

TABLA DE CONTENIDOS

	página
Tabla de Contenidos	I
Índice de Figuras	IV
Índice de Tablas	V
Resumen	VI
1. Introducción	7
1.1. Descripción del Problema	9
1.2. Objetivos	9
1.2.1. Objetivo General	9
1.2.2. Objetivos Específicos	10
1.3. Alcances	10
1.4. Contribuciones de la memoria	10
1.5. Organización de la memoria	11
2. Marco Teórico	12
2.1. Análisis del Desempeño de Algoritmos	12
2.1.1. Análisis Asintótico de Tiempo de Ejecución	13
2.2. Problema del CMC Clásico	14
2.2.1. Terminología básica de grafos	15
2.2.2. Aplicación del CMC Clásico	15
2.2.3. Formulación del CMC Clásico	16
2.2.4. Solución al problema del CMC Clásico	16
2.3. Manejo de incertidumbre en toma de decisiones	18
2.3.1. Optimización Determinística	19
2.3.2. Optimización Estocástica	20
2.3.3. Optimización Robusta	21
2.4. Problema del CMC Robusto	22
2.4.1. Formalización del Criterio Minmax Regret	23
2.4.2. Formulación del problema CMC Robusto	23

2.4.3.	Aproximaciones para el CMC Robusto	27
2.5.	Heurísticas	29
2.5.1.	Simulated Annealing (SA)	30
3.	Metodología	33
3.1.	Metodología Experimental	33
3.1.1.	Aplicación del Método	34
3.2.	Metodología de Desarrollo	36
3.2.1.	Elección del método	36
3.2.2.	Características de FDD	36
3.2.3.	Modificaciones y herramientas al aplicar FDD	38
4.	Diseño	40
4.1.	Diseño experimental	40
4.1.1.	Instancias de prueba	41
4.1.2.	Control	44
4.2.	Diseño de desarrollo	44
4.2.1.	Desarrollo de un modelo global	44
4.2.2.	Construcción de una lista de características	45
4.2.3.	Planeación por característica	46
4.2.4.	Iteración 1: <i>Generación de grafos</i>	47
4.2.5.	Iteración 2: <i>Entrada de datos</i>	47
4.2.6.	Iteración 3: <i>MILP</i>	48
4.2.7.	Iteración 4: <i>AM y AU</i>	50
4.2.8.	Iteración 5: <i>SA</i>	54
4.2.9.	Iteración 5: <i>Generación de la interfaz de usuario</i>	57
4.2.10.	Diagrama de Clases General Simplificado	57
5.	Análisis de Resultados	59
5.1.	Grafos Karasan	61
5.1.1.	Solución Exacta	61
5.1.2.	Soluciones heurísticas	62
5.1.3.	Tiempos de ejecución	64
5.2.	Grafos aleatorios	65
5.2.1.	Solución exacta	66

5.2.2. Soluciones heurísticas	66
5.2.3. Tiempos de ejecución	67
5.3. Instancias con problemas para llegar al óptimo	68
6. Conclusiones	71
6.1. Conclusiones	71
6.2. Trabajo Futuro	72
Bibliografía	73

ÍNDICE DE FIGURAS

	página
2.1. Ejemplo gráfico de las notaciones Θ , O y Ω	14
2.2. Ejemplo de Grafo Dirigido con Pesos.	15
2.3. Estructura de una decisión Robusta.	22
2.4. Utilización de intervalos en los arcos de un grafo.	24
2.5. Uno de los escenarios posibles para el ejemplo de la Figura 2.4	24
2.6. Escenario inducido por $p = \{s, 0, t\}$	26
2.7. Escenario del punto medio del ejemplo de la Figura 2.4.	28
2.8. Escenario inducido por $p_{\bar{s}} = \{s, 0, 1, t\}$	29
2.9. Escenario del límite superior del ejemplo de la Figura 2.4	30
2.10. Escenario inducido por $p_{s^+} = \{s, 1, t\}$	30
3.1. Modelo de un proceso y las variables que intervienen en la experimen- tación.	34
3.2. Diagrama Ciclo FDD.	38
4.1. Modelo global.	45
4.2. Diagrama UML de las Clases KarasanGraph y RandomGraph.	47
4.3. Diagrama UML de la Clase RobustGraph en la iteración 2.	48
4.4. Diagrama UML de la Clase OptimalSolver.	50
4.5. Diagrama UML de la Clase AppSolver	51
4.6. Diagrama UML de la Clase RobustGraph en la Iteración 4.	52
4.7. Diagrama UML de las Clases Graph, Fibonacci.	52
4.8. Diagrama de Secuencia: Proceso para calcular AM.	53
4.9. Diagrama UML de la Clase SASolver.	56
4.10. Diagrama UML de la Clase Principal.	57
4.11. Diagrama de Clases UML General Simplificado.	58

ÍNDICE DE TABLAS

	página
2.1. Algoritmo de Dijkstra	17
2.2. Algoritmo del escenario del punto medio.	28
2.3. Algoritmo del escenario del límite superior.	29
2.4. Algoritmo SA.	32
4.1. Algoritmo de generación de grafos aleatorios.	42
4.2. Algoritmo de generación de grafos Karasan.	42
4.3. Estructura de los archivos de entrada.	43
4.4. Algoritmo MILP.	49
4.5. Algoritmo de aproximación AM para CMC.	50
4.6. Algoritmo de aproximación AU para CMC.	51
4.7. Algoritmo SA para el CMC Robusto.	56
5.1. Solución exacta para grafos Karasan.	62
5.2. Soluciones de AM, AU y SA para grafos Karasan.	63
5.3. Soluciones de AM, AU y SA para grafos Karasan con 20000 nodos.	63
5.4. Tiempos de MILP, AM, AU y SA para grafos Karasan.	65
5.5. Tiempos de MILP, AM, AU y SA para grafos Karasan para 20000 nodos.	65
5.6. Solución exacta para grafos aleatorios.	66
5.7. Soluciones de AM, AU y SA para grafos aleatorios.	67
5.8. Tiempos de MILP, AM, AU y SA para grafos aleatorios.	68
5.9. Experimento grafos con problemas para encontrar el óptimo (1).	69
5.10. Experimento grafos con problemas para encontrar el óptimo (2).	69