

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	OBJETO, ALCANCE Y MOTIVACIÓN DE LA TESIS	3
1.2.	OBJETIVOS DE LA TESIS	9
1.2.1.	<i>Objetivo Principal. Formulación del problema</i>	<i>9</i>
1.2.2.	<i>Objetivos complementarios</i>	<i>12</i>
1.3.	METODOLOGÍA EMPLEADA	13
1.4.	ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DE LA TESIS DOCTORAL	14
	BIBLIOGRAFÍA.....	17
2.	ESTADO DEL ARTE	19
2.1.	EVOLUCIÓN Y ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA PLACA ALVEOLAR	21
2.2.	OPTIMIZACIÓN DE PLACAS ALVEOLARES PRETENSADAS.....	24
2.3.	OPTIMIZACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN	30
2.4.	CONCLUSIONES SOBRE EL ESTADO DEL ARTE	34
	BIBLIOGRAFÍA.....	36
3.	MODELO GEOMÉTRICO	39
3.1.	DEFINICIÓN GEOMÉTRICA	41
3.2.	PROCESO DE FABRICACIÓN.....	43
3.3.	MODELO GEOMÉTRICO	54
3.3.1.	<i>Variables del modelo geométrico</i>	<i>54</i>
3.3.2.	<i>Ligaduras del modelo geométrico.....</i>	<i>63</i>
3.3.3.	<i>Restricciones del modelo geométrico.....</i>	<i>65</i>
3.4.	ANÁLISIS GEOMÉTRICO DEL MERCADO.....	73
3.4.1.	<i>Análisis geométrico placas de canto 20 cm</i>	<i>74</i>
3.4.2.	<i>Análisis geométrico placas de canto 25 cm</i>	<i>75</i>
3.4.3.	<i>Análisis geométrico placas de canto 30 cm</i>	<i>76</i>
3.4.4.	<i>Análisis geométrico placas de canto 40 cm</i>	<i>77</i>
3.4.5.	<i>Análisis geométrico placas de canto 50 cm</i>	<i>78</i>
3.4.6.	<i>Conclusiones sobre el análisis geométrico global del Mercado</i>	<i>79</i>
	BIBLIOGRAFÍA.....	84
4.	MODELO MECÁNICO I	85
4.1.	MATERIALES CONSTITUTIVOS	87
4.2.	HORMIGÓN. TIPOS Y COMPORTAMIENTO	91
4.2.1.	<i>Relación $\sigma - \epsilon$ para el cálculo de secciones transversales.....</i>	<i>91</i>
4.2.2.	<i>Resistencia a compresión y tracción. Módulo de deformación. Evolución con el tiempo..</i>	<i>93</i>
4.2.3.	<i>Fluencia</i>	<i>96</i>
4.2.4.	<i>Retracción</i>	<i>100</i>
4.2.5.	<i>Propiedades del hormigón a altas temperaturas.....</i>	<i>102</i>
4.3.	ARMADURAS ACTIVAS	104
4.3.1.	<i>Relación $\sigma - \epsilon$ para el cálculo. Resistencia</i>	<i>104</i>
4.3.2.	<i>Relajación.....</i>	<i>105</i>
4.3.3.	<i>Propiedades del acero a altas temperaturas</i>	<i>107</i>
4.4.	RESUMEN MODELO MECÁNICO I	108
4.4.1.	<i>Parámetros mecánicos o del material.....</i>	<i>108</i>
4.4.2.	<i>Variables mecánicas o de material</i>	<i>110</i>

4.4.3.	<i>Restricciones mecánicas</i>	111
	BIBLIOGRAFÍA.....	112
5.	MODELO MECÁNICO II	113
5.1.	SITUACIONES DE PROYECTO Y ESTADOS LÍMITE.....	115
5.2.	ANTECEDENTES EN LOS MODELOS DE CÁLCULO.....	118
5.3.	CONTEXTO NORMATIVO.....	125
5.4.	ANÁLISIS TENSIONAL Y MODELIZACIÓN DE LA SECCIÓN.....	126
5.5.	EL PRETENSADO.....	129
5.5.1.	<i>Longitud de transferencia</i>	130
5.5.2.	<i>Pérdidas instantáneas</i>	131
5.5.3.	<i>Pérdidas diferidas</i>	134
5.6.	SITUACIONES TRANSITORIAS DE PROYECTO.....	135
5.6.1.	<i>ELS en la transferencia</i>	135
5.6.2.	<i>ELU en la transferencia</i>	136
5.6.3.	<i>ELS en la ejecución</i>	139
5.7.	SITUACIONES PERSISTENTES DE PROYECTO.....	141
5.7.1.	<i>ELU Flexión</i>	141
5.7.2.	<i>ELU Cortante</i>	147
5.7.3.	<i>ELU Rasante</i>	155
5.7.4.	<i>ELS Deformación</i>	156
5.7.5.	<i>ELS Fisuración. Durabilidad</i>	159
5.7.6.	<i>Otras situaciones de comprobación</i>	161
5.8.	SITUACIÓN DE PROYECTO ACCIDENTAL. RESISTENCIA AL FUEGO.....	165
5.8.1.	<i>Antecedentes</i>	165
5.8.2.	<i>Seguridad frente al fuego de estructuras</i>	167
5.8.3.	<i>Modelo de incendio</i>	168
5.8.4.	<i>Modelo térmico</i>	169
5.8.5.	<i>Modelo mecánico. Cálculo a flexión a altas temperaturas</i>	172
5.8.6.	<i>Modelo mecánico. Cálculo a cortante a altas temperaturas</i>	177
5.9.	LIGADURA DE LOS ESTADOS LÍMITE A TRAVÉS DE LAS CONDICIONES DE CARGA Y APOYO.....	180
	BIBLIOGRAFÍA.....	182
6.	ALGORITMOS DE OPTIMIZACIÓN	185
6.1.	METAHEURÍSTICAS. DEFINICIÓN.....	187
6.2.	CLASIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS METAHEURÍSTICAS.....	188
6.2.1.	<i>Algoritmos de búsqueda secuencial por entornos</i>	189
6.2.2.	<i>Algoritmos evolutivos</i>	190
6.2.3.	<i>Redes Neuronales</i>	190
6.3.	TÉCNICAS METAHEURÍSTICAS MONOOBJETIVO EMPLEADAS.....	191
6.3.1.	<i>Algoritmo del gradiente 'First Best' (FB)</i>	191
6.3.2.	<i>Simulated Annealing (SA)</i>	192
6.4.	OPTIMIZACIÓN MULTIOBJETIVO.....	201
6.4.1.	<i>Introducción, clasificación y dominancia de Pareto</i>	201
6.4.2.	<i>Técnicas de optimización MOSA. SMOSA</i>	205
	BIBLIOGRAFÍA.....	209
7.	APLICACIÓN DEL ALGORITMO. OPTIMIZACIÓN PLACA ALVEOLAR	211
7.1.	LA OPTIMIZACIÓN MULTIOBJETIVO DE LA PLACA ALVEOLAR. APLICACIÓN.....	213
7.1.1.	<i>Formulación</i>	213
7.1.2.	<i>Variables y parámetros</i>	214
7.1.3.	<i>Ligaduras</i>	215

7.1.4.	<i>Restricciones</i>	218
7.1.5.	<i>Funciones objetivo</i>	221
7.1.6.	<i>Tamaño del problema</i>	226
7.2.	CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA. EL PASEO ALEATORIO Y LOS PROBLEMAS DE FACTIBILIDAD (RANDOM WALK). 227	
7.3.	OPTIMIZACIÓN MULTIOBJETIVO NO CONDICIONADA. REFORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	233
7.4.	ALGORITMO DEL GRADIENTE 'FIRST BEST' (FB).....	237
7.5.	ALGORITMO 'SIMULATED ANNEALING'	241
7.6.	ALGORITMO 'MULTIOBJECTIVE SIMULATED ANNEALING' SMOSA	244
	BIBLIOGRAFÍA.....	249
8.	PLAN EXPERIMENTAL NUMÉRICO	251
8.1.	OBJETIVOS DEL PLAN EXPERIMENTAL.....	253
8.2.	PLACAS COMERCIALES.....	254
8.2.1.	<i>Capacidad de los moldes comerciales</i>	262
8.3.	SERIE DE PLACA ALVEOLAR OPTIMIZADA.....	268
8.4.	OPTIMIZACIÓN MULTIOBJETIVO DE LA PLACA ALVEOLAR.	279
8.5.	ESTUDIO DE SENSIBILIDAD.....	283
8.5.1.	<i>Objetivos del estudio de sensibilidad</i>	283
8.5.2.	<i>Estudio de sensibilidad sobre el coste de los materiales</i>	283
8.5.3.	<i>Estudio de sensibilidad sobre la resistencia del hormigón</i>	285
8.5.4.	<i>Estudio de sensibilidad sobre la capa de compresión</i>	287
9.	CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	289
9.1.	CONCLUSIONES ESPECÍFICAS Y OBJETIVOS ALCANZADOS.	291
9.2.	CONCLUSIONES SOBRE EL DISEÑO ÓPTIMO. MOLDE TRIPLE	291
9.3.	RECOMENDACIONES DE DISEÑO	295
9.4.	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	296