

ÍNDICE DE CONTENIDOS.

Contenido	Pág.
RESUMEN.....	1
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	2
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	9
1.1 Objetivo general.....	10
1.2 Objetivos específicos.....	10
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 Concepto de refuerzo y su diferencia con otras intervenciones.....	11
2.2 Errores y patologías.....	12
2.3 Acciones por las que se refuerzan las vigas de hormigón armado.....	20
2.4 Sistemas de refuerzo de estructuras de hormigón armado.....	21
2.5 Sistemas de refuerzos para vigas de hormigón armado.....	23
2.5.1 Refuerzos a flexión mediante recrecido de hormigón armado.....	23
2.5.2 Refuerzo a flexión mediante adosado de acero.....	25
2.5.3 Refuerzo a flexión mediante fibra de carbono.....	26
2.5.4 Refuerzos a flexión mediante tensado exterior.....	27
2.5.5 Refuerzo a cortante y flexión mediante perfiles metálicos.....	27
2.5.6 Refuerzo a cortante y flexión mediante recrecido de hormigón armado.....	28
2.5.7 Refuerzo a cortante y flexión mediante adosado de acero.....	28

2.5.8 Refuerzo a cortante de vigas mediante fibra de carbono.....	30
CAPÍTULO 3: ASPECTOS TÉCNICOS Y CÁLCULO DE CADA UNA DE LAS ALTERNATIVAS.	31
3.1 Aspectos técnicos, materiales y precauciones para cada una de las alternativas.	31
3.1.1 Recrecidos de hormigón armado.....	31
3.1.2 Adosado de acero.	33
3.1.3 Fibra de carbono.....	36
3.2 Proceso constructivo.	41
3.2.1 Recrecido de hormigón.	41
3.2.2 Fibra de carbono.....	44
3.2.3 Adosado de acero.	47
3.3 Tiempos de ejecución de cada una de las alternativas.	49
3.4 Métodos de cálculo para cada una de las alternativas.....	50
3.4.1 Fibra de carbono.....	50
3.4.2 Adosado de acero.	57
3.4.3 Recrecido de hormigón.	57
3.5 Cálculo de refuerzo a la flexión.	61
3.5.1 Fibra de carbono.....	61
3.5.2 Adosado de acero.	65
3.5.3 Recrecido de hormigón.	68
3.6 Cálculo de refuerzo al corte.	69
3.6.1 Fibra de carbono.....	69
3.6.2 Adosado de acero.	70

3.6.3 Recrecido de hormigón.	71
CAPÍTULO 4: COSTOS Y PRECIOS UNITARIOS DE CADA UNA DE LAS ALTERNATIVAS.	73
4.1 Consideraciones previas.....	74
4.2 Estudio de precios unitarios.	74
4.2.1 Refuerzo a flexión mediante fibra de carbono.....	74
4.2.2 Refuerzo a flexión mediante adosado de acero.	76
4.2.3 Refuerzo a flexión mediante recrecido de hormigón armado.....	77
4.2.4 Refuerzo al corte mediante fibra de carbono.....	80
4.2.5 Refuerzo al corte mediante adosado de acero.	82
4.2.6 Refuerzo al corte mediante recrecido de hormigón.....	83
4.2.7 Resumen de precios unitarios.....	86
4.3 Evaluación económica.	86
4.3.1 Definición de periodo de estudio, valor de mantención y T.R.E.M.A.	87
4.3.2 Cálculo del valor presente de los costos.....	90
CAPÍTULO 5: ANÁLISIS COMPARATIVO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	93
5.1 Comparación entre tiempos de ejecución.....	93
5.2 Comparación entre precios unitarios.....	93
5.3 Elección de la mejor alternativa.....	97
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.	98
6.1 Conclusiones generales.....	98
6.2 Conclusiones técnicas.	98
6.3 Conclusiones económicas.	100

6.4 Recomendaciones finales 100

BIBLIOGRAFÍA 102

ANEXOS 104

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1: resistencia a compresión según días y temperatura de curado del Sikadur 30.....	34
Tabla 2: resistencia al corte según días y temperatura de curado del Sikadur 30.	34
Tabla 3: resistencia a tracción según días y temperatura de curado del Sikadur 30.	34
Tabla 4: propiedades de las distintas fibras de vidrio.	37
Tabla 5: propiedades de la fibra de aramida.	37
Tabla 6: propiedades de los laminados de fibra de carbono.....	38
Tabla 7: propiedades de los tejidos de fibra de carbono.	38
Tabla 8: propiedades de los tipos de laminados de Sika Carbodur.....	39
Tabla 9: propiedades mecánicas del tejido SikaWrap 600 C/120.....	40
Tabla 10: propiedades del adhesivo epóxico Sikadur 330.....	40
Tabla 11: factores de reducción CE por condiciones del medio ambiente.	51
Tabla 12: detalle leyes sociales.....	73
Tabla 13: precio unitario aplicación de un <i>ml</i> Sikadur 30 para fibra de carbono.....	75
Tabla 14: precio unitario de colocación de un <i>ml</i> de Sika Carbodur.....	75
Tabla 15: precio unitario de un <i>m2</i> de estuco sobre fibra de carbono.....	76
Tabla 16: precio unitario aplicación de un <i>ml</i> de Sikadur 30 para adosados de acero.	76
Tabla 17: precio unitario de un <i>ml</i> de preparación y colocación de acero.	77
Tabla 18: precio unitario aplicación anticorrosiva e intumescente a un <i>ml</i> de adosado de acero. ...	77

Tabla 19: precio unitario tratamiento de junta de un <i>ml</i> para recrecido de hormigón.....	78
Tabla 20: precio unitario enfierradura de un <i>ml</i> de recrecido de hormigón.	78
Tabla 21: precio unitario de moldaje de un <i>ml</i> para recrecido de hormigón.	79
Tabla 22: precio unitario aplicación desmoldante de moldaje para recrecido de hormigón.	79
Tabla 23: precio unitario puente de adherencia para recrecido de hormigón.....	79
Tabla 24: precio unitario hormigonado de recrecido de hormigón.	80
Tabla 25: precio unitario descimbre moldaje del recrecido de hormigón.	80
Tabla 26: precio unitario aplicación de un <i>ml</i> de Sikadur 30 para refuerzo al corte con fibra de carbono.....	81
Tabla 27: precio unitario de un <i>ml</i> de Sika Carbodur para refuerzo al corte con fibra de carbono..	81
Tabla 28: precio unitario para un <i>ml</i> de refuerzo al corte con fibra de carbono.....	81
Tabla 29: precio unitario aplicación de un <i>ml</i> de Sikadur 30 para refuerzo al corte con adosado de acero.....	82
Tabla 30: precio unitario acero para un <i>ml</i> de refuerzo al corte con adosado de acero.....	82
Tabla 31: precio unitario para un <i>ml</i> de protección de refuerzo al corte con adosado de acero.....	83
Tabla 32: precio unitario puntereo para un <i>ml</i> para refuerzo con recrecido de hormigón.....	83
Tabla 33: precio unitario perforaciones para un <i>ml</i> para refuerzo con recrecido de hormigón.....	84
Tabla 34: precio unitario para un <i>ml</i> de moldaje para refuerzo con recrecido de hormigón.....	84
Tabla 35: precio unitario para un <i>ml</i> de desmoldante para refuerzo con recrecido de hormigón.....	84
Tabla 36: precio unitario para un <i>ml</i> de enfierradura de refuerzo con recrecido de hormigón.	85
Tabla 37: precio unitario de un <i>ml</i> de puente de adherencia para refuerzo con recrecido de hormigón.....	85

Tabla 38: precio unitario de un <i>ml</i> de hormigón para refuerzo con recrecido de hormigón.	85
Tabla 39: precio unitario para un <i>ml</i> de descimbre para refuerzo con recrecido de hormigón.	85
Tabla 40: tasas de interés efectivo para periodo de 20 años.	88
Tabla 41: precio unitario en valor presente de la mantención del refuerzo a flexión con adosados de acero.	89
Tabla 42: precio unitario en valor presente de la mantención del refuerzo al corte con adosados de acero.	89
Tabla 43: inflación en los últimos años.	90
Tabla 44: áreas de barras redondas en <i>cm</i> ²	104
Tabla 45: áreas para 100 <i>cm</i> de ancho, en <i>cm</i> ²	105