-40,06	-36,95	-38,15	-37,45	-45,53	-41,39	-41,46
5700	-41,89	-38,64	-35,79	-38,77	-39,75	-38,40	-38,69	-38,95	-44,20	-40,83	-36,53	-40,52
5705	-43,01	-43,00	-38,88	-41,63	-43,54	-44,07	-40,89	-42,83	-41,31	-40,14	-41,08	-40,84
5710	-44,39	-48,11	-43,39	-45,30	-47,82	-51,43	-48,28	-49,18	-46,22	-48,54	-43,50	-46,09
5715	-40,18	-42,12	-34,90	-39,07	-43,97	-42,16	-43,39	-43,17	-39,99	-41,91	-37,81	-39,90
5720	-43,70	-44,12	-45,25	-44,36	-42,46	-42,93	-43,51	-42,97	-48,41	-50,26	-49,50	-49,39
5725	-44,50	-37,75	-38,07	-40,11	-36,24	-40,93	-45,10	-40,76	-48,20	-37,55	-40,62	-42,12
5730	-39,19	-37,08	-38,34	-38,20	-35,99	-40,17	-36,96	-37,71	-41,06	-40,30	-38,71	-40,02
5735	-38,84	-43,92	-40,27	-41,01	-40,84	-45,18	-38,49	-41,50	-41,16	-46,63	-40,05	-42,61
5740	-35,80	-35,62	-39,54	-36,99	-38,05	-41,53	-36,75	-38,78	-38,08	-36,49	-42,68	-39,08
5745	-33,37	-33,48	-43,58	-36,81	-34,18	-36,95	-41,88	-37,67	-35,03	-36,11	-42,59	-37,91
5750	-41,65	-42,26	-42,49	-42,13	-42,21	-44,42	-36,29	-40,97	-39,87	-46,65	-47,30	-44,61
5755	-38,67	-39,52	-37,11	-38,43	-40,34	-48,20	-36,48	-41,67	-43,02	-41,14	-39,09	-41,08
5760	-43,83	-48,46	-38,62	-43,64	-42,99	-46,27	-40,41	-43,22	-44,40	-47,80	-40,16	-44,12
5765	-41,60	-45,73	-43,68	-43,67	-42,99	-41,12	-44,81	-42,97	-40,41	-48,97	-50,16	-46,51
5770	-39,39	-47,53	-42,99	-43,30	-45,12	-48,21	-44,49	-45,94	-45,21	-49,41	-46,44	-47,02
5775	-46,31	-42,72	-44,76	-44,60	-45,37	-38,45	-42,31	-42,04	-45,70	-45,12	-45,28	-45,37
5780	-42,49	-44,83	-37,79	-41,70	-44,30	-43,07	-43,68	-43,68	-46,38	-40,73	-42,05	-43,05
5785	-43,78	-42,32	-50,34	-45,48	-48,15	-48,76	-43,61	-46,84	-48,72	-48,81	-54,77	-50,77
5790	-47,36	-42,36	-47,22	-45,65	-51,68	-44,79	-39,63	-45,37	-44,33	-40,19	-50,25	-44,92
5795	-47,42	-46,43	-46,03	-46,63	-49,48	-44,21	-39,68	-44,46	-45,15	-46,80	-45,10	-45,68
5800	-49,69	-47,93	-45,91	-47,84	-53,64	-51,73	-50,01	-51,79	-50,38	-46,74	-47,65	-48,26
5805	-45,79	-51,97	-48,33	-48,70	-44,61	-48,93	-47,26	-46,93	-44,04	-52,28	-54,06	-50,13
5810	-42,85	-44,59	-40,65	-42,70	-41,58	-44,99	-45,35	-43,97	-45,70	-48,15	-36,01	-43,29
5815	-39,58	-44,53	-43,02	-42,38	-41,55	-46,55	-46,60	-44,90	-43,39	-49,65	-43,57	-45,54

Frec. (MHz)	PR al atravesar hormigón + Gypsum (dBm)			Prom.	PR al atravesar hormigón + Porcelanato (dBm)			Prom.	PR al atravesar hormigón + mármol (dBm)			Prom.
5170	-44,51	-48,67	-46,40	-46,53	-48,47	-48,48	-50,40	-49,12	-51,05	-50,58	-49,75	-50,46
5175	-53,63	-50,56	-53,83	-52,67	-56,63	-51,88	-52,01	-53,51	-57,26	-54,77	-55,77	-55,93
5180	-50,79	-55,37	-56,85	-54,34	-52,72	-60,17	-61,76	-58,22	-58,34	-55,67	-57,02	-57,01
5185	-59,51	-56,70	-61,59	-59,27	-57,38	-58,59	-61,77	-59,25	-57,33	-53,37	-65,33	-58,68
5190	-48,47	-59,14	-55,09	-54,23	-51,86	-58,99	-60,53	-57,13	-60,26	-53,20	-55,76	-56,41
5195	-49,57	-53,13	-58,75	-53,82	-52,59	-56,83	-54,87	-54,76	-54,10	-56,40	-60,25	-56,92
5200	-52,51	-58,56	-55,54	-55,54	-51,47	-60,38	-54,88	-55,58	-55,65	-55,11	-52,49	-54,42
5205	-48,27	-45,70	-58,34	-50,77	-54,42	-50,37	-58,04	-54,28	-57,05	-55,12	-56,30	-56,16
5210	-57,39	-52,93	-61,61	-57,31	-56,68	-52,68	-60,66	-56,67	-54,52	-57,58	-57,63	-56,58
5215	-52,61	-58,35	-61,47	-57,48	-57,29	-58,55	-61,84	-59,23	-57,59	-56,87	-61,80	-58,75
5220	-52,03	-52,34	-51,90	-52,09	-52,17	-53,39	-52,32	-52,63	-58,42	-56,38	-49,45	-54,75
5225	-51,65	-50,74	-49,26	-50,55	-49,45	-51,02	-52,07	-50,85	-62,71	-55,79	-54,19	-57,56
5230	-53,52	-54,90	-51,06	-53,16	-51,61	-55,21	-52,99	-53,27	-55,85	-54,23	-54,36	-54,81
5235	-56,61	-49,48	-47,60	-51,23	-55,89	-49,61	-52,27	-52,59	-53,37	-58,37	-54,81	-55,52
5240	-56,04	-53,75	-50,23	-53,34	-55,93	-53,93	-53,31	-54,39	-56,53	-54,57	-52,40	-54,50
5245	-58,25	-50,88	-51,60	-53,58	-57,85	-55,36	-53,28	-55,50	-57,50	-58,35	-56,51	-57,45
5250	-54,23	-54,97	-49,08	-52,76	-56,16	-60,20	-50,22	-55,53	-54,64	-57,21	-55,64	-55,83
5255	-46,88	-55,66	-57,86	-53,47	-52,68	-57,80	-62,98	-57,82	-57,94	-61,59	-59,19	-59,57

5260	-51,23	-53,94	-49,40	-51,52	-50,26	-56,91	-54,23	-53,80	-55,85	-60,13	-53,01	-56,33
5265	-46,64	-44,98	-48,85	-46,82	-45,68	-51,18	-51,93	-49,60	-49,27	-54,57	-55,95	-53,26
5270	-50,05	-49,47	-46,56	-48,69	-54,94	-50,68	-50,87	-52,16	-54,26	-56,03	-53,00	-54,43
5275	-51,37	-47,77	-43,70	-47,61	-52,50	-49,35	-47,54	-49,80	-55,57	-54,93	-52,93	-54,48
5280	-50,35	-55,70	-52,02	-52,69	-53,15	-52,26	-56,69	-54,03	-52,29	-52,69	-52,59	-52,52
5285	-52,01	-49,96	-55,87	-52,61	-55,26	-55,53	-60,27	-57,02	-58,50	-53,49	-51,79	-54,59
5290	-52,84	-46,51	-49,77	-49,71	-52,21	-52,11	-49,58	-51,30	-52,17	-49,92	-51,18	-51,09
5295	-55,93	-53,07	-45,75	-51,58	-58,06	-53,69	-51,42	-54,39	-52,61	-50,45	-58,26	-53,77
5300	-52,39	-53,50	-50,30	-52,06	-57,47	-54,55	-53,14	-55,05	-56,17	-55,05	-53,91	-55,04
5305	-54,27	-55,64	-50,21	-53,37	-57,31	-54,51	-52,05	-54,62	-55,44	-56,43	-54,72	-55,53
5310	-52,10	-54,64	-55,87	-54,20	-54,97	-57,39	-55,88	-56,08	-56,79	-56,52	-56,60	-56,64
5315	-52,27	-57,50	-54,90	-54,89	-54,93	-54,36	-57,08	-55,46	-62,00	-60,82	-55,63	-59,48
5320	-53,42	-50,90	-47,76	-50,69	-57,28	-47,53	-47,28	-50,70	-51,95	-52,23	-53,16	-52,45
5325	-48,33	-40,49	-48,52	-45,78	-48,15	-44,70	-52,42	-48,42	-51,76	-46,94	-52,23	-50,31
5330	-44,80	-48,36	-43,38	-45,51	-44,54	-48,20	-45,83	-46,19	-47,20	-46,20	-43,45	-45,62
5335	-42,49	-51,05	-54,11	-49,22	-48,22	-55,12	-52,98	-52,11	-46,21	-57,73	-53,19	-52,38
5340	-52,85	-45,15	-48,38	-48,79	-55,97	-47,33	-51,11	-51,47	-56,15	-54,08	-52,96	-54,40
5345	-51,49	-51,39	-45,76	-49,55	-53,63	-49,04	-47,58	-50,08	-51,32	-52,70	-50,25	-51,42
5350	-45,31	-37,35	-48,26	-43,64	-45,23	-40,88	-45,49	-43,87	-40,95	-47,33	-33,70	-40,66
5355	-43,89	-40,15	-42,69	-42,24	-46,78	-43,57	-44,09	-44,81	-42,30	-43,72	-47,29	-44,44
5360	-37,05	-38,71	-45,27	-40,34	-39,65	-39,80	-48,49	-42,65	-40,35	-41,20	-46,75	-42,77
5365	-37,78	-45,17	-41,83	-41,59	-43,21	-52,93	-46,42	-47,52	-40,55	-46,32	-41,75	-42,87
5370	-38,96	-42,77	-46,32	-42,68	-39,65	-42,22	-48,60	-43,49	-44,22	-48,13	-44,08	-45,48
5375	-41,99	-40,43	-46,52	-42,98	-40,32	-41,55	-46,28	-42,72	-44,10	-39,83	-41,68	-41,87
5380	-43,92	-46,12	-42,18	-44,07	-45,52	-43,73	-43,80	-44,35	-44,31	-42,29	-49,46	-45,35
5385	-41,16	-39,12	-41,76	-40,68	-44,67	-39,40	-46,21	-43,43	-44,84	-48,49	-43,92	-45,75
5390	-42,38	-35,45	-45,93	-41,25	-38,35	-41,63	-43,31	-41,10	-43,52	-48,13	-47,80	-46,48
5395	-40,21	-40,37	-40,20	-40,26	-41,72	-45,85	-44,07	-43,88	-48,45	-44,59	-40,70	-44,58
5400	-48,39	-47,10	-42,15	-45,88	-49,05	-50,34	-41,54	-46,98	-51,19	-50,90	-51,18	-51,09
5405	-39,67	-43,13	-41,94	-41,58	-45,76	-48,37	-49,56	-47,90	-44,66	-45,35	-45,06	-45,02
5410	-42,63	-41,26	-46,92	-43,60	-43,75	-45,89	-48,59	-46,08	-47,67	-40,52	-42,52	-43,57
5415	-41,67	-41,35	-44,03	-42,35	-44,05	-40,39	-40,98	-41,81	-45,01	-43,60	-44,08	-44,23
5420	-37,31	-40,15	-41,28	-39,58	-41,87	-38,64	-43,86	-41,46	-45,21	-49,14	-42,42	-45,59
5425	-41,95	-37,96	-38,44	-39,45	-43,97	-43,97	-42,31	-43,42	-43,70	-42,33	-41,43	-42,49
5430	-41,21	-37,13	-39,34	-39,23	-43,03	-39,96	-38,67	-40,55	-46,45	-39,19	-40,98	-42,21
5435	-39,19	-41,52	-35,21	-38,64	-42,19	-41,73	-38,03	-40,65	-38,62	-37,93	-37,21	-37,92
5440	-46,53	-37,53	-41,76	-41,94	-45,06	-40,95	-43,70	-43,24	-41,72	-48,26	-42,55	-44,18
5445	-41,31	-38,90	-47,40	-42,54	-43,10	-40,94	-49,03	-44,36	-43,34	-46,69	-38,27	-42,77
5450	-37,68	-37,22	-40,66	-38,52	-43,56	-36,90	-42,59	-41,02	-39,82	-48,07	-41,06	-42,98
5455	-36,13	-34,79	-39,49	-36,80	-37,67	-41,34	-39,88	-39,63	-38,35	-39,89	-43,69	-40,64
5460	-44,11	-37,49	-41,89	-41,16	-43,05	-42,71	-47,07	-44,28	-42,54	-46,74	-50,91	-46,73
5465	-33,58	-39,92	-40,09	-37,86	-39,89	-40,02	-43,05	-40,99	-40,13	-38,96	-37,58	-38,89
5470	-33,69	-34,28	-37,91	-35,29	-36,93	-32,62	-43,24	-37,60	-39,15	-44,19	-37,39	-40,24
5475	-36,53	-42,20	-39,92	-39,55	-39,56	-42,68	-44,10	-42,11	-43,22	-40,10	-41,54	-41,62
5480	-43,06	-36,03	-40,05	-39,71	-48,08	-40,32	-40,67	-43,02	-49,05	-48,31	-49,85	-49,07
5485	-35,48	-42,31	-47,28	-41,69	-41,78	-43,78	-49,28	-44,95	-48,33	-45,40	-48,19	-47,31

5490	-43,83	-36,97	-37,98	-39,59	-42,31	-39,74	-40,18	-40,74	-41,94	-40,93	-41,31	-41,39
5495	-43,34	-39,04	-40,78	-41,05	-45,37	-42,62	-46,00	-44,66	-38,76	-41,02	-43,96	-41,25
5500	-36,05	-40,26	-35,65	-37,32	-37,14	-42,92	-37,76	-39,27	-43,02	-45,79	-37,82	-42,21
5505	-40,02	-45,38	-39,66	-41,69	-42,02	-44,92	-44,90	-43,95	-39,31	-46,53	-42,23	-42,69
5510	-40,55	-46,99	-44,29	-43,94	-38,40	-45,98	-46,71	-43,70	-43,66	-46,87	-46,70	-45,74
5515	-42,49	-41,74	-45,43	-43,22	-46,42	-43,21	-47,91	-45,85	-52,26	-43,22	-49,37	-48,28
5520	-48,55	-43,10	-36,26	-42,64	-45,85	-46,20	-40,65	-44,23	-47,91	-48,34	-43,52	-46,59
5525	-47,91	-44,38	-44,57	-45,62	-51,35	-49,37	-44,67	-48,46	-46,89	-54,55	-53,02	-51,49
5530	-47,97	-48,26	-43,91	-46,71	-47,23	-48,58	-46,60	-47,47	-49,26	-52,87	-46,65	-49,59
5535	-42,08	-47,84	-46,85	-45,59	-48,23	-50,07	-49,12	-49,14	-51,62	-50,83	-51,71	-51,39
5540	-44,49	-44,60	-43,26	-44,12	-47,17	-51,12	-43,33	-47,21	-48,35	-47,93	-53,47	-49,92
5545	-42,61	-44,98	-46,09	-44,56	-44,89	-45,39	-44,18	-44,82	-47,86	-52,59	-44,73	-48,39
5550	-45,66	-42,94	-42,94	-43,85	-45,38	-39,72	-46,06	-43,72	-52,34	-45,01	-49,13	-48,83
5555	-42,19	-45,66	-45,29	-44,38	-42,89	-48,68	-45,70	-45,76	-50,82	-51,14	-50,80	-50,92
5560	-42,38	-47,53	-43,22	-44,38	-43,03	-47,57	-44,96	-45,19	-44,40	-43,42	-48,48	-45,43
5565	-38,06	-41,35	-40,35	-39,92	-40,79	-41,71	-41,73	-41,41	-42,98	-48,21	-43,23	-44,81
5570	-37,85	-36,83	-39,34	-38,01	-41,33	-41,75	-35,93	-39,67	-43,72	-40,15	-46,36	-43,41
5575	-43,74	-49,42	-47,06	-46,74	-47,96	-47,50	-46,54	-47,33	-50,73	-43,59	-48,48	-47,60
5580	-48,99	-37,74	-46,23	-44,32	-50,64	-41,81	-44,79	-45,75	-48,96	-41,84	-49,74	-46,85
5585	-45,34	-39,16	-42,20	-42,23	-45,09	-41,90	-43,33	-43,44	-50,32	-43,24	-52,96	-48,84
5590	-43,89	-38,29	-46,25	-42,81	-48,03	-42,52	-49,22	-46,59	-44,77	-40,18	-42,45	-42,47
5595	-49,87	-39,54	-45,15	-44,85	-53,29	-39,92	-45,23	-46,15	-50,27	-45,31	-41,03	-45,54
5600	-46,25	-40,66	-47,95	-44,95	-51,41	-43,41	-51,71	-48,84	-49,07	-51,82	-44,40	-48,43
5605	-44,59	-40,87	-43,46	-42,97	-41,57	-42,78	-45,36	-43,24	-48,08	-47,16	-42,26	-45,83
5610	-49,10	-41,00	-39,58	-43,23	-49,02	-43,22	-44,89	-45,71	-46,88	-42,34	-43,29	-44,17
5615	-40,31	-40,39	-43,88	-41,53	-40,89	-40,53	-46,91	-42,78	-43,38	-46,90	-48,25	-46,18
5620	-45,44	-42,92	-45,26	-44,54	-49,08	-45,96	-46,34	-47,13	-46,77	-46,68	-47,98	-47,14
5625	-47,29	-52,67	-42,11	-47,36	-47,78	-56,48	-47,31	-50,52	-49,34	-51,25	-53,94	-51,51
5630	-51,64	-44,53	-48,45	-48,21	-51,65	-45,44	-47,61	-48,23	-46,87	-48,24	-42,74	-45,95
5635	-40,44	-46,70	-38,80	-41,98	-42,02	-45,31	-42,15	-43,16	-49,81	-47,05	-41,43	-46,10
5640	-50,08	-49,22	-45,18	-48,16	-51,89	-50,31	-45,19	-49,13	-49,51	-52,07	-46,68	-49,42
5645	-46,94	-45,98	-46,75	-46,56	-47,23	-46,49	-48,15	-47,29	-48,08	-50,99	-48,13	-49,07
5650	-43,42	-43,76	-43,19	-43,46	-46,72	-43,95	-44,11	-44,93	-45,79	-45,56	-47,70	-46,35
5655	-44,54	-44,07	-41,73	-43,45	-43,78	-46,56	-40,66	-43,67	-46,38	-48,22	-49,51	-48,04
5660	-47,11	-36,60	-42,69	-42,13	-51,19	-41,43	-45,55	-46,06	-47,26	-43,65	-46,80	-45,90
5665	-38,83	-47,34	-46,49	-44,22	-40,79	-48,67	-51,43	-46,96	-48,88	-53,11	-52,73	-51,57
5670	-49,40	-46,76	-50,75	-48,97	-50,61	-46,63	-53,00	-50,08	-49,67	-51,06	-52,92	-51,22
5675	-50,16	-44,68	-42,39	-45,74	-47,87	-44,75	-42,09	-44,90	-50,87	-49,22	-46,46	-48,85
5680	-43,79	-39,38	-40,48	-41,22	-48,17	-43,36	-41,64	-44,39	-44,71	-43,37	-43,65	-43,91
5685	-34,45	-39,42	-42,96	-38,94	-36,81	-36,73	-47,02	-40,19	-41,75	-41,68	-44,49	-42,64
5690	-40,07	-40,86	-36,57	-39,17	-39,09	-41,71	-38,77	-39,86	-42,61	-42,92	-43,40	-42,98
5695	-38,50	-40,15	-37,35	-38,67	-41,63	-40,74	-35,79	-39,39	-42,12	-45,28	-42,26	-43,22
5700	-42,58	-47,05	-36,53	-42,05	-40,15	-47,11	-41,24	-42,83	-43,00	-42,94	-36,57	-40,84
5705	-42,42	-43,21	-39,73	-41,79	-46,83	-44,45	-40,91	-44,06	-45,31	-44,75	-45,98	-45,35
5710	-49,05	-53,08	-48,86	-50,33	-52,10	-54,86	-52,78	-53,25	-45,98	-51,74	-45,89	-47,87
5715	-44,01	-36,08	-43,05	-41,05	-45,07	-37,69	-44,48	-42,41	-46,80	-44,93	-42,71	-44,81

5720	-43,88	-42,26	-40,36	-42,17	-44,62	-45,73	-43,74	-44,70	-49,99	-51,45	-49,86	-50,43
5725	-39,09	-39,63	-45,39	-41,37	-39,59	-41,15	-46,53	-42,42	-47,20	-40,00	-45,60	-44,27
5730	-39,74	-37,99	-40,50	-39,41	-41,06	-38,02	-42,29	-40,46	-43,34	-39,62	-43,69	-42,22
5735	-37,43	-41,19	-39,42	-39,35	-38,75	-43,00	-38,67	-40,14	-42,69	-47,23	-46,28	-45,40
5740	-34,29	-41,67	-36,25	-37,40	-39,16	-45,60	-36,92	-40,56	-38,27	-39,21	-45,23	-40,90
5745	-30,82	-41,09	-43,64	-38,52	-33,58	-44,94	-49,72	-42,75	-38,64	-42,39	-43,45	-41,49
5750	-39,50	-46,24	-36,39	-40,71	-39,41	-45,21	-40,81	-41,81	-40,64	-47,14	-45,00	-44,26
5755	-45,22	-44,93	-40,19	-43,45	-46,36	-48,94	-44,76	-46,69	-43,60	-44,85	-39,19	-42,55
5760	-45,21	-45,58	-40,56	-43,78	-45,59	-50,42	-44,87	-46,96	-44,88	-46,31	-44,47	-45,22
5765	-38,21	-40,29	-47,03	-41,84	-44,96	-42,40	-50,64	-46,00	-42,37	-47,30	-47,37	-45,68
5770	-45,19	-43,54	-45,71	-44,81	-45,30	-42,66	-48,16	-45,37	-46,19	-52,76	-49,35	-49,43
5775	-47,50	-42,83	-45,35	-45,23	-50,98	-42,13	-49,55	-47,55	-48,36	-47,28	-45,61	-47,08
5780	-41,63	-42,21	-46,14	-43,33	-48,56	-44,66	-46,78	-46,67	-49,58	-45,69	-43,97	-46,41
5785	-49,42	-48,92	-44,70	-47,68	-45,21	-47,02	-46,85	-46,36	-47,10	-46,49	-55,54	-49,71
5790	-48,35	-47,84	-40,80	-45,66	-52,09	-49,55	-43,74	-48,46	-46,56	-46,82	-48,92	-47,43
5795	-51,85	-45,04	-41,57	-46,15	-54,59	-43,99	-42,44	-47,01	-53,82	-45,32	-47,96	-49,03
5800	-53,55	-54,19	-50,27	-52,67	-50,65	-54,54	-55,12	-53,44	-52,79	-51,90	-50,37	-51,69
5805	-45,59	-50,64	-49,59	-48,61	-48,79	-53,45	-47,50	-49,91	-47,65	-52,75	-49,94	-50,11
5810	-43,71	-46,24	-38,10	-42,68	-43,17	-44,59	-41,72	-43,16	-48,26	-50,38	-45,28	-47,97
5815	-46,75	-46,31	-45,98	-46,35	-45,58	-48,32	-48,16	-47,35	-45,87	-51,37	-48,42	-48,55

Frec. (MHz)	PR al atravesar Pared de Ladrillo (dBm)			Prom.	PR al atravesar Pared de Ladrillo + Cielo Raso (dBm)			Prom.	PR al atravesar Pared de Ladrillo + MDF (dBm)			Prom.
5170	-40,79	-45,35	-41,73	-42,62	-42,84	-42,55	-44,08	-43,16	-46,59	-46,02	-42,56	-45,06
5175	-47,33	-46,34	-48,74	-47,47	-52,49	-47,28	-46,37	-48,71	-49,56	-50,51	-52,51	-50,86
5180	-46,03	-48,35	-53,00	-49,13	-44,35	-54,62	-55,39	-51,45	-52,92	-48,38	-52,69	-51,33
5185	-52,93	-52,52	-57,19	-54,21	-50,08	-50,67	-55,81	-52,19	-51,27	-48,85	-58,40	-52,84
5190	-45,27	-56,40	-50,70	-50,79	-48,28	-51,20	-52,63	-50,70	-54,75	-48,69	-50,85	-51,43
5195	-42,39	-48,57	-54,03	-48,33	-46,88	-49,69	-47,83	-48,13	-47,69	-51,72	-52,47	-50,63
5200	-47,62	-53,01	-52,50	-51,04	-44,06	-56,57	-48,92	-49,85	-51,76	-48,50	-48,45	-49,57
5205	-44,98	-41,14	-52,45	-46,19	-48,43	-44,69	-52,62	-48,58	-49,49	-50,06	-50,92	-50,16
5210	-52,06	-47,21	-57,90	-52,39	-48,47	-47,82	-54,20	-50,16	-50,76	-52,81	-51,41	-51,66
5215	-49,07	-52,45	-54,78	-52,10	-51,74	-53,56	-55,13	-53,48	-51,71	-50,96	-55,77	-52,81
5220	-48,48	-49,91	-47,76	-48,72	-47,89	-45,38	-44,71	-45,99	-51,92	-49,43	-43,62	-48,32
5225	-45,65	-46,85	-45,55	-46,02	-42,90	-44,62	-44,01	-43,84	-58,44	-49,94	-47,56	-51,98
5230	-50,06	-50,11	-43,94	-48,04	-44,81	-48,96	-47,24	-47,00	-49,67	-46,77	-47,37	-47,94
5235	-53,03	-45,14	-42,19	-46,79	-51,58	-40,69	-47,64	-46,64	-45,41	-53,75	-48,10	-49,09
5240	-51,22	-50,27	-43,20	-48,23	-50,33	-46,92	-45,26	-47,50	-50,39	-50,32	-47,78	-49,50
5245	-51,94	-46,24	-46,28	-48,15	-50,53	-49,20	-45,02	-48,25	-50,01	-54,53	-50,56	-51,70
5250	-49,84	-50,11	-44,08	-48,01	-49,87	-55,57	-44,27	-49,90	-48,24	-52,42	-50,52	-50,39
5255	-42,47	-48,17	-52,70	-47,78	-46,42	-51,48	-56,01	-51,30	-54,11	-56,10	-54,61	-54,94
5260	-45,69	-48,88	-43,17	-45,91	-42,34	-50,94	-49,84	-47,71	-48,74	-53,40	-46,73	-49,62
5265	-41,64	-40,66	-43,02	-41,77	-39,23	-45,70	-44,92	-43,28	-42,11	-48,61	-50,97	-47,23

5270	-44,86	-46,53	-41,93	-44,44	-48,27	-42,46	-42,44	-44,39	-48,92	-51,29	-47,29	-49,17
5275	-45,79	-42,83	-39,36	-42,66	-46,08	-43,61	-42,90	-44,20	-49,65	-50,67	-48,44	-49,59
5280	-45,67	-50,34	-45,83	-47,28	-45,04	-45,02	-48,69	-46,25	-45,74	-48,57	-45,62	-46,64
5285	-44,59	-45,81	-52,09	-47,50	-48,68	-49,18	-55,04	-50,97	-53,60	-48,57	-43,97	-48,71
5290	-49,21	-43,29	-43,66	-45,39	-47,16	-46,60	-42,41	-45,39	-47,16	-41,56	-44,10	-44,27
5295	-48,33	-48,77	-40,61	-45,90	-51,06	-47,80	-46,19	-48,35	-45,20	-42,99	-54,01	-47,40
5300	-45,92	-47,70	-44,18	-45,93	-51,82	-46,32	-45,76	-47,97	-50,78	-50,69	-49,41	-50,29
5305	-48,17	-48,68	-47,35	-48,07	-49,94	-49,67	-44,04	-47,88	-49,69	-49,34	-49,18	-49,40
5310	-47,07	-49,96	-51,73	-49,59	-50,57	-53,28	-49,09	-50,98	-50,50	-51,90	-49,67	-50,69
5315	-46,04	-52,50	-49,56	-49,37	-50,29	-47,07	-48,94	-48,77	-56,51	-54,58	-46,77	-52,62
5320	-47,51	-46,10	-41,34	-44,98	-50,79	-39,71	-40,12	-43,54	-47,42	-47,99	-45,67	-47,03
5325	-40,84	-33,81	-42,76	-39,14	-40,83	-37,76	-47,79	-42,13	-46,61	-41,81	-48,99	-45,80
5330	-40,16	-45,19	-35,75	-40,37	-38,34	-42,62	-40,57	-40,51	-40,76	-39,09	-38,82	-39,56
5335	-36,49	-48,05	-48,09	-44,21	-43,38	-49,14	-47,60	-46,71	-40,52	-51,53	-49,32	-47,12
5340	-48,47	-41,62	-42,01	-44,03	-50,99	-41,70	-44,86	-45,85	-50,23	-48,75	-46,33	-48,44
5345	-45,21	-44,68	-39,46	-43,12	-47,54	-40,91	-42,10	-43,52	-47,09	-44,77	-42,23	-44,70
5350	-41,67	-33,29	-40,80	-38,59	-37,52	-34,30	-39,17	-37,00	-34,31	-41,51	-28,94	-34,92
5355	-37,94	-34,24	-37,39	-36,52	-41,07	-37,50	-37,07	-38,55	-34,50	-39,64	-41,92	-38,69
5360	-30,00	-34,00	-40,07	-34,69	-34,50	-32,12	-39,99	-35,54	-34,60	-36,77	-40,83	-37,40
5365	-34,11	-40,43	-36,01	-36,85	-36,04	-45,08	-38,56	-39,89	-35,28	-38,37	-34,36	-36,00
5370	-35,01	-38,07	-42,04	-38,37	-33,00	-36,08	-42,15	-37,08	-37,17	-43,40	-39,05	-39,87
5375	-37,81	-34,52	-41,88	-38,07	-34,35	-34,15	-40,82	-36,44	-36,65	-33,87	-34,18	-34,90
5380	-40,48	-39,87	-38,61	-39,65	-39,18	-37,26	-36,46	-37,63	-39,74	-38,98	-42,31	-40,34
5385	-34,11	-33,78	-36,56	-34,82	-36,03	-31,08	-38,23	-35,11	-38,42	-41,15	-37,72	-39,10
5390	-37,50	-29,93	-38,92	-35,45	-32,83	-35,45	-34,69	-34,32	-36,80	-41,11	-41,92	-39,94
5395	-33,41	-35,10	-32,85	-33,79	-36,26	-37,87	-39,18	-37,77	-41,83	-37,93	-34,31	-38,02
5400	-45,20	-40,14	-38,74	-41,36	-43,50	-42,07	-33,06	-39,54	-46,36	-46,21	-45,50	-46,02
5405	-34,69	-36,96	-37,80	-36,48	-39,40	-42,11	-42,36	-41,29	-37,10	-41,15	-40,46	-39,57
5410	-35,67	-36,12	-44,27	-38,69	-36,27	-40,93	-42,10	-39,77	-42,71	-32,17	-38,88	-37,92
5415	-35,81	-35,99	-39,48	-37,09	-38,25	-34,43	-33,24	-35,31	-39,68	-36,83	-38,17	-38,23
5420	-31,72	-37,27	-37,64	-35,54	-35,68	-33,85	-35,21	-34,91	-39,00	-42,27	-37,11	-39,46
5425	-37,33	-32,03	-34,43	-34,60	-39,11	-36,00	-33,19	-36,10	-39,16	-36,10	-34,29	-36,52
5430	-36,75	-31,80	-32,76	-33,77	-36,34	-33,50	-33,87	-34,57	-41,69	-32,34	-35,95	-36,66
5435	-34,33	-34,35	-32,16	-33,61	-35,70	-34,59	-30,82	-33,70	-34,03	-32,56	-30,56	-32,38
5440	-39,85	-31,05	-35,12	-35,34	-40,24	-33,68	-38,42	-37,45	-34,04	-41,08	-36,43	-37,18
5445	-34,44	-35,68	-40,80	-36,97	-36,98	-32,32	-41,16	-36,82	-37,70	-41,80	-30,62	-36,71
5450	-34,69	-32,56	-36,67	-34,64	-37,44	-29,53	-35,26	-34,08	-33,37	-42,78	-33,55	-36,57
5455	-33,38	-29,24	-32,81	-31,81	-32,01	-33,55	-32,33	-32,63	-30,99	-35,72	-36,13	-34,28
5460	-39,53	-33,23	-36,64	-36,47	-37,37	-36,21	-41,19	-38,26	-36,92	-40,38	-43,62	-40,31
5465	-27,64	-33,67	-34,70	-32,00	-32,26	-33,02	-37,84	-34,37	-31,98	-33,75	-32,07	-32,60
5470	-29,76	-29,66	-30,59	-30,00	-30,30	-25,69	-38,65	-31,55	-35,26	-36,36	-30,99	-34,20
5475	-31,77	-38,37	-36,43	-35,52	-34,39	-36,00	-36,21	-35,53	-37,65	-34,09	-35,61	-35,78
5480	-39,66	-32,17	-33,08	-34,97	-40,08	-33,16	-34,32	-35,85	-42,15	-39,51	-42,98	-41,55
5485	-30,47	-36,32	-42,00	-36,26	-35,48	-36,85	-43,55	-38,63	-42,82	-40,26	-40,64	-41,24
5490	-39,74	-33,44	-33,12	-35,43	-36,40	-33,50	-33,35	-34,42	-37,51	-32,96	-35,76	-35,41
5495	-39,55	-33,20	-35,95	-36,23	-38,84	-34,78	-39,73	-37,78	-33,41	-35,11	-38,39	-35,64

5500	-30,73	-36,60	-30,62	-32,65	-29,98	-37,42	-31,97	-33,12	-34,51	-38,40	-32,65	-35,19
5505	-33,79	-41,56	-34,22	-36,52	-34,22	-37,01	-36,67	-35,97	-35,55	-40,92	-36,34	-37,60
5510	-33,93	-39,67	-39,88	-37,83	-30,60	-41,73	-40,72	-37,68	-37,71	-40,85	-40,89	-39,82
5515	-39,55	-37,55	-37,75	-38,28	-39,38	-38,43	-43,92	-40,58	-44,98	-37,27	-44,73	-42,33
5520	-43,54	-36,90	-31,35	-37,26	-39,77	-37,84	-33,34	-36,98	-41,54	-39,62	-37,79	-39,65
5525	-42,37	-39,65	-41,74	-41,25	-44,43	-41,52	-36,09	-40,68	-39,85	-49,28	-47,03	-45,39
5530	-41,99	-43,41	-39,52	-41,64	-40,40	-43,41	-39,95	-41,25	-42,59	-48,38	-40,12	-43,70
5535	-37,19	-41,49	-40,55	-39,74	-42,10	-42,79	-41,66	-42,18	-46,65	-46,99	-45,51	-46,38
5540	-40,26	-38,18	-35,57	-38,00	-41,13	-45,92	-36,95	-41,33	-40,85	-40,25	-45,30	-42,13
5545	-37,79	-41,84	-42,94	-40,86	-38,21	-36,88	-39,42	-38,17	-41,38	-46,51	-36,44	-41,44
5550	-40,86	-39,22	-37,88	-39,32	-40,22	-31,38	-37,60	-36,40	-44,69	-38,82	-44,72	-42,74
5555	-35,48	-42,70	-38,81	-39,00	-35,47	-41,96	-38,98	-38,80	-44,91	-44,23	-42,23	-43,79
5560	-37,41	-43,85	-37,91	-39,72	-38,01	-42,09	-38,39	-39,50	-39,46	-39,19	-41,07	-39,91
5565	-32,70	-37,46	-36,98	-35,71	-33,94	-34,22	-34,80	-34,32	-37,77	-42,71	-35,08	-38,52
5570	-31,85	-28,83	-35,00	-31,89	-35,75	-36,44	-26,83	-33,01	-37,46	-33,38	-39,37	-36,74
5575	-37,21	-44,31	-40,72	-40,75	-42,89	-42,41	-39,56	-41,62	-46,46	-39,74	-42,76	-42,99
5580	-43,99	-32,72	-40,52	-39,08	-45,67	-35,91	-37,25	-39,61	-42,25	-34,62	-43,16	-40,01
5585	-37,60	-33,99	-35,50	-35,70	-36,68	-36,47	-37,38	-36,84	-43,74	-35,67	-46,10	-41,84
5590	-37,33	-33,23	-41,03	-37,20	-43,08	-35,53	-43,42	-40,68	-35,98	-32,58	-37,24	-35,27
5595	-45,27	-33,29	-39,06	-39,21	-47,19	-31,90	-37,71	-38,93	-42,27	-36,31	-34,46	-37,68
5600	-40,80	-35,91	-41,03	-39,25	-43,65	-35,47	-45,14	-41,42	-43,40	-43,71	-36,89	-41,33
5605	-40,26	-37,71	-39,73	-39,23	-35,19	-36,78	-39,70	-37,22	-43,19	-42,96	-35,76	-40,64
5610	-42,81	-35,38	-35,39	-37,86	-41,51	-37,74	-39,64	-39,63	-42,16	-36,09	-36,92	-38,39
5615	-35,58	-36,43	-39,27	-37,09	-34,30	-34,25	-42,58	-37,04	-36,85	-42,01	-41,67	-40,18
5620	-39,14	-37,50	-42,14	-39,59	-41,42	-41,30	-41,00	-41,24	-40,15	-38,73	-42,03	-40,30
5625	-41,89	-46,61	-35,39	-41,30	-41,73	-50,19	-40,56	-44,16	-44,48	-45,19	-49,35	-46,34
5630	-47,22	-39,08	-43,29	-43,20	-44,06	-37,33	-39,06	-40,15	-39,63	-42,47	-35,62	-39,24
5635	-36,80	-40,74	-31,71	-36,42	-34,78	-36,64	-36,24	-35,89	-42,11	-40,53	-32,91	-38,52
5640	-45,11	-42,72	-37,50	-41,78	-46,20	-45,00	-37,41	-42,87	-43,59	-46,04	-38,43	-42,69
5645	-40,74	-41,10	-42,18	-41,34	-39,08	-40,09	-39,70	-39,62	-41,80	-46,18	-41,82	-43,27
5650	-39,99	-39,37	-37,03	-38,80	-38,61	-38,14	-36,06	-37,60	-38,85	-37,60	-43,70	-40,05
5655	-37,33	-37,10	-37,49	-37,31	-36,18	-38,89	-31,57	-35,55	-39,17	-41,31	-44,64	-41,71
5660	-41,48	-30,47	-38,82	-36,92	-42,32	-32,85	-39,44	-38,20	-39,89	-39,15	-40,53	-39,86
5665	-31,98	-43,55	-41,66	-39,06	-32,00	-41,23	-43,26	-38,83	-41,30	-44,18	-44,01	-43,16
5670	-43,72	-41,04	-43,62	-42,79	-41,56	-40,03	-43,72	-41,77	-43,18	-42,18	-47,42	-44,26
5675	-44,43	-39,05	-37,19	-40,22	-42,36	-39,07	-36,17	-39,20	-45,79	-44,80	-38,89	-43,16
5680	-38,82	-33,12	-35,67	-35,87	-41,67	-38,08	-36,67	-38,81	-36,87	-34,78	-36,44	-36,03
5685	-30,72	-34,63	-38,37	-34,57	-31,69	-30,99	-37,93	-33,54	-35,01	-33,27	-38,82	-35,70
5690	-34,41	-33,96	-29,04	-32,47	-31,37	-33,51	-31,05	-31,98	-35,19	-34,97	-37,28	-35,81
5695	-32,29	-33,20	-32,05	-32,51	-35,36	-35,22	-29,20	-33,26	-37,20	-37,44	-36,26	-36,97
5700	-36,65	-39,13	-32,33	-36,04	-31,68	-38,92	-32,77	-34,46	-38,48	-35,50	-31,47	-35,15
5705	-38,75	-35,90	-34,37	-36,34	-40,74	-36,76	-32,68	-36,73	-38,14	-40,15	-38,03	-38,77
5710	-43,45	-49,06	-42,70	-45,07	-44,93	-47,20	-47,11	-46,41	-41,06	-44,29	-39,41	-41,59
5715	-37,34	-31,38	-36,41	-35,04	-39,07	-28,82	-39,10	-35,66	-39,15	-37,51	-36,41	-37,69
5720	-37,50	-37,00	-33,99	-36,16	-37,15	-37,63	-37,27	-37,35	-43,12	-45,87	-42,40	-43,80
5725	-33,07	-33,12	-38,99	-35,06	-30,89	-33,88	-41,43	-35,40	-42,85	-32,11	-38,15	-37,70

5730	-34,12	-31,50	-32,97	-32,86	-32,30	-30,17	-37,08	-33,18	-37,44	-34,46	-38,41	-36,77
5735	-33,00	-35,67	-34,81	-34,49	-32,78	-34,14	-30,64	-32,52	-37,09	-39,45	-40,66	-39,07
5740	-29,34	-34,15	-28,09	-30,53	-34,01	-39,14	-30,20	-34,45	-31,38	-34,46	-39,10	-34,98
5745	-26,89	-37,06	-39,60	-34,52	-27,41	-38,69	-43,44	-36,51	-34,92	-35,79	-39,29	-36,67
5750	-33,60	-41,02	-31,60	-35,41	-31,28	-36,73	-35,25	-34,42	-35,12	-38,99	-39,57	-37,89
5755	-38,56	-37,74	-33,18	-36,49	-37,86	-42,76	-38,96	-39,86	-36,04	-37,57	-32,08	-35,23
5760	-39,63	-39,12	-35,53	-38,09	-36,98	-45,74	-36,59	-39,77	-39,86	-38,18	-40,81	-39,62
5765	-32,47	-33,85	-39,53	-35,28	-38,38	-36,55	-43,94	-39,62	-36,95	-42,56	-42,44	-40,65
5770	-40,84	-37,12	-39,99	-39,32	-36,24	-35,11	-43,16	-38,17	-41,52	-43,97	-44,08	-43,19
5775	-41,80	-37,56	-39,07	-39,48	-42,84	-33,88	-41,34	-39,35	-42,12	-40,78	-37,64	-40,18
5780	-36,08	-37,42	-39,66	-37,72	-43,94	-35,12	-38,38	-39,15	-45,74	-37,97	-36,82	-40,18
5785	-45,95	-43,09	-39,74	-42,93	-40,57	-42,53	-39,78	-40,96	-39,81	-38,13	-49,68	-42,54
5790	-40,86	-42,66	-34,83	-39,45	-47,49	-42,03	-37,36	-42,29	-40,08	-39,76	-41,81	-40,55
5795	-47,68	-38,59	-35,80	-40,69	-48,75	-37,06	-36,33	-40,71	-48,04	-39,19	-40,46	-42,56
5800	-47,27	-48,09	-46,25	-47,20	-42,13	-49,62	-50,64	-47,46	-45,76	-46,35	-43,93	-45,35
5805	-39,32	-42,46	-44,96	-42,25	-40,75	-48,72	-39,23	-42,90	-39,91	-45,54	-40,78	-42,08
5810	-37,79	-38,26	-33,68	-36,58	-37,23	-36,16	-34,17	-35,85	-40,78	-42,69	-39,54	-41,00
5815	-40,23	-41,77	-40,32	-40,77	-37,21	-41,13	-39,04	-39,13	-39,44	-42,85	-40,13	-40,81

Frec. (MHz)	PR al atravesar Pared de Ladrillo + Gypsum (dBm)			Prom.	PR al atravesar Pared de Ladrillo + Porcelanato (dBm)			Prom.	PR al atravesar Pared de Ladrillo + Marmol (dBm)			Prom.
5170	-43,32	-43,92	-45,70	-44,31	-43,77	-46,31	-43,17	-44,42	-46,27	-51,05	-45,13	-47,48
5175	-50,41	-48,70	-46,74	-48,62	-53,25	-50,73	-50,53	-51,50	-50,80	-51,02	-54,15	-51,99
5180	-47,99	-57,23	-56,69	-53,97	-52,46	-49,99	-49,62	-50,69	-55,29	-53,46	-55,69	-54,81
5185	-52,02	-55,17	-58,52	-55,24	-51,89	-48,61	-60,98	-53,83	-52,73	-51,70	-61,39	-55,28
5190	-48,99	-54,24	-57,18	-53,47	-52,80	-46,20	-50,25	-49,75	-56,70	-52,36	-52,36	-53,80
5195	-45,11	-51,41	-51,47	-49,33	-48,48	-51,11	-54,63	-51,41	-50,48	-56,66	-55,35	-54,16
5200	-46,03	-54,41	-48,83	-49,76	-51,34	-52,28	-49,38	-51,00	-55,03	-53,07	-49,95	-52,68
5205	-47,61	-45,05	-52,05	-48,24	-50,26	-50,71	-51,84	-50,94	-51,88	-51,16	-50,99	-51,34
5210	-50,85	-46,54	-55,01	-50,80	-48,37	-51,66	-54,20	-51,41	-52,48	-55,64	-55,39	-54,50
5215	-52,86	-53,47	-59,55	-55,29	-53,13	-51,48	-58,58	-54,40	-52,97	-51,86	-60,10	-54,97
5220	-47,64	-47,88	-47,46	-47,66	-55,80	-52,03	-45,51	-51,11	-54,62	-51,16	-47,49	-51,09
5225	-45,05	-45,98	-47,17	-46,07	-56,29	-50,40	-46,45	-51,05	-60,22	-52,68	-50,87	-54,59
5230	-47,90	-48,72	-50,39	-49,00	-52,79	-48,36	-47,10	-49,42	-52,51	-50,17	-52,65	-51,78
5235	-50,00	-44,64	-45,77	-46,80	-49,35	-51,75	-50,48	-50,53	-49,44	-54,62	-50,93	-51,66
5240	-51,35	-48,20	-48,93	-49,49	-52,51	-49,25	-47,96	-49,91	-54,86	-53,70	-49,68	-52,75
5245	-52,52	-48,30	-47,74	-49,52	-51,28	-53,05	-53,46	-52,60	-50,51	-56,01	-54,37	-53,63
5250	-52,83	-56,37	-44,07	-51,09	-47,73	-51,87	-52,16	-50,59	-50,28	-57,10	-52,47	-53,28
5255	-45,43	-51,68	-56,78	-51,30	-54,53	-58,15	-53,71	-55,46	-54,63	-59,72	-56,66	-57,00
5260	-45,00	-52,73	-50,98	-49,57	-48,83	-52,85	-48,52	-50,07	-52,20	-57,46	-46,72	-52,12
5265	-40,04	-44,43	-49,71	-44,73	-42,69	-50,96	-51,79	-48,48	-43,90	-49,52	-53,53	-48,98
5270	-51,41	-45,21	-46,92	-47,85	-50,62	-52,01	-46,54	-49,72	-52,08	-52,03	-49,17	-51,09
5275	-46,89	-46,10	-40,80	-44,60	-52,06	-50,29	-47,07	-49,81	-51,09	-52,91	-49,92	-51,31
5280	-47,60	-49,63	-52,81	-50,01	-47,59	-45,88	-45,00	-46,16	-47,37	-51,02	-46,59	-48,33
5285	-48,26	-52,14	-54,87	-51,76	-54,31	-48,10	-47,63	-50,01	-54,51	-48,57	-46,71	-49,93

5290	-46,44	-46,19	-44,86	-45,83	-47,90	-44,28	-44,75	-45,64	-49,86	-43,20	-46,10	-46,39
5295	-53,52	-48,93	-47,77	-50,07	-46,25	-46,58	-50,93	-47,92	-46,45	-43,72	-55,18	-48,45
5300	-52,95	-47,93	-46,60	-49,16	-49,71	-48,27	-49,53	-49,17	-52,63	-54,51	-50,75	-52,63
5305	-51,99	-47,62	-47,95	-49,19	-50,48	-53,68	-48,21	-50,79	-50,57	-51,15	-51,12	-50,95
5310	-49,13	-49,69	-50,92	-49,91	-51,17	-49,19	-51,69	-50,68	-53,12	-53,19	-50,50	-52,27
5315	-48,72	-50,15	-53,98	-50,95	-58,07	-56,08	-49,65	-54,60	-57,03	-57,03	-50,44	-54,83
5320	-51,85	-41,34	-42,62	-45,27	-48,53	-46,89	-48,78	-48,07	-48,00	-49,09	-47,57	-48,22
5325	-42,75	-40,88	-47,29	-43,64	-44,23	-43,10	-46,95	-44,76	-47,98	-46,27	-50,38	-48,21
5330	-40,15	-43,75	-41,70	-41,87	-40,91	-40,36	-38,69	-39,99	-45,60	-43,32	-41,79	-43,57
5335	-43,10	-49,20	-47,96	-46,75	-40,25	-52,87	-47,58	-46,90	-42,68	-52,98	-49,45	-48,37
5340	-51,59	-41,89	-44,32	-45,93	-48,47	-47,19	-50,10	-48,59	-51,73	-50,91	-51,10	-51,25
5345	-50,03	-44,82	-43,36	-46,07	-47,30	-49,18	-43,23	-46,57	-49,62	-47,01	-44,17	-46,93
5350	-40,60	-35,97	-41,02	-39,20	-37,43	-43,53	-29,26	-36,74	-36,06	-45,34	-31,25	-37,55
5355	-42,75	-37,78	-40,44	-40,32	-35,51	-39,99	-43,61	-39,70	-38,27	-40,93	-45,34	-41,51
5360	-31,61	-35,16	-44,56	-37,11	-36,02	-37,30	-39,95	-37,76	-35,36	-39,68	-45,69	-40,24
5365	-37,00	-49,25	-41,22	-42,49	-33,14	-42,47	-34,95	-36,85	-38,77	-41,28	-38,15	-39,40
5370	-35,34	-36,29	-42,94	-38,19	-38,75	-44,04	-39,41	-40,73	-41,78	-44,34	-40,74	-42,29
5375	-34,98	-38,38	-40,17	-37,84	-37,88	-34,34	-35,59	-35,94	-40,64	-37,45	-38,85	-38,98
5380	-38,00	-40,10	-37,51	-38,54	-36,68	-37,69	-42,27	-38,88	-44,03	-42,17	-43,36	-43,18
5385	-39,84	-32,71	-39,50	-37,35	-38,81	-44,47	-38,48	-40,59	-39,83	-44,01	-41,82	-41,89
5390	-30,46	-36,06	-39,36	-35,29	-38,64	-40,62	-44,83	-41,36	-37,49	-42,82	-44,11	-41,47
5395	-38,23	-41,01	-37,72	-38,99	-42,04	-38,38	-37,80	-39,41	-44,54	-39,49	-38,01	-40,68
5400	-45,23	-45,49	-37,54	-42,75	-45,10	-46,12	-46,07	-45,76	-48,05	-49,77	-48,47	-48,76
5405	-42,09	-42,18	-42,77	-42,35	-38,63	-41,07	-40,35	-40,02	-38,93	-43,09	-42,87	-41,63
5410	-38,15	-39,45	-41,57	-39,72	-43,26	-34,34	-38,20	-38,60	-46,27	-37,09	-41,95	-41,77
5415	-41,59	-36,68	-35,09	-37,79	-39,93	-40,10	-39,28	-39,77	-43,77	-41,88	-40,05	-41,90
5420	-37,00	-32,66	-38,53	-36,06	-38,40	-43,00	-37,15	-39,52	-40,90	-45,98	-39,79	-42,22
5425	-38,67	-40,84	-38,93	-39,48	-37,31	-38,09	-37,89	-37,76	-41,74	-38,89	-36,41	-39,01
5430	-38,49	-33,28	-34,41	-35,39	-40,63	-35,21	-35,42	-37,09	-42,92	-35,63	-39,87	-39,47
5435	-36,70	-36,11	-34,81	-35,87	-32,47	-30,91	-30,04	-31,14	-35,09	-34,25	-32,49	-33,94
5440	-38,84	-35,99	-38,88	-37,90	-38,30	-41,04	-37,13	-38,82	-37,44	-45,97	-41,20	-41,53
5445	-39,36	-36,21	-45,52	-40,36	-36,57	-43,00	-34,71	-38,09	-40,69	-45,38	-33,56	-39,87
5450	-39,62	-30,90	-37,02	-35,85	-32,77	-43,93	-35,37	-37,36	-33,62	-47,51	-35,33	-38,82
5455	-32,68	-35,61	-33,73	-34,01	-34,04	-35,38	-36,66	-35,36	-35,07	-36,34	-38,79	-36,73
5460	-36,21	-36,17	-44,23	-38,87	-39,42	-41,05	-46,20	-42,22	-40,32	-43,27	-46,76	-43,45
5465	-35,40	-34,50	-37,69	-35,86	-35,73	-34,62	-33,24	-34,53	-33,63	-38,29	-33,36	-35,09
5470	-31,41	-26,36	-40,24	-32,67	-34,40	-37,38	-33,11	-34,96	-37,10	-39,80	-32,63	-36,51
5475	-33,46	-39,00	-37,15	-36,54	-39,11	-36,00	-35,45	-36,85	-40,49	-36,87	-38,77	-38,71
5480	-42,69	-34,76	-35,87	-37,77	-42,85	-43,29	-41,94	-42,69	-42,64	-43,06	-45,77	-43,82
5485	-37,30	-39,07	-45,00	-40,46	-41,48	-38,15	-43,05	-40,89	-44,78	-45,18	-42,72	-44,23
5490	-36,73	-35,43	-34,54	-35,57	-37,38	-34,06	-34,37	-35,27	-38,08	-32,80	-38,10	-36,32
5495	-39,12	-35,67	-41,79	-38,86	-35,40	-36,95	-40,49	-37,61	-36,79	-36,16	-39,99	-37,65
5500	-32,60	-38,83	-34,12	-35,18	-37,54	-39,64	-31,39	-36,19	-37,03	-40,48	-35,89	-37,80
5505	-36,79	-40,98	-37,77	-38,51	-36,15	-43,34	-36,14	-38,54	-36,89	-40,91	-39,71	-39,17
5510	-33,87	-40,10	-43,71	-39,23	-37,30	-40,63	-42,67	-40,20	-40,15	-43,94	-42,81	-42,30
5515	-41,34	-36,56	-41,99	-39,96	-46,19	-39,01	-41,80	-42,33	-47,27	-38,11	-45,61	-43,66

5520	-41,58	-42,84	-36,69	-40,37	-40,69	-43,24	-36,47	-40,13	-44,95	-41,50	-39,12	-41,86
5525	-47,41	-45,84	-39,48	-44,24	-40,87	-47,49	-46,58	-44,98	-42,23	-51,19	-50,91	-48,11
5530	-39,24	-44,48	-40,20	-41,31	-44,76	-46,94	-41,91	-44,54	-46,75	-51,05	-42,59	-46,80
5535	-45,07	-44,63	-43,85	-44,52	-47,87	-46,10	-46,65	-46,87	-48,57	-49,23	-46,46	-48,08
5540	-42,40	-47,71	-39,83	-43,31	-40,78	-41,87	-47,59	-43,41	-42,64	-42,26	-48,42	-44,44
5545	-38,55	-41,44	-40,03	-40,01	-41,11	-48,19	-38,79	-42,70	-43,18	-48,90	-40,14	-44,07
5550	-39,52	-35,66	-41,96	-39,05	-49,12	-38,24	-46,10	-44,49	-45,85	-42,99	-49,42	-46,09
5555	-37,71	-43,05	-40,13	-40,30	-44,28	-46,09	-46,79	-45,72	-47,65	-49,60	-42,56	-46,60
5560	-35,04	-40,09	-38,55	-37,89	-37,81	-36,38	-41,06	-38,42	-42,38	-40,70	-44,72	-42,60
5565	-33,91	-34,23	-36,47	-34,87	-38,75	-41,77	-39,94	-40,15	-41,27	-46,66	-37,85	-41,93
5570	-35,88	-37,11	-33,30	-35,43	-37,14	-37,40	-40,25	-38,26	-39,71	-37,27	-43,40	-40,13
5575	-44,42	-40,24	-40,05	-41,57	-47,37	-37,61	-42,20	-42,39	-47,94	-41,04	-47,46	-45,48
5580	-43,57	-37,32	-41,01	-40,63	-45,39	-37,69	-42,97	-42,02	-42,47	-37,94	-43,90	-41,43
5585	-40,85	-36,77	-37,08	-38,23	-45,76	-37,77	-46,74	-43,42	-44,30	-36,84	-45,96	-42,36
5590	-42,98	-36,74	-46,27	-42,00	-39,83	-33,96	-39,31	-37,70	-38,55	-36,68	-41,60	-38,94
5595	-48,14	-34,70	-39,09	-40,64	-45,59	-40,10	-37,21	-40,97	-46,26	-37,16	-37,27	-40,23
5600	-45,34	-36,41	-46,14	-42,63	-43,27	-45,35	-40,53	-43,05	-47,16	-45,68	-38,34	-43,73
5605	-36,07	-36,31	-41,75	-38,04	-43,25	-42,08	-36,96	-40,76	-45,55	-45,26	-39,21	-43,34
5610	-43,72	-37,18	-40,51	-40,47	-43,15	-37,01	-40,03	-40,06	-41,82	-37,76	-39,85	-39,81
5615	-37,57	-36,39	-41,51	-38,49	-38,10	-41,07	-44,68	-41,28	-37,10	-43,99	-43,64	-41,58
5620	-42,57	-40,22	-40,89	-41,23	-39,81	-39,96	-43,81	-41,19	-41,64	-41,43	-44,90	-42,66
5625	-42,79	-49,63	-42,97	-45,13	-43,64	-45,11	-48,74	-45,83	-45,53	-47,53	-50,54	-47,87
5630	-47,79	-39,33	-42,61	-43,24	-42,89	-42,82	-35,77	-40,49	-44,06	-45,16	-37,84	-42,35
5635	-34,89	-39,20	-35,96	-36,68	-42,56	-41,41	-37,23	-40,40	-46,04	-41,24	-36,85	-41,37
5640	-45,73	-46,75	-40,42	-44,30	-46,68	-46,51	-40,58	-44,59	-46,37	-46,82	-39,38	-44,19
5645	-40,29	-39,73	-44,98	-41,67	-42,65	-45,10	-44,66	-44,14	-45,54	-50,46	-42,52	-46,17
5650	-39,70	-40,02	-38,37	-39,36	-39,73	-40,69	-44,25	-41,56	-40,59	-39,75	-48,81	-43,05
5655	-36,80	-40,54	-36,19	-37,84	-39,71	-40,84	-44,24	-41,60	-39,45	-43,84	-47,51	-43,60
5660	-47,56	-37,60	-40,88	-42,01	-39,85	-37,84	-42,05	-39,91	-44,29	-40,55	-40,68	-41,84
5665	-34,74	-41,69	-46,72	-41,05	-40,98	-48,74	-48,53	-46,08	-45,76	-45,16	-47,78	-46,23
5670	-45,80	-40,57	-46,74	-44,37	-44,08	-47,05	-46,06	-45,73	-46,35	-45,72	-48,52	-46,86
5675	-41,43	-38,21	-38,20	-39,28	-45,99	-42,04	-43,78	-43,94	-47,33	-45,40	-42,47	-45,07
5680	-41,06	-38,10	-35,17	-38,11	-41,12	-36,64	-39,22	-38,99	-37,89	-37,22	-40,71	-38,61
5685	-29,75	-28,92	-40,33	-33,00	-34,52	-34,72	-37,20	-35,48	-39,12	-34,47	-41,96	-38,52
5690	-32,16	-38,43	-34,22	-34,94	-34,70	-38,94	-38,61	-37,42	-38,93	-39,53	-38,20	-38,89
5695	-37,82	-34,53	-32,68	-35,01	-38,92	-38,61	-36,09	-37,87	-38,92	-41,64	-38,26	-39,61
5700	-34,58	-42,67	-36,52	-37,92	-37,16	-39,32	-31,31	-35,93	-39,33	-38,21	-35,29	-37,61
5705	-41,17	-41,14	-37,03	-39,78	-38,43	-39,18	-39,47	-39,03	-41,77	-42,04	-42,25	-42,02
5710	-46,80	-49,91	-45,43	-47,38	-39,37	-45,92	-40,44	-41,91	-41,98	-46,06	-42,99	-43,67
5715	-40,38	-32,27	-36,55	-36,40	-42,22	-40,67	-38,02	-40,30	-41,16	-39,35	-41,78	-40,77
5720	-39,05	-40,02	-38,88	-39,32	-44,19	-47,54	-43,82	-45,18	-44,06	-47,19	-46,23	-45,83
5725	-35,40	-35,29	-42,47	-37,72	-40,86	-34,75	-39,64	-38,42	-45,92	-33,99	-40,41	-40,11
5730	-34,27	-33,88	-34,77	-34,31	-35,32	-32,74	-37,24	-35,10	-38,83	-37,35	-42,51	-39,57
5735	-35,28	-35,43	-31,86	-34,19	-36,89	-40,90	-39,07	-38,95	-38,78	-43,06	-40,35	-40,73
5740	-35,13	-41,75	-33,18	-36,69	-33,94	-32,61	-38,01	-34,85	-34,90	-36,19	-42,06	-37,72
5745	-26,26	-40,27	-44,17	-36,90	-33,43	-36,50	-36,42	-35,45	-36,27	-36,67	-42,24	-38,39

5750	-32,92	-39,54	-36,07	-36,18	-35,92	-40,16	-37,52	-37,87	-36,85	-39,84	-40,82	-39,17
5755	-42,21	-44,85	-38,28	-41,78	-35,81	-39,84	-32,49	-36,05	-37,26	-41,05	-34,64	-37,65
5760	-40,34	-47,22	-40,03	-42,53	-39,85	-38,34	-38,48	-38,89	-43,43	-41,28	-45,45	-43,39
5765	-38,78	-37,20	-43,34	-39,77	-37,82	-42,42	-39,36	-39,87	-40,56	-44,72	-42,72	-42,67
5770	-39,74	-38,18	-44,31	-40,74	-40,20	-47,46	-43,13	-43,60	-43,32	-45,54	-48,92	-45,93
5775	-44,55	-35,32	-42,05	-40,64	-42,79	-39,35	-39,37	-40,50	-46,02	-43,66	-39,40	-43,03
5780	-44,64	-38,94	-43,05	-42,21	-41,42	-42,22	-38,92	-40,85	-49,09	-39,57	-40,20	-42,95
5785	-42,00	-39,82	-42,08	-41,30	-40,78	-41,46	-49,82	-44,02	-42,61	-42,77	-50,32	-45,24
5790	-47,80	-45,56	-37,46	-43,61	-39,38	-41,48	-44,32	-41,73	-40,62	-40,46	-45,74	-42,27
5795	-48,97	-39,58	-36,03	-41,53	-47,38	-37,90	-41,07	-42,12	-50,86	-41,49	-43,54	-45,30
5800	-44,26	-50,37	-49,28	-47,97	-47,53	-45,18	-44,24	-45,65	-47,07	-47,79	-46,25	-47,04
5805	-42,29	-46,13	-43,11	-43,84	-40,34	-48,31	-45,93	-44,86	-42,69	-48,50	-40,93	-44,04
5810	-37,78	-36,47	-37,25	-37,17	-44,14	-44,51	-40,65	-43,10	-44,68	-44,72	-41,89	-43,76
5815	-38,45	-43,75	-43,35	-41,85	-37,95	-45,10	-41,25	-41,43	-40,82	-44,42	-40,90	-42,05

ANEXO B: PÉRDIDAS DE INSERCIÓN PARA MATERIALES DE ACABADOS DE CONSTRUCCIÓN

• **PÉRDIDAS DE INSERCIÓN EN LA BANDA DE 2.4 GHZ**

Frecuencia (MHz)	Perdida de Inserción en materiales (dB)				
	Cielo raso PVC	Madera MDF	Gypsum	Porcelanato	Mármol
2400	1,95	2,02	1,62	2,07	3,13
2405	0,80	1,75	0,97	2,99	3,86
2410	1,61	2,18	1,05	2,75	2,92
2415	0,98	1,48	1,52	2,37	4,20
2420	1,74	1,68	1,63	3,12	2,04
2425	1,00	1,25	1,67	1,98	2,55
2430	1,34	1,85	1,95	2,27	2,13
2435	1,56	2,82	1,50	2,86	3,51
2440	1,43	1,90	2,13	2,63	2,56
2445	0,54	1,92	1,94	1,56	2,18
2450	1,30	1,32	1,18	1,78	2,57
2455	1,23	2,63	1,76	2,38	3,00
2460	0,82	1,96	1,32	1,90	4,25
2465	1,08	2,15	0,99	3,42	3,76
2470	1,20	1,47	1,56	2,42	3,46
2475	1,20	1,22	1,65	3,49	2,16
2480	1,54	1,46	0,94	3,04	2,56
2485	0,80	1,85	1,65	1,31	3,62
2490	1,34	1,91	1,83	2,20	3,87
2495	1,44	1,90	1,25	2,36	4,26
2500	1,22	2,05	1,29	3,09	3,69
PROM.	1,24	1,85	1,49	2,47	3,16

Frecuencia (MHz)	Perdida de Inserción en materiales (dB)					
	Hormigón	Hormigón + cielo raso PVC	Hormigón + MDF	Hormigón + Gypsum	Hormigón + Porcelanato	Hormigón + Mármol
2400	5,66	6,99	7,38	8,89	8,46	11,69
2405	10,13	9,40	12,77	10,99	10,27	12,05
2410	11,21	11,03	11,01	13,46	11,16	12,68
2415	9,87	12,22	11,29	11,08	13,37	15,05
2420	10,20	11,78	10,38	11,86	12,82	13,82
2425	7,52	6,67	8,88	8,95	9,04	13,49
2430	9,44	9,39	9,31	7,53	10,01	11,08
2435	10,18	12,18	9,24	10,31	10,02	10,72
2440	9,36	8,74	9,09	10,93	12,37	10,93
2445	11,17	13,09	11,47	9,45	12,48	10,68
2450	9,59	9,76	10,10	10,89	10,72	11,37
2455	12,04	12,24	14,02	11,17	12,04	15,45
2460	9,98	11,33	12,01	11,97	11,34	11,30
2465	8,01	9,58	11,58	10,03	12,68	11,66
2470	9,25	8,83	8,17	10,26	11,99	14,57
2475	7,54	8,62	7,37	10,97	9,20	10,80
2480	9,67	9,36	11,47	7,02	11,73	11,56
2485	7,29	5,67	7,35	7,03	8,65	9,43
2490	5,82	7,28	6,65	9,23	11,48	12,63
2495	6,40	4,27	9,28	7,85	7,89	9,69
2500	8,02	9,19	9,86	7,03	8,65	8,45
PROM.	8,97	9,41	9,94	9,85	10,78	11,86

Frecuencia (MHz)	Perdida de Inserción en materiales (dB)					
	Pared de ladrillo	Pared de ladrillo + Cielo raso PVC	Pared de ladrillo + MDF	Pared de ladrillo + Gypsum	Pared de ladrillo + Porcelanato	Pared de ladrillo + Mármol
2400	5,46	5,11	5,52	5,31	5,83	5,13
2405	5,47	5,36	7,85	7,01	7,88	7,80
2410	6,72	6,44	7,56	7,66	8,83	10,95
2415	7,63	8,61	7,96	8,86	9,82	10,63
2420	6,80	8,54	8,60	8,84	9,48	9,93
2425	6,15	6,52	7,87	6,02	7,32	10,33
2430	4,10	5,82	6,21	5,80	6,55	6,03
2435	7,54	7,77	7,07	8,50	10,50	11,28
2440	5,37	5,46	5,78	5,92	6,89	9,23
2445	6,96	6,08	7,90	7,75	7,78	10,38
2450	6,00	6,71	7,93	7,10	9,66	7,89
2455	7,03	7,08	8,62	8,66	10,46	10,68
2460	7,35	8,38	8,37	10,01	8,35	8,71
2465	7,19	6,30	7,16	7,15	9,01	9,63
2470	7,80	7,84	9,26	10,63	9,83	9,77
2475	6,50	7,91	7,95	7,54	6,47	9,73

2480	4,42	7,32	5,91	6,06	8,07	8,52
2485	5,41	7,02	6,21	5,80	5,81	7,62
2490	5,39	5,64	4,21	5,03	5,15	7,19
2495	4,54	4,99	4,91	5,43	7,03	7,69
2500	4,63	4,70	5,42	5,62	5,60	6,87
PROM.	6,12	6,65	7,06	7,17	7,92	8,86

• **PÉRDIDAS DE INSERCIÓN EN LA BANDA DE 5 GHZ**

Frecuencia (MHz)	Perdida de Inserción en materiales (dB)				
	Cielo Raso PVC	MDF	Gypsum	Porcelanato	Mármol
5170	1,11	3,58	2,86	5,24	3,38
5175	1,46	3,63	4,00	5,07	5,07
5180	1,55	3,09	4,17	5,12	4,39
5185	2,19	1,76	3,94	1,31	2,44
5190	0,94	1,70	2,49	2,10	4,74
5195	2,57	3,61	4,08	4,65	5,41
5200	1,22	3,56	3,46	3,25	6,39
5205	2,65	3,76	4,49	5,39	4,91
5210	2,01	1,68	4,20	3,03	6,62
5215	0,91	0,70	1,97	2,12	5,46
5220	2,02	2,40	3,69	3,05	5,30
5225	2,05	3,52	2,93	4,37	3,52
5230	1,90	3,63	4,32	4,04	6,14
5235	1,50	3,39	2,29	3,80	4,93
5240	2,17	1,31	2,26	1,35	6,05
5245	0,74	2,47	0,64	3,83	3,14
5250	1,38	2,92	3,69	6,02	5,55
5255	2,64	3,78	2,77	3,83	6,34
5260	1,50	3,81	2,02	5,53	5,13
5265	0,97	3,02	1,78	4,53	2,43
5270	2,41	3,81	3,16	4,67	4,43
5275	0,68	2,12	1,11	3,28	3,02
5280	1,27	0,60	2,32	2,93	4,93
5285	3,53	2,35	3,86	4,01	6,02
5290	2,11	3,33	3,99	4,42	6,16
5295	2,58	2,68	4,03	2,93	4,80
5300	2,05	3,54	4,35	4,43	6,13
5305	1,07	1,11	1,91	1,87	4,96
5310	1,83	1,99	3,82	1,96	5,99
5315	1,71	2,76	1,71	4,41	2,91
5320	1,85	1,79	3,20	2,91	5,19
5325	1,83	3,92	3,23	4,08	4,21
5330	1,63	1,52	2,43	1,59	4,79
5335	2,30	3,14	3,95	4,10	6,39
5340	3,48	2,11	1,32	2,70	2,91

5345	2,47	3,52	4,71	5,02	6,14
5350	2,67	0,87	4,19	2,93	6,75
5355	0,78	2,63	2,38	2,41	6,61
5360	1,22	1,08	2,10	1,61	4,80
5365	2,60	2,63	4,78	4,36	7,07
5370	1,89	0,95	2,01	2,06	5,15
5375	2,77	1,38	3,72	1,42	5,25
5380	1,27	4,28	4,74	5,16	7,25
5385	1,44	3,07	2,55	3,22	3,41
5390	2,14	4,36	3,90	5,18	3,53
5395	1,70	1,42	2,49	2,21	4,00
5400	2,23	3,47	4,32	4,01	4,38
5405	1,29	2,32	2,98	3,41	3,72
5410	2,70	4,23	4,52	4,63	6,53
5415	0,38	4,26	1,15	6,98	5,37
5420	0,79	4,38	2,97	4,78	5,48
5425	0,82	2,82	1,80	1,36	5,76
5430	2,62	5,09	5,19	5,87	6,98
5435	2,36	3,17	3,69	4,22	6,70
5440	0,61	2,16	3,11	2,36	5,64
5445	0,93	0,92	2,31	2,32	4,53
5450	0,63	2,89	2,50	4,22	5,12
5455	2,25	3,88	3,48	4,41	5,03
5460	0,72	2,81	2,82	4,49	4,31
5465	1,22	2,51	3,37	4,27	6,26
5470	1,11	1,37	2,16	2,59	3,02
5475	2,43	4,20	4,38	6,87	6,96
5480	0,99	5,31	2,39	6,58	2,76
5485	0,83	2,31	2,88	2,58	3,79
5490	2,24	2,92	2,64	4,20	5,61
5495	2,52	4,44	3,78	6,13	6,83
5500	0,99	3,29	3,15	5,80	4,90
5505	0,95	2,17	2,25	3,65	5,96
5510	0,85	1,22	0,40	1,38	4,68
5515	0,90	5,88	1,74	6,95	6,28
5520	2,19	3,38	3,95	4,82	6,84
5525	3,91	5,10	3,50	7,00	5,71
5530	2,54	2,26	4,32	3,44	3,79
5535	1,63	3,55	3,50	3,18	4,10
5540	1,42	1,86	2,67	3,39	4,74
5545	0,86	4,15	3,26	5,78	6,73
5550	2,15	4,10	4,71	4,43	5,13
5555	2,42	4,78	3,42	5,61	3,59
5560	2,55	4,91	4,92	6,75	6,45
5565	2,02	5,83	4,08	6,39	5,93
5570	1,46	1,53	2,45	2,35	2,79

5575	2,40	3,02	3,71	3,31	6,12
5580	2,13	2,38	2,51	3,44	5,10
5585	1,84	3,91	3,29	4,55	3,96
5590	1,25	2,73	4,02	5,59	5,98
5595	2,50	2,74	4,43	4,69	6,86
5600	0,97	3,44	1,58	4,43	5,97
5605	0,94	3,01	2,40	4,60	5,29
5610	2,03	2,09	2,82	4,11	5,28
5615	1,62	4,47	3,10	6,15	6,53
5620	0,77	2,12	1,69	3,08	5,12
5625	2,19	4,38	4,34	4,72	6,75
5630	1,23	2,06	5,00	2,29	4,60
5635	2,72	4,82	4,31	6,15	5,15
5640	2,69	5,01	4,10	6,11	7,48
5645	1,56	1,40	3,69	2,54	4,97
5650	0,55	3,22	1,33	3,72	4,07
5655	1,72	5,22	2,85	5,55	5,03
5660	0,99	0,52	2,58	1,16	4,56
5665	2,33	6,41	4,53	8,07	7,28
5670	1,88	2,66	3,00	2,53	7,03
5675	0,85	4,05	0,98	5,13	3,12
5680	2,24	2,35	3,72	3,24	5,77
5685	1,45	4,16	1,90	5,35	3,75
5690	1,56	3,72	3,08	4,32	5,62
5695	1,41	4,02	1,33	5,00	4,95
5700	2,24	3,78	5,09	4,44	8,01
5705	0,43	1,68	2,27	2,37	3,65
5710	2,22	1,27	5,52	2,13	6,62
5715	1,87	2,17	3,86	1,80	3,98
5720	1,04	5,28	3,19	7,61	4,14
5725	1,72	3,36	1,73	5,03	5,76
5730	1,57	2,22	3,26	4,06	5,04
5735	2,87	5,17	5,06	6,59	5,57
5740	2,26	3,88	2,85	4,60	5,16
5745	2,49	2,01	2,53	3,33	5,65
5750	2,19	5,85	4,30	7,89	6,84
5755	1,91	1,36	3,96	2,83	8,04
5760	4,22	3,42	3,05	4,17	5,45
5765	1,11	1,83	2,33	4,41	4,18
5770	2,98	4,35	3,90	6,76	5,97
5775	1,20	2,62	3,73	4,18	5,36
5780	2,14	2,78	5,39	3,39	7,37
5785	1,19	3,05	2,79	5,02	3,77
5790	2,27	3,09	2,57	2,12	5,51
5795	2,59	4,25	3,68	5,74	4,73
5800	1,89	2,01	4,29	3,29	7,44

5805	1,25	4,55	2,38	6,06	5,33
5810	1,70	2,80	1,81	2,87	3,26
5815	2,07	3,20	2,01	4,13	5,57
PROM	1,77	3,07	3,17	4,12	5,24
MAX	4,22	6,41	5,52	8,07	8,04
MIN	0,38	0,52	0,40	1,16	2,43

Frecuencia (MHz)	Perdida de Inserción en materiales (dB)					
	Hormigón	Hormigón + Cielo raso PVC	Hormigón + MDF	Hormigón + Gypsum	Hormigón + Porcelanato	Hormigón + Mármol
5170	11,70	11,05	14,02	10,47	13,06	14,40
5175	13,30	12,41	14,09	13,11	13,94	16,37
5180	10,41	13,82	15,62	13,62	17,50	16,29
5185	10,32	11,99	10,72	14,66	14,64	14,07
5190	11,26	10,86	10,36	11,20	14,10	13,38
5195	11,97	11,76	13,59	13,83	14,77	16,93
5200	11,32	12,30	11,62	14,56	14,60	13,44
5205	12,40	13,79	17,17	11,93	15,44	17,32
5210	11,09	13,05	13,06	15,43	14,80	14,70
5215	8,44	10,79	9,53	12,61	14,36	13,88
5220	10,65	12,74	11,36	12,64	13,17	15,30
5225	13,67	11,63	12,10	10,79	11,09	17,80
5230	12,44	13,66	13,40	15,40	15,51	17,06
5235	11,25	11,26	14,37	12,13	13,49	16,42
5240	10,85	13,56	10,32	12,82	13,87	13,98
5245	11,37	9,57	13,31	9,87	11,79	13,75
5250	13,01	13,87	15,39	12,41	15,18	15,48
5255	14,17	11,98	15,06	11,97	16,33	18,08
5260	12,71	12,08	15,64	10,84	13,11	15,64
5265	10,35	10,23	11,91	8,28	11,06	14,72
5270	13,84	11,12	12,03	10,21	13,68	15,94
5275	10,89	11,96	11,88	9,40	11,59	16,27
5280	9,83	11,02	12,19	12,82	14,16	12,65
5285	11,06	13,40	11,50	12,17	16,57	14,15
5290	12,53	13,26	14,03	13,98	15,57	15,36
5295	12,89	14,80	12,00	14,41	17,21	16,60
5300	12,79	13,15	12,80	12,03	15,02	15,01
5305	11,63	11,85	9,17	10,88	12,13	13,04
5310	8,62	12,57	10,63	12,25	14,12	14,68
5315	12,41	12,23	14,09	12,19	12,76	16,79
5320	12,06	12,91	11,94	13,43	13,43	15,18
5325	11,92	13,00	13,99	11,97	14,61	16,50
5330	9,09	13,63	10,31	13,57	14,25	13,67
5335	12,81	14,18	13,65	13,04	15,93	16,20

5340	9,63	11,06	11,02	9,58	12,26	15,19
5345	12,64	15,40	15,36	14,22	14,76	16,10
5350	13,17	13,81	11,50	16,30	16,53	13,32
5355	10,76	12,58	10,83	13,37	15,94	15,57
5360	10,15	12,57	11,16	10,28	12,58	12,70
5365	11,50	13,60	14,34	13,08	19,01	14,36
5370	9,87	10,04	10,50	11,89	12,70	14,68
5375	9,90	11,74	9,82	13,97	13,71	12,86
5380	11,64	15,10	14,33	14,45	14,72	15,73
5385	11,86	10,98	11,83	10,58	13,33	15,65
5390	14,02	13,49	13,92	12,03	11,87	17,26
5395	11,23	12,77	12,39	9,49	13,11	13,81
5400	10,79	12,90	11,28	12,25	13,35	17,46
5405	10,83	12,71	11,86	9,83	16,15	13,28
5410	14,44	13,17	13,75	16,14	18,61	16,10
5415	12,94	11,32	14,44	14,65	14,11	16,53
5420	13,68	13,68	11,28	12,28	14,16	18,29
5425	12,86	10,83	9,43	13,52	17,49	16,56
5430	14,29	14,92	14,60	15,86	17,19	18,84
5435	12,50	13,01	14,71	14,55	16,56	13,83
5440	11,73	14,27	13,19	13,02	14,32	15,26
5445	10,27	11,75	11,84	13,09	14,91	13,32
5450	13,13	10,68	11,94	12,72	15,22	17,18
5455	13,95	15,15	14,52	11,80	14,63	15,64
5460	13,24	12,25	14,14	11,21	14,33	16,78
5465	13,14	12,64	16,23	13,70	16,82	14,73
5470	11,42	13,60	9,42	9,95	12,25	14,90
5475	12,00	13,10	17,69	15,17	17,74	17,24
5480	14,89	11,02	14,25	9,34	12,65	18,70
5485	11,10	11,64	10,64	11,77	15,03	17,39
5490	12,35	13,60	12,85	14,72	15,87	16,52
5495	12,12	14,05	17,10	16,22	19,83	16,41
5500	12,90	13,03	12,52	12,31	14,27	17,20
5505	8,20	11,73	14,08	14,00	16,26	15,00
5510	9,43	10,81	9,72	13,86	13,62	15,66
5515	15,66	10,30	16,95	14,20	16,82	19,26
5520	10,93	14,47	16,65	13,79	15,39	17,75
5525	15,39	14,50	15,88	13,05	15,89	18,92
5530	10,90	14,79	11,45	11,25	12,01	14,13
5535	12,08	14,05	11,44	11,14	14,69	16,94
5540	11,30	12,22	12,48	11,01	14,10	16,81
5545	14,06	13,98	15,19	15,08	15,34	18,91
5550	14,01	16,34	15,60	13,62	13,49	18,60
5555	12,94	13,65	14,72	11,28	12,66	17,82
5560	14,24	14,95	14,60	17,09	17,90	18,14
5565	15,98	15,16	18,39	14,59	16,08	19,47

5570	10,45	11,05	12,06	9,93	11,60	15,34
5575	13,40	14,16	12,84	15,16	15,75	16,02
5580	13,07	11,26	12,69	12,56	13,98	15,08
5585	12,26	11,53	13,94	11,52	12,73	18,13
5590	13,33	14,80	13,87	15,33	19,11	14,99
5595	10,43	14,66	13,77	15,61	16,90	16,29
5600	12,73	11,54	13,66	13,16	17,05	16,63
5605	11,54	12,24	14,38	13,86	14,13	16,72
5610	13,36	12,98	14,50	13,99	16,47	14,93
5615	14,31	11,29	14,84	14,32	15,57	18,97
5620	12,02	11,56	12,68	12,17	14,75	14,77
5625	14,61	15,93	13,03	13,26	16,43	17,42
5630	11,09	16,40	11,63	17,57	17,59	15,31
5635	13,44	15,00	17,57	14,39	15,57	18,51
5640	13,62	13,54	15,18	16,57	17,54	17,83
5645	11,52	12,56	12,68	13,57	14,30	16,08
5650	12,24	10,05	13,20	14,17	15,64	17,06
5655	13,31	12,60	15,46	13,71	13,93	18,30
5660	9,37	12,26	10,52	11,44	15,36	15,21
5665	14,75	13,77	17,05	15,02	17,77	22,38
5670	11,70	12,17	11,76	15,01	16,12	17,26
5675	13,37	9,97	14,90	13,47	12,63	16,58
5680	11,28	14,64	12,24	11,98	15,15	14,67
5685	11,98	12,26	15,76	12,96	14,20	16,65
5690	14,65	13,86	13,99	13,48	14,17	17,29
5695	12,42	12,69	15,99	13,20	13,92	17,76
5700	14,25	14,42	16,00	17,53	18,31	16,31
5705	12,15	13,35	11,36	12,30	14,58	15,86
5710	11,09	14,97	11,88	16,12	19,04	13,66
5715	10,13	14,24	10,97	12,11	13,48	15,88
5720	13,63	12,24	18,66	11,44	13,97	19,70
5725	12,36	13,01	14,37	13,62	14,67	16,52
5730	12,29	11,79	14,11	13,50	14,54	16,30
5735	15,55	16,04	17,15	13,88	14,68	19,94
5740	12,52	14,31	14,61	12,93	16,09	16,43
5745	11,99	12,85	13,09	13,69	17,92	16,67
5750	15,65	14,49	18,12	14,23	15,33	17,78
5755	10,69	13,93	13,34	15,70	18,94	14,80
5760	13,43	13,01	13,91	13,57	16,75	15,01
5765	12,25	11,55	15,09	10,42	14,58	14,26
5770	12,82	15,46	16,54	14,33	14,89	18,95
5775	12,95	10,40	13,72	13,58	15,91	15,44
5780	11,49	13,47	12,84	13,11	16,45	16,20
5785	11,27	12,63	16,55	13,47	12,15	15,50
5790	12,11	11,83	11,38	12,12	14,92	13,89
5795	14,64	12,47	13,70	14,17	15,02	17,05

5800	12,61	16,56	13,02	17,43	18,20	16,45
5805	15,35	13,59	16,78	15,26	16,57	16,77
5810	11,96	13,24	12,55	11,95	12,42	17,24
5815	11,18	13,71	14,34	15,15	16,16	17,36
PROM	12,24	12,92	13,45	13,13	14,98	16,14
MAX	15,98	16,56	18,66	17,57	19,83	22,38
MIN	8,20	9,57	9,17	8,28	11,06	12,65

Frecuencia (MHz)	Perdida de Inserción en materiales (dB)					
	Pared de Ladrillo	Pared de Ladrillo + Cielo raso PVC	Pared de Ladrillo + MDF	Pared de Ladrillo + Gypsum	Pared de Ladrillo + Porcelanato	Pared de Ladrillo + Mármol
5170	6,56	7,10	9,00	8,25	8,36	11,86
5175	7,91	9,15	11,30	9,05	11,94	13,19
5180	8,41	10,73	10,61	13,25	9,97	13,33
5185	9,61	7,58	8,24	10,63	9,22	9,55
5190	7,76	7,67	8,40	10,44	6,72	10,53
5195	8,34	8,14	10,64	9,34	11,42	12,25
5200	10,07	8,88	8,60	8,78	10,03	10,55
5205	7,35	9,74	11,32	9,40	12,10	14,63
5210	10,51	8,29	9,78	8,92	9,53	11,14
5215	7,23	8,61	7,94	10,42	9,53	9,14
5220	9,26	6,54	8,87	8,21	11,66	11,05
5225	6,26	4,08	12,22	6,31	11,29	13,18
5230	10,28	9,25	10,18	11,25	11,66	11,70
5235	7,69	7,54	9,99	7,70	11,43	13,51
5240	7,71	6,99	8,98	8,98	9,39	12,07
5245	4,45	4,55	8,00	5,82	8,89	10,51
5250	7,66	9,56	10,05	10,74	10,24	12,77
5255	6,29	9,81	13,45	9,80	13,97	15,51
5260	5,23	7,02	8,94	8,88	9,38	10,68
5265	3,23	4,74	8,69	6,19	9,94	12,67
5270	5,95	5,90	10,68	9,36	11,24	13,06
5275	4,45	5,99	11,38	6,39	11,60	13,97
5280	7,41	6,38	6,77	10,14	6,29	8,73
5285	7,05	10,52	8,27	11,31	9,57	9,41
5290	9,66	9,66	8,54	10,10	9,91	11,32
5295	8,73	11,17	10,22	12,90	10,74	13,00
5300	5,90	7,93	10,26	9,13	9,14	12,84
5305	5,58	5,39	6,91	6,70	8,30	8,39
5310	7,63	9,02	8,73	7,96	8,73	11,58
5315	6,67	6,07	9,92	8,25	11,90	11,70
5320	7,72	6,27	9,76	8,00	10,80	13,04
5325	5,32	8,31	11,99	9,83	10,95	15,61
5330	8,42	8,57	7,61	9,92	8,04	11,32
5335	8,04	10,53	10,95	10,58	10,73	14,62

5340	4,82	6,64	9,23	6,72	9,38	12,35
5345	7,79	8,19	9,37	10,75	11,25	11,54
5350	11,25	9,66	7,58	11,86	9,40	9,72
5355	7,65	9,68	9,82	11,45	10,83	13,31
5360	4,63	5,47	7,34	7,05	7,69	10,02
5365	8,34	11,38	7,49	13,98	8,34	10,75
5370	7,58	6,28	9,08	7,40	9,94	10,96
5375	9,06	7,43	5,89	8,83	6,93	8,58
5380	10,03	8,01	10,72	8,91	9,25	13,72
5385	4,72	5,02	9,00	7,25	10,49	12,95
5390	6,23	5,10	10,72	6,07	12,14	14,23
5395	3,01	7,00	7,25	8,21	8,63	9,31
5400	7,73	5,91	12,39	9,12	12,13	14,10
5405	4,74	9,54	7,82	10,60	8,27	10,94
5410	11,22	12,30	10,45	12,26	11,13	12,38
5415	9,39	7,61	10,53	10,09	12,07	12,49
5420	8,24	7,61	12,16	8,76	12,22	14,85
5425	8,67	10,17	10,59	13,55	11,84	12,52
5430	10,40	11,20	13,29	12,03	13,72	14,70
5435	9,52	9,61	8,29	11,78	7,05	10,38
5440	6,42	8,53	8,27	8,99	9,91	10,52
5445	7,53	7,38	7,26	10,92	8,65	10,55
5450	8,84	8,28	10,77	10,05	11,56	12,73
5455	6,81	7,63	9,28	9,01	10,36	12,34
5460	6,52	8,31	10,36	8,92	12,27	12,12
5465	7,84	10,21	8,44	11,70	10,37	10,86
5470	4,66	6,20	8,86	7,33	9,62	11,51
5475	11,15	11,16	11,41	12,16	12,48	13,88
5480	4,60	5,48	11,17	7,40	12,32	14,49
5485	6,34	8,71	11,32	10,54	10,97	13,55
5490	10,56	9,54	10,54	10,69	10,40	13,18
5495	11,40	12,95	10,80	14,02	12,78	12,44
5500	7,64	8,12	10,18	10,18	11,18	12,05
5505	8,83	8,28	9,91	10,82	10,85	13,45
5510	7,75	7,60	9,74	9,15	10,12	13,31
5515	9,26	11,55	13,30	10,94	13,31	16,71
5520	8,42	8,14	10,81	11,53	11,29	13,91
5525	8,68	8,11	12,82	11,67	12,41	15,31
5530	6,18	5,79	8,23	5,84	9,07	10,38
5535	5,30	7,74	11,94	10,07	12,43	13,90
5540	4,89	8,22	9,02	10,20	10,30	11,75
5545	11,37	8,69	11,96	10,52	13,21	14,24
5550	9,09	6,17	12,52	8,82	14,26	14,82
5555	5,90	5,70	10,69	7,20	12,62	13,27
5560	12,43	12,21	12,62	10,60	11,13	13,73
5565	10,38	8,99	13,19	9,54	14,82	16,65

5570	3,82	4,93	8,66	7,36	10,19	11,16
5575	9,17	10,04	11,41	9,99	10,81	14,71
5580	7,31	7,85	8,25	8,87	10,25	10,30
5585	4,99	6,13	11,13	7,52	12,71	13,51
5590	9,72	13,20	7,79	14,52	10,22	10,52
5595	9,96	9,69	8,43	11,40	11,72	11,13
5600	7,45	9,62	9,54	10,83	11,25	11,21
5605	10,12	8,11	11,53	8,93	11,65	13,98
5610	8,62	10,39	9,15	11,23	10,83	11,68
5615	9,89	9,84	12,97	11,28	14,08	14,56
5620	7,22	8,87	7,93	8,85	8,82	10,60
5625	7,20	10,07	12,25	11,04	11,74	14,36
5630	12,56	9,51	8,60	12,60	9,85	11,20
5635	8,83	8,30	10,93	9,09	12,81	12,25
5640	10,19	11,28	11,10	12,71	13,00	13,28
5645	8,35	6,63	10,28	8,68	11,15	12,64
5650	9,51	8,31	10,76	10,07	12,27	13,53
5655	7,57	5,81	11,97	8,10	11,86	14,78
5660	6,23	7,51	9,16	11,32	9,22	11,65
5665	9,87	9,63	13,97	11,85	16,89	15,98
5670	8,83	7,81	10,30	10,41	11,77	12,72
5675	7,95	6,93	10,89	7,01	11,66	13,12
5680	6,63	9,57	6,79	8,87	9,75	9,17
5685	8,59	7,55	9,71	7,01	9,49	13,33
5690	6,79	6,29	10,13	9,25	11,73	12,94
5695	7,05	7,80	11,50	9,55	12,41	15,19
5700	11,51	9,93	10,63	13,40	11,41	12,83
5705	6,86	7,24	9,29	10,30	9,54	13,44
5710	10,86	12,21	7,38	13,17	7,70	9,27
5715	6,11	6,73	8,75	7,46	11,37	11,90
5720	5,43	6,62	13,07	8,59	14,45	16,16
5725	7,31	7,65	9,95	9,97	10,67	12,74
5730	6,95	7,27	10,86	8,39	9,19	13,48
5735	9,03	7,06	13,60	8,73	13,49	17,06
5740	6,06	9,98	10,51	12,22	10,38	11,86
5745	9,69	11,69	11,84	12,08	10,63	13,91
5750	8,92	7,94	11,41	9,69	11,38	13,66
5755	8,75	12,11	7,48	14,03	8,30	9,54
5760	7,88	9,56	9,41	12,32	8,68	11,66
5765	3,86	8,20	9,23	8,35	8,44	10,88
5770	8,84	7,69	12,71	10,26	13,12	15,39
5775	7,83	7,71	8,53	8,99	8,86	11,26
5780	7,51	8,93	9,96	12,00	10,64	12,11
5785	8,71	6,75	8,33	7,09	9,81	9,78
5790	5,91	8,75	7,01	10,07	8,19	8,92
5795	8,71	8,73	10,58	9,54	10,13	13,05

5800	11,97	12,23	10,11	12,73	10,41	12,79
5805	8,90	9,56	8,73	10,50	11,52	13,44
5810	5,84	5,12	10,27	6,43	12,36	13,30
5815	9,58	7,93	9,61	10,66	10,24	10,86
PROM	7,86	8,31	9,97	9,80	10,73	12,45
MAX	12,56	13,20	13,97	14,52	16,89	17,06
MIN	3,01	4,08	5,89	5,82	6,29	8,39

ANEXO C: MEDICIONES DE COBERTURA DE ROUTER EN LA BANDA DE 2.4 Y 5 GHZ

MEDICIONES EN LA BANDA DE 2.4 GHZ CH5

Frecuencia (MHz)	Distancia (metros)	Perdidas basicas en espacio libre (dB)	PIRE (dBm)	Ganancia de recepción (dBi)	Perdidas de conectores de recepción (dB)	Potencia recibida (dBm)	
						Espacio libre teórico	Espacio libre medido
2432	1	40,17	10	1,5	1,56	-30,23	-33,21
2432	2	46,19	10	1,5	1,56	-36,25	-40,85
2432	3	49,71	10	1,5	1,56	-39,77	-41,38
2432	4	52,21	10	1,5	1,56	-42,27	-44,75
2432	5	54,15	10	1,5	1,56	-44,21	-47,18
2432	10	60,17	10	1,5	1,56	-50,23	-51,02
2432	15	63,69	10	1,5	1,56	-53,75	-53,44
2432	20	66,19	10	1,5	1,56	-56,25	-57,08
2432	25	68,13	10	1,5	1,56	-58,19	-57,88
2432	30	69,71	10	1,5	1,56	-59,77	-61,09
2432	40	72,21	10	1,5	1,56	-62,27	-59,22
2432	50	74,15	10	1,5	1,56	-64,21	-60,11
2432	60	75,73	10	1,5	1,56	-65,79	-63,76
2432	70	77,07	10	1,5	1,56	-67,13	-65,52
2432	80	78,23	10	1,5	1,56	-68,29	-66,87
2432	90	79,25	10	1,5	1,56	-69,31	-69,01
2432	100	80,17	10	1,5	1,56	-70,23	-71,88
2432	150	83,69	10	1,5	1,56	-73,75	-78,74
2432	200	86,19	10	1,5	1,56	-76,25	-83,96

MEDICIONES EN LA BANDA DE 2.4 GHZ CH11

Frecuencia (MHz)	Distancia (metros)	Perdidas basicas en espacio libre (dB)	Potencia de transmisión (dBm)	Ganancia de recepción (dBi)	Perdidas de conectores de recepción (dB)	Potencia recibida (dBm)	
						Espacio libre teórico	Espacio libre medido
2462	1	40,28	10	1,5	1,56	-30,34	-31,2
2462	2	46,30	10	1,5	1,56	-36,36	-39,53
2462	3	49,82	10	1,5	1,56	-39,88	-43,44

2462	4	52,32	10	1,5	1,56	-42,38	-43,46
2462	5	54,26	10	1,5	1,56	-44,32	-46,56
2462	10	60,28	10	1,5	1,56	-50,34	-50,3
2462	15	63,80	10	1,5	1,56	-53,86	-54,68
2462	20	66,30	10	1,5	1,56	-56,36	-58,87
2462	25	68,23	10	1,5	1,56	-58,29	-60,3
2462	30	69,82	10	1,5	1,56	-59,88	-63,18
2462	40	72,32	10	1,5	1,56	-62,38	-64,04
2462	50	74,26	10	1,5	1,56	-64,32	-65,3
2462	60	75,84	10	1,5	1,56	-65,90	-65,44
2462	70	77,18	10	1,5	1,56	-67,24	-66,61
2462	80	78,34	10	1,5	1,56	-68,40	-67,39
2462	90	79,36	10	1,5	1,56	-69,42	-66,61
2462	100	80,28	10	1,5	1,56	-70,34	-69,85
2462	150	83,80	10	1,5	1,56	-73,86	-76,21
2462	200	86,30	10	1,5	1,56	-76,36	-82,08

MEDICIONES EN LA BANDA DE 5 GHZ CH5 CH40

Frecuencia (MHz)	Distancia (metros)	Perdidas basicas en espacio libre (dB)	PIRE (dBm)	Ganancia de recepción (dBi)	Perdidas de conectores de recepción (dB)	Potencia recibida (dBm)	
						Espacio libre teórico	Espacio libre medido
5200	1	46,77	5	0,5	2,096	-43,37	-41,36
5200	2	52,79	5	0,5	2,096	-49,39	-51,28
5200	3	56,31	5	0,5	2,096	-52,91	-57,62
5200	4	58,81	5	0,5	2,096	-55,41	-59,2
5200	5	60,75	5	0,5	2,096	-57,35	-63,19
5200	10	66,77	5	0,5	2,096	-63,37	-68,55
5200	15	70,29	5	0,5	2,096	-66,89	-68,4
5200	20	72,79	5	0,5	2,096	-69,39	-77,51
5200	25	74,73	5	0,5	2,096	-71,32	-79,23
5200	30	76,31	5	0,5	2,096	-72,91	-79,8
5200	40	78,81	5	0,5	2,096	-75,41	-81,93
5200	50	80,75	5	0,5	2,096	-77,35	-86,19
5200	60	82,33	5	0,5	2,096	-78,93	-84,34
5200	70	83,67	5	0,5	2,096	-80,27	-86,69
5200	80	84,83	5	0,5	2,096	-81,43	-86,68
5200	90	85,85	5	0,5	2,096	-82,45	-89,17
5200	100	86,77	5	0,5	2,096	-83,37	-88,83
5200	150	90,29	5	0,5	2,096	-86,89	-91,28
5200	200	92,79	5	0,5	2,096	-89,39	-93,31

MEDICIONES EN LA BANDA DE 5 GHZ CH5 CH44

Frecuencia (MHz)	Distancia (metros)	Perdidas basicas en espacio libre (dB)	PIRE (dBm)	Ganancia de recepción (dBi)	Perdidas de conectores de recepción (dB)	Potencia recibida (dBm)	
						Espacio libre teórico	Espacio libre medido
5220	1	46,80	5	0,5	2,096	-43,40	-43,84
5220	2	52,82	5	0,5	2,096	-49,42	-55,84
5220	3	56,35	5	0,5	2,096	-52,94	-63,35
5220	4	58,84	5	0,5	2,096	-55,44	-62,7
5220	5	60,78	5	0,5	2,096	-57,38	-64,66
5220	10	66,80	5	0,5	2,096	-63,40	-70,14
5220	15	70,33	5	0,5	2,096	-66,92	-71,18
5220	20	72,82	5	0,5	2,096	-69,42	-76,75
5220	25	74,76	5	0,5	2,096	-71,36	-81,16
5220	30	76,35	5	0,5	2,096	-72,94	-81,92
5220	40	78,84	5	0,5	2,096	-75,44	-83,02
5220	50	80,78	5	0,5	2,096	-77,38	-86,83
5220	60	82,37	5	0,5	2,096	-78,96	-88,18
5220	70	83,71	5	0,5	2,096	-80,30	-86,92
5220	80	84,87	5	0,5	2,096	-81,46	-87,38
5220	90	85,89	5	0,5	2,096	-82,48	-88,7
5220	100	86,80	5	0,5	2,096	-83,40	-89,43
5220	150	90,33	5	0,5	2,096	-86,92	-92,43
5220	200	92,82	5	0,5	2,096	-89,42	-93,01

MEDICIONES EN LA BANDA DE 5 GHZ CH5 CH149

Frecuencia (MHz)	Distancia (metros)	Perdidas basicas en espacio libre (dB)	PIRE (dBm)	Ganancia de recepción (dBi)	Perdidas de conectores de recepción (dB)	Potencia recibida (dBm)	
						Espacio libre teórico	Espacio libre medido
5745	1	47,64	5	2,5	2,096	-42,23	-41,05
5745	2	53,66	5	2,5	2,096	-48,25	-50,75
5745	3	57,18	5	2,5	2,096	-51,77	-56,25
5745	4	59,68	5	2,5	2,096	-54,27	-58,57
5745	5	61,62	5	2,5	2,096	-56,21	-63,14
5745	10	67,64	5	2,5	2,096	-62,23	-67,8
5745	15	71,16	5	2,5	2,096	-65,75	-66,67
5745	20	73,66	5	2,5	2,096	-68,25	-77,7
5745	25	75,59	5	2,5	2,096	-70,19	-80,97
5745	30	77,18	5	2,5	2,096	-71,77	-80,07
5745	40	79,68	5	2,5	2,096	-74,27	-80,84
5745	50	81,62	5	2,5	2,096	-76,21	-84,81
5745	60	83,20	5	2,5	2,096	-77,79	-83,31
5745	70	84,54	5	2,5	2,096	-79,13	-86,57
5745	80	85,70	5	2,5	2,096	-80,29	-85,38

5745	90	86,72	5	2,5	2,096	-81,32	-88,65
5745	100	87,64	5	2,5	2,096	-82,23	-87,45
5745	150	91,16	5	2,5	2,096	-85,75	-90,85
5745	200	93,66	5	2,5	2,096	-88,25	-93,59

MEDICIONES EN LA BANDA DE 5 GHZ CH5 CH61

Frecuencia (MHz)	Distancia (metros)	Perdidas basicas en espacio libre (dB)	PIRE (dBm)	Ganancia de recepción (dBi)	Perdidas de conectores de recepción (dB)	Potencia recibida (dBm)	
						Espacio libre teórico	Espacio libre medido
5805	1	47,73	5	2,5	2,096	-42,32	-41,97
5805	2	53,75	5	2,5	2,096	-48,34	-49,24
5805	3	57,27	5	2,5	2,096	-51,86	-54,33
5805	4	59,77	5	2,5	2,096	-54,36	-57,37
5805	5	61,71	5	2,5	2,096	-56,30	-58,73
5805	10	67,73	5	2,5	2,096	-62,32	-63,32
5805	15	71,25	5	2,5	2,096	-65,84	-69,17
5805	20	73,75	5	2,5	2,096	-68,34	-70,93
5805	25	75,68	5	2,5	2,096	-70,28	-73,46
5805	30	77,27	5	2,5	2,096	-71,86	-79,75
5805	40	79,77	5	2,5	2,096	-74,36	-80,09
5805	50	81,71	5	2,5	2,096	-76,30	-84,85
5805	60	83,29	5	2,5	2,096	-77,89	-83,9
5805	70	84,63	5	2,5	2,096	-79,22	-83,45
5805	80	85,79	5	2,5	2,096	-80,38	-85,69
5805	90	86,81	5	2,5	2,096	-81,41	-88,12
5805	100	87,73	5	2,5	2,096	-82,32	-87,45
5805	150	91,25	5	2,5	2,096	-85,84	-89,57
5805	200	93,75	5	2,5	2,096	-88,34	-94,89



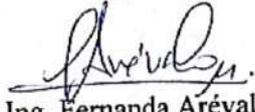
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 25/09/2023

INFORMACIÓN DE LOS AUTORES	
Nombres – Apellidos: Luis Angel Quillay Yantalema	
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL	
Facultad: Informática y Electrónica	
Carrera: Telecomunicaciones	
Título a optar: Ingeniero en Telecomunicaciones	
f. Analista de Biblioteca responsable:	 Ing. Fernanda Arévalo M.

