



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERÍA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

OPTIMIZACIÓN HEURÍSTICA MULTIOBJETIVO PARA LA GESTIÓN DE ACTIVOS DE INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE TERRESTRE

CRISTINA TORRES MACHÍ

Tesis para optar al grado de

Doctor en Ciencias de la Ingeniería por Pontificia Universidad Católica de Chile

Doctor por Universitat Politècnica de València

Profesores Supervisores:

MARCELA ALONDRA CHAMORRO GINÉ

EUGENIO PELLICER ARMIÑANA

VÍCTOR YEPES PIQUERAS

Enero 2015

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL.....	1
ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	10
ABSTRACT	12
RESUM	14
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	16
NOTACIÓN	17
1 INTRODUCCIÓN.....	19
1.1 Planteamiento del Problema.....	19
1.2 Punto de Partida de la Investigación	34
1.3 Objetivos	35
1.4 Hipótesis.....	36
1.5 Alcance.....	37
1.6 Método de Investigación	41
1.7 Organización de la Tesis	45
2 LA TOMA DE DECISIÓN EN LA GESTIÓN DE ACTIVOS.....	47
2.1 Evaluación de Alternativas de Conservación.....	48
2.2 Optimización para la Asignación de Recursos de Conservación	74
2.3 Limitaciones y Oportunidades de Mejora	100

3	HERRAMIENTA PARA LA OPTIMIZACIÓN HEURÍSTICA MULTIOBJETIVO EN LA GESTIÓN DE ACTIVOS	103
3.1	Definición del Problema de Optimización	104
3.2	Diseño Conceptual de la Herramienta de Optimización	110
3.3	Consideraciones para la Aplicación de Algoritmos Heurísticos	113
3.4	Características de los Algoritmos de Optimización Heurística.....	117
4	APLICACIÓN DE ALGORITMOS HEURÍSTICOS MONOBJETIVO A CASO DE ESTUDIO: LA GESTIÓN DE REDES DE PAVIMENTOS URBANOS	139
4.1	Particularidades de la Gestión de Pavimentos Urbanos	140
4.2	Parámetros del Problema de Optimización	143
4.3	Aplicación Monobjetivo de los Algoritmos Heurísticos.....	171
4.4	Discusión y Conclusiones Derivadas de la Optimización Monobjetivo	188
5	DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UN ALGORITMO HÍBRIDO MULTIOBJETIVO PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE	190
5.1	Algoritmo Híbrido Multiobjetivo Basado en GRASP y GLS.....	191
5.2	Calibración del Algoritmo Híbrido Propuesto	197
5.3	Validación del Algoritmo Híbrido	205
5.4	Optimización Multiobjetivo	209
5.5	Estudio de Sensibilidad a las Restricciones Presupuestarias	222
5.6	Discusión y Conclusiones Derivadas de la Optimización Multiobjetivo	230
6	CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	235
6.1	Cumplimiento de los Objetivos de la Investigación.....	235
6.2	Conclusiones de la Investigación	239
6.3	Recomendaciones Prácticas	242
6.4	Limitaciones	244
6.5	Futuras Líneas de Investigación.....	246
7	RESUMEN EXTENDIDO EN INGLÉS (Incluidas conclusiones).....	249
7.1	Background	249
7.2	Objectives.....	251
7.3	Hypotheses	252

7.4	Scope of the study	253
7.5	Research Method.....	255
7.6	Conclusions, Recommendations and Future Research	258
8	REFERENCIAS	268
A N E X O S.....		282
Anexo A: Conceptos básicos de la evaluación económica		283
Anexo B: Formulación matemática de indicadores económicos		288
Anexo C: Idoneidad de un indicador basado en efectividad para el caso de estudio.....		289
Anexo D: Ajuste del incremento de vida en servicio de los tratamientos.....		299
Anexo E: Impacto ambiental de la aplicación de tareas de conservación.....		304
Anexo F: Código para designar tratamientos en programas de conservación		306
Anexo G: Escenario presupuestario base para la conservación de la red de estudio.....		307
Anexo H: Resultados de la calibración de heurísticas		310
Anexo I: Resultados de la calibración de la heurística híbrida		323
Anexo J: Datos de inventario y resultados de validación del algoritmo híbrido.....		327
Anexo K: Soluciones óptimas obtenidas en la aplicación multiobjetivo		342
Anexo L: Resultados del análisis de sensibilidad a restricciones presupuestarias... ..		348
Anexo M: Publicaciones derivadas de la investigación		350