

Índice general

Resumen	I
Summary	III
Resum	V
Agradecimientos	IX
Nomenclatura	XXIII
1. Introducción	1
1.1. Objetivos	3
1.2. Organización de la Tesis	3
2. Introducción a la Mecánica de la Fractura	7
2.1. Introducción	7
2.2. Planteamiento del problema elástico	8
2.2.1. Ecuaciones gobernantes	9
2.2.2. Formulación variacional o forma débil	10
2.2.3. Planteamiento mediante elementos finitos	11
2.3. Campos de extremo de grieta en MFEL	13
2.4. Factor de Intensidad de Tensiones	16
2.4.1. Métodos locales	17
2.4.2. Métodos energéticos	17
2.5. Métodos numéricos para el modelado de grietas	24
2.6. Conclusiones	28
3. Método Extendido de los Elementos Finitos (XFEM)	29
3.1. Introducción	29
3.2. Revisión del desarrollo del método XFEM	30
3.3. Partición de la Unidad	33
3.4. Modelado de grietas mediante XFEM	34
3.4.1. Aproximación de elementos finitos enriquecidos	35
3.4.2. Funciones de enriquecimiento	38

3.5.	Integración numérica	43
3.6.	Área de enriquecimiento	47
3.7.	Evaluación del Factor de Intensidad de Tensión	50
3.8.	Descripción geométrica de grietas mediante <i>level sets</i>	50
3.8.1.	Level Set Method	51
3.8.2.	Fast Marching Method	54
3.8.3.	Acoplamiento entre XFEM y LSM	55
3.9.	Conclusiones	58
4.	Estimación y acotación de la norma energética del error en el MEF	61
4.1.	Introducción	61
4.2.	Medida y estimación del error de discretización	62
4.2.1.	Medida del error de discretización	62
4.2.2.	Estimación del error de discretización	64
4.3.	Estimadores de error basados en residuos	66
4.4.	Estimadores basados en técnicas de reconstrucción de la solución	69
4.4.1.	Estimador de error ZZ	70
4.4.2.	Técnicas de reconstrucción de la solución	74
4.4.3.	Técnica Superconvergent Patch Recovery (SPR)	77
4.4.4.	Mejoras del SPR. La técnica SPR-C	84
4.5.	Técnicas de estimación del error en PUM	100
4.5.1.	Estimadores del error para GFEM	100
4.5.2.	Técnica XMLS	104
4.5.3.	Técnica XGR	108
4.5.4.	Estimadores residuales del error para XFEM	109
4.5.5.	Otros trabajos	110
4.6.	Cotas del error	111
5.	Estimación del error en XFEM. Técnica SPR-CX	121
5.1.	Introducción	121
5.2.	Técnica SPR-CX	122
5.2.1.	Evaluación directa de tensiones reconstruidas en puntos de integración	123
5.2.2.	Tratamiento del campo singular	124
5.2.3.	Cumplimiento de las ecuaciones de equilibrio y compatibilidad	126
5.2.4.	Formación de patches	127
5.2.5.	Minimización de la norma L_2 de $(\sigma^* - \sigma^h)$	128
5.3.	Resultados numéricos	129
5.3.1.	Ejemplo 1. Problema de Westergaard	129
5.3.2.	Validación de la solución de XFEM	134
5.3.3.	Índice de efectividad del estimador propuesto	139
5.3.4.	Convergencia del error	144
5.3.5.	Influencia de la precisión del FIT	147
5.3.6.	Efecto de la técnica de descomposición <i>singular+suave</i>	148
5.3.7.	Influencia del tamaño del área de descomposición	151

5.3.8. Precisión del campo reconstruido de tensiones σ^*	153
5.3.9. Imposición de condiciones de equilibrio	156
5.3.10. Condiciones tipo Mortar en el frente de grieta	159
5.3.11. Influencia del grado polinómico en el ajuste	164
5.3.12. Ejemplo 2. Placa infinita con una grieta inclinada sujeta a carga uniaxial	164
5.3.13. Comparación con el estimador XMLS	167
6. Cotas superiores del error en XFEM	173
6.1. Introducción	173
6.2. Tensiones estáticamente admisibles para cotas del error	174
6.3. Evaluación de los defectos introducidos en el equilibrio	175
6.4. Resultados numéricos	178
6.4.1. Precisión de la cota superior del error $\mathcal{E}_{UB,0}$	180
6.4.2. Precisión de la cota superior del error \mathcal{E}_{UB}	180
6.4.3. Efecto de los términos correctores de la falta de equilibrio	182
6.4.4. Efectividad de la cota superior $\mathcal{E}_{UB,2}$	185
6.4.5. Estimación de error de la solución reconstruida	189
6.5. Conclusiones	192
7. Conclusiones y trabajos futuros	195
7.1. Conclusión general y aportaciones	195
7.2. Trabajos futuros	198
A. Estimación y acotación del error en problemas singulares resueltos mediante el MEF	201
A.1. Introducción	201
A.2. Planteamiento del problema	201
A.3. Extracción del GSIF mediante integrales de dominio	203
A.4. Estimación del error	205
A.5. Cotas superiores del error	207
A.6. Resultados numéricos	207
A.6.1. Problema de una entalla en V	208
A.6.2. Índice de efectividad	209
A.6.3. Cotas superiores del error	210
A.7. Conclusiones	211
Bibliografía	213