

## ÍNDICE GENERAL

<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>12</b>
<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>12</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>12</b>
<i>Identificación del problema .....</i>	<i>12</i>
1.1.1. <i>Formulación del problema.....</i>	<i>13</i>
<b>1.2. OBJETIVOS Y ACCIONES .....</b>	<b>13</b>
1.2.1. <i>Objetivo general.....</i>	<i>13</i>
1.2.2. <i>Objetivos específicos.....</i>	<i>13</i>
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>13</b>
1.3.1. <i>Justificación técnica.....</i>	<i>13</i>
1.3.2. <i>Justificación económica.....</i>	<i>14</i>
<b>1.4. ALCANCE Y LIMITACIONES.....</b>	<b>14</b>
1.4.1. <i>Alcance geográfico.....</i>	<i>14</i>
1.4.2. <i>Alcance temporal.....</i>	<i>14</i>
1.4.3. <i>Alcance temático.....</i>	<i>14</i>
1.4.4. <i>Limitaciones.....</i>	<i>15</i>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>16</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1. PATOLOGÍA DEL HORMIGÓN .....</b>	<b>16</b>
2.1.1. <i>Terminologías.....</i>	<i>16</i>
2.1.1.1. <i>Diagnóstico.....</i>	<i>16</i>
2.1.1.2. <i>Conservación o mantenimiento .....</i>	<i>16</i>
2.1.1.3. <i>Reparación.....</i>	<i>16</i>
2.1.1.4. <i>Refuerzo .....</i>	<i>16</i>
2.1.2. <i>Clasificación de las patologías.....</i>	<i>17</i>
2.1.2.1. <i>Patologías causadas por defectos .....</i>	<i>17</i>
2.1.2.1.1. <i>Defectos en los materiales de construcción.....</i>	<i>18</i>
2.1.2.2. <i>Patologías causadas por daños.....</i>	<i>18</i>
2.1.2.3. <i>Patologías causadas por deterioro.....</i>	<i>19</i>
2.1.2.4. <i>Fisuras y grietas .....</i>	<i>19</i>
<b>2.2. TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN.....</b>	<b>20</b>
2.2.1. <i>Cemento .....</i>	<i>20</i>
2.2.1.1. <i>Producción.....</i>	<i>21</i>
2.2.1.2. <i>Tipos de cemento Portland .....</i>	<i>21</i>
2.2.1.3. <i>Fraguado y endurecido .....</i>	<i>22</i>

<b>2.2.2. Áridos</b> .....	23
2.2.2.1. <i>Clasificación de los agregados para hormigón</i> .....	23
2.2.2.2. <i>Por su procedencia</i> .....	23
2.2.2.2.1. <i>Agregados naturales</i> .....	23
2.2.2.2.2. <i>Agregados artificiales</i> .....	23
2.2.2.2.2.1. <i>Piedra triturada</i> .....	24
2.2.2.2.2.2. <i>Desecho siderúrgico</i> .....	24
2.2.2.3. <i>Por su tamaño</i> .....	24
2.2.2.3.1. <i>Agregado grueso</i> .....	24
2.2.2.3.2. <i>Agregado fino</i> .....	24
2.2.2.3.3. <i>Por su gravedad específico</i> .....	24
2.2.2.3.3.1. <i>Ligeros</i> .....	26
2.2.2.3.3.2. <i>Normales</i> .....	26
2.2.2.3.3.3. <i>Pesados</i> .....	26
<b>2.2.3. Agua</b> .....	26
2.2.3.1. <i>Agua de Amasado</i> .....	26
2.2.3.2. <i>El Agua de Curado</i> .....	27
2.2.3.3. <i>Calidad del agua</i> .....	27
<b>2.2.4. Resistencia</b> .....	27
2.2.4.1. <i>Resistencia a la compresión</i> .....	28
2.2.4.2. <i>Resistencia a la tracción</i> .....	28
<b>2.2.5. Dosificaciones</b> .....	28
2.2.5.1. <i>Métodos de dosificaciones</i> .....	29
2.2.5.2. <i>Método del American Concrete Institute</i> .....	29
2.2.5.3. <i>Definición de parámetros previos a la determinación de la dosificación</i> .....	29
2.2.5.3.1. <i>Determinación del tamaño máximo</i> .....	30
2.2.5.3.2. <i>Determinación de la fluidez</i> .....	30
2.2.5.3.3. <i>Determinación de la consistencia</i> .....	31
2.2.5.3.4. <i>Determinación de la razón agua/cemento</i> .....	32
2.2.5.3.5. <i>Determinación de la dosificación</i> .....	34
2.2.5.3.5.1. <i>Determinación de la dosis de agua</i> .....	34
2.2.5.3.5.2. <i>Determinación de la dosis de cemento</i> .....	36
2.2.5.3.5.3. <i>Determinación de la dosis de grava</i> .....	36
2.2.5.3.5.4. <i>Determinación de la dosis de arena</i> .....	37
2.2.5.3.6. <i>Determinación de la consistencia por el método del cono de Abrams (revenimiento) (NB 589; ASTM C143)</i> .....	37
2.2.5.3.7. <i>Preparación y conservación de las probetas (NB-586; ASTM C31)</i> ...	39
2.2.5.3.7.1. <i>Moldes</i> .....	39
2.2.5.3.7.2. <i>Varilla</i> .....	39

2.2.5.3.7.3. <i>Mazo</i> .....	39
2.2.5.3.7.4. <i>Equipo adicional</i> .....	39
2.2.5.3.7.5. <i>Muestreo</i> .....	39
2.2.5.3.7.6. <i>Desmoldado</i> .....	41
2.2.5.3.7.7. <i>Curado</i> .....	41
2.2.5.3.8. <i>Métodos de ensayo de probetas de hormigón</i> .....	41
2.2.5.3.9. <i>Método de ensayo a compresión (NB 639) (ASTM C39)</i> .....	41
2.2.5.3.10. <i>Método de ensayo a flexo-tracción (NB 640) (ASTM c78)</i> .....	43
2.2.5.3.11. <i>Equivalencia entre distintas edades</i> .....	44
<b>2.3. Polímero reforzado de fibra de carbono</b> .....	<b>45</b>
<b>2.3.1. Formas en que se encuentra el CFRP</b> .....	<b>46</b>
2.3.1.1. <i>Pletinas formadas con CFRP</i> .....	46
<b>2.4. HORMIGÓN ARMADO</b> .....	<b>51</b>
<b>2.4.1. Cargas</b> .....	<b>51</b>
2.4.1.1. <i>Las cargas muertas</i> .....	51
2.4.1.2. <i>Las cargas vivas</i> .....	52
2.4.1.3. <i>Las cargas ambientales</i> .....	52
<b>2.4.2. Estado esfuerzo-deformación</b> .....	<b>54</b>
2.4.2.1. <i>Fase 1</i> .....	54
2.4.2.2. <i>Fase 2</i> .....	54
2.4.2.3. <i>Fase 3</i> .....	54
2.4.2.3.1. <i>Caso 1</i> .....	54
2.4.2.3.2. <i>Caso 2</i> .....	54
<b>2.4.3. Análisis de vigas sometidas a flexión</b> .....	<b>54</b>
2.4.3.1. <i>Método del boque rectangular equivalente (diagrama de whitney)</i> .....	57
<b>2.4.4. Columnas</b> .....	<b>60</b>
2.4.4.1. <i>Columnas cortas</i> .....	61
<b>2.5. NORMA ACI 440.2R-08 GUÍA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS CFRP ADHERIDOS EXTERNAMENTE, PARA EL REFUERZO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN</b> .....	<b>64</b>
<b>2.5.1. Consideraciones generales de diseño</b> .....	<b>64</b>
<i>Límites del diseño (ACI 440.2R-08, 9.2)</i> .....	64
2.5.1.1. <i>Fluencia del acero, seguido por despegue o delaminación del cfrp</i> .....	65
2.5.1.2. <i>Factores de reducción de resistencia del CFRP (ACI 440.2R-08, 9.4)</i> ..	66
2.5.1.3. <i>Refuerzo a flexión</i> .....	68
2.5.1.3.1. <i>Deformación del substrato existente</i> .....	68
2.5.1.3.2. <i>Resistencia nominal</i> .....	68
2.5.1.3.3. <i>Nivel de esfuerzo en el refuerzo cfrp</i> .....	71
2.5.1.3.4. <i>El factor de reducción de resistencia</i> .....	71
2.5.1.3.5. <i>La capacidad de servicio de un miembro</i> .....	72

2.5.1.3.6. Nivel de esfuerzo en el refuerzo cfrp.....	72
2.5.1.3.7. La rotura por fluencia y la fatiga por tensión límites.....	73
2.5.1.3.8. Límite de esfuerzo de rotura por fluencia plástica. ....	73
2.5.1.3.9. resistencia final de sección- rectangular individualmente reforzado .....	73
2.5.1.3.10. Esfuerzo en el acero bajo cargas de servicio. ....	76
2.5.1.4. Diseño de elementos sometidos a carga axial.....	76
2.5.1.4.1. Compresión axial pura .....	77
2.5.1.4.2. Secciones transversales circulares .....	81
2.5.1.4.3. Secciones transversales no circulares .....	82
2.5.1.4.4. Consideraciones de servicio .....	83
2.5.1.5. Mejora de la ductilidad.....	84
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>85</b>
<b>3. INGENIERÍA DE PROYECTO .....</b>	<b>85</b>
<b>3.1. TABLAS DE CLASIFICACIÓN DE FALLAS GENERALES DE ACUERDO AL TIPO DE FALLA O ETAPA DE LA EDIFICACIÓN .....</b>	<b>85</b>
<b>3.2. PROCEDIMIENTOS GENERALES DE LAS ALTERNATIVAS CONVENCIONALES DE PROTECCIÓN Y REFUERZO DE EDIFICACIONES. ....</b>	<b>91</b>
3.2.1. Escarificación manual para remoción del hormigón desagregado .....	91
3.2.2. Escarificación mecánica para remoción del hormigón desagregado.....	91
3.2.3. Reparos superficiales localizados con mortero base cemento modificado con polímeros.....	92
3.2.4. Reparos profundos ejecutados con hormigón convencional con aditivo....	93
3.2.5. Protecciones a base de pinturas y barnices.....	94
3.2.6. Recomendaciones para la elección al elegir cemento.....	95
3.2.7. Acciones por el fallo de diseño.....	95
3.2.7.1. Tipo 1.....	95
3.2.7.1.1. Procedimientos constructivos.....	96
3.2.7.2. Tipo 2.....	97
3.2.7.2.1. columnas.....	97
3.2.7.2.1.1. Aplicación:.....	98
3.2.7.2.1.2. Curado:.....	99
3.2.7.2.1.3. Cuidados:.....	99
3.2.7.2.2. Recrecimiento en vigas.....	99
3.2.7.2.2.1. Procedimientos constructivos: .....	100
3.2.8. Láminas y placas metálicas soldadas.....	100
3.2.8.1.1. Desventajas.....	100
3.2.8.1.2. Aplicación:.....	101

<b>3.3. METODOLOGÍA DE APLICACIÓN Y MANIPULACIÓN DEL SISTEMA DE CFRP .....</b>	<b>102</b>
<b>3.3.1. Preparación de la superficie: hormigón.....</b>	<b>102</b>
3.3.1.1. Método de limpieza: .....	103
<b>3.3.2. Resinas de impregnación .....</b>	<b>103</b>
3.3.2.2. Sikadur-330 .....	103
3.3.2.3. Sikadur 30.....	103
<b>3.3.3. Herramientas para la aplicación .....</b>	<b>104</b>
<b>3.3.4. Recomendaciones de Almacenaje.....</b>	<b>104</b>
<b>3.3.5. Instrucciones de Aplicación de Sika wrap (tejido de cfrp) .....</b>	<b>104</b>
3.3.5.1. Aplicación por proceso seco (para pequeños proyectos).....	104
3.3.5.2. Aplicación por proceso húmedo (para grandes proyectos) .....	104
<b>3.3.6. Instrucciones de Aplicación de Sika CarboDur (platinas de cfrp).....</b>	<b>105</b>
<b>3.3.8. Recomendaciones de Seguridad .....</b>	<b>105</b>
<b>3.4. ESTABLECER UN PLAN DE LABORATORIO CON EL USO DE CRONOGRAMAS Y PLANILLAS PARA LA EJECUCIÓN Y CONTROL DE LOS ENSAYOS .....</b>	<b>106</b>
<b>3.4.1. Especificación de los materiales.....</b>	<b>106</b>
<b>3.4.2. Factores climáticos.....</b>	<b>106</b>
<b>3.4.3. Cronogramas y control de ensayos.....</b>	<b>107</b>
3.4.3.1. Curvas Granulométricas de los agregados .....	107
<b>3.4.4. Dosificación .....</b>	<b>109</b>
3.4.4.1. Dosificación de hormigón patrón H-21 para Probetas cilíndricas .....	109
3.4.4.2. Dosificación de hormigón patrón H-21 para Probetas prismáticas .....	111
<b>3.4.5. Análisis técnico - económico.....</b>	<b>112</b>
3.4.5.1. Análisis técnico, resistencias adquiridas a compresión y flexión .....	112
3.4.5.1.1. Rotura de probetas a compresión según la norma NB 639.....	112
3.4.5.1.2. Rotura de probetas a flexión según la norma NB 640 .....	115
<b>3.4.6. Análisis económico.....</b>	<b>117</b>
3.4.6.1. Análisis de presupuestos.....	117
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>128</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>130</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>131</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>133</b>
Anexo 1. Ensayo de laboratorio de los agregados.....	1
Anexo 2. Control de mezclas, ensayos a compresión y flexotracción.....	10
Anexo 3. Fichas técnicas de los materiales.....	13