

# Tabla de Contenido

<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>1 Antecedentes</b>	<b>4</b>
1.1 Metamateriales . . . . .	4
1.2 Cristales Fonónicos . . . . .	4
1.2.1 Band Gaps Fonónicos . . . . .	6
1.2.2 Estructuras Celulares Periódicas . . . . .	7
1.3 Cristales Ideales . . . . .	8
1.3.1 Red Recíproca . . . . .	10
1.3.2 Zona Irreductible de Brillouin . . . . .	12
1.4 Mecanismos de Propagación de una Onda Elástica . . . . .	13
1.4.1 Función de Onda Plana . . . . .	14
1.4.2 Relación de Dispersión . . . . .	16
1.4.3 Teorema de Bloch . . . . .	16
1.4.4 Propagación de Ondas Elásticas en Cristales Fonónicos . . . . .	18
1.4.5 Sistemas Discretos y Estructuras Celulares . . . . .	18
1.5 Estructura de Bandas de Frecuencias . . . . .	22
1.6 Análisis Modal de Estructuras Periódicas . . . . .	24
1.6.1 Función de Respuesta en Frecuencias . . . . .	26
1.7 Resonancias Locales en Cristales Fonónicos . . . . .	27
1.8 Elementos Finitos . . . . .	29
1.8.1 Métodos Matriciales . . . . .	30
1.9 Optimización Topológica . . . . .	33
1.9.1 Declaración del Problema de Optimización . . . . .	34
1.10 Aplicación de Metamodelos . . . . .	34
1.10.1 Modelamiento por Kriging . . . . .	35
1.10.2 Búsqueda de óptimos en Metamodelos (Searching Surrogate Models) . . . . .	38
<b>2 Formulación</b>	<b>39</b>
2.1 Geometría de la Celda Unitaria . . . . .	39
2.2 Imposición de Simetría . . . . .	40
2.3 Dominio de Diseño . . . . .	41
2.4 Modelo de Elementos Lineales . . . . .	41
2.5 Imposición de Periodicidad . . . . .	42
2.6 Formulación del problema de Optimización . . . . .	42
<b>3 Metodología</b>	<b>44</b>
3.1 Generación de Muestras y Simulación . . . . .	44
3.2 Construcción del Metamodelo de Kriging . . . . .	46
3.3 Validación . . . . .	46
<b>4 Resultados</b>	<b>48</b>
4.1 Refinamiento de Malla . . . . .	48
4.2 Optimización del Dominio de Diseño . . . . .	51
4.2.1 Muestra de Datos Experimentales . . . . .	51
4.2.2 Entrenamiento del Metamodelo de Kriging . . . . .	52

4.2.3	Celda Unitaria Optimizada . . . . .	54
4.3	Análisis Modal . . . . .	55
4.3.1	Modos característicos de la viga en voladizo . . . . .	57
4.3.2	Panel Finito . . . . .	58
<b>5</b>	<b>Discusión y Análisis</b>	<b>61</b>
5.1	Análisis de Refinamiento de Malla . . . . .	61
5.2	Análisis de Metamodelos . . . . .	61
5.3	Análisis de Optimización mediante Metamodelos . . . . .	62
5.4	Celda Unitaria Óptima . . . . .	62
5.5	Análisis Modal . . . . .	63
5.6	Análisis sobre Paneles Finitos . . . . .	63
<b>6</b>	<b>Conclusión</b>	<b>65</b>
6.1	Trabajos Futuros . . . . .	65
	<b>Bibliografía</b>	<b>66</b>
	<b>Anexos</b>	<b>69</b>