

## ÍNDIX

ÍNDIX DE FIGURES: .....	1
ÍNDIX DE TAULES: .....	5
A. ANNEXES DE LA MEMÒRIA.....	7
A.1  PROVETES DE FORMIGÓ.....	7
A.1.1  RESISTÈNCIA A COMPRESSIÓ (fc): .....	8
A.1.2  TRACCIÓ INDIRECTA (fct,sp): .....	10
A.1.3  RESISTÈNCIA A FLEXO - TRACCIÓ (fct,fl): .....	11
A.2  GRANULOMETRIA .....	14
A.3  ANÀLISI DE LA CURVATURA .....	15
A.4  MOMENT DE FISSURACIÓ.....	28
A.4.1  PART EXPERIMENTAL .....	28
A.4.2  PART TEÒRICA.....	40
A.5  CÀRREGA DEFORMACIÓ.....	52
A.5.1  RUTINES DE MATLAB .....	53
A.5.2  PART EXPERIMENTAL .....	58
A.5.3  PART TEÒRICA.....	76
A.6  AMPLADA DE FISSURA.....	88
A.7  SEPARACIÓ ENTRE FISSURES.....	119

ÍNDIX DE FIGURES:

Figura 1: Cambra de conservació.....7

Figura 2: Assaig a compressió .....8

Figura 3: Ordinador per el control i calibració en l'assaig .....8

Figura 4: Esquema d'assaig a tracció indirecte.....10

Figura 5: Esquema d'assaig a flexo-tracció.....12

Figura 6: Tamís per la granulometria.....14

Figura 7: Muntatge de tamisos .....15

Figura 8: Resultat de les curvatures per la biga C1\_212\_D1\_a.....16

Figura 9: Resultat de les curvatures per la biga C1\_212\_D1\_b.....17

Figura 10: Resultat de les curvatures per la biga C1\_212\_D2\_a.....17

Figura 11: Resultat de les curvatures per la biga C1\_212\_D2\_b.....17

Figura 12: Resultat de les curvatures per la biga C1\_216\_D1\_a.....18

Figura 13: Resultat de les curvatures per la biga C1\_216\_D1\_b.....18

Figura 14: Resultat de les curvatures per la biga C1\_216\_D2\_b.....19

Figura 15: Resultat de les curvatures per la biga C1\_216\_D2\_b.....19

Figura 16: Resultat de les curvatures per la biga C1\_316\_D1\_a.....20

Figura 17: Resultat de les curvatures per la biga C1\_316\_D1\_b.....20

Figura 18: Resultat de les curvatures per la biga C1\_316\_D2\_a.....21

Figura 19: Resultat de les curvatures per la biga C1\_316\_D2\_b.....21

Figura 20: Resultat de les curvatures per la biga C2\_212\_D1\_a.....22

Figura 21: Resultat de les curvatures per la biga C2\_212\_D1\_b.....22

Figura 22: Resultat de les curvatures per la biga C2\_212\_D2\_a.....23

Figura 23: Resultat de les curvatures per la biga C2\_212\_D2\_b.....23

Figura 24: Resultat de les curvatures per la biga C2\_216\_D1\_a.....24

Figura 25: Resultat de les curvatures per la biga C2\_216\_D1\_b.....24

Figura 26: Resultat de les curvatures per la biga C2\_216\_D2\_a.....25

Figura 27: Resultat de les curvatures per la biga C2\_216\_D2\_a.....25

Figura 28: Resultat de les curvatures per la biga C2\_316\_D1\_a.....26

Figura 29: Resultat de les curvatures per la biga C2\_316\_D1\_b.....26

Figura 30: Resultat de les curvatures per la biga C2\_316\_D2\_a.....27

Figura 31: Resultat de les curvatures per la biga C2\_316\_D2\_b.....27

Figura 32: Càrrega de fissuració per la biga C1\_212\_D1\_a.....28

Figura 33: Càrrega de fissuració per la biga C1\_212\_D1\_b.....29

Figura 34: Càrrega de fissuració per la biga C1\_216\_D1\_a.....29

Figura 35: Càrrega de fissuració per la biga C1\_216\_D1\_b.....30

Figura 36: Càrrega de fissuració per la biga C1\_316\_D1\_a.....30

Figura 37: Càrrega de fissuració per la biga C1\_316\_D1\_b.....31

Figura 38: Càrrega de fissuració per la biga C1\_212\_D2\_a.....31

Figura 39: Càrrega de fissuració per la biga C1\_212\_D2\_b.....32

Figura 40: Càrrega de fissuració per la biga C1\_216\_D2\_a.....32

Figura 41: Càrrega de fissuració per la biga C1\_216\_D2\_b.....33

Figura 42: Càrrega de fissuració per la biga C1\_316\_D2\_a.....33

Figura 43: Càrrega de fissuració per la biga C1\_316\_D2\_b.....34

Figura 44: Càrrega de fissuració per la biga C2\_212\_D1\_a.....34

Figura 45: Càrrega de fissuració per la biga C2\_212\_D1\_b.....35

Figura 46: Càrrega de fissuració per la biga C2\_216\_D1\_a.....35

Figura 47: Càrrega de fissuració per la biga C2\_216\_D1\_b.....36

Figura 48: Càrrega de fissuració per la biga C2\_316\_D1\_a.....36

Figura 49: Càrrega de fissuració per la biga C2\_316\_D1\_b.....37

Figura 50: Càrrega de fissuració per la biga C2\_212\_D2\_a.....37

Figura 51: Càrrega de fissuració per la biga C2\_212\_D2\_b.....38

Figura 52: Càrrega de fissuració per la biga C2\_216\_D2\_a.....38

Figura 53: Càrrega de fissuració per la biga C2\_216\_D2\_b.....39

Figura 54: Càrrega de fissuració per la biga C2\_316\_D2\_a.....39

Figura 55: Càrrega de fissuració per la biga C2\_316\_D2\_b.....40

Figura 56: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_212\_D1\_a.....40

Figura 57: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_212\_D1\_b.....41  
 Figura 58: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_212\_D2\_a.....41  
 Figura 59: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_212\_D2\_b.....42  
 Figura 60: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_216\_D1\_a.....42  
 Figura 61: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_216\_D1\_b.....43  
 Figura 62: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_216\_D2\_a.....43  
 Figura 63: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_216\_D2\_b.....44  
 Figura 64: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_316\_D1\_a.....44  
 Figura 65: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_316\_D1\_b.....45  
 Figura 66: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_316\_D2\_a.....45  
 Figura 67: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_316\_D2\_b.....46  
 Figura 68: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_212\_D1\_a.....46  
 Figura 69: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_212\_D1\_b.....47  
 Figura 70: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_212\_D2\_a.....47  
 Figura 71: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_212\_D2\_b.....48  
 Figura 72: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_216\_D1\_a.....48  
 Figura 73: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_216\_D1\_b.....49  
 Figura 74: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_216\_D2\_a.....49  
 Figura 75: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_216\_D2\_b.....50  
 Figura 76: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_316\_D1\_a.....50  
 Figura 77: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_316\_D1\_b.....51  
 Figura 78: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_316\_D2\_a.....51  
 Figura 79: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_316\_D2\_b.....52  
 Figura 80: Biga conjugada no fissurada.....55  
 Figura 81: Biga conjugada fissurada .....55  
 Figura 82: Biga conjugada no fissurada.....57  
 Figura 83: Biga conjugada fissurada .....57  
 Figura 84: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_212\_D1\_a .....58  
 Figura 85: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_212\_D1\_a .....59  
 Figura 86: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_212\_D1\_b .....59  
 Figura 87: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_212\_D1\_b .....60  
 Figura 88: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_212\_D2\_a .....60  
 Figura 89: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_212\_D2\_a .....61  
 Figura 90: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_212\_D2\_b .....61  
 Figura 91: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_212\_D2\_b .....62  
 Figura 92: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_216\_D1\_a .....62  
 Figura 93: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_216\_D1\_a .....63  
 Figura 94: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_216\_D1\_b .....63  
 Figura 95: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_216\_D1\_b .....64  
 Figura 96: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_216\_D2\_a .....64  
 Figura 97: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_216\_D2\_a .....65  
 Figura 98: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_216\_D2\_b .....65  
 Figura 99: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_216\_D2\_b .....66  
 Figura 100: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_316\_D1\_a .....66  
 Figura 101: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_316\_D1\_a .....67  
 Figura 102: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_316\_D1\_b .....67  
 Figura 103: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_316\_D1\_b .....68  
 Figura 104: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_316\_D2\_a .....68  
 Figura 105: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_316\_D2\_a .....69  
 Figura 106: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_316\_D2\_b .....69  
 Figura 107: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_316\_D2\_b .....70  
 Figura 108: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_212\_D1\_a .....70  
 Figura 109: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_212\_D1\_b .....71  
 Figura 110: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_212\_D2\_a .....71  
 Figura 111: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_212\_D2\_b .....72  
 Figura 112: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_216\_D1\_a .....72  
 Figura 113: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_216\_D1\_b .....73  
 Figura 114: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_216\_D2\_a .....73  
 Figura 115: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_216\_D2\_b .....74  
 Figura 116: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_316\_D1\_a .....74

Figura 117: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_316\_D1\_b .....75  
 Figura 118: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_316\_D2\_a .....75  
 Figura 119: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_316\_D2\_b .....76  
 Figura 120: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_212\_D1\_a .....76  
 Figura 121: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_212\_D1\_b .....77  
 Figura 122: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_212\_D2\_a .....77  
 Figura 123: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_212\_D2\_b .....78  
 Figura 124: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_216\_D1\_a .....78  
 Figura 125: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_216\_D1\_b .....79  
 Figura 126: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_216\_D2\_a .....79  
 Figura 127: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_216\_D2\_b .....80  
 Figura 128: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_316\_D1\_a .....80  
 Figura 129: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_316\_D1\_b .....81  
 Figura 130: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_316\_D2\_a .....81  
 Figura 131: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_316\_D2\_b .....82  
 Figura 132: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_212\_D1\_a .....82  
 Figura 133: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_212\_D1\_b .....83  
 Figura 134: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_212\_D2\_a .....83  
 Figura 135: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_212\_D2\_b .....84  
 Figura 136: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_216\_D1\_a .....84  
 Figura 137: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_216\_D1\_b .....85  
 Figura 138: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_216\_D2\_a .....85  
 Figura 139: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_216\_D2\_b .....86  
 Figura 140: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_316\_D1\_a .....86  
 Figura 141: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_316\_D1\_b .....87  
 Figura 142: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_316\_D2\_a .....87  
 Figura 143: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_316\_D2\_b .....88  
 Figura 144: Amplada de fissura per la biga C1\_212\_D1\_a .....90  
 Figura 145: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C1\_212\_D1\_b .....91  
 Figura 146: Amplada de fissura per la biga C1\_212\_D1\_b .....91  
 Figura 147: Amplada de fissura per la biga C1\_212\_D2\_a .....92  
 Figura 148: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C1\_212\_D2\_b .....93  
 Figura 149: Amplada de fissura per la biga C1\_212\_D2\_b .....93  
 Figura 150: Amplada de fissura per la biga C1\_216\_D1\_a .....95  
 Figura 151: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C1\_216\_D1\_b .....96  
 Figura 152: Amplada de fissura per la biga C1\_216\_D1\_b .....96

Figura 153: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C1\_216\_D2\_a.....97  
 Figura 154: Amplada de fissura per la biga C1\_216\_D2\_a .....98  
 Figura 155: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C1\_216\_D2\_b.....99  
 Figura 156: Amplada de fissura per la biga C1\_216\_D2\_b .....99  
 Figura 157: Amplada de fissura per la biga C1\_316\_D1\_a ..... 101  
 Figura 158: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C1\_316\_D1\_b..... 102  
 Figura 159: Amplada de fissura per la biga C1\_316\_D1\_b ..... 102  
 Figura 160: Amplada de fissura per la biga C1\_316\_D2\_a ..... 103  
 Figura 161: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C1\_316\_D2\_b..... 104  
 Figura 162: Amplada de fissura per la biga C1\_316\_D2\_b ..... 104  
 Figura 163: Amplada de fissura per la biga C2\_212\_D1\_a ..... 105  
 Figura 164: Amplada de fissura per la biga C2\_212\_D1\_b ..... 106  
 Figura 165: Amplada de fissura per la biga C2\_212\_D2\_a ..... 107  
 Figura 166: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C2\_212\_D2\_b..... 108  
 Figura 167: Amplada de fissura per la biga C2\_212\_D2\_b ..... 108  
 Figura 168: Amplada de fissura per la biga C2\_216\_D1\_a ..... 109  
 Figura 169: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C2\_216\_D1\_b..... 110  
 Figura 170: Amplada de fissura per la biga C2\_216\_D1\_b ..... 111  
 Figura 171: Amplada de fissura per la biga C2\_216\_D2\_a ..... 111  
 Figura 172: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C2\_216\_D2\_b..... 112  
 Figura 173: Amplada de fissura per la biga C2\_216\_D2\_b ..... 112  
 Figura 174: Amplada de fissura per la biga C2\_316\_D1\_a ..... 113  
 Figura 175: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C2\_316\_D1\_b..... 114  
 Figura 176: Amplada de fissura per la biga C2\_316\_D1\_b ..... 115  
 Figura 177: Amplada de fissura per la biga C2\_316\_D2\_a ..... 116  
 Figura 178: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C2\_316\_D2\_b..... 117  
 Figura 179: Amplada de fissura per la biga C2\_316\_D2\_b ..... 117  
 Figura 180: Esquema de les zones de les bigues ..... 119

ÍNDIX DE TAULES:

Taula 1: Resultats de flexo tracció per el C1 segons l'assaig a compressió .....	13
Taula 2: Resultats de flexo tracció per el C1 segons l'assaig de tracció indirecta.....	13
Taula 3: Resultats de flexo tracció per el C2 segons l'assaig de compressió .....	13
Taula 4: Resultats de flexo tracció per el C2 segons l'assaig de tracció indirecta.....	14
Taula 5: Resultats de la granulometria .....	15
Taula 6: Resum amplada de fissura per les bigues C1_212 .....	89
Taula 7: Resum amplada de fissura per les bigues C1_216 .....	94
Taula 8: Resum amplada de fissura per les bigues C1_316 .....	100
Taula 9: Resum amplada de fissura per les bigues C2_212 .....	105
Taula 10: Resum amplada de fissura per les bigues C2_216.....	109
Taula 11: Resum amplada de fissura per les bigues C2_316.....	113
Taula 12: Amplada experimental i teòrica.....	118
Taula 13: Resum valors separació de fissura teòrics .....	119
Taula 14: Zona Pa per la biga C1_212_D1_a .....	119
Taula 15: Zona Pb per la biga C1_212_D1_a .....	120
Taula 16: Zona central per la biga C1_212_D1_a.....	120
Taula 17: Zona Pa per la biga C1_212_D1_b.....	120
Taula 18: Zona Pb per la biga C1_212_D1_b.....	120
Taula 19: Zona central per la biga C1_212_D1_b.....	120
Taula 20: Zona Pa per la biga C1_212_D2_a .....	120
Taula 21: Zona Pb per la biga C1_212_D2_a .....	121
Taula 22: Zona central per la biga C1_212_D2_a.....	121
Taula 23: Zona Pa per la biga C1_212_D2_b.....	121
Taula 24: Zona Pb per la biga C1_212_D2_b.....	121
Taula 25: Zona central per la biga C1_212_D2_b.....	121
Taula 26: Zona Pa per la biga C1_216_D1_a .....	122
Taula 27: Zona Pb per la biga C1_216_D1_a .....	122
Taula 28: Zona central per la biga C1_216_D1_a.....	122
Taula 29: Zona Pa per la biga C1_216_D1_b.....	122
Taula 30: Zona Pb per la biga C1_216_D1_b.....	122
Taula 31: Zona central per la biga C1_216_D1_b.....	122
Taula 32: Zona Pa per la biga C1_216_D2_a .....	122
Taula 33: Zona Pb per la biga C1_216_D2_a .....	123
Taula 34: Zona central per la biga C1_216_D2_a.....	123
Taula 35: Zona Pa per la biga C1_216_D2_b.....	123
Taula 36: Zona Pb per la biga C1_216_D2_b.....	123
Taula 37: Zona central per la biga C1_216_D2_b.....	123
Taula 38: Zona Pa per la biga C1_316_D1_a .....	123
Taula 39: Zona Pb per la biga C1_316_D1_a .....	124
Taula 40: Zona central per la biga C1_316_D1_a.....	124
Taula 41: Zona Pa per la biga C1_316_D1_b.....	124
Taula 42: Zona Pb per la biga C1_316_D1_b.....	124
Taula 43: Zona central per la biga C1_316_D1_b.....	124
Taula 44: Zona Pa per la biga C1_316_D2_a .....	125
Taula 45: Zona Pb per la biga C1_316_D2_a .....	125
Taula 46: Zona central per la biga C1_316_D2_a.....	125
Taula 47: Zona Pa per la biga C1_316_D2_b.....	125
Taula 48: Zona Pb per la biga C1_316_D2_b.....	125
Taula 49: Zona central per la biga C1_316_D2_b.....	125
Taula 50: Zona Pa per la biga C2_212_D1_a .....	126
Taula 51: Zona Pb per la biga C2_212_D1_a .....	126
Taula 52: Zona central per la biga C2_212_D1_a.....	126
Taula 53: Zona Pa per la biga C2_212_D1_b.....	126
Taula 54: Zona Pb per la biga C2_212_D1_b.....	126
Taula 55: Zona central per la biga C2_212_D1_b.....	126
Taula 56: Zona Pa per la biga C2_212_D2_a .....	127

Taula 57: Zona Pb per la biga C2\_212\_D2\_a..... 127

Taula 58: Zona central per la biga C2\_212\_D2\_a..... 127

Taula 59: Zona Pa per la biga C2\_212\_D2\_b..... 127

Taula 60: Zona Pb per la biga C2\_212\_D2\_b..... 128

Taula 61: Zona central per la biga C2\_212\_D2\_b..... 128

Taula 62: Zona Pa per la biga C2\_216\_D1\_a..... 128

Taula 63: Zona Pb per la biga C2\_216\_D1\_a..... 128

Taula 64: Zona central per la biga C2\_216\_D1\_a..... 128

Taula 65: Zona Pa per la biga C2\_216\_D1\_b..... 129

Taula 66: Zona Pb per la biga C2\_216\_D1\_b..... 129

Taula 67: Zona central per la biga C2\_216\_D1\_b..... 129

Taula 68: Zona Pa per la biga C2\_216\_D2\_a..... 129

Taula 69: Zona Pb per la biga C2\_216\_D2\_a..... 129

Taula 70: Zona central per la biga C2\_216\_D2\_a..... 129

Taula 71: Zona Pa per la biga C2\_216\_D2\_b..... 130

Taula 72: Zona Pb per la biga C2\_216\_D2\_b..... 130

Taula 73: Zona central per la biga C2\_216\_D2\_b..... 130

Taula 74: Zona Pa per la biga C2\_316\_D1\_a..... 130

Taula 75: Zona Pb per la biga C2\_316\_D1\_a..... 130

Taula 76: Zona central per la biga C2\_316\_D1\_a..... 131

Taula 77: Zona Pa per la biga C2\_316\_D1\_b..... 131

Taula 78: ZonaPb per la biga C2\_316\_D1\_b..... 131

Taula 79: Zona central per la biga C2\_316\_D1\_b..... 131

Taula 80: Zona Pa per la biga C2\_316\_D2\_a..... 131

Taula 81: Zona Pb per la biga C2\_316\_D2\_a..... 132

Taula 82: Zona central per la biga C2\_316\_D2\_a..... 132

Taula 83: Zona Pa per la biga C2\_316\_D2\_b..... 132

Taula 84: Zona Pb per la biga C2\_316\_D2\_b..... 132

Taula 85: Zona central per la biga C2\_316\_D2\_b..... 132

## A. ANNEXES DE LA MEMÒRIA

En aquest apartat de la memòria s'estudiaran els diferents assaigs de les provetes de formigó, a l'igual que s'explica el procediment d'una granulometria i es fa un recull de tots els gràfics extrets de l'anàlisi de dades dels valors obtinguts en els assaigs.

### A.1 PROVETES DE FORMIGÓ

Degut a que el valor real de la resistència del formigó és pràcticament impossible de saber en l'obra es realitzen provetes de formigó. A l'hora del formigonat de l'obra es creen uns cilindres de 30cm d'alçada i 15 de diàmetre. Un cop ha passat el temps d'enduriment es realitzen tres assaigs diferents:

- resistència a compressió
- resistència a tracció indirecte
- resistència a flexo tracció

A vegades, per tal de tenir un estudi més acurat del formigó s'extreuen testimonis de l'obra. Els testimonis s'extreuen directament de l'estructura, un cop han passat un mínim de 28 dies.

Les provetes de formigó són fabricades en grups de 3 a 4 motlles i són anomenades sèries de provetes, aquestes són confeccionades a l'obra i deixades allà fins al seu enduriment; després són transportades al laboratori per al seu desemmotllat i entrada a la cambra de conservació (Figura 1) sota condicions de temperatura i humitat controlades ( $20 \pm 2$  °C i  $> 95\%$  H.R.).



Figura 1: Cambra de conservació

Cambra humida de coratge, amb condicions controlades de temperatura i humitat relativa.

La EHE especifica que com a mínim es trencaran 2 provetes cilíndriques a 28 dies, encara que habitualment se'n trenca també una als 7 dies per conèixer l'evolució de la resistència del formigó.



### A.1.1 RESISTÈNCIA A COMPRESSIÓ ( $f_c$ ):

Abans de l'assaig a compressió (trencament de la proveta, Figura 2), aquesta es recapça amb una capa anivellant de morter de sofre, i passades unes hores s'efectua l'assaig usant una premsa hidràulica controlada per ordinador (Figura 3) i calibrada periòdicament cada cert nombre d'assajos per una entitat acreditada per ENAC.



Figura 2: Assaig a compressió



Figura 3: Ordinador per el control i calibració en l'assaig

Els resultats obtinguts són les càrregues màximes de trencament en (kN), i aquestes és converteixen a resistència o tensió en  $N/mm^2$ . o el que és el mateix MPa. (megapascals).  $1 N/mm^2 = 1 MPa$ . i equival aproximadament a  $10,2 Kgf/cm^2$ . (kilogram força per centímetre quadrat) que són també unitats de resistència o tensió.

De cada sèrie obtenim 2 o 3 resultats de resistència a 28 dies amb la qual podem fer una mitjana aritmètica per tal d'obtenir resultats més concrets:

Varem realitzar els assajos a compressió normalitzat segons UNE 83.304/84. Realitzat als laboratoris del CECAM.

C1

En aquesta tanda les bigues es van formigonar amb una sola cuba i es van treure tres provetes per assajar-les a compressió.

Dates:

- Data formigonat: 22-05-07 / Data assaig: 22-06-07 com que els assajos es van realitzar entre 28 i 35 dies després del formigonat, s'adopta una resistència intermèdia de data d'assaig de 31 dies.

- Hem de passar els resultats a 28 dies per poder-los comparar amb els teòrics. Per fer-ho utilitzem la norma MC 90 que ens dóna les següents fórmules:

$$f_{cm}(t) = \beta_{cc}(t) \cdot f_{cm}$$

on:  $\beta_{cc}(t) = e^{s(1-\sqrt{28/t})}$ , s = coeficient segons el tipus de ciment (0,25 normal)

	31 dies	28 dies
Compressió proveta 1	32.8 MPa	31.21 MPa
Compressió proveta2	31.1 MPa	29.59 MPa
Compressió proveta 3	32.3 MPa	30.73 MPa
Mitja:	<u>32.07 MPa</u>	<u>30.51MPa</u>

C2

Bigues formigonades de dues en dues (a i b). El formigó es va fabricar in situ. Es van fer provetes i testimonis de bigues.

### PROVETES

Sèrie D1: Provetes a compressió (20-04-2007) a 29 dies

- Ref. 2: 46,1 MPa
- Ref. 2: 44,1 MPa
- Ref. 2: 45,5 MPa

Mitja: 45,23 MPa (45,03 MPa a 28 dies)

Sèrie D2: Provetes a compressió (02-05-2007) a 41 dies

- Ref. 1: 52,0 MPa
- Ref. 1: 49,9 MPa
- Ref. 2: 49,2 MPa

Mitja: 50,37 MPa (48,23 MPa a 28 dies)

TESTIMONIS (02-05-2007) a 41 dies

- C2-212-D1: Biga a: 65,2 MPa, Biga b: 50,6 MPa  
Mitja: 57,9 MPa (55,44MPa a 28 dies)
- C2-216-D1-b: 55,1 MPa (52,75 MPa a 28 dies)
- C2-316-D1-a: 50,7 Mpa(48,54 MPa a 28 dies)
- C2-212-D2 a: 34,6 MPa (41d) (33,13MPa a 28 d)
- C2-212-D2 b: 40,7 MPa (63 d) (37,44MPa a 28 d)
- Mitja: 35,28 (28 d)

Els testimonis de formigó són uns blocs que es treuen de l'obra un cop feta i ja havent passat els 28 dies que es necessiten perquè fragui correctament.

Normalment es treuen testimonis de les obres per tal de determinar més exactament la resistència del material.

RESUM PROVETES I TESTIMONIS (Resultats a 35 dies)

Resum 35 dies	Provetes	Testimonis (28d)	Adoptem
C2_212_D1	46.23	55.44	<u>46.23MPa</u>
C2_216_D1	46.23	52.75	<u>46.23MPa</u>
C2_316_D1	46.23	48.54	<u>46.23MPa</u>
C2_212_D2	49.51	36.22(35d)	<u>36.22MPa</u>
C2_216_D2	49.51	NO	<u>49.51MPa</u>
C2_316_D2	49.51	NO	<u>49.51MPa</u>

Adoptem sempre el resultat de la proveta, excepte en el cas de les bigues C2\_212\_D2. En aquestes hem adoptat la compressió del testimoni perquè van ser les de les primeres amassades i donen uns resultats molt inferiors als esperats.

A.1.2 TRACCIÓ INDIRECTA (fct,sp):

L'assaig a tracció indirecta per compressió consisteix en sotmetre una proveta cilíndrica a una càrrega lineal de compressió, estàtica i dinàmica, en dues generatrius oposades. De tal manera que es provoquen unes tensions de tracció uniformes al llarg del pla determinat per les generatrius d'aplicació de la càrrega, permeten així el càlcul de resistència a tracció, tal com es pot veure en la Figura 4.

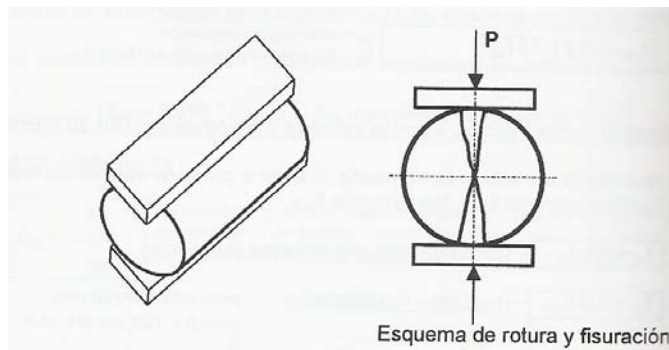


Figura 4: Esquema d'assaig a tracció indirecte

Assaig a tracció normalitzat segons UNE 83.306/85 (Assaig brasileny). Realitzat als laboratoris del CECAM.

Normalment no es pot confiar en la resistència a tracció del formigó, es confia que té una resistència a la tracció de l'adherència, esforç tallant, però no molt, per tal d'estudiar els ELU es considera que el formigó a tracció no treballa.

## C1

Dates:

- Data formigonat: 22-05-07 / Data assaig: 22-06-07, a l'igual que abans també fem la mitja dels dies d'assaig i agafem els resultats a 29 dies
- Hem de passar els resultats a 28 dies per poder-los comparar amb els teòrics. Per fer-ho transformem la resistència a tracció a la de compressió, passem aquesta a 28 dies, després a 29 dies i la tornem a passar a resistència de tracció

	31 dies	29 dies
Tracció Indirecta 1	3.2 MPa	3.16 MPa
Tracció Indirecta 2	3.2 MPa	3.16 MPa
Mitjana:	<u>3.2 MPa</u>	<u>3.16 MPa</u>

## C2

Sèrie D1 Tracció indirecta (20-04-2007) a 29 dies

- Ref. 2: 19,28 Tn = 2,68 MPa
- Ref. 2: 21,50 Tn = 2,98 MPa

Mitja: 2,83 MPa (2,82 MPa a 28 d)

Sèrie D2 Tracció indirecta (02-05-2007) a 41 dies

- Ref. 1: 25,32 = 3,51 MPa
- Ref. 1: 31,01 = 4,30 MPa

Mitja: 3,91 MPa (3.78 MPa a 29 d)

### A.1.3 RESISTÈNCIA A FLEXO - TRACCIÓ (fct,fl):

Per obtenir la resistència a flexo- tracció hi ha dues maneres:

- A partir de la resistència a compressió i de la resistència a tracció indirecta, a través dels valors obtinguts en els 2 assaigs anteriors.
- Fer l'assaig, l'esquema del qual es pot veure en la Figura 5

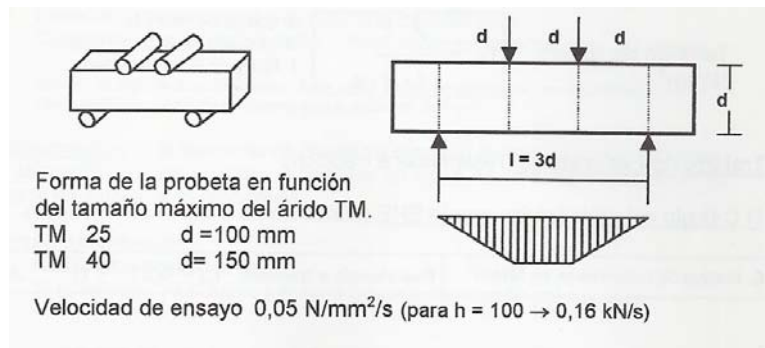


Figura 5: Esquema d'assaig a flexo-tracció

En el nostre estudi hem calculat la resistència a flexo- tracció de la primera manera, a partir de les fórmules dels dos assaigs anteriors.

Estudiem les opcions que plantegen 4 normes:

1. Model Code 90:

a. A partir de la resistència a compressió

$$f_{cm} \rightarrow f_{ck} = f_{cm} - 8 \rightarrow f_{ctm} = 1,40 \left( \frac{f_{ck}}{10} \right)^{2/3} \rightarrow f_{ct,fl} = \frac{f_{ctm}}{\left( \frac{1,5 \cdot (h_b/100)^{0,7}}{1 + 1,5 \cdot (h_b/100)^{0,7}} \right)}$$

b. A partir de la resistència a tracció indirecta

$$f_{ct,sp} \rightarrow f_{ctm} = 0,9 f_{ct,sp} \rightarrow f_{ct,fl} = \frac{f_{ctm}}{\left( \frac{1,5 \cdot (h_b/100)^{0,7}}{1 + 1,5 \cdot (h_b/100)^{0,7}} \right)}$$

2. Eurocodi 2:

a. A partir de la resistència a compressió

$$f_{cm} \rightarrow f_{ck} = f_{cm} - 8 \rightarrow f_{ctm} = 0,30 (f_{ck})^{2/3} \rightarrow f_{ct,fl} = 2 \cdot f_{ctm}$$

b. A partir de la resistència a tracció indirecta

$$f_{ct,sp} \rightarrow f_{ctm} = 0,9 f_{ct,sp} \rightarrow f_{ct,fl} = 2 \cdot f_{ctm}$$

3. EHE

a. A partir de la resistència a compressió

$$f_{cm} \rightarrow f_{ck} = f_{cm} - 8 \rightarrow f_{ctm} = 0,30 (f_{ck})^{2/3} \rightarrow f_{ct,fl} = \frac{f_{ctm}}{\left( \frac{1,5 \cdot (h_b/100)^{0,7}}{1 + 1,5 \cdot (h_b/100)^{0,7}} \right)}$$

b. A partir de la resistència a tracció indirecta

4. ACI:  $f_{ct,sp}(f_{ci}) \rightarrow f_{ctm} = 0,9f_{ct,sp} \rightarrow f_{ct,fl} = \frac{f_{ctm}}{\left( \frac{1,5 \cdot (h_b / 100)^{0,7}}{1 + 1,5 \cdot (h_b / 100)^{0,7}} \right)}$   
 $f_r = 0.62\sqrt{f_c}$

C1

a. A partir d'assaig de compressió (Taula 1):

Provetes	MC-90		EC-2		EHE		ACI
$f_{cm}$	$f_{ctm}$	$f_{ct,fl}$	$f_{ctm}$	$f_{ct,fl}$	$f_{ctm}$	$f_{ct,fl}$	$f_{ct,fl}$
30.51	2.95	4.20	2.93	5.86	2.93	4.18	2.94

Taula 1: Resultats de flexo tracció per el C1 segons l'assaig a compressió

Resultats amb MPa i a 28 dies

b. A partir de tracció indirecta (Taula 2):

Provetes	MC-90		EC-2		EHE	
$f_{ct,sp}$	$f_{ctm}$	$f_{ct,fl}$	$f_{ctm}$	$f_{ct,fl}$	$f_{ctm}$	$f_{ct,fl}$
3.04	2.74	3.90	2.74	5.47	2.74	3.90

Taula 2: Resultats de flexo tracció per el C1 segons l'assaig de tracció indirecta

Resultats amb MPa i a 28 dies

C2

a. A partir d'assaig de compressió (Taula 3):

Provetes		MC-90		EC-2		EHE		ACI
Nom	$f_{cm}$	$f_{ctm}$	$f_{ct,fl}$	$f_{ctm}$	$f_{ct,fl}$	$f_{ctm}$	$f_{ct,fl}$	$f_{ct,fl}$
C2_212_D1	45.03	3.82	5.44	3.80	7.59	3.80	5.41	3.77
C2_216_D1	45.03	3.82	5.44	3.80	7.59	3.80	5.41	3.77
C2_316_D1	45.03	3.82	5.44	3.80	7.59	3.80	5.41	3.77
C2_212_D2	35.28	3.24	4.63	3.23	6.45	3.23	4.60	3.24
C2_216_D2	48.23	4.00	5.70	3.98	7.95	3.98	5.67	3.93
C2_316_D2	48.23	4.00	5.70	3.98	7.95	3.98	5.67	3.93

Taula 3: Resultats de flexo tracció per el C2 segons l'assaig de compressió

Resultats amb MPa i a 28 dies

b. A partir de tracció indirecta (Taula 4):

Provetes		MC-90		EC-2		EHE	
Nom	$f_{ct,sp}$	$f_{ctm}$	$f_{ct,fl}$	$f_{ctm}$	$f_{ct,fl}$	$f_{ctm}$	$f_{ct,fl}$
C2_212_D1	2.82	2.54	3.62	2.54	5.08	2.54	3.62
C2_216_D1	2.82	2.54	3.62	2.54	5.08	2.54	3.62
C2_316_D1	2.82	2.54	3.62	2.54	5.08	2.54	3.62
C2_212_D2	3.74	3.37	4.80	3.37	6.73	3.37	4.80
C2_216_D2	3.74	3.37	4.80	3.37	6.73	3.37	4.80
C2_316_D2	3.74	3.37	4.80	3.37	6.73	3.37	4.80

Taula 4: Resultats de flexo tracció per el C2 segons l'assaig de tracció indirecta

Resultats amb MPa i a 28 dies

## A.2 GRANULOMETRIA

Per tal de poder estudiar més bé el comportament dels àrids del formigó dels primers assaigs, C2 de 50MPa fabricat in situ es procedeix a fer una granulometria.

Una granulometria consisteix en observar els percentatges de les mides del gra.

Es van fer dues granulometries, tal com indica l'apartat 3.3.1 Formigó de la memòria, una per la sorra i l'altra per la grava.

El procediment que es va seguir és el següent:

- Es va pesar la mostra de la grava/sorra que es volia estudiar.
- Es van agafar diferents tamisos (Figura 6) per tal de poder separar els diferents diàmetres de grava/sorra.



Figura 6: Tamís per la granulometria

- Un cop tenim el muntatge dels tamisos (Figura 7) fet es buida la grava/sorra a dins per tal de fer la granulometria.

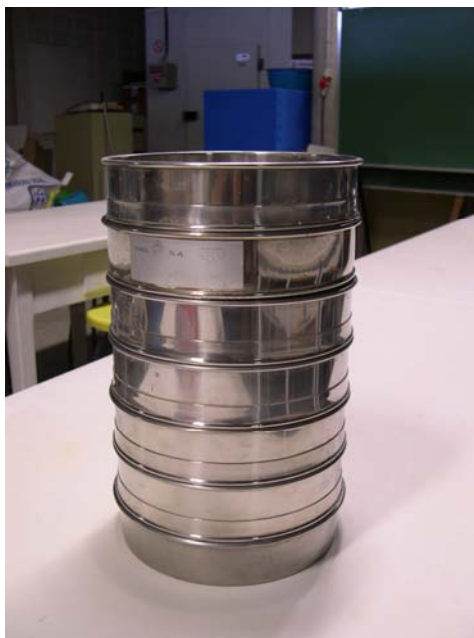


Figura 7: Muntatge de tamisos

- La grava/sorra es va filtrant per els diferents tamisos fent que en cada tamís quedi la grava/sorra de diàmetre superior.
- Es pesa cada quantitat de grava/sorra per cada tamís obtenint així les dades mostrades en la Taula 5:

ÀRIDS		
Tamís	gr	percentatge
16mm		
10mm	554,8	30,45%
8mm	435,4	23,90%
5mm	697,1	38,26%
4mm	65,9	3,62%
2mm	42,6	2,34%
1mm	9,2	0,50%
restes	16,8	0,92%

SORRA		
Tamís	gr	percentatge
2mm	45	7,02%
1mm	141,9	22,13%
0,63mm	145	22,61%
0,50mm	80,7	12,58%
0,250mm	168,6	26,29%
0,125mm	41,4	6,46%
restes	18,7	2,92%

suma	1821,8	100,00%
------	--------	---------

suma	641,3	100,00%
------	-------	---------

pesat	1821,9
-------	--------

pesat	641,2
-------	-------

Taula 5: Resultats de la granulometria

Els números finals poden variar per culpa dels decimals.

### A.3 ANÀLISI DE LA CURVATURA



En aquest apartat de l'annex de la memòria hi ha la representació de tots els gràfics per cada biga de la curvatura donada per l'extensòmetre mecànic i per la mitja dels inclinòmetres.

En l'eix d'abscisses hi ha representades les distàncies des del primer recolzament de la biga fins el punt de cada curvatura estudiada. En l'eix de coordenades hi ha els valors de curvatura extrets dels càlculs de les rutines del Matlab, ja estudiades en la memòria.

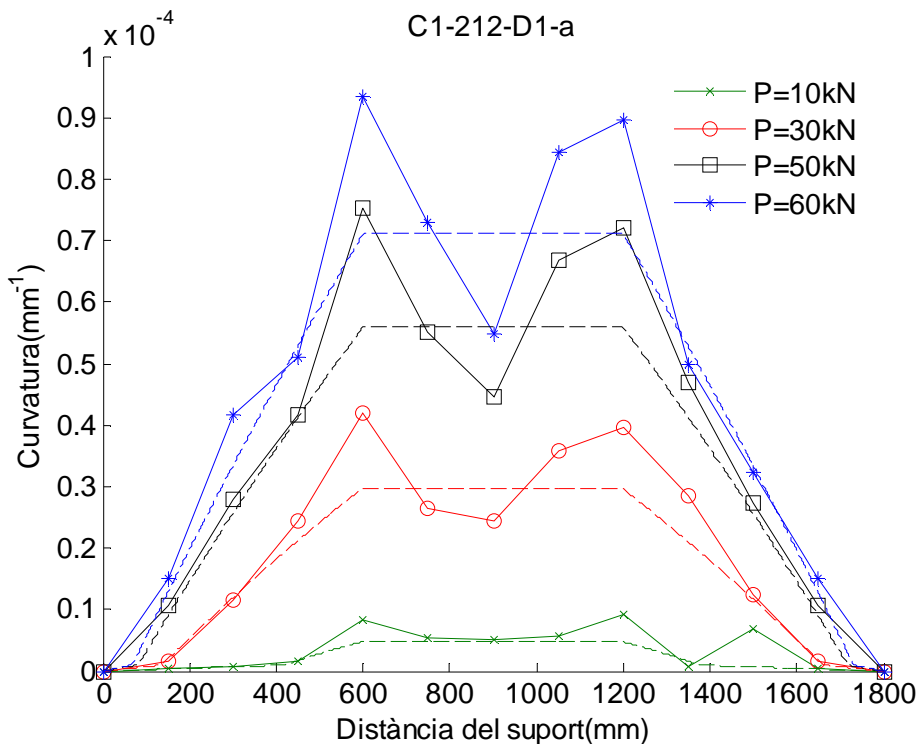


Figura 8: Resultat de les curvatures per la biga C1\_212\_D1\_a

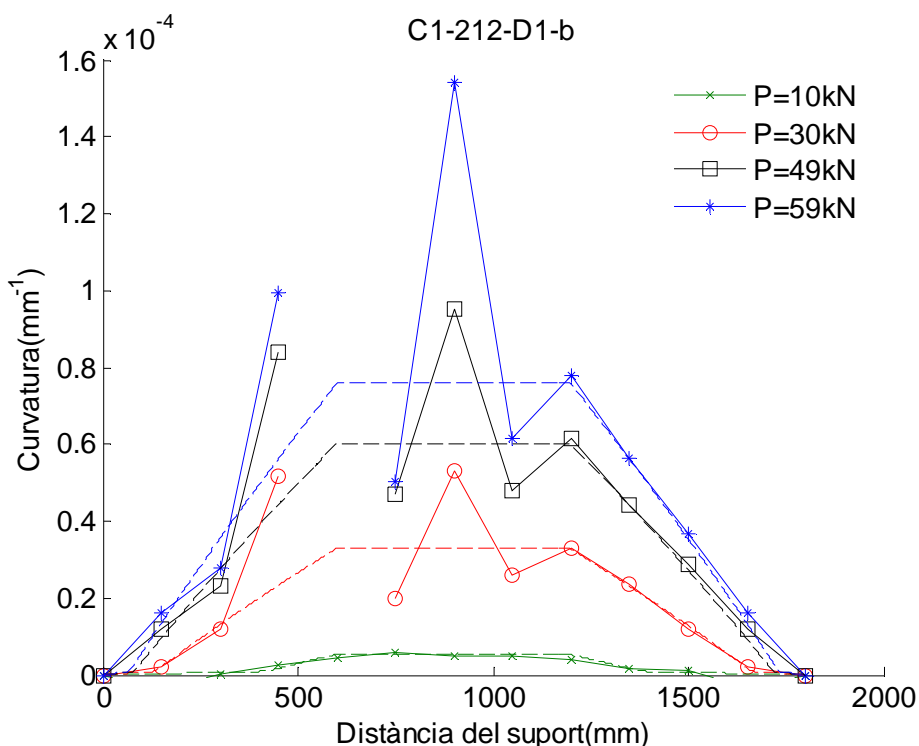


Figura 9: Resultat de les curvatures per la biga C1\_212\_D1\_b

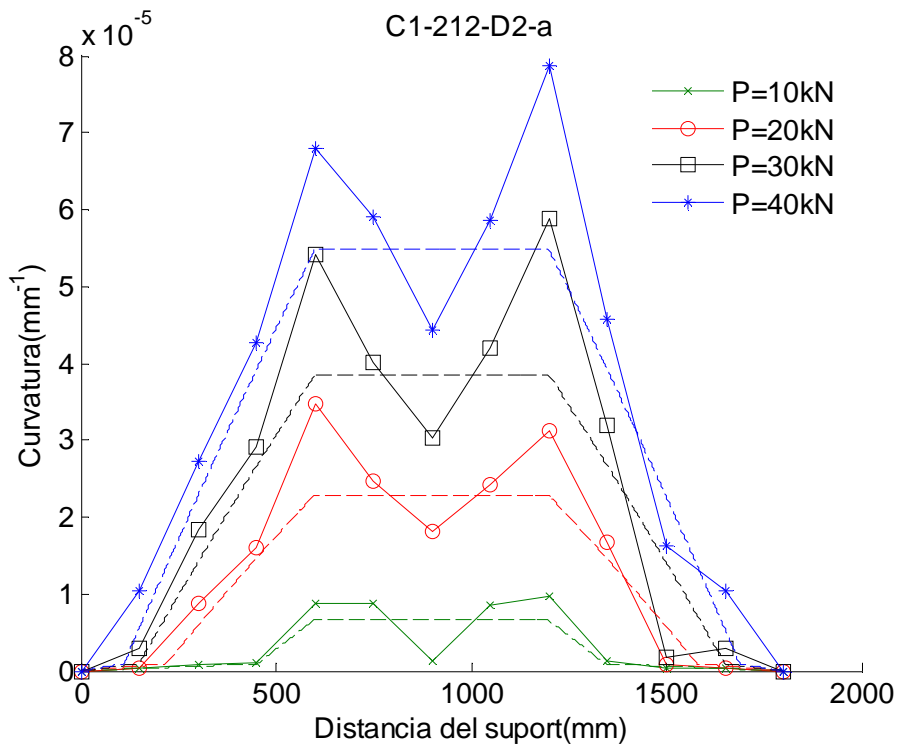


Figura 10: Resultat de les curvatures per la biga C1\_212\_D2\_a

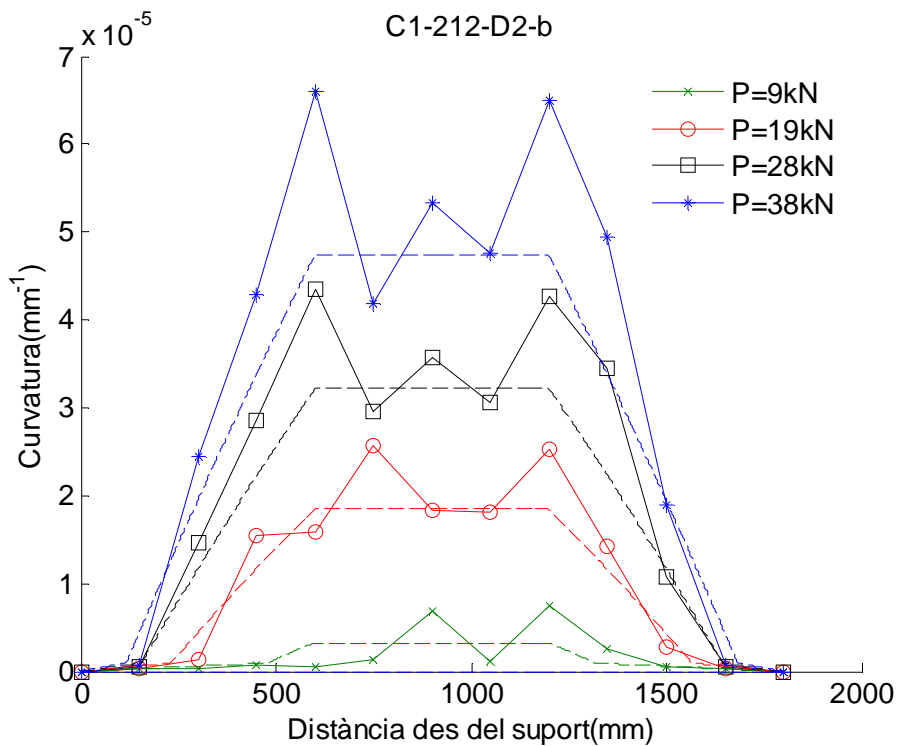


Figura 11: Resultat de les curvatures per la biga C1\_212\_D2\_b

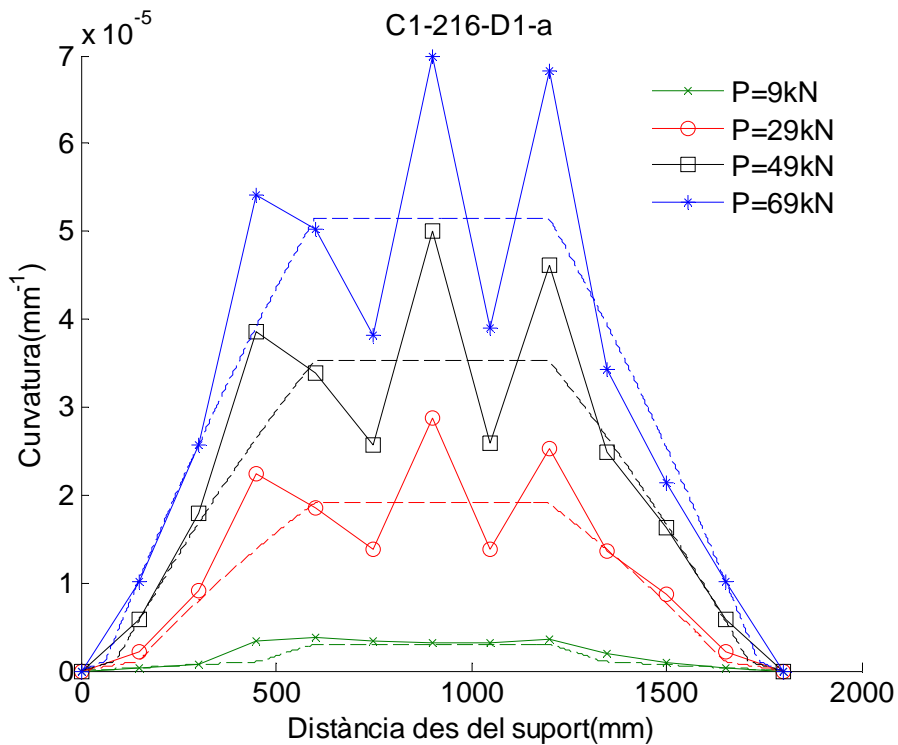


Figura 12: Resultat de les curvatures per la biga C1\_216\_D1\_a

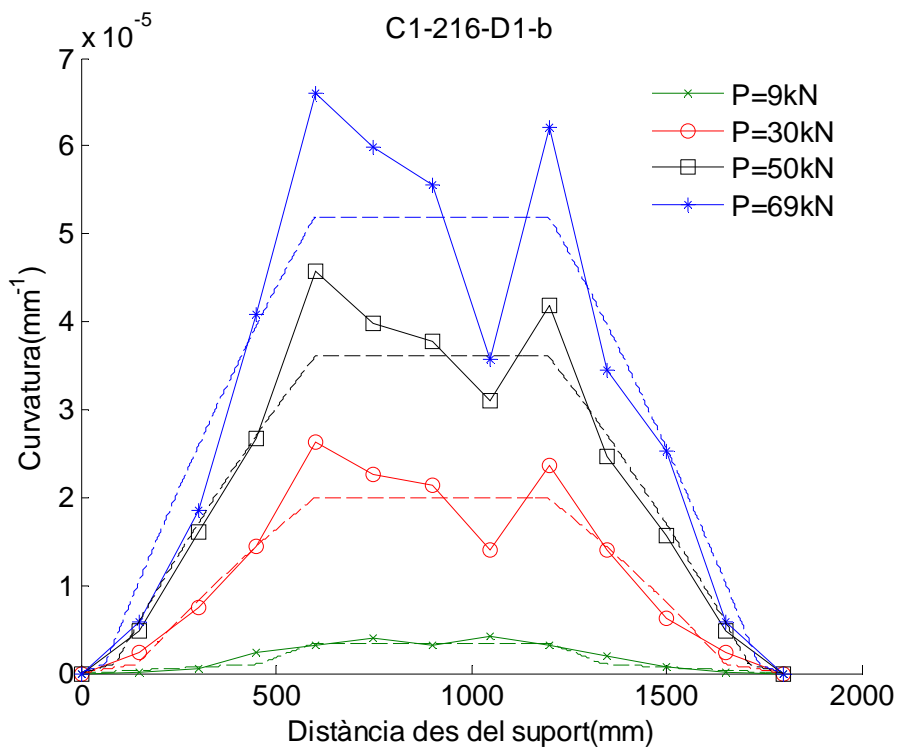


Figura 13: Resultat de les curvatures per la biga C1\_216\_D1\_b

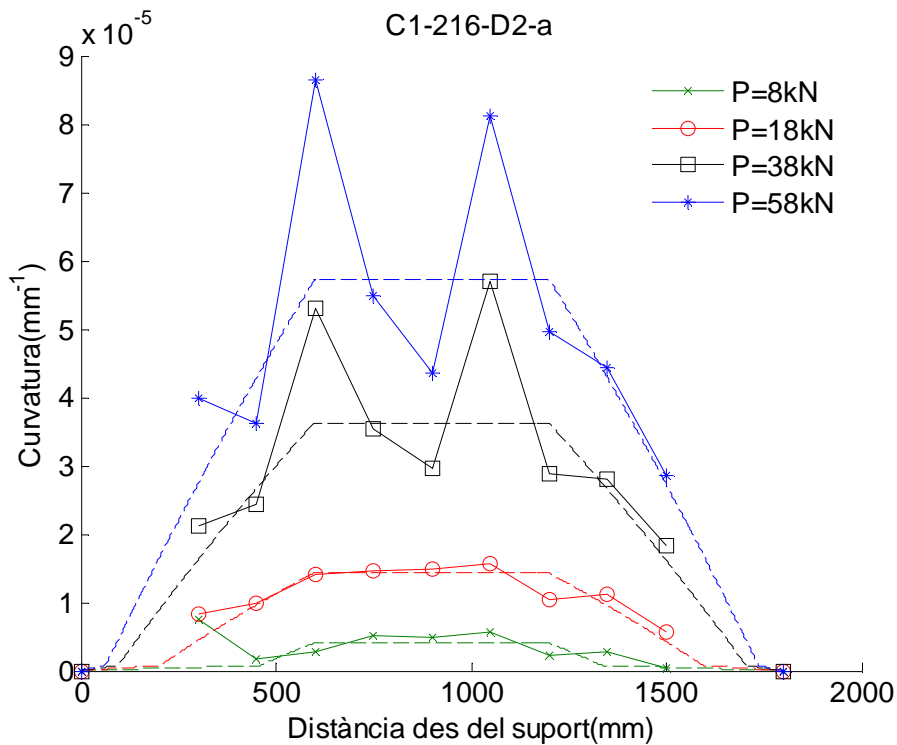


Figura 14: Resultat de les curvatures per la biga C1\_216\_D2\_b

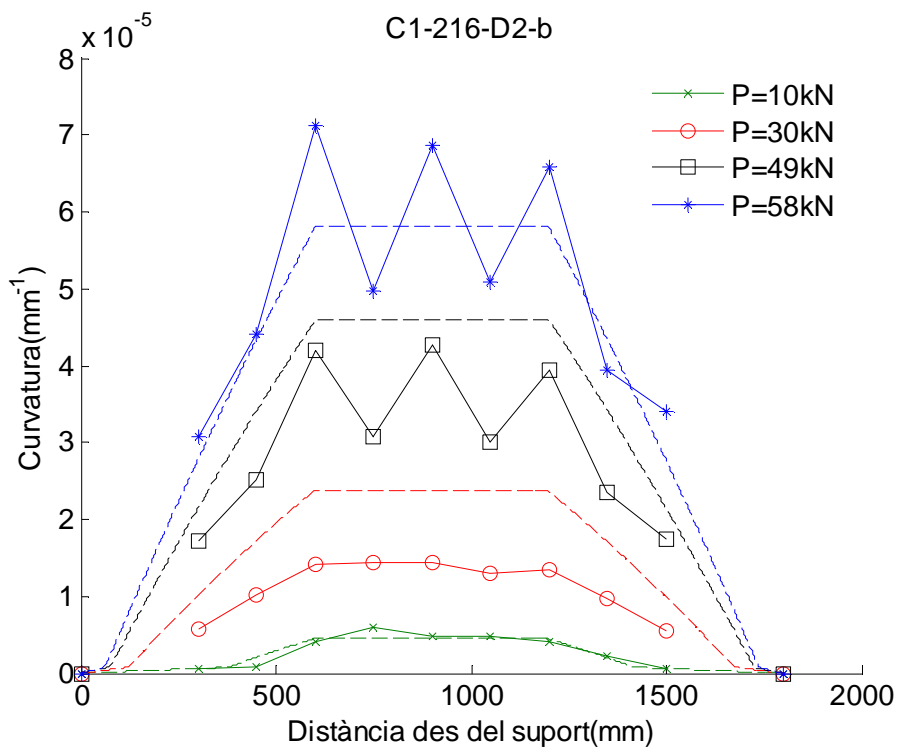


Figura 15: Resultat de les curvatures per la biga C1\_216\_D2\_b

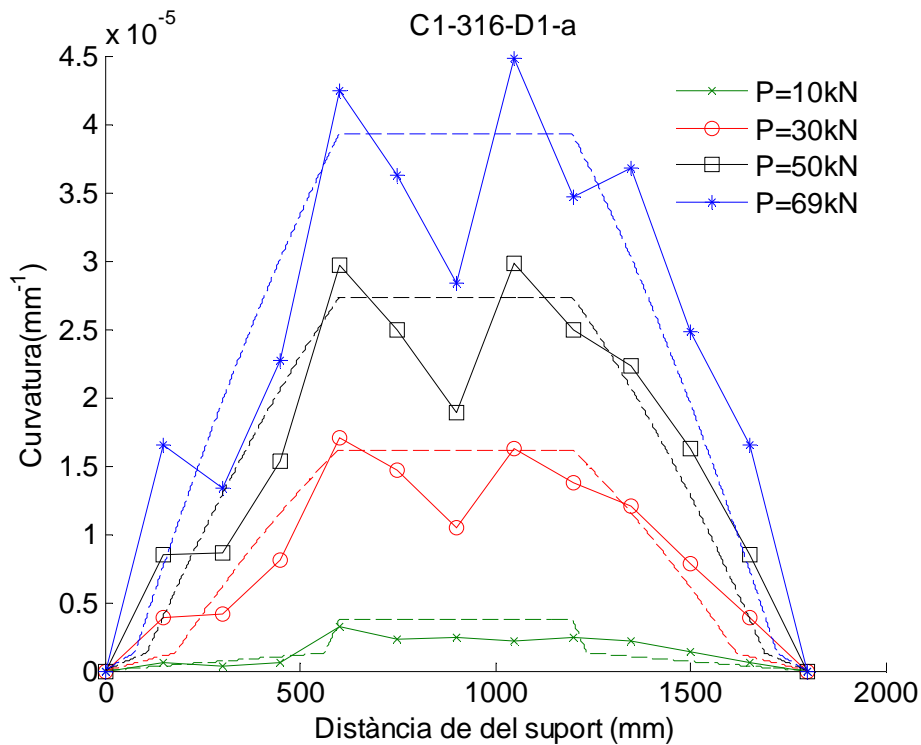


Figura 16: Resultat de les curvatures per la biga C1\_316\_D1\_a

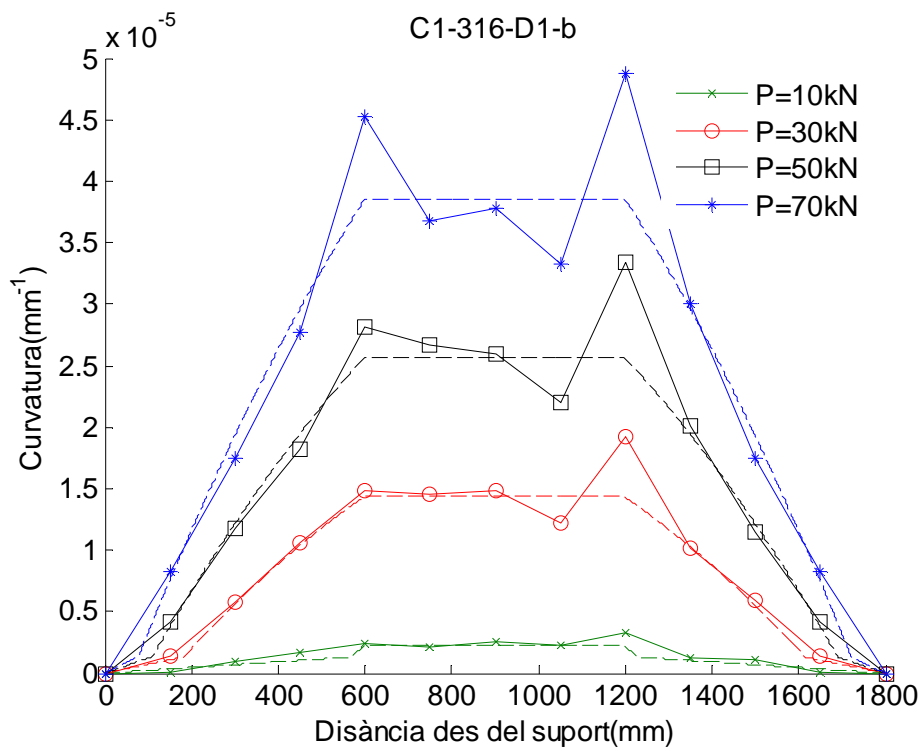


Figura 17: Resultat de les curvatures per la biga C1\_316\_D1\_b

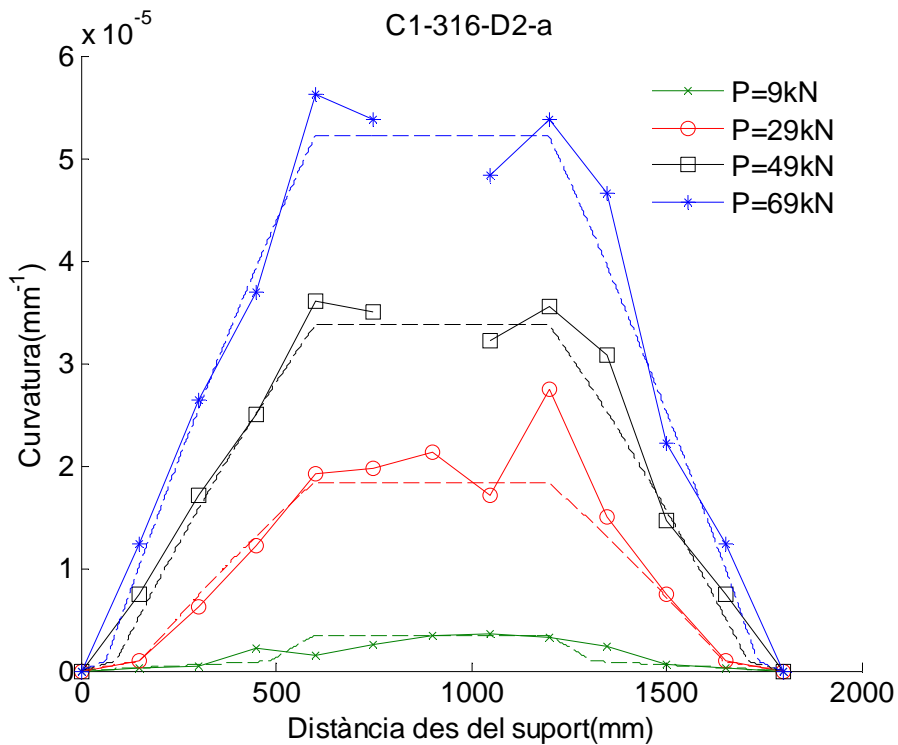


Figura 18: Resultat de les curvatures per la biga C1\_316\_D2\_a

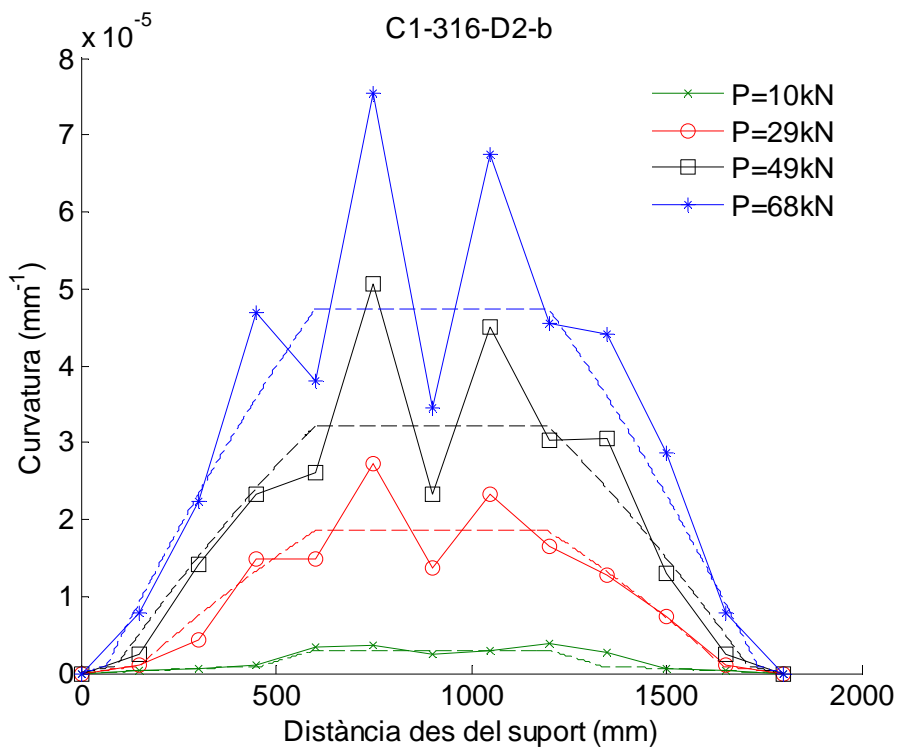


Figura 19: Resultat de les curvatures per la biga C1\_316\_D2\_b

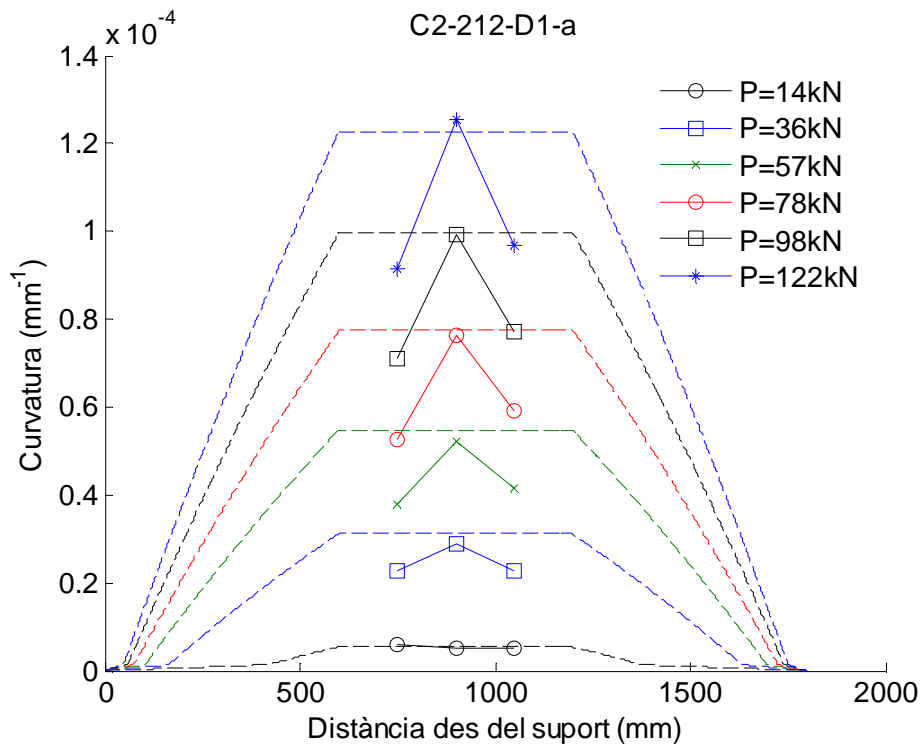


Figura 20: Resultat de les curvatures per la biga C2\_212\_D1\_a

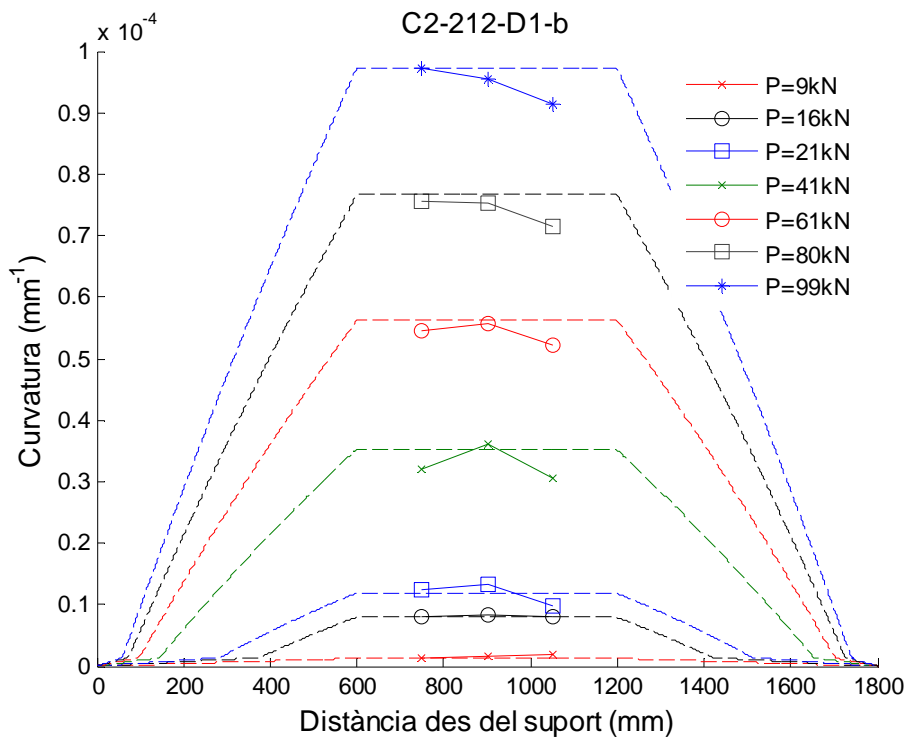


Figura 21: Resultat de les curvatures per la biga C2\_212\_D1\_b

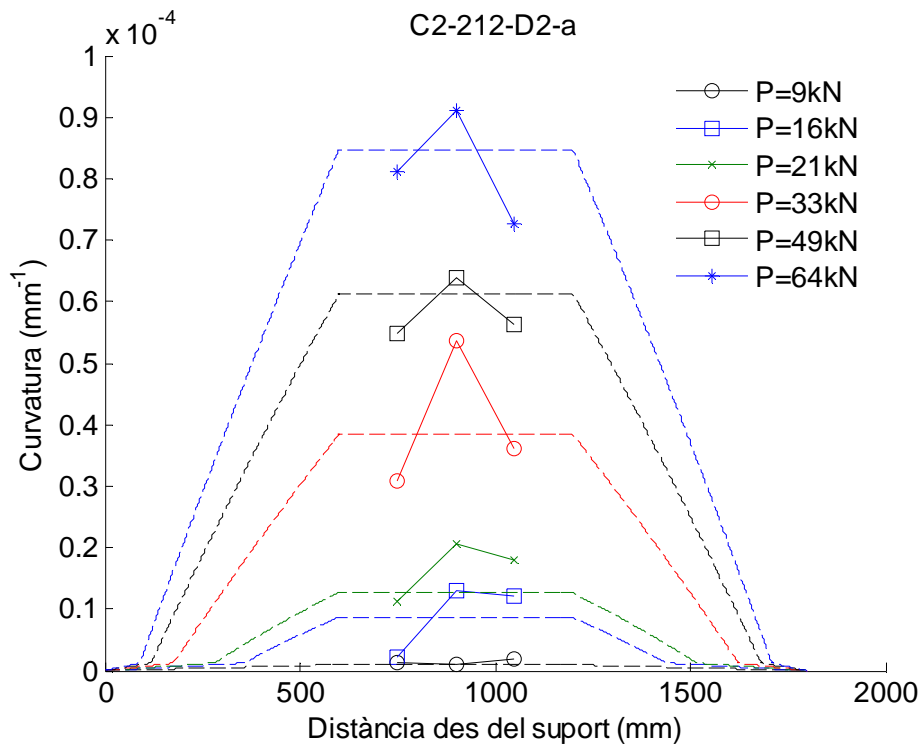


Figura 22: Resultat de les curvatures per la biga C2\_212\_D2\_a

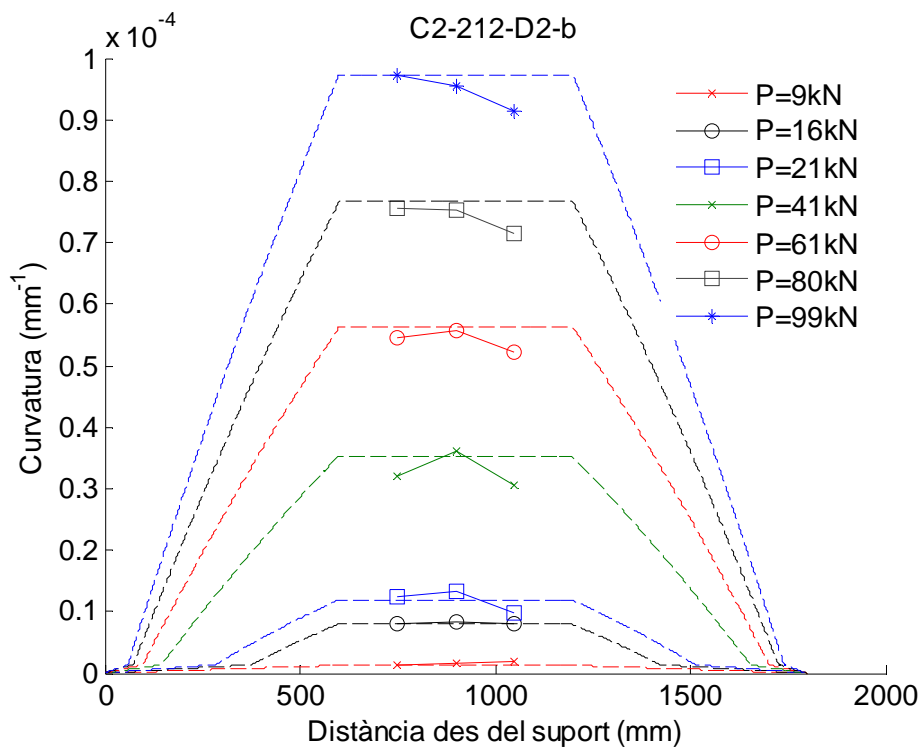


Figura 23: Resultat de les curvatures per la biga C2\_212\_D2\_b



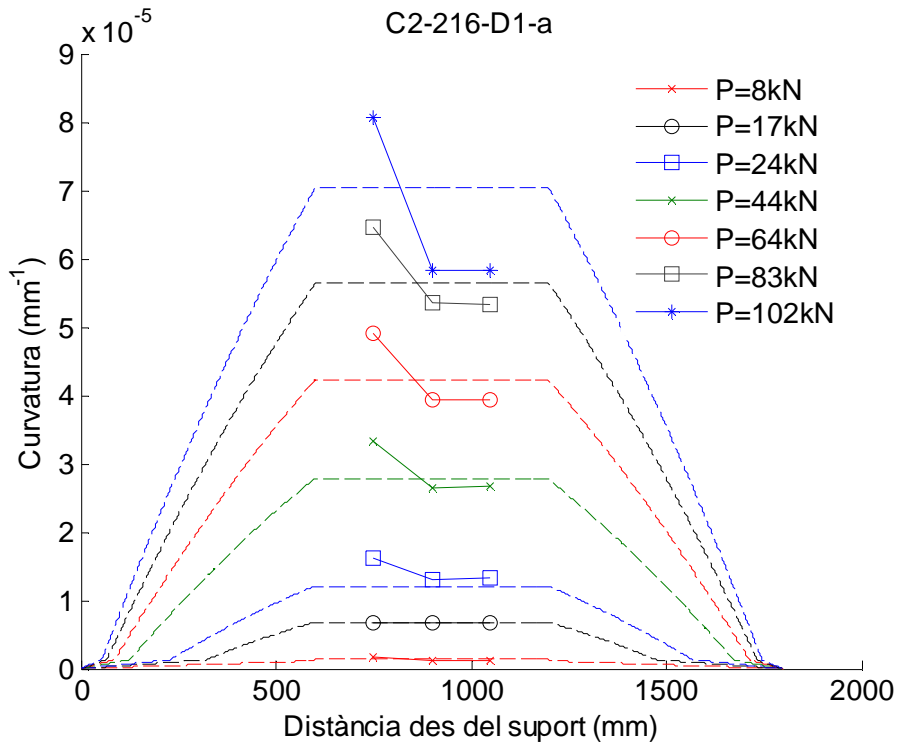


Figura 24: Resultat de les curvatures per la biga C2\_216\_D1\_a

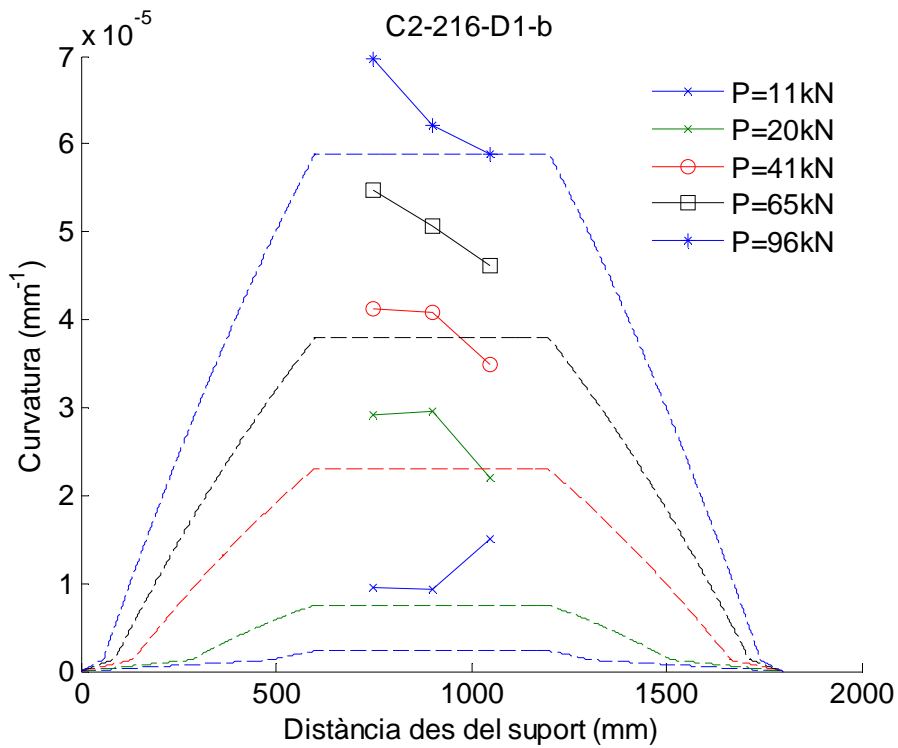


Figura 25: Resultat de les curvatures per la biga C2\_216\_D1\_b

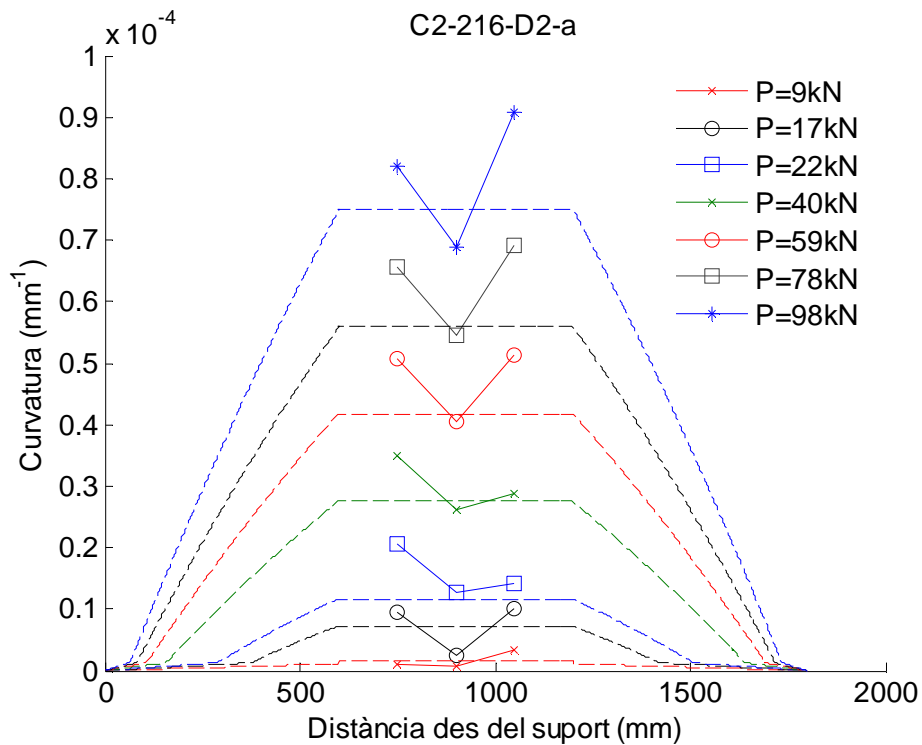


Figura 26: Resultat de les curvatures per la biga C2\_216\_D2\_a

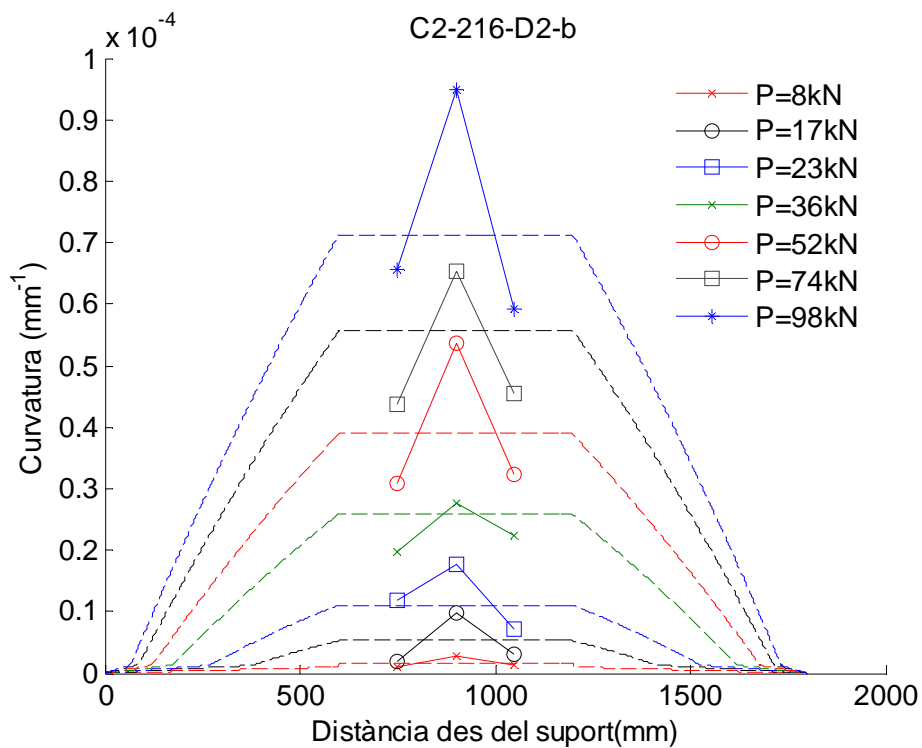


Figura 27: Resultat de les curvatures per la biga C2\_216\_D2\_a

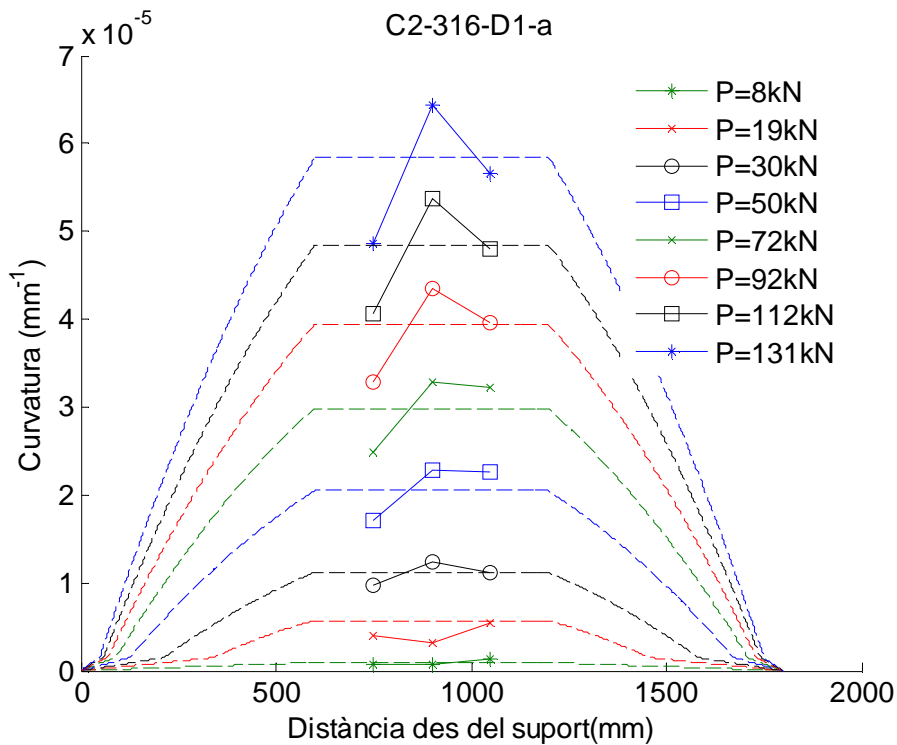


Figura 28: Resultat de les curvatures per la biga C2\_316\_D1\_a

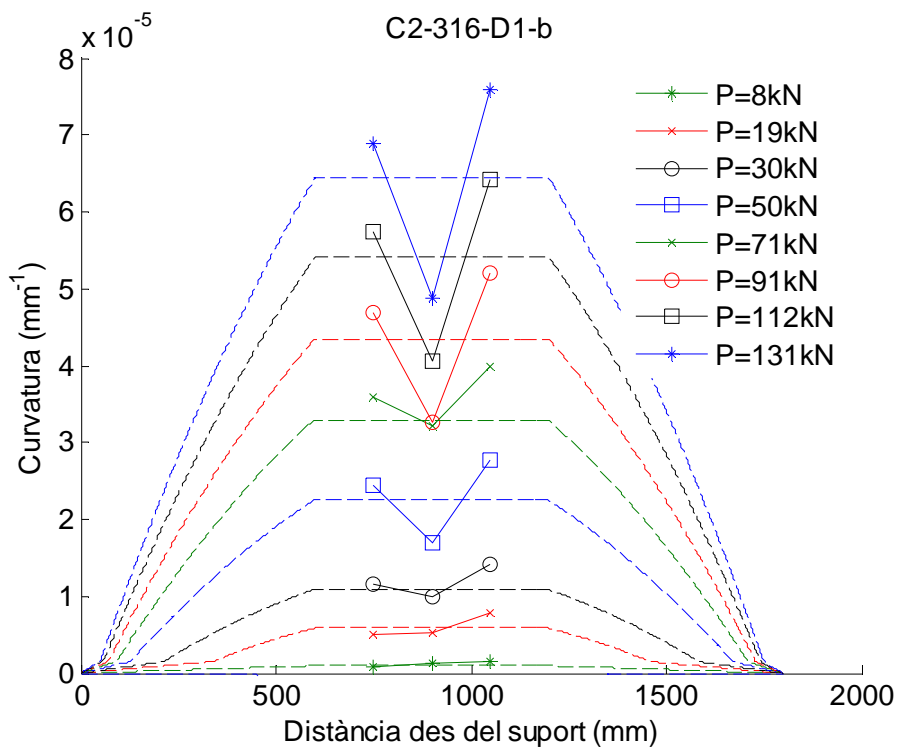


Figura 29: Resultat de les curvatures per la biga C2\_316\_D1\_b

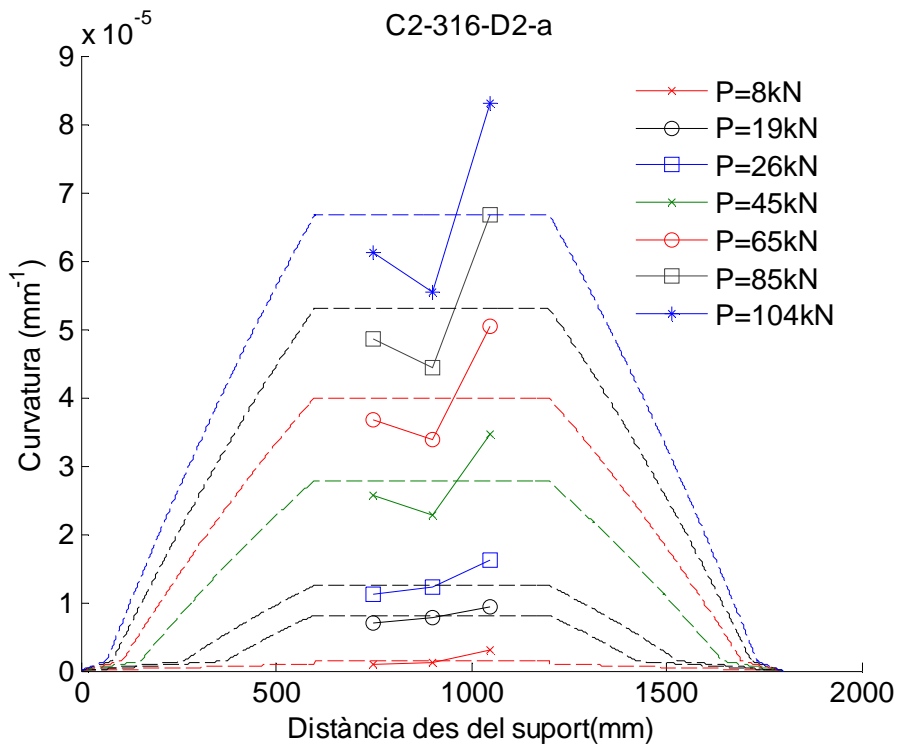


Figura 30: Resultat de les curvatures per la biga C2\_316\_D2\_a

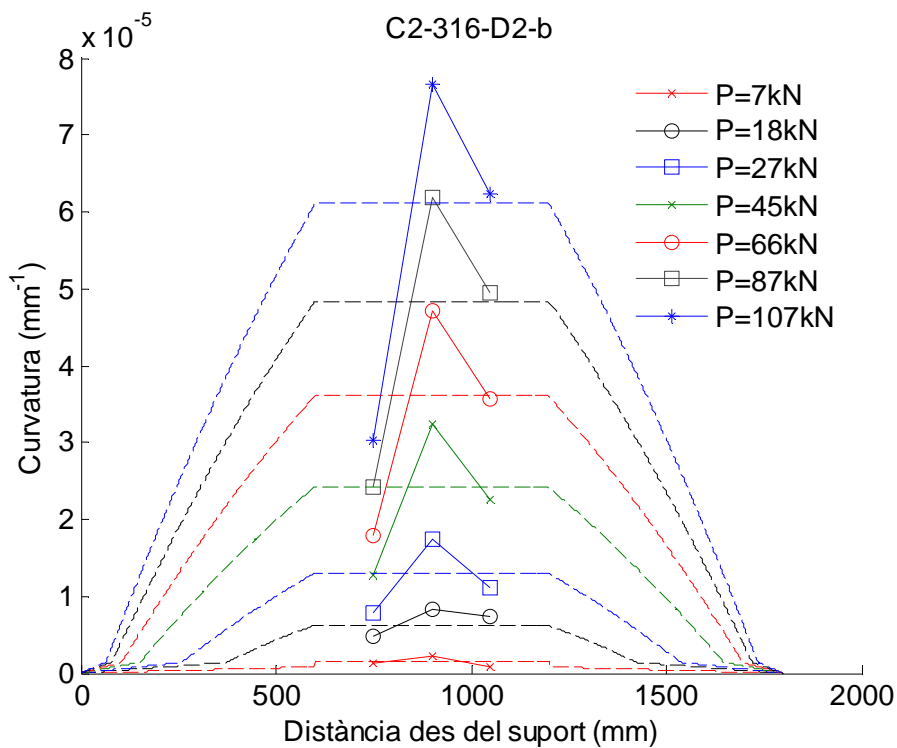


Figura 31: Resultat de les curvatures per la biga C2\_316\_D2\_b

#### A.4 MOMENT DE FISSURACIÓ

En els eixos d'abscisses d'aquests gràfics es pot observar la deformació trobada a través dels valors experimentals dels transductors. En la teoria, en l'eix d'abscisses hi ha la deformació que segueix la biga en funció de les normes i dels valors experimentals.

En l'eix de coordenades de la part experimental i teòrica hi ha la representació de la càrrega en kN que té la biga en cada instant de temps programat.

En el primer apartat d'en aquest annex A.4 es poden veure els gràfics experimentals de com s'han trobat les càrregues de fissuració (creuament de la recta de tendència fissurada i tendència no fissurada) per després poder trobar el moment de fissuració.

En el segon apartat es pot veure la comprovació de com les normes segueixen el moment de fissuració trobat en el primer apartat.

##### A.4.1 PART EXPERIMENTAL

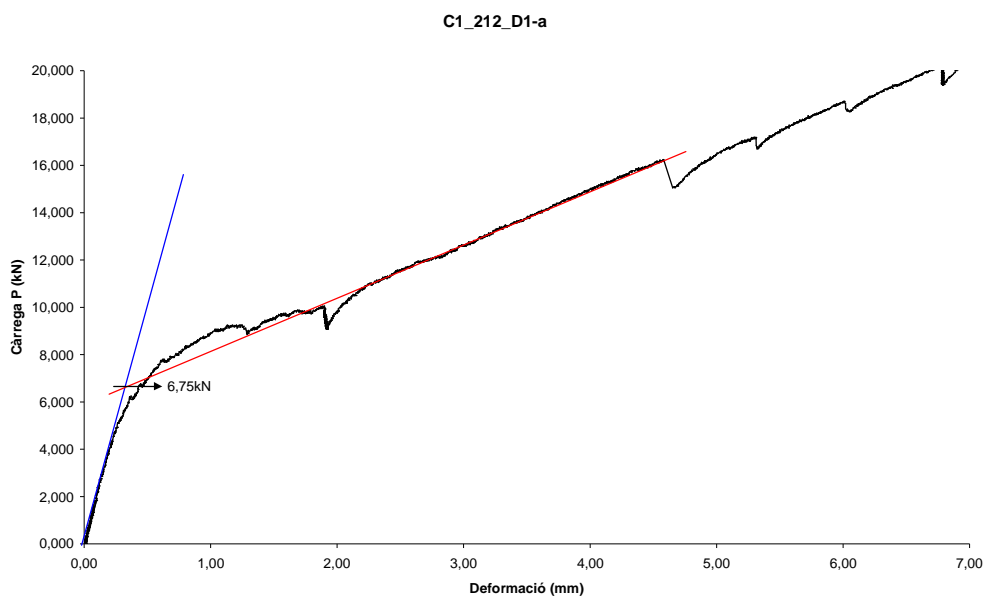


Figura 32: Càrrega de fissuració per la biga C1\_212\_D1\_a

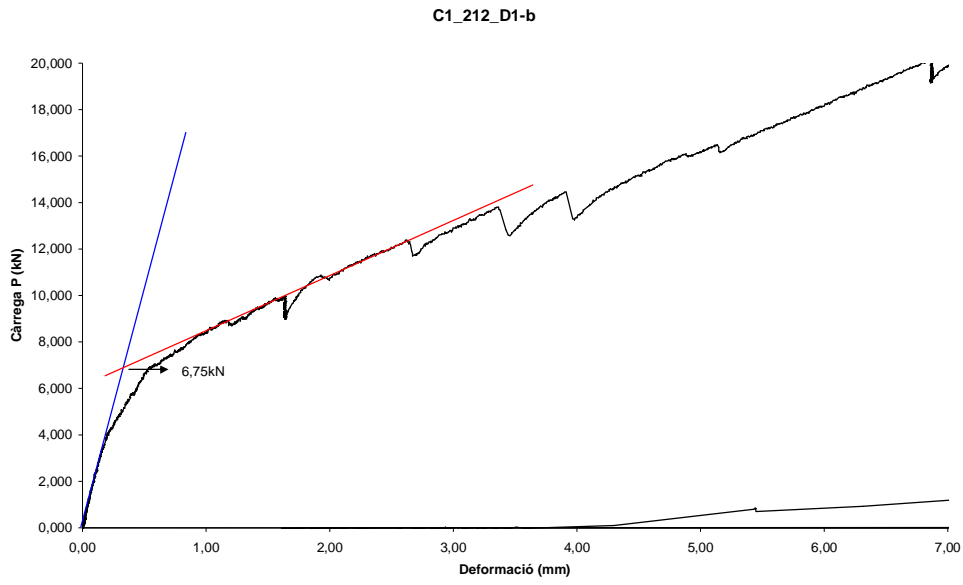


Figura 33: Càrrega de fissuració per la biga C1\_212\_D1\_b

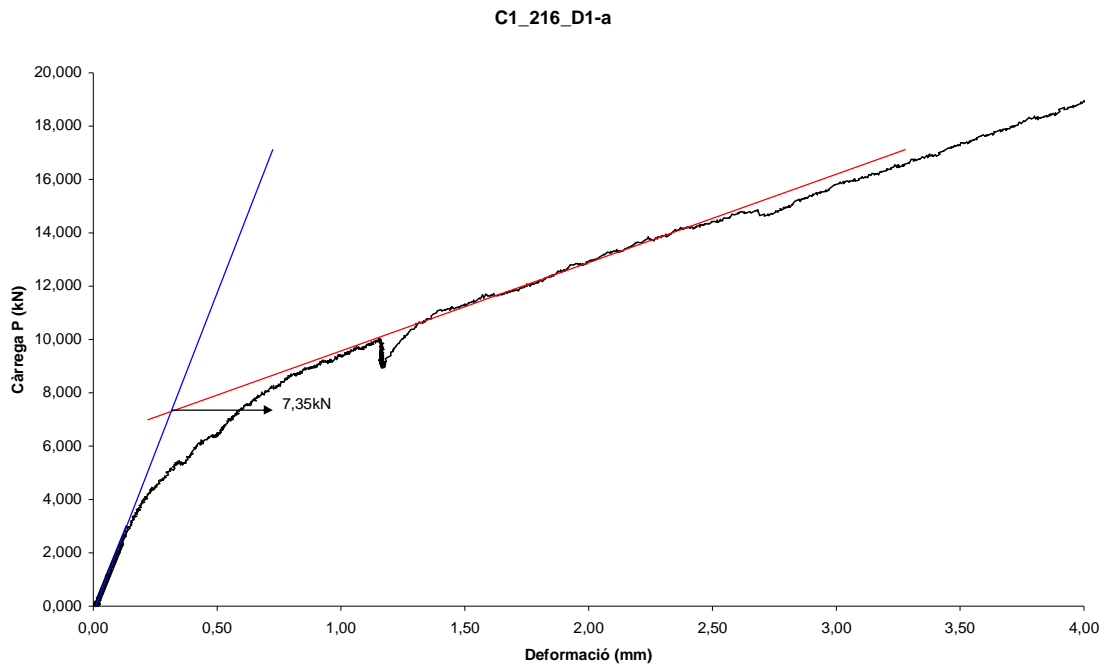


Figura 34: Càrrega de fissuració per la biga C1\_216\_D1\_a

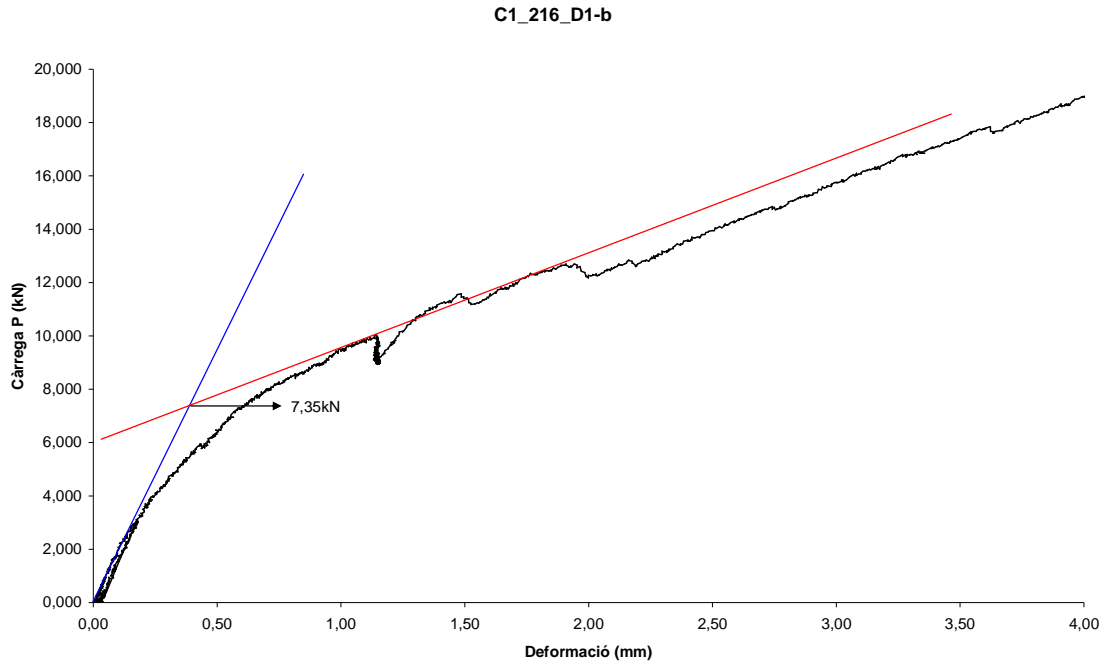


Figura 35: Càrrega de fissuració per la biga C1\_216\_D1\_b

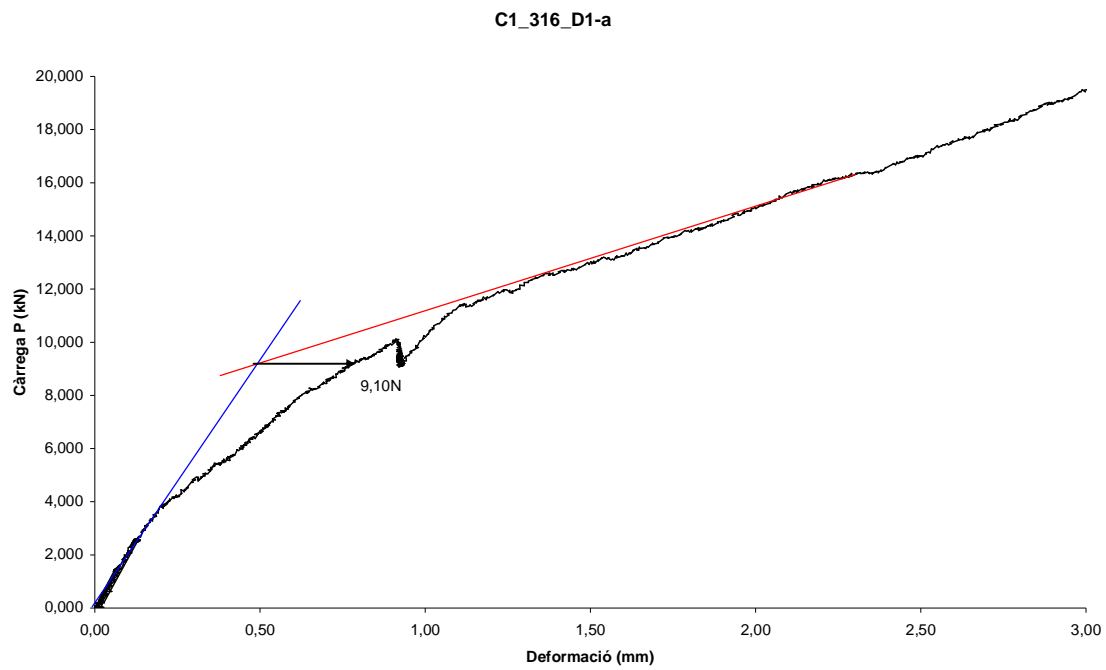


Figura 36: Càrrega de fissuració per la biga C1\_316\_D1\_a

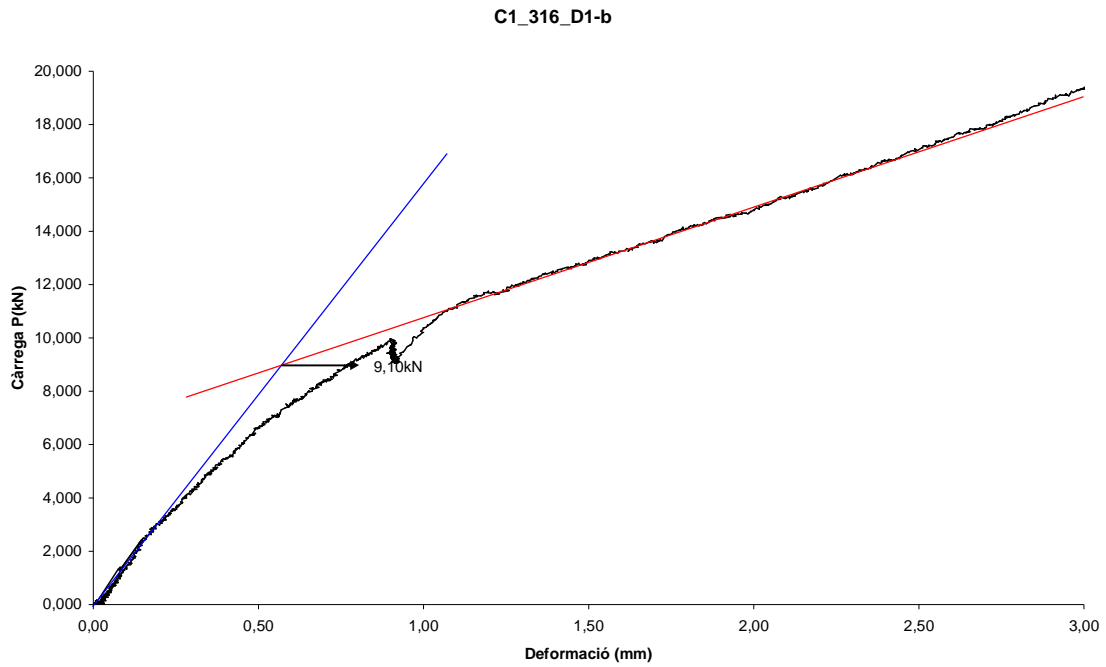


Figura 37: Càrrega de fissuració per la biga C1\_316\_D1\_b

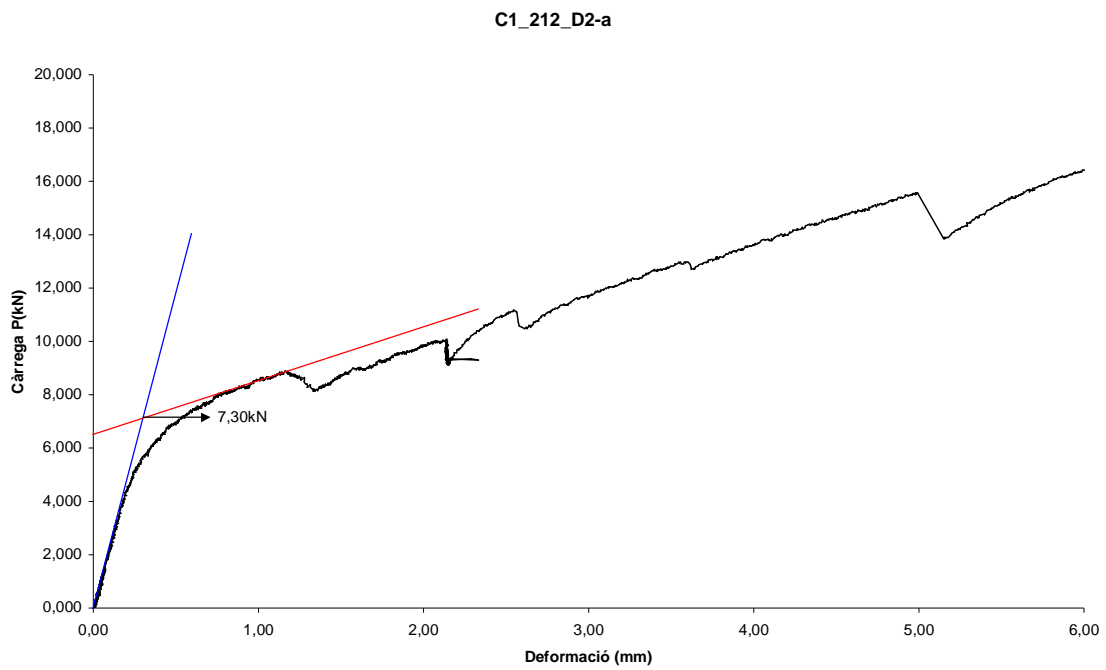


Figura 38: Càrrega de fissuració per la biga C1\_212\_D2\_a



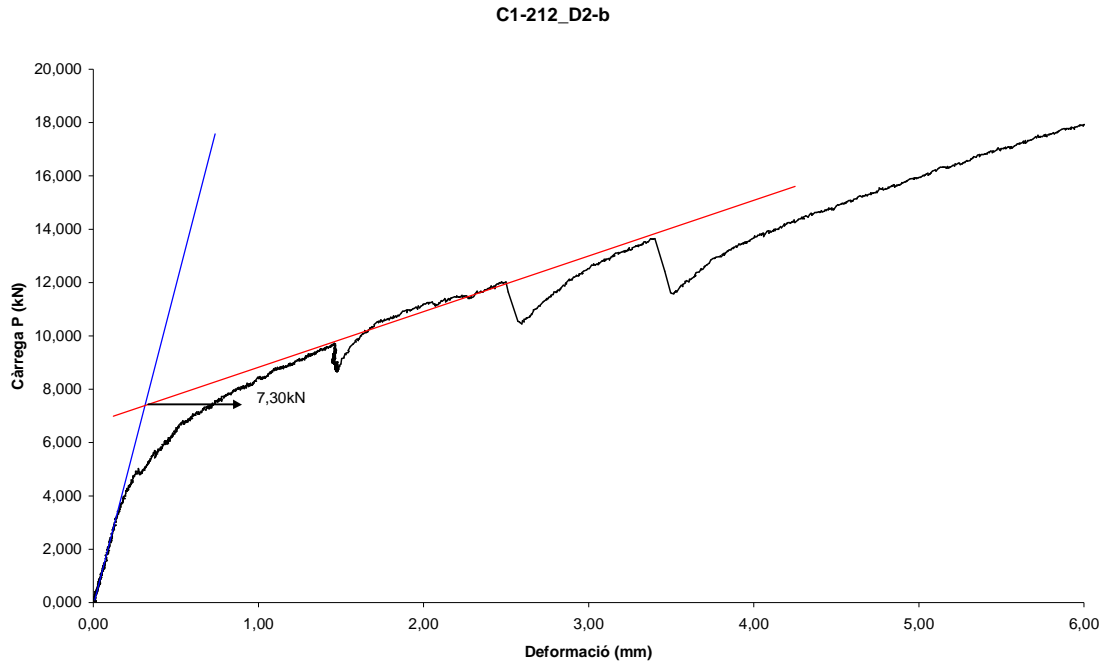


Figura 39: Càrrega de fissuració per la biga C1\_212\_D2\_b

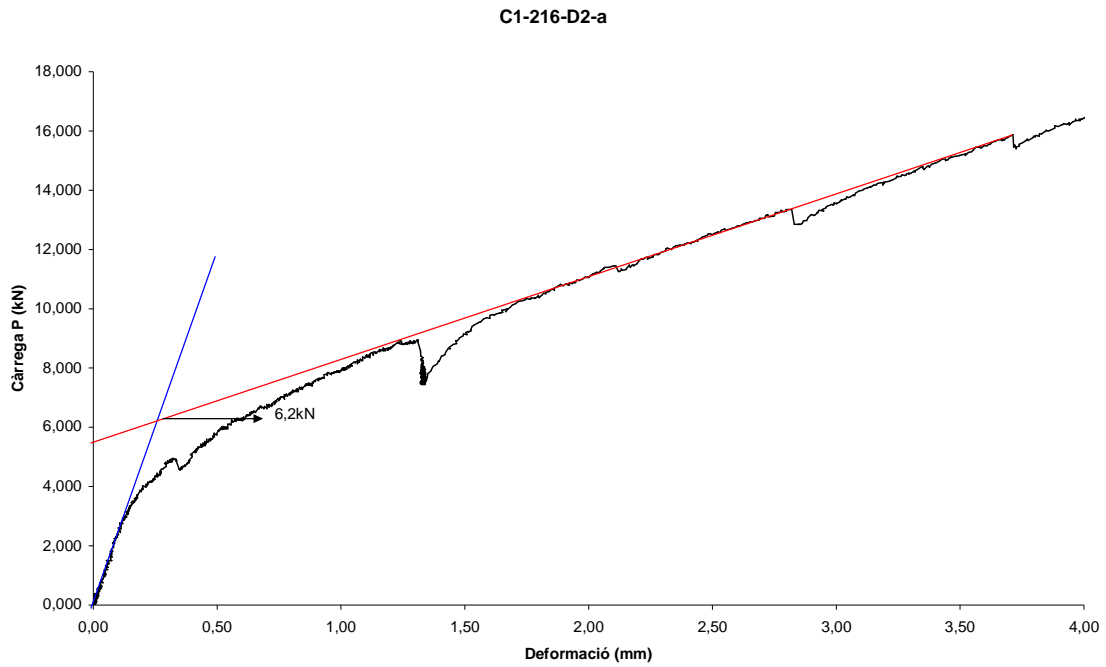


Figura 40: Càrrega de fissuració per la biga C1\_216\_D2\_a

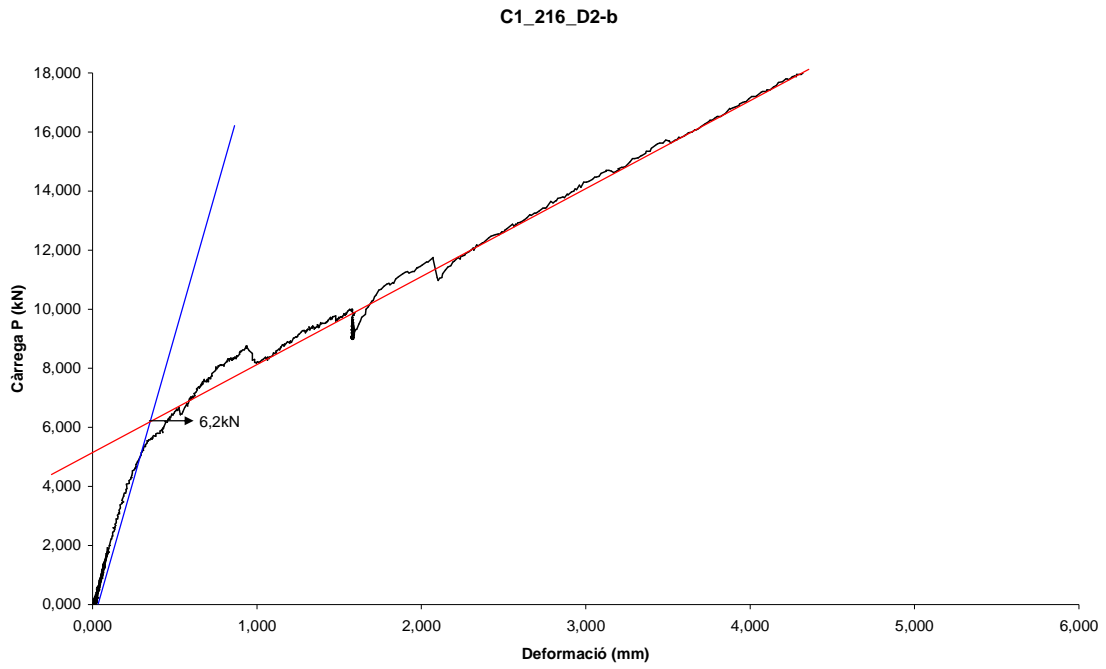


Figura 41: Càrrega de fissuració per la biga C1\_216\_D2\_b

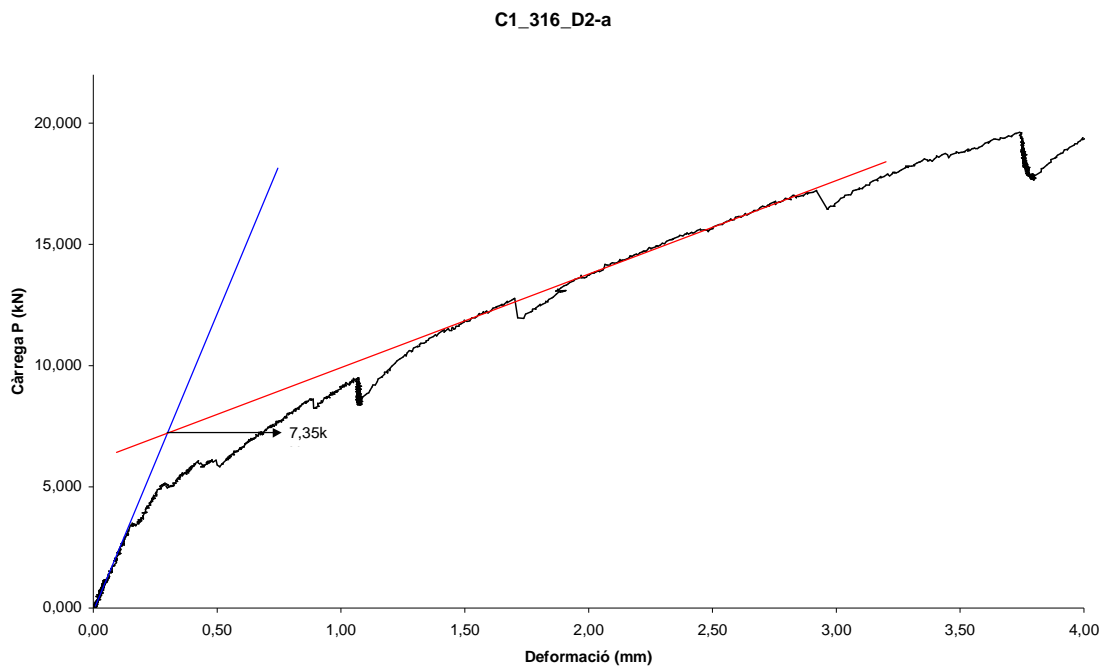


Figura 42: Càrrega de fissuració per la biga C1\_316\_D2\_a

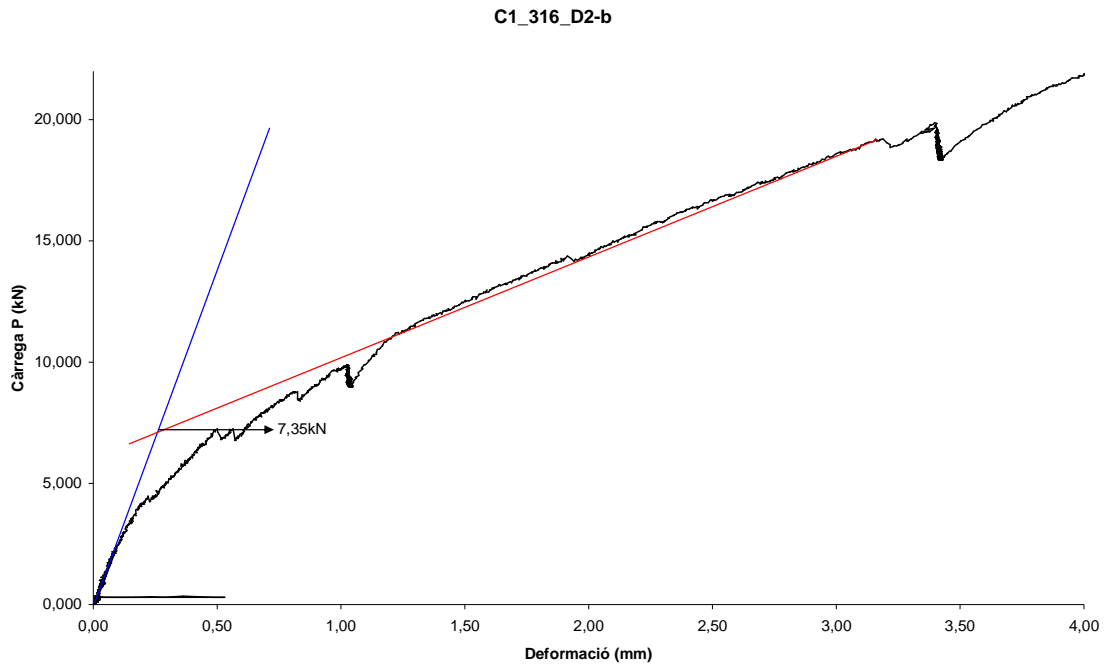


Figura 43: Càrrega de fissuració per la biga C1\_316\_D2\_b

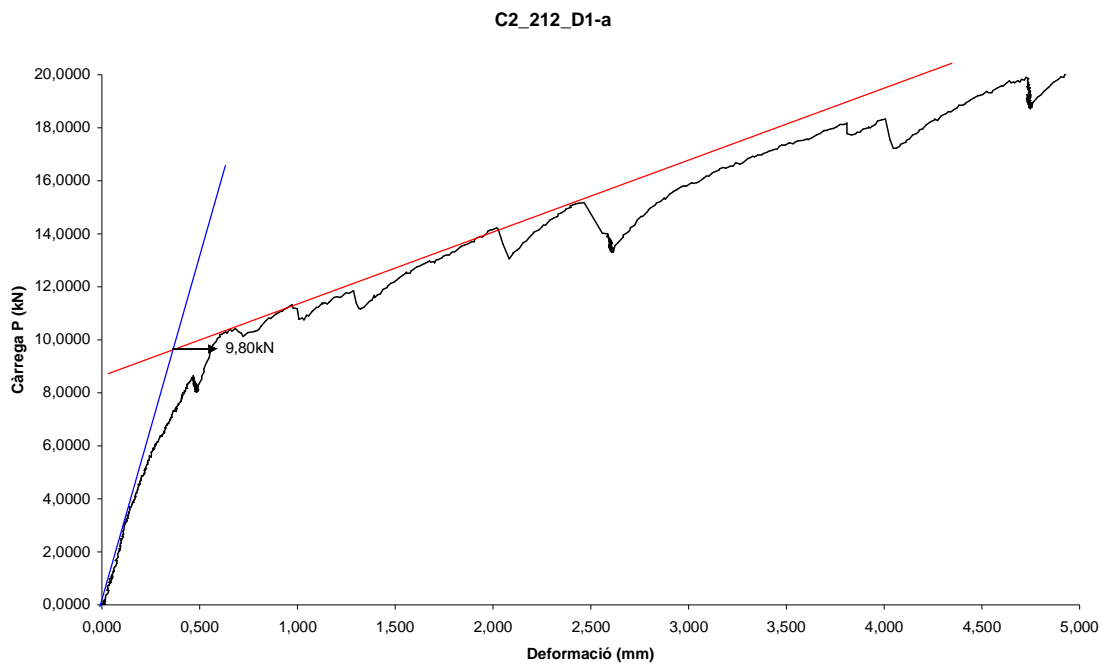


Figura 44: Càrrega de fissuració per la biga C2\_212\_D1\_a

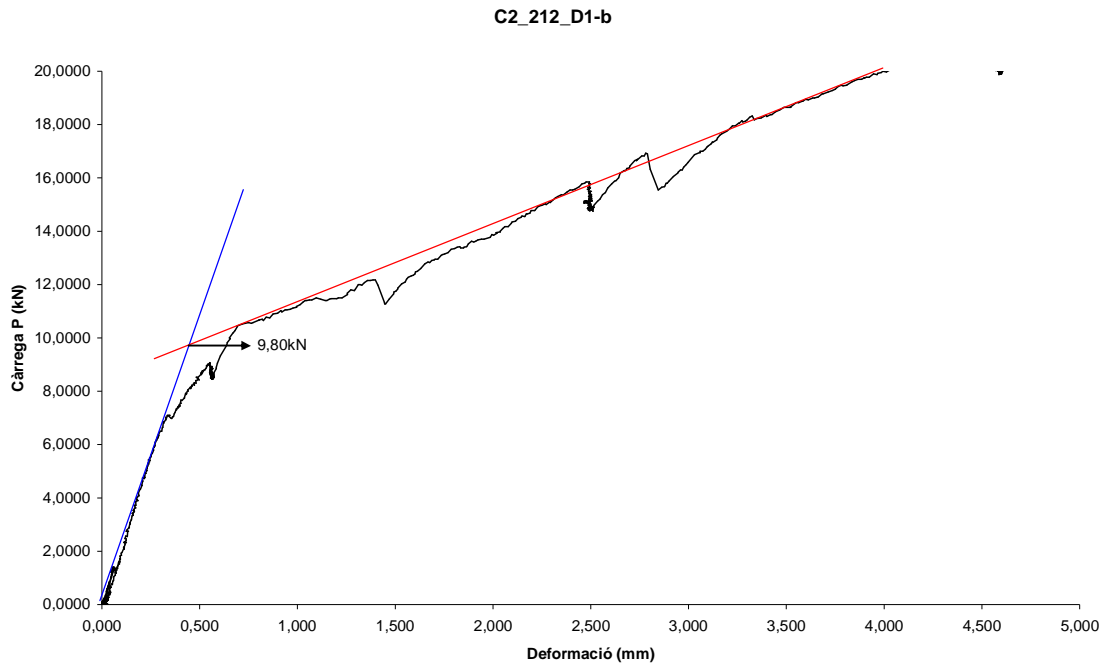


Figura 45: Càrrega de fissuració per la biga C2\_212\_D1\_b

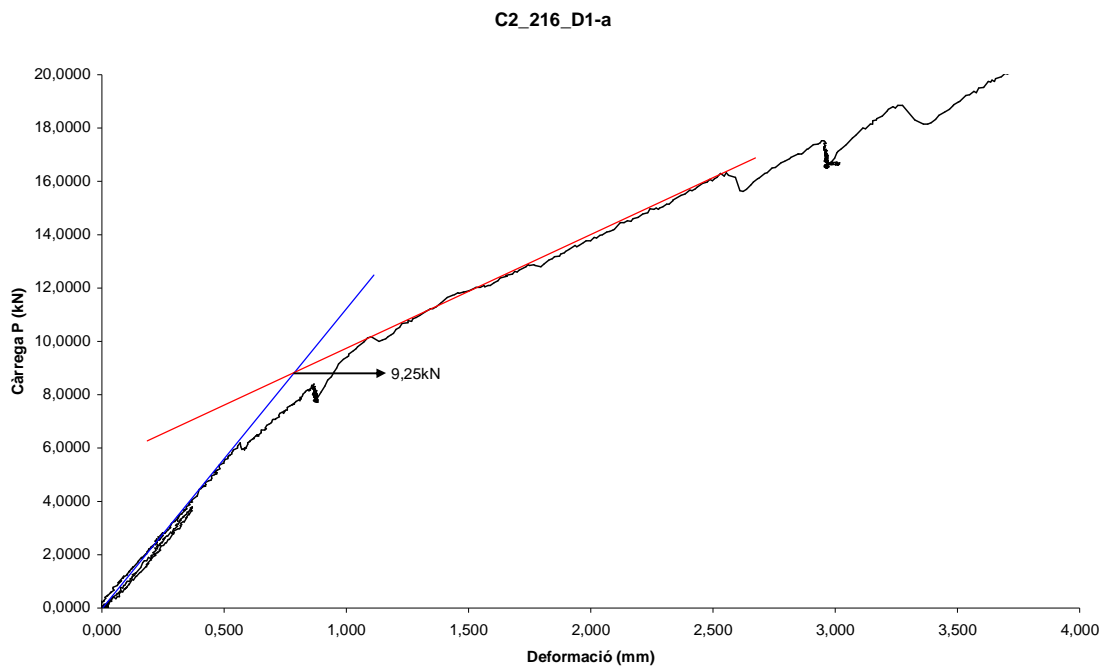


Figura 46: Càrrega de fissuració per la biga C2\_216\_D1\_a

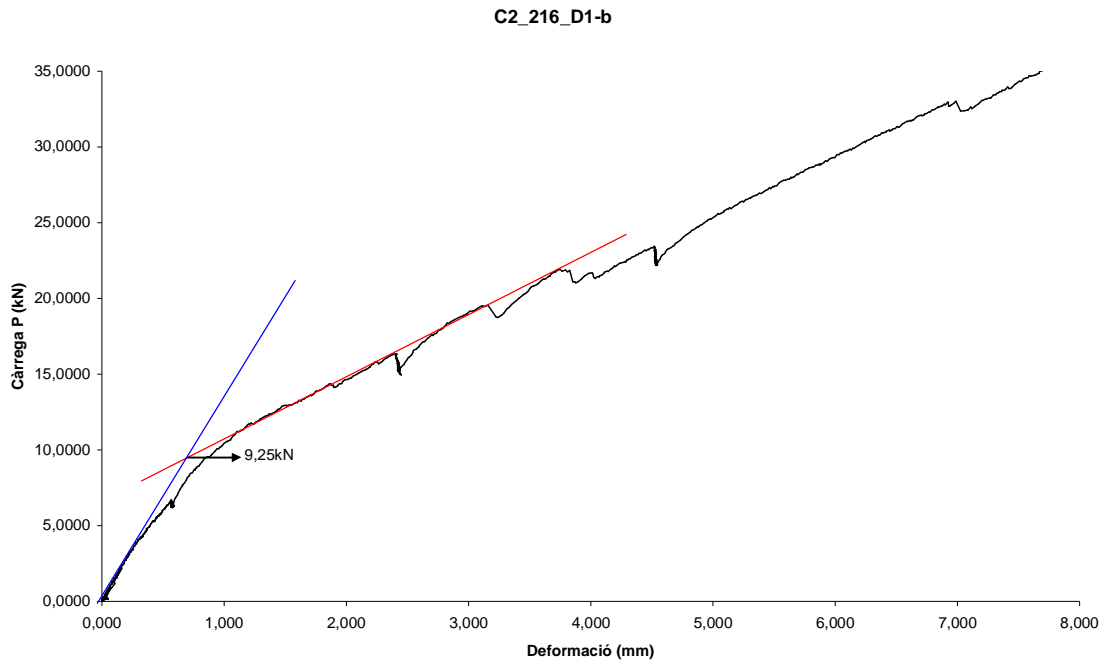


Figura 47: Càrrega de fissuració per la biga C2\_216\_D1\_b

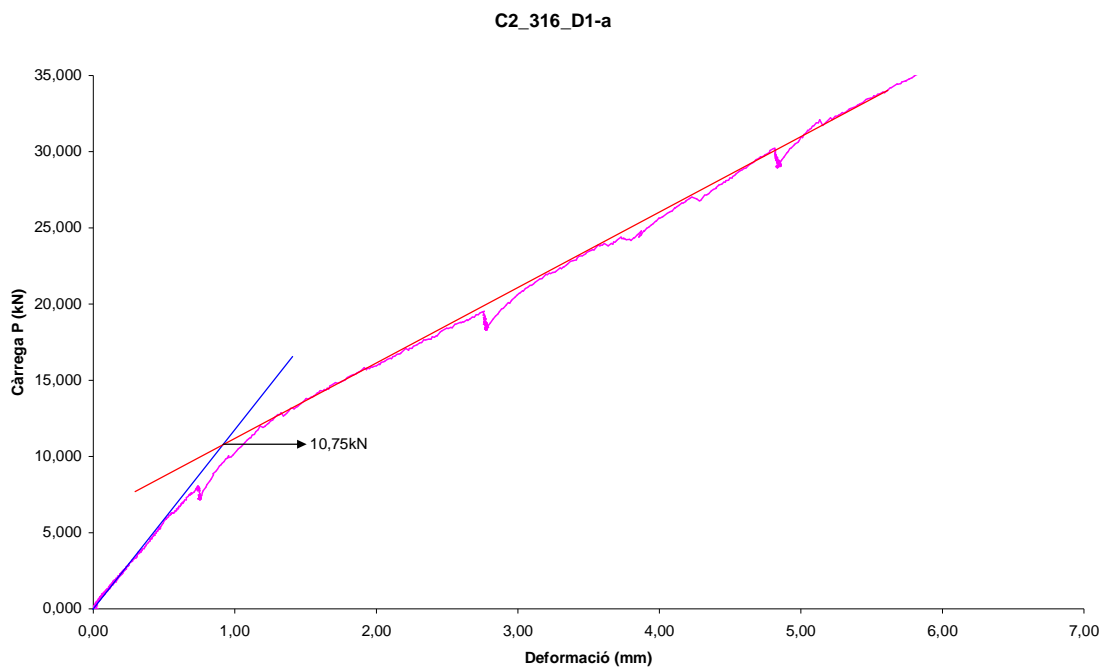


Figura 48: Càrrega de fissuració per la biga C2\_316\_D1\_a

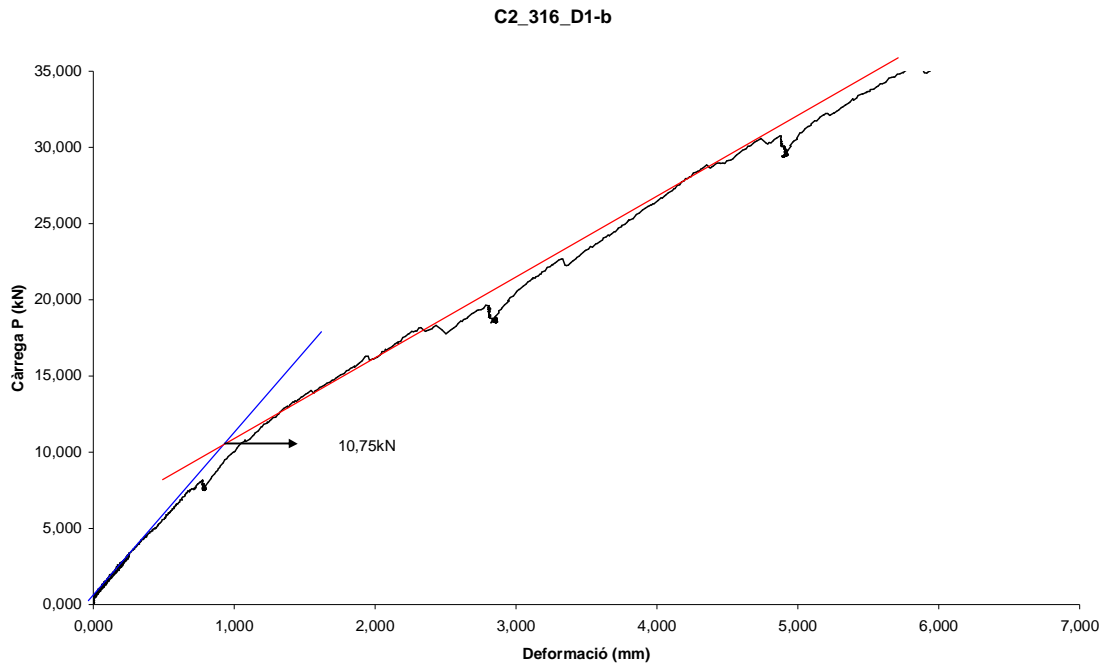


Figura 49: Càrrega de fissuració per la biga C2\_316\_D1\_b

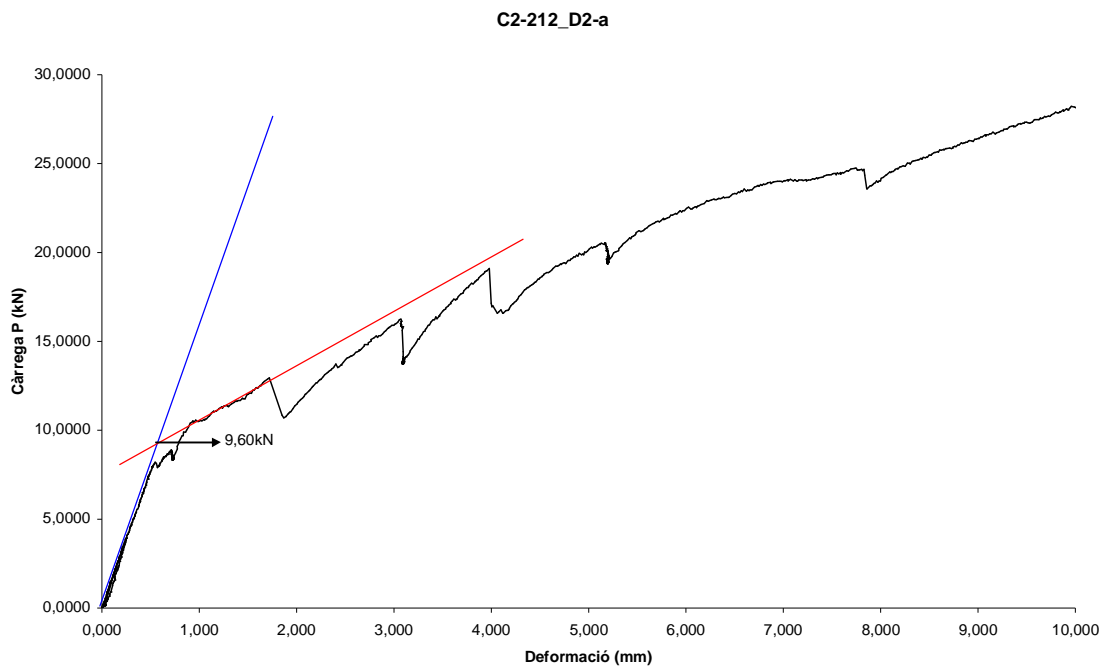


Figura 50: Càrrega de fissuració per la biga C2\_212\_D2\_a

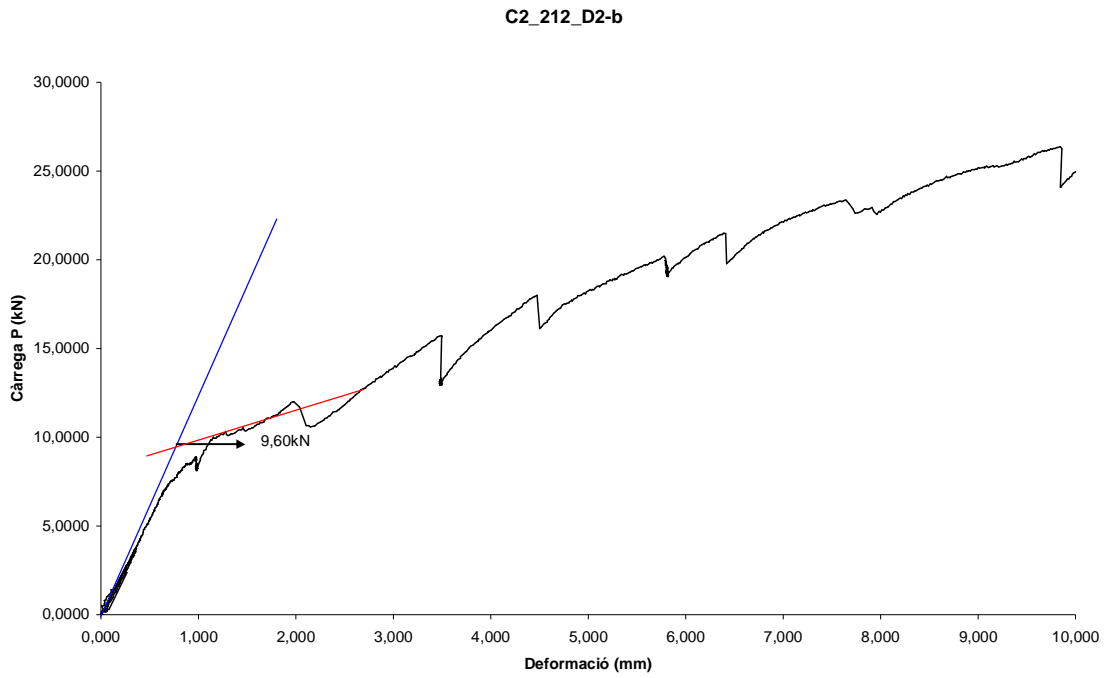


Figura 51: Càrrega de fissuració per la biga C2\_212\_D2\_b

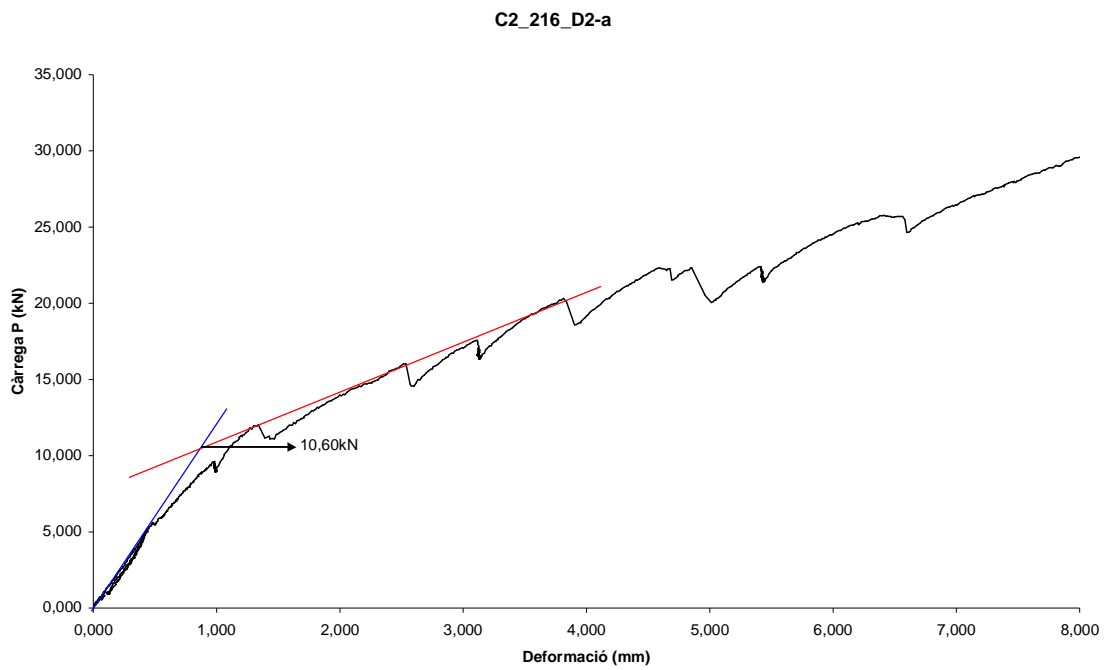


Figura 52: Càrrega de fissuració per la biga C2\_216\_D2\_a

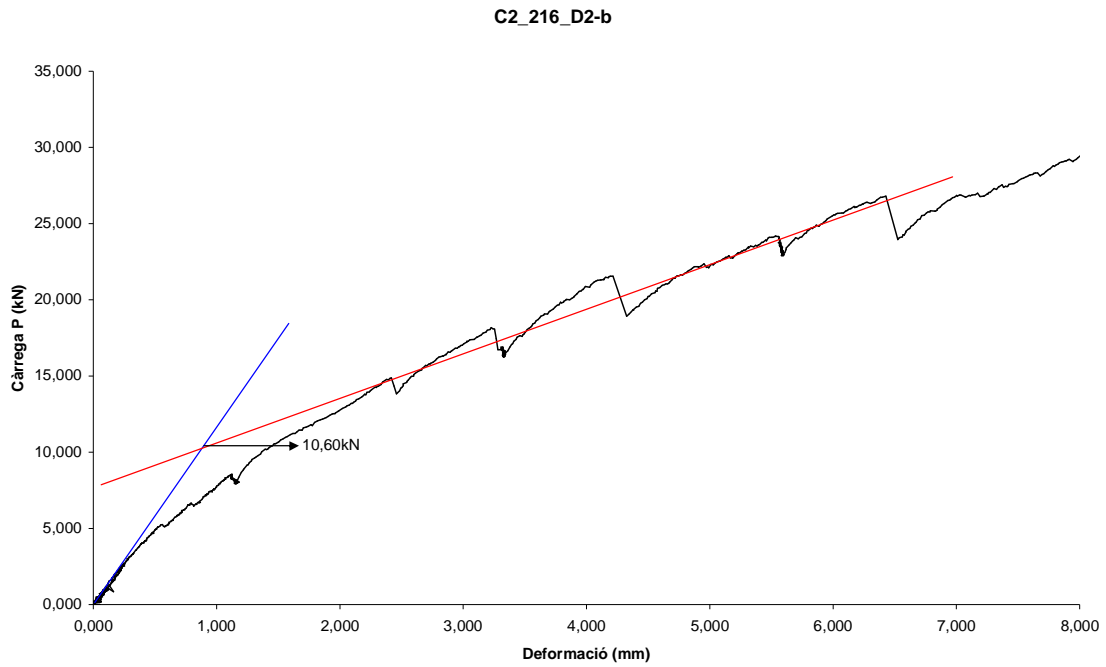


Figura 53: Càrrega de fissuració per la biga C2\_216\_D2\_b

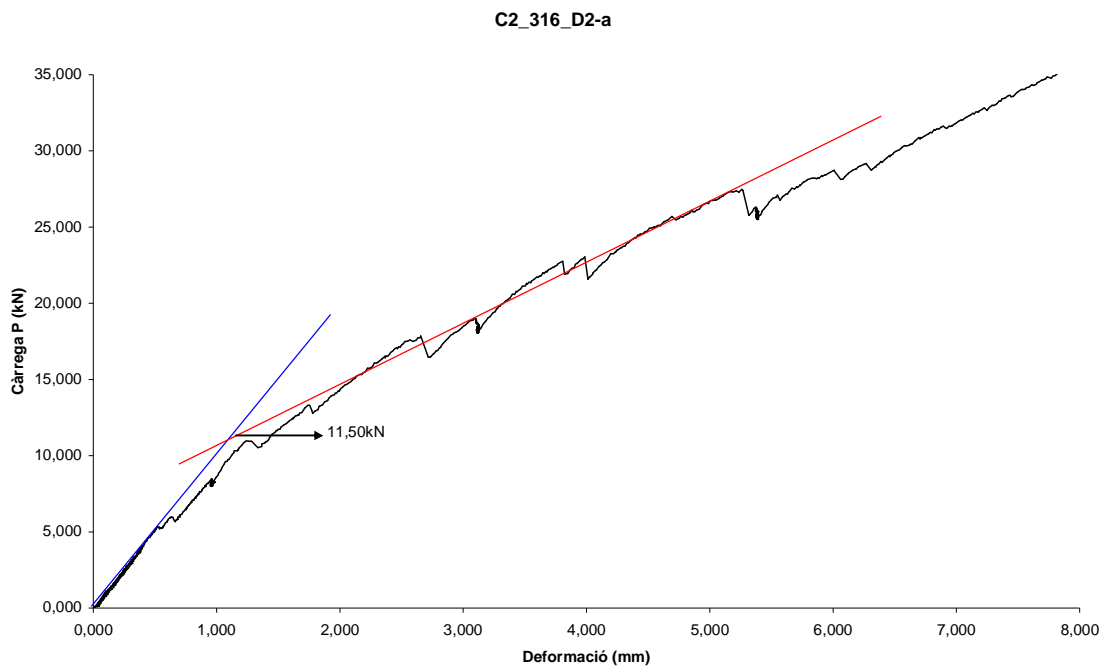


Figura 54: Càrrega de fissuració per la biga C2\_316\_D2\_a



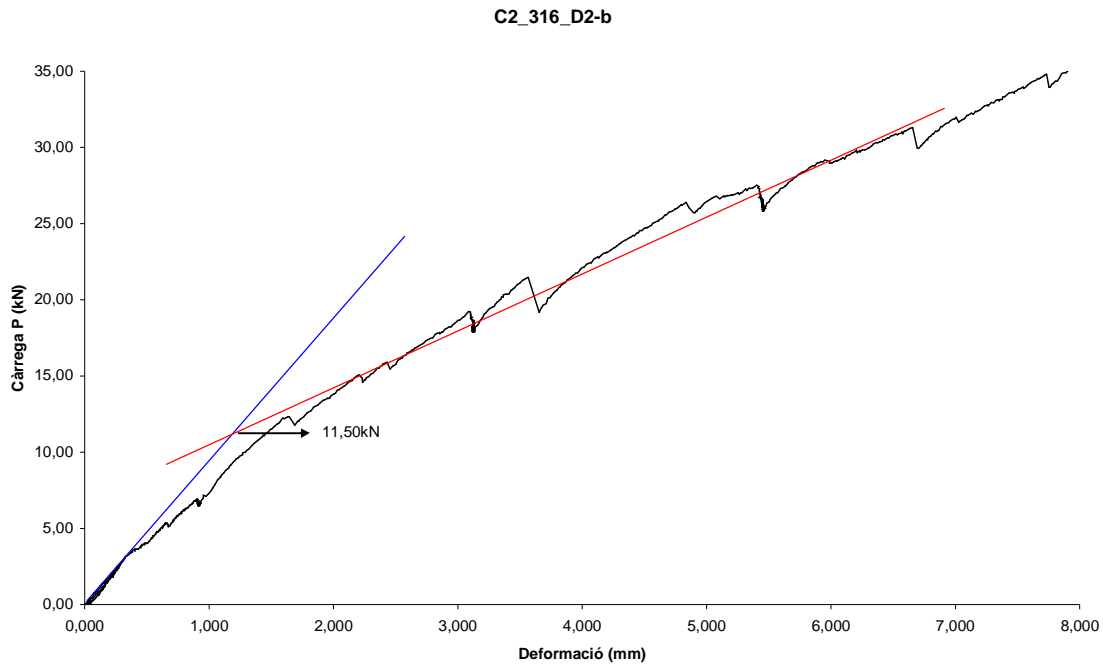


Figura 55: Càrrega de fissuració per la biga C2\_316\_D2\_b

#### A.4.2 PART TEÒRICA

Si seguim la norma ACI 440.1R-06 podem veure que les càrregues de fissuració obtingudes en els gràfics donen aproximadament els valors trobats experimentalment en l'apartat anterior.

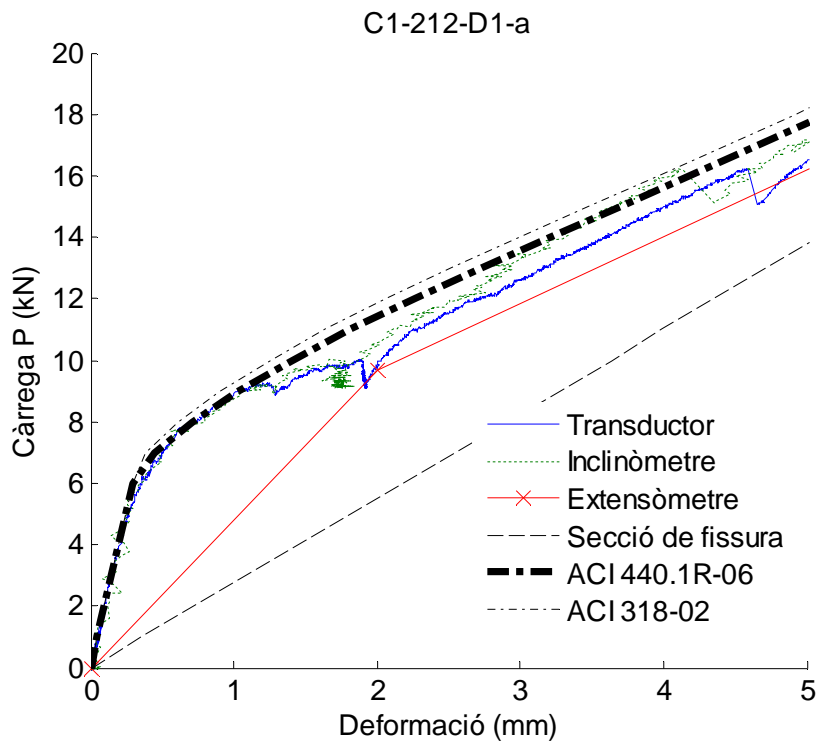


Figura 56: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_212\_D1\_a

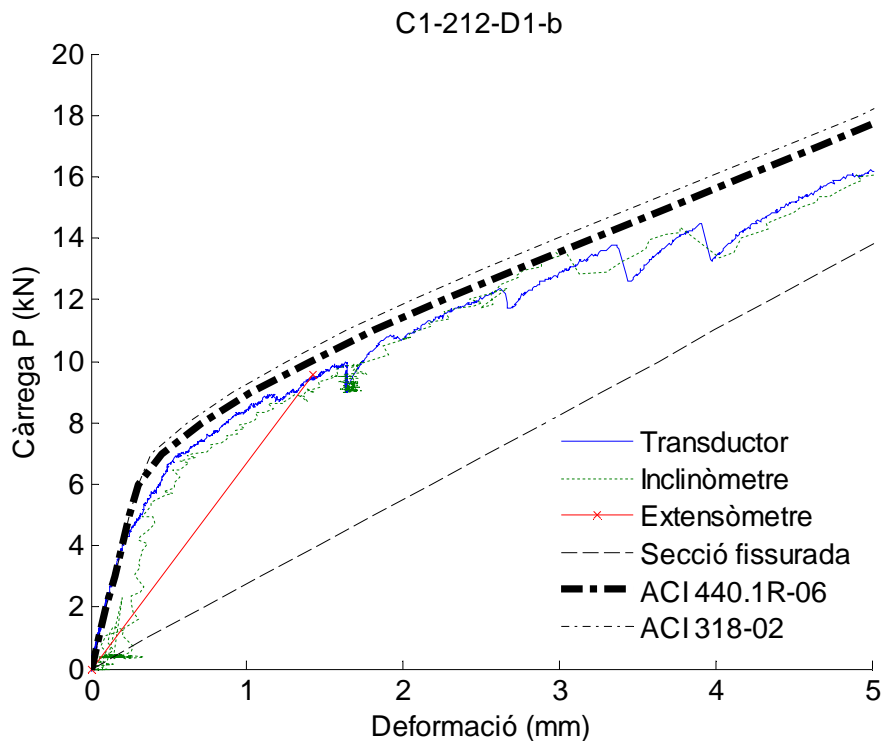


Figura 57: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_212\_D1\_b

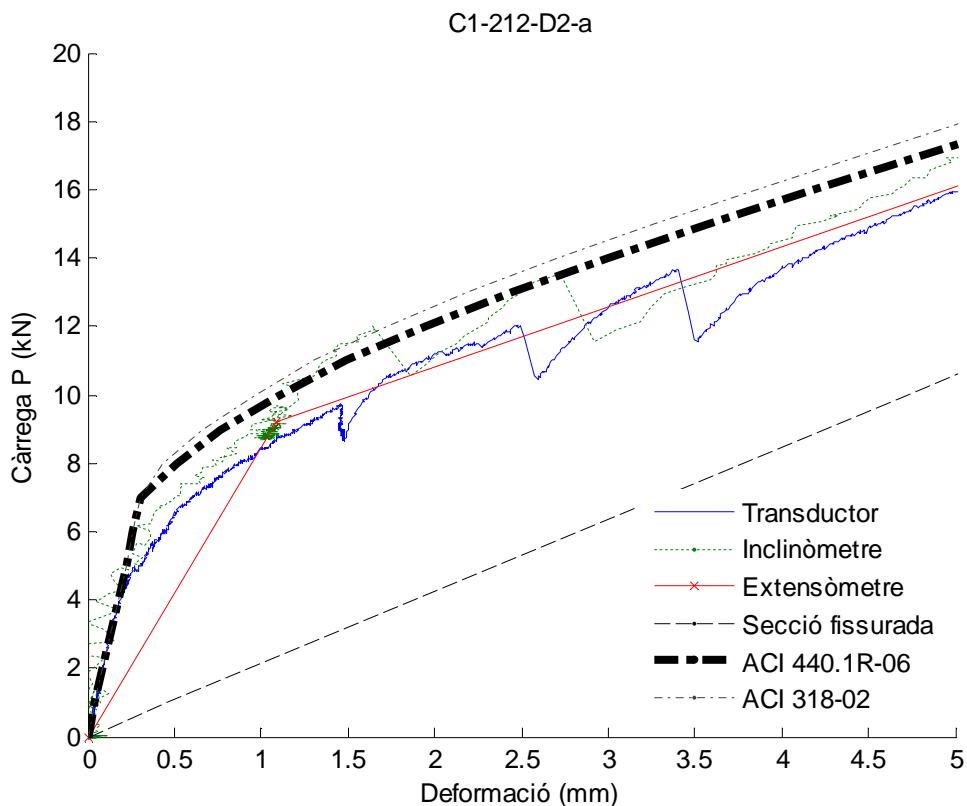


Figura 58: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_212\_D2\_a

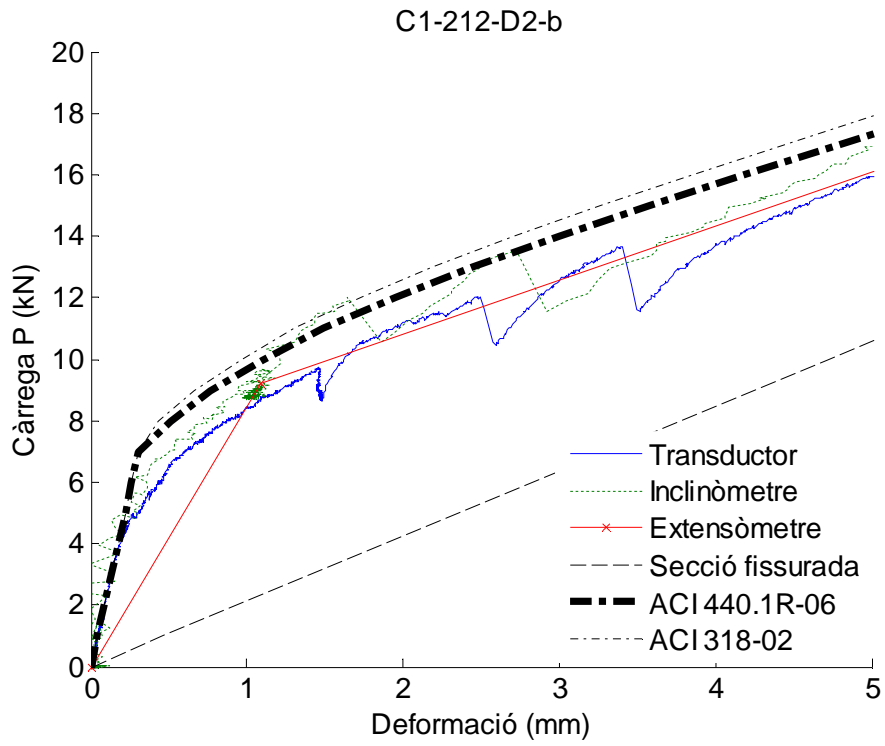


Figura 59: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_212\_D2\_b

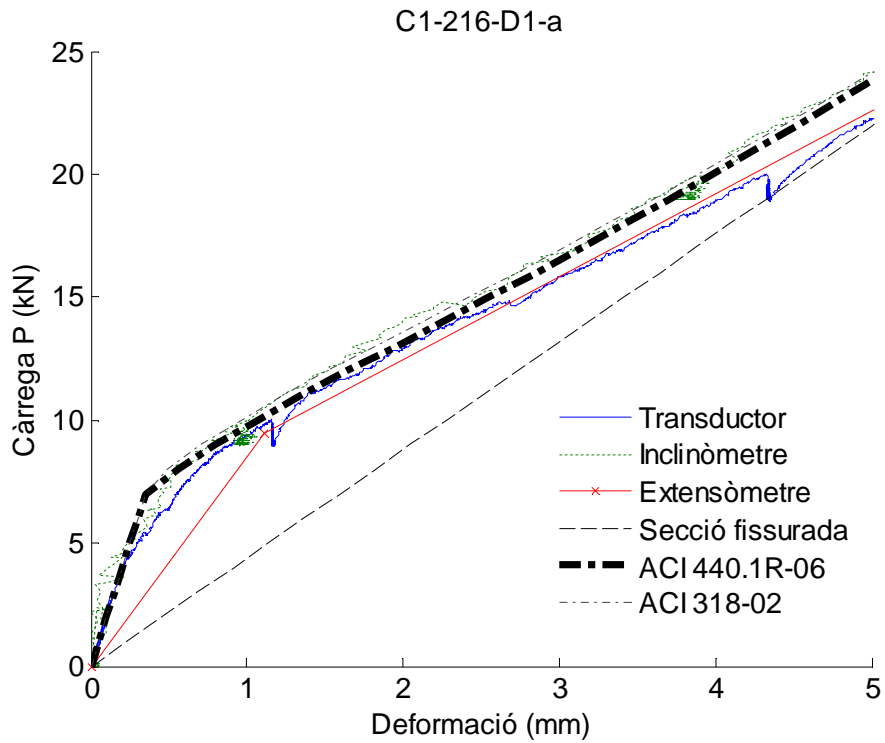


Figura 60: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_216\_D1\_a

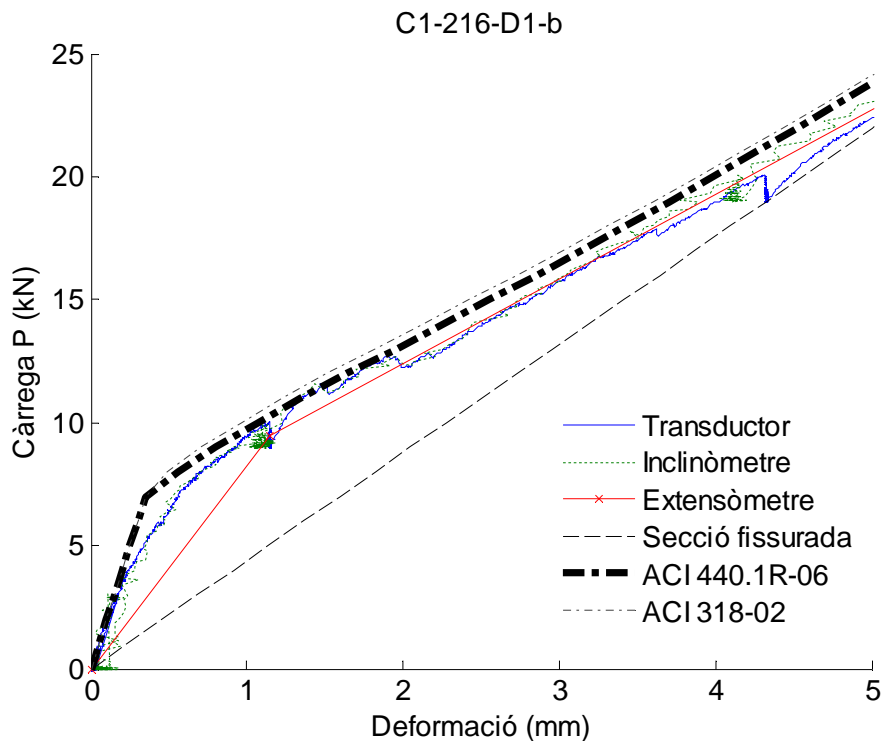


Figura 61: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_216\_D1\_b

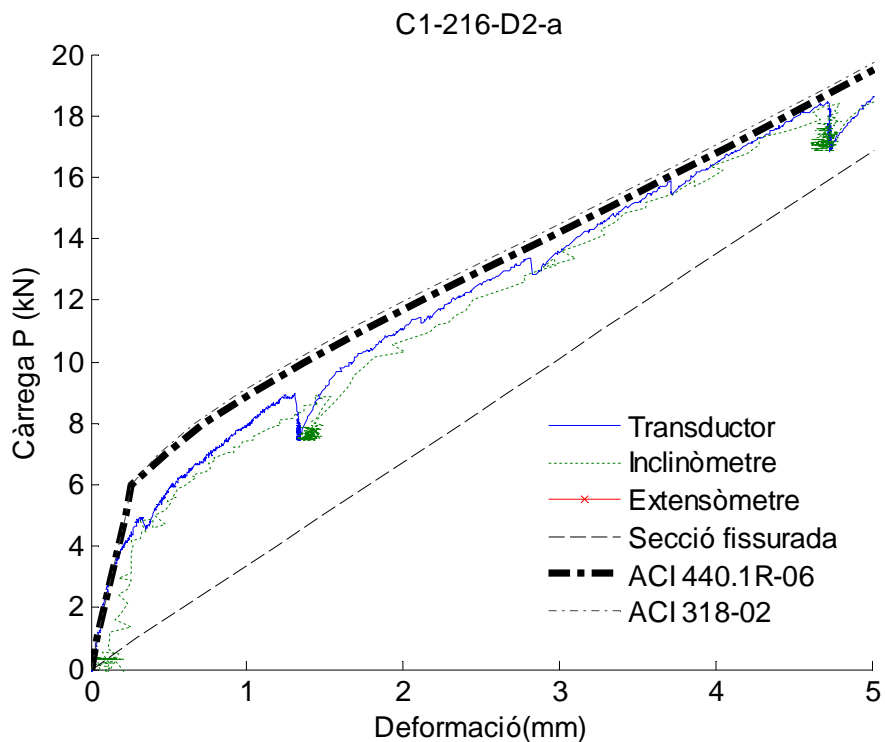


Figura 62: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_216\_D2\_a

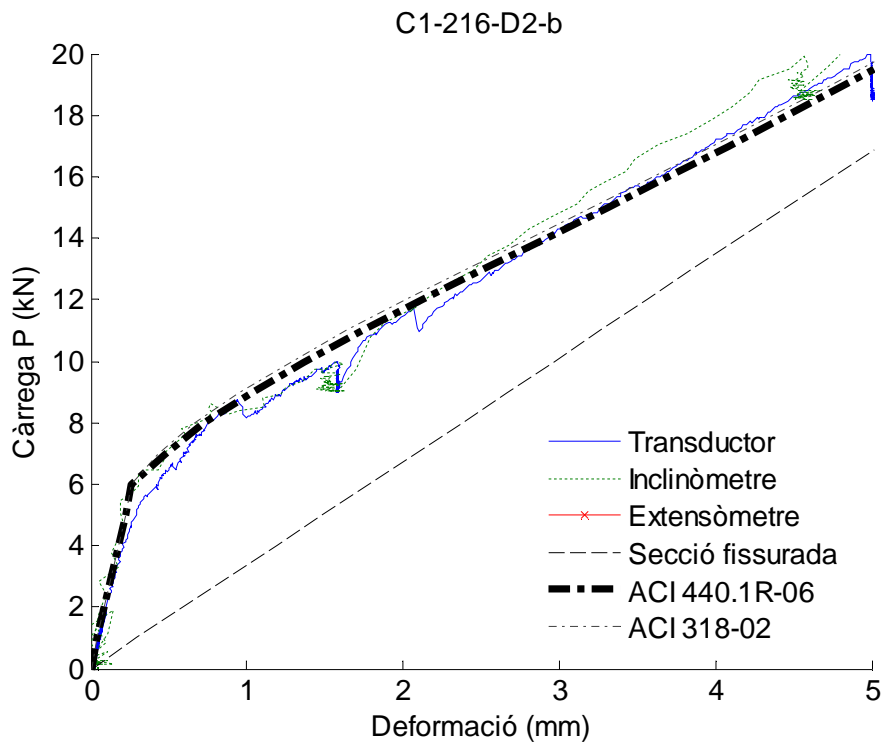


Figura 63: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_216\_D2\_b

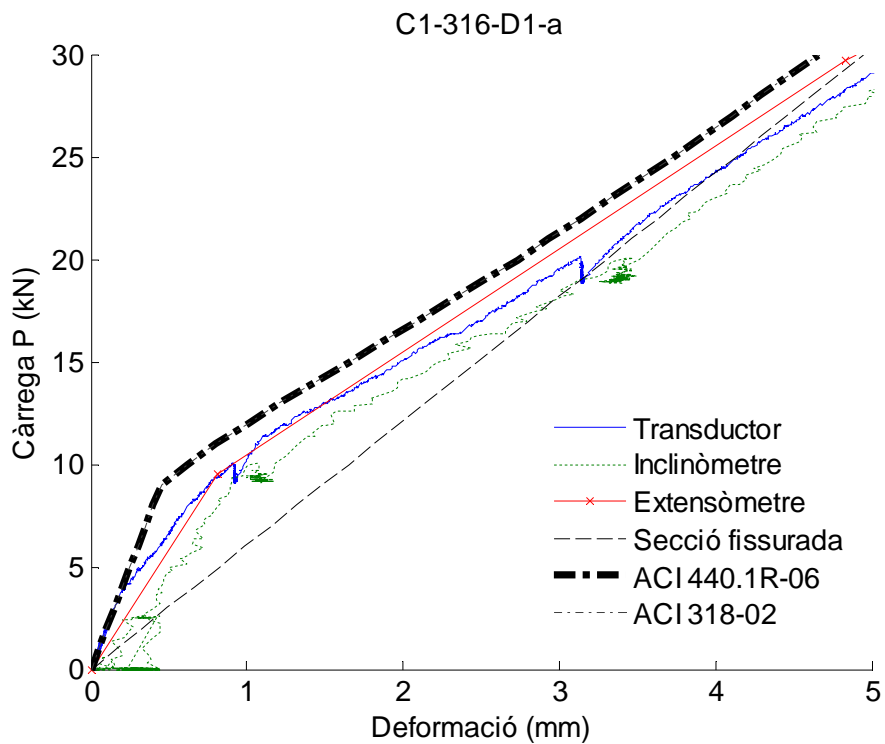


Figura 64: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_316\_D1\_a

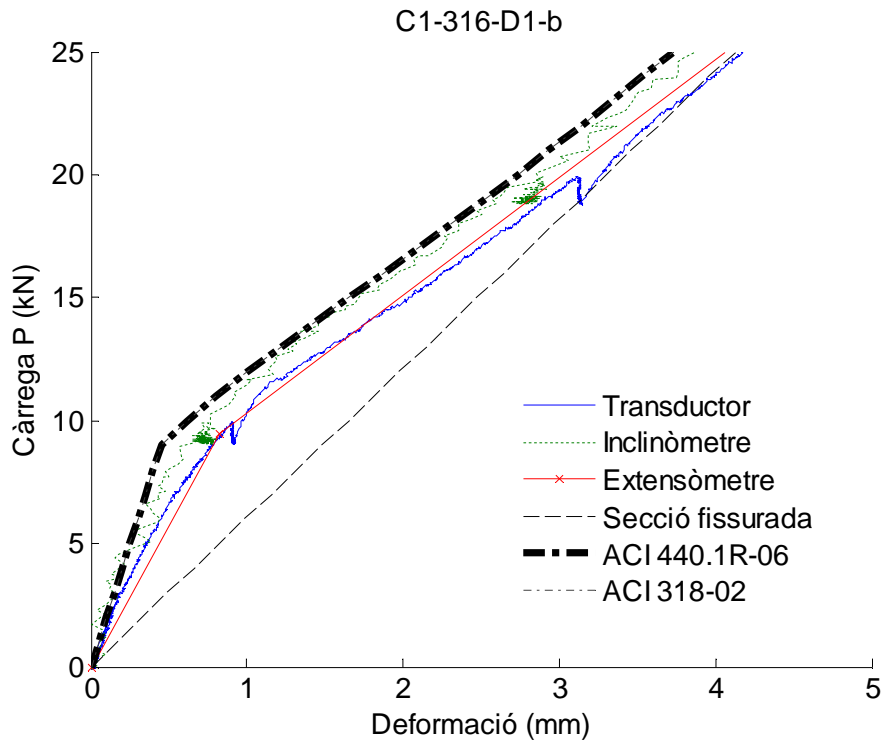


Figura 65: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_316\_D1\_b

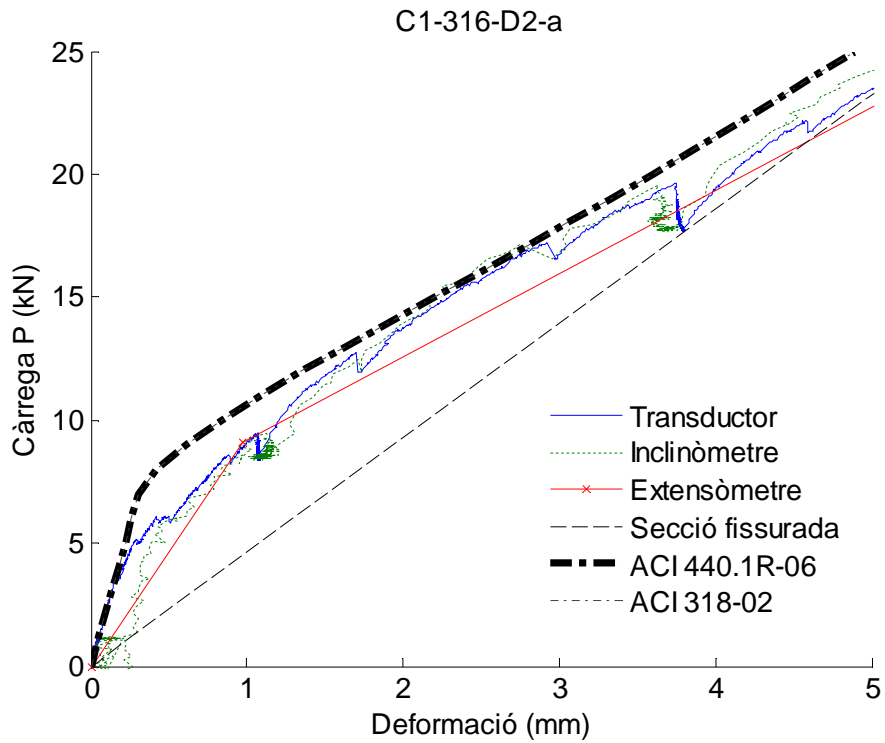


Figura 66: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_316\_D2\_a

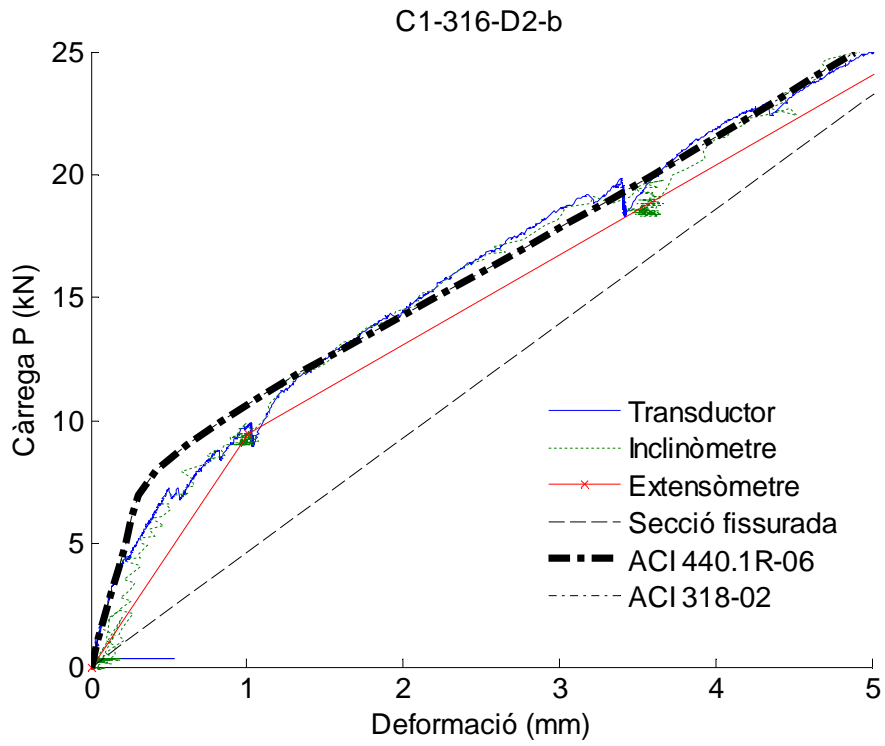


Figura 67: Comparació del moment de fissuració per la biga C1\_316\_D2\_b

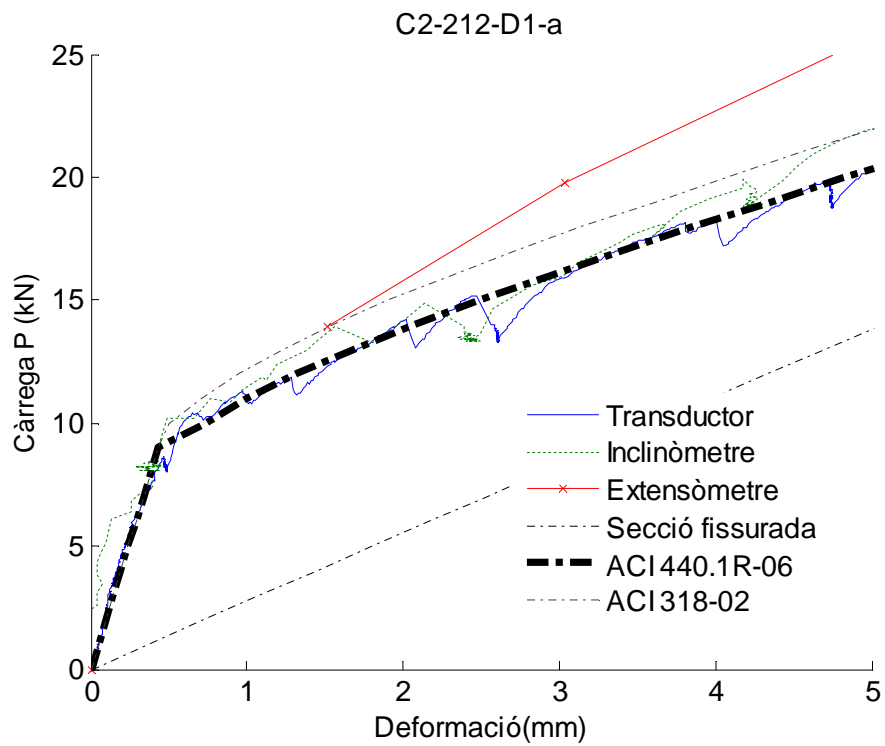


Figura 68: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_212\_D1\_a

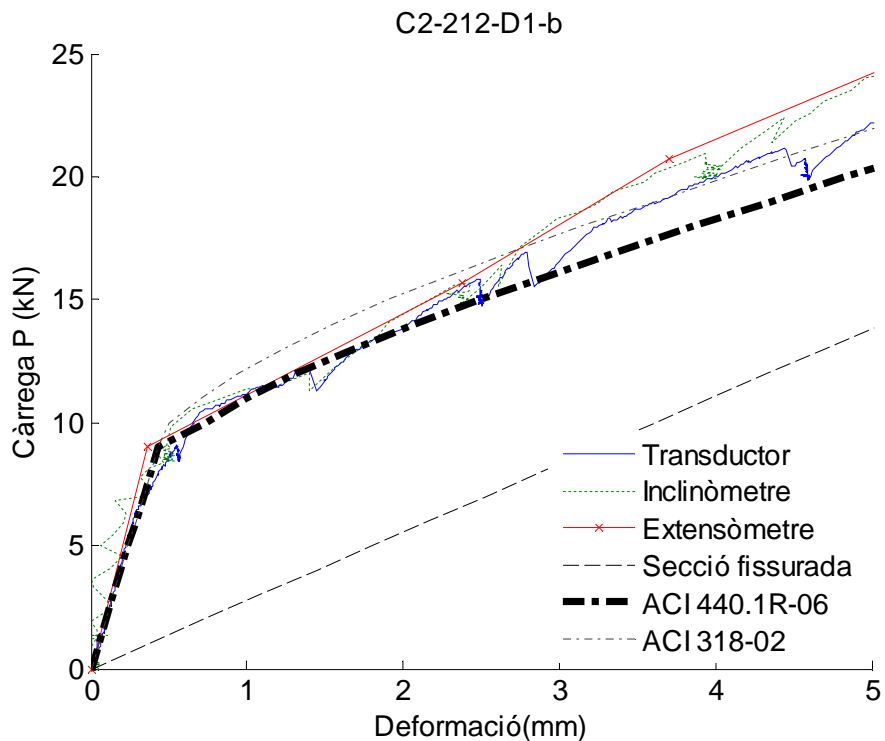


Figura 69: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_212\_D1\_b

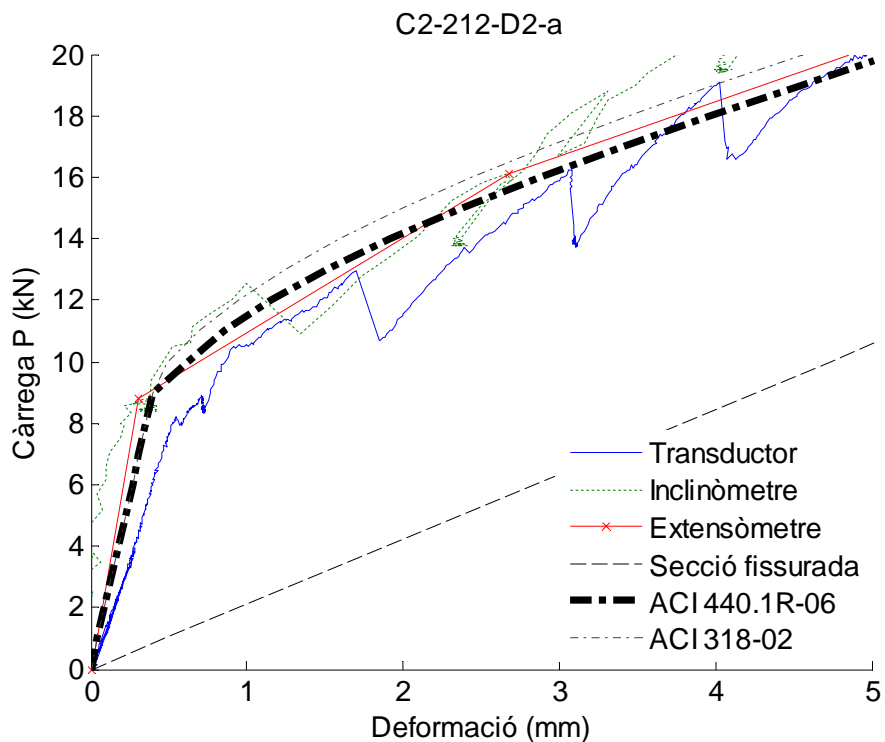


Figura 70: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_212\_D2\_a



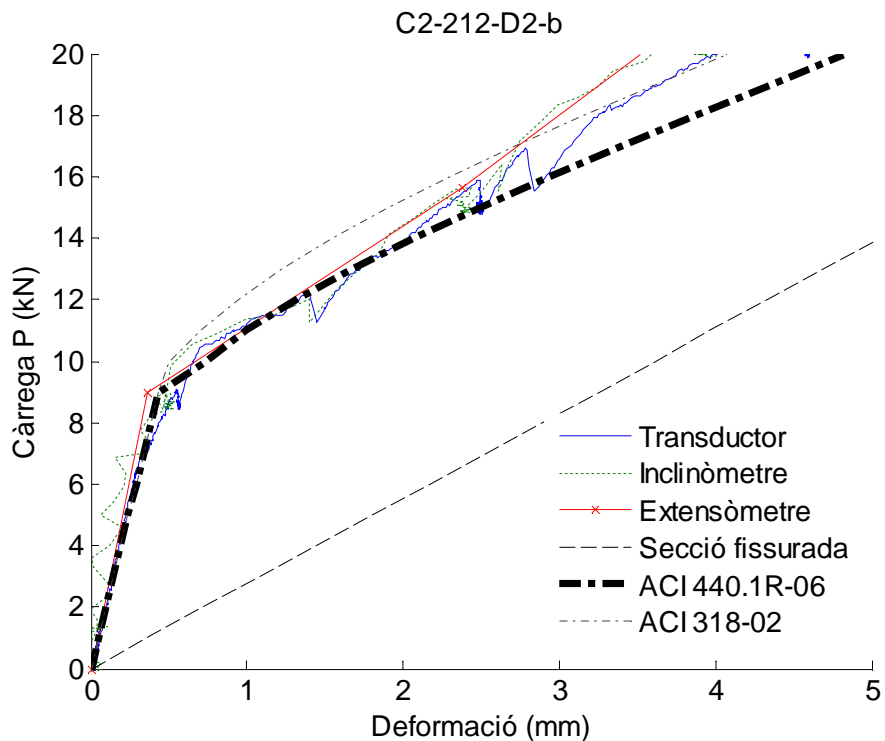


Figura 71: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_212\_D2\_b

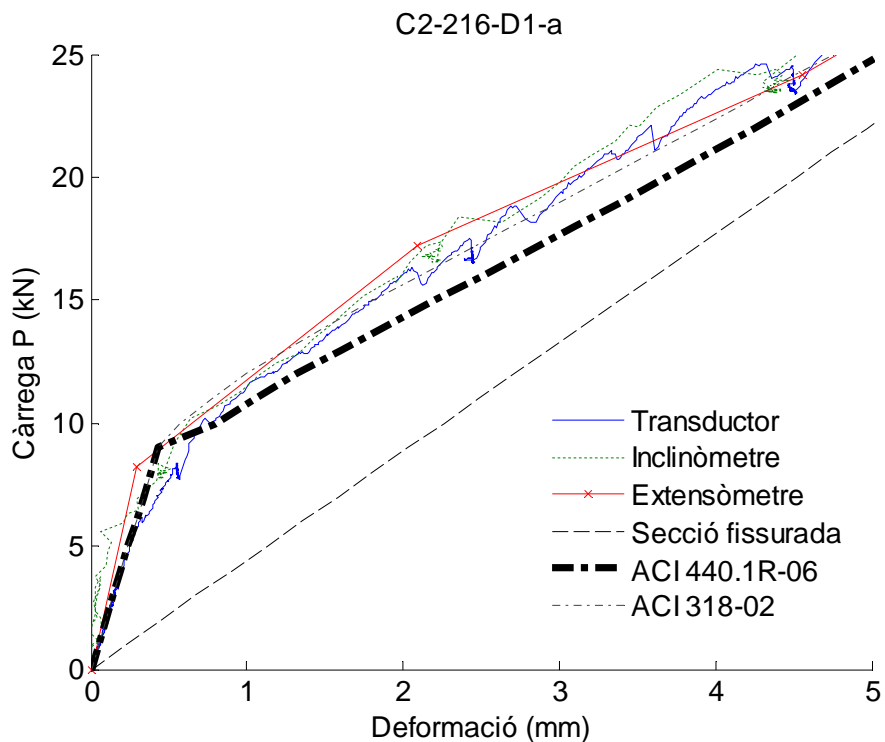


Figura 72: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_216\_D1\_a

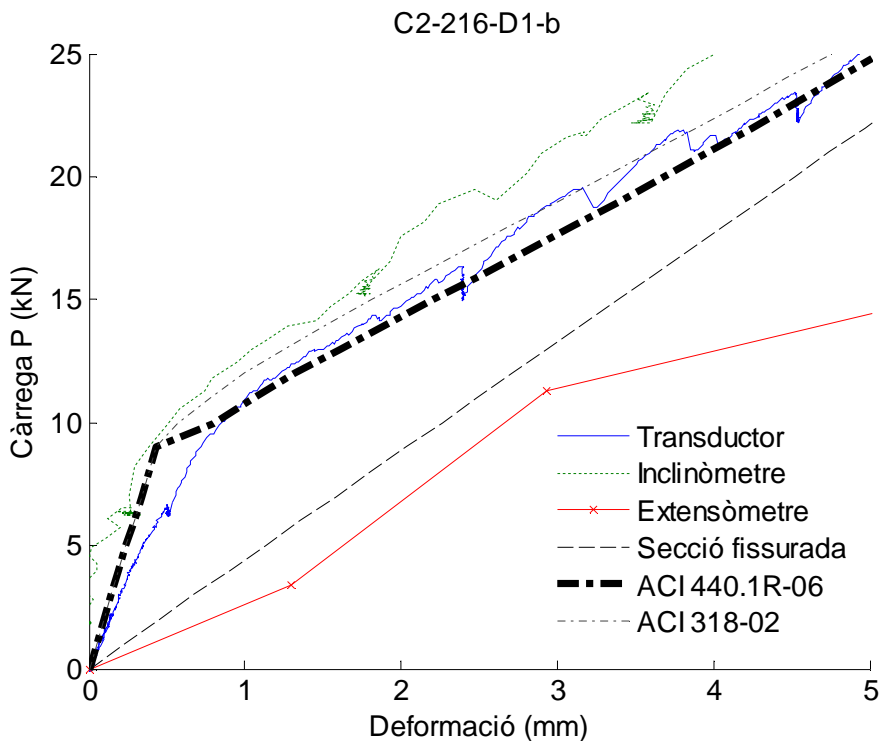


Figura 73: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_216\_D1\_b

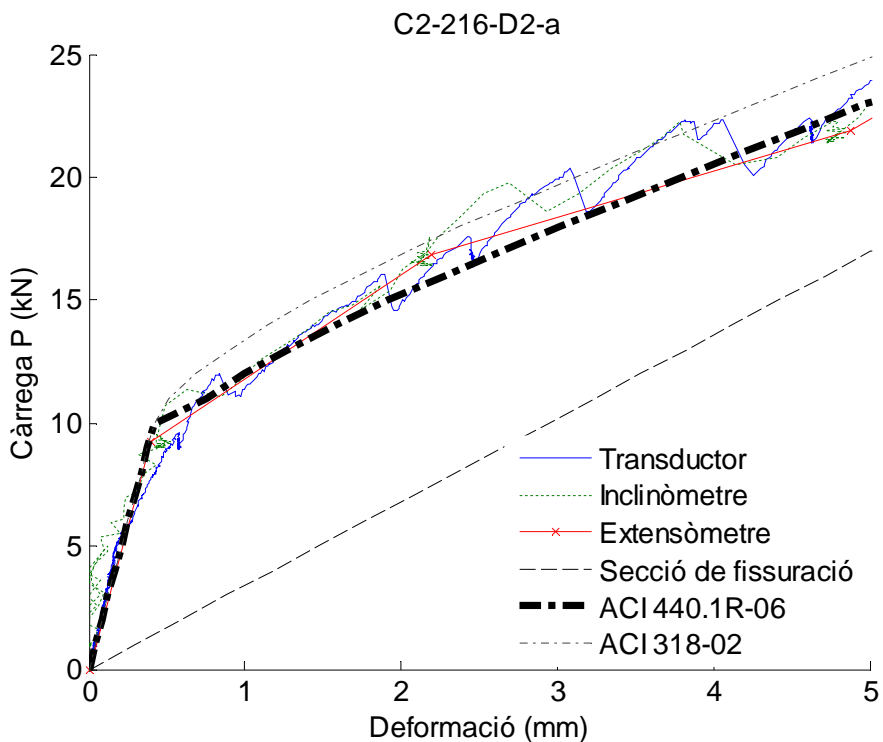


Figura 74: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_216\_D2\_a

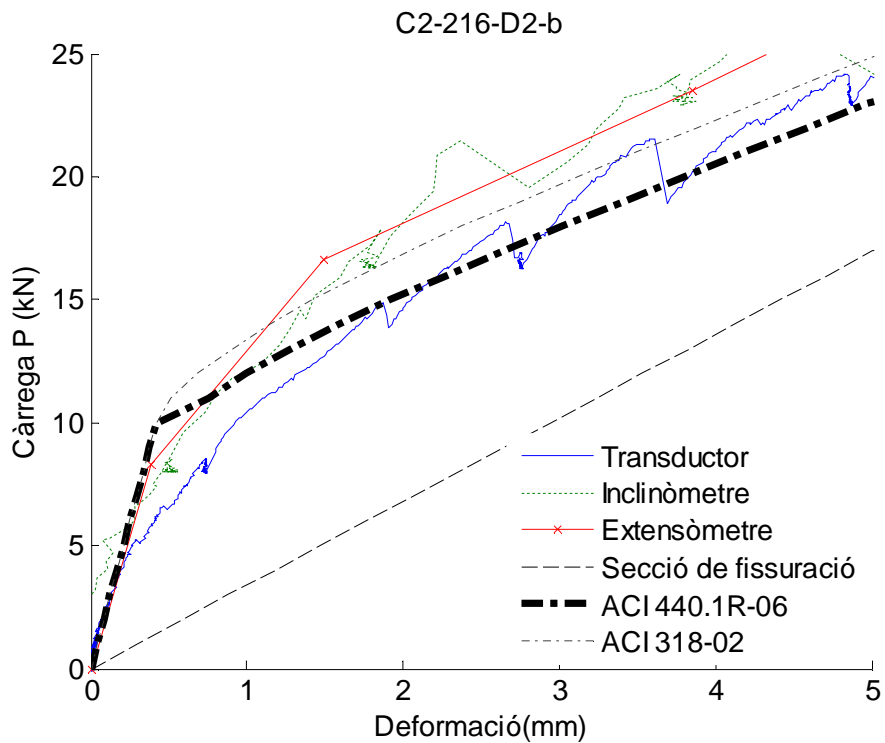


Figura 75: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_216\_D2\_b

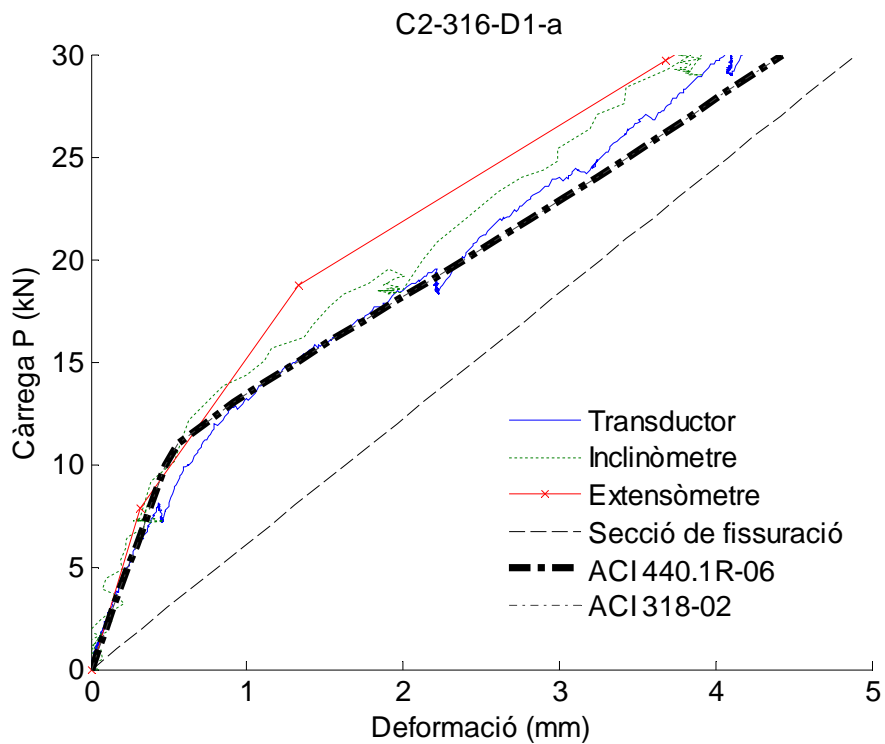


Figura 76: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_316\_D1\_a

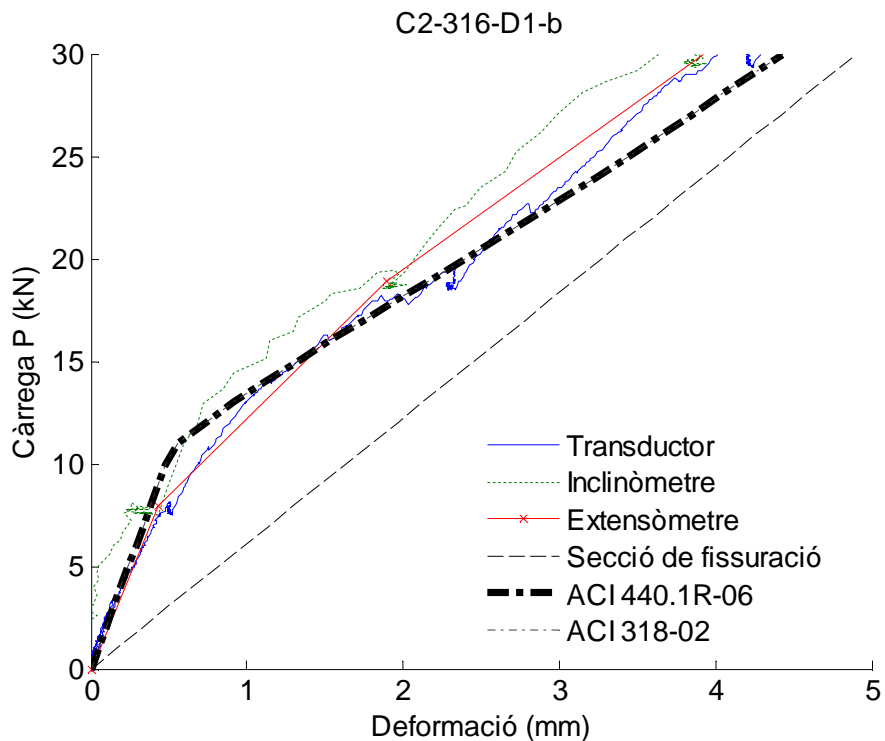


Figura 77: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_316\_D1\_b

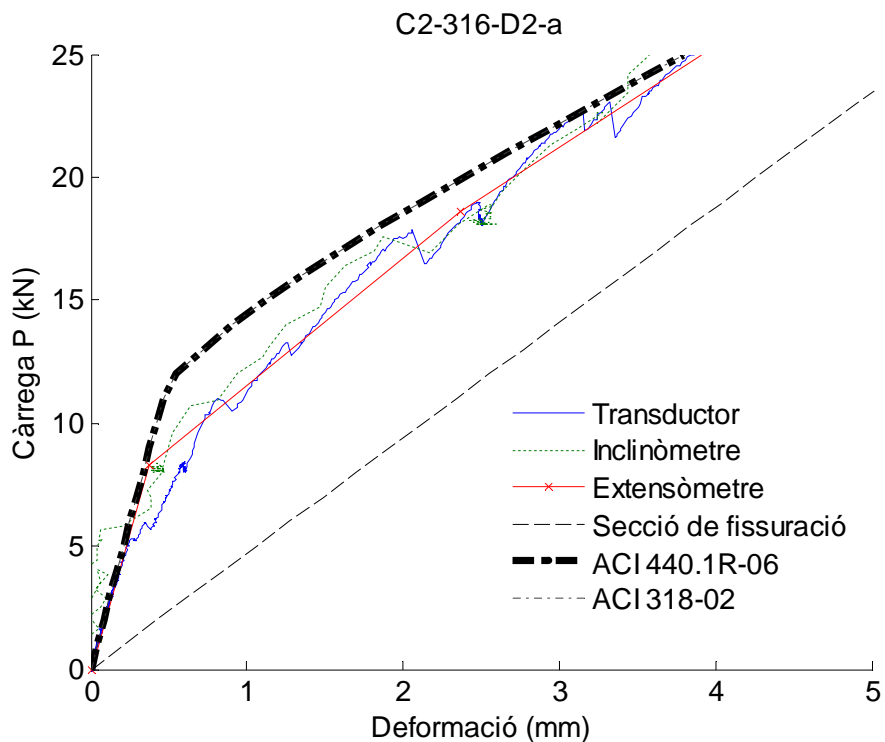


Figura 78: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_316\_D2\_a

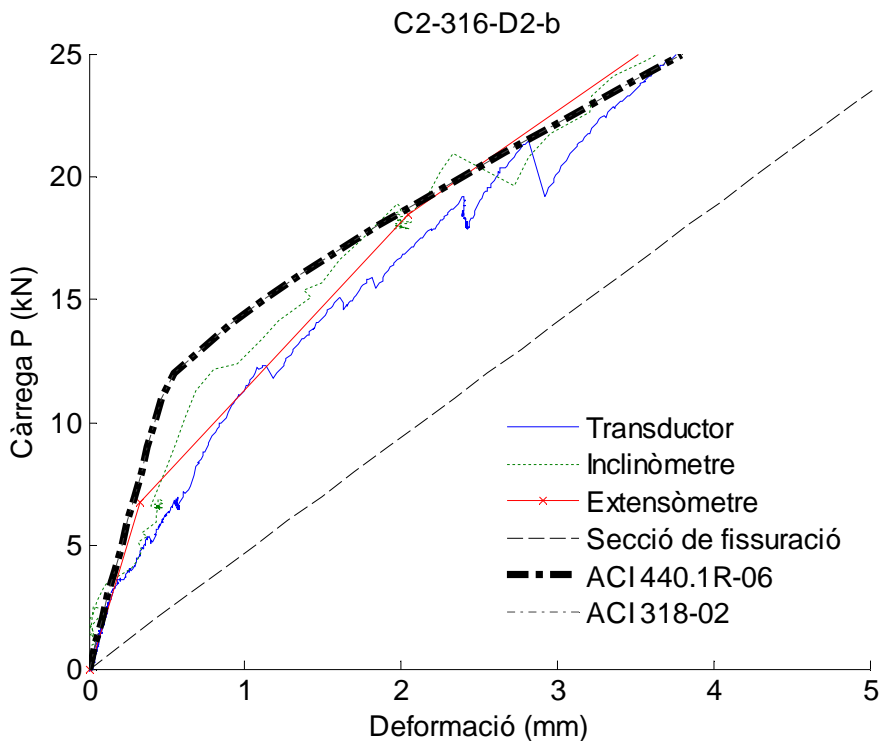


Figura 79: Comparació del moment de fissuració per la biga C2\_316\_D2\_b

#### A.5 CÀRREGA DEFORMACIÓ

En aquest apartat de l'annex ens trobem amb les rutines de Matlab citades a la memòria amb les quals hem pogut trobar tant els valors experimentals com els teòrics.

En els gràfics dels altres dos apartats podem trobar a l'eix abscisses la deformació de la biga i a l'eix de coordenades la càrrega per cada unitat de temps.

En la part experimental es poden observar dos gràfics per les bigues C1 i un per la bigues C2. El primer gràfic ( per C1 i C2) ens mostra la deformació en funció de la càrrega amb tres dels aparells emprats en els assaigs.

El segon gràfic (només en el cas dels assaigs del C1) ens mostra la càrrega deformació dels valors dels transductors, el de la dreta i el de l'esquerra, respecte els valors de l'extensòmetre mecànic, explicat ja en la memòria.

En la part teòrica hi ha la comparació de les normes ACI 440 i ACI 318 en comparació de les dades experimentals dels tres aparells. Tal com s'ha comentat a la memòria, en la zona de càrrega de servei les normes i la teoria donen valors molt semblants, en canvi, quan la càrrega arriba a valors últims, les normes i els valors experimentals donen valors més variats.

### A.5.1 RUTINES DE MATLAB

#### Procediment per els transductors:

1. Crear un vector Load (Càrrega), on la càrrega augmenta fins a ruptura:

```
[Load_cell_max_a,Pos_a]=max(Load_cell_a);
[Time_end_a,T1_a]=size(Time_a);
Load_a=Load_cell_max_a*ones(Time_end_a,1);
j=1;
for i=1:1:Time_end_a;
    if Load_cell_a(j,1)<Load_cell_max_a
        Load_a(i,1)=Load_cell_a(j,1);
        j=j+1;
    end;
end;
```

2. Càlcul del descens de recolzaments en RC per a cada càrrega Load:

```
N_steps_a=size(Rc_a,1);
Rc_mod_a=zeros(Time_end_a,1);
[Load_step_max_a,aux_pos_a]=max(Load_step_a);
for i=2:1:Time_end_a;
    if Load_a(i,1)<Load_step_max_a;
        Rc_mod_a(i,1)=interp1(Load_step_a,Rc_a,Load_a(i,1));
    else;
        Rc_mod_a(i,1)=Rc_a(aux_pos_a,1);
    end;
end;
```

3. Càlcul del descens de recolzaments dels 2 extrems, fent la mitja entre RC i transductors de recolzament:

```
Disp_sup_a=(Disp_sup1_a+Disp_sup2_a)/2;
Disp_mig_a=zeros(Time_end_a,1);
for i=1:1:Time_end_a;
    Disp_mig_a(i,1)=(Disp_sup_a(i,1)+Rc_mod_a(i,1))/2;
end;
```

Nota: els efectes dels rellotges comparadors és nul.

- El transductor central està col·locat en el mateix sentit que els laterals, de manera que per tenir una mesura relativa de la fletxa s'han de restar. Es fa el càlcul per a cada instant:

```

Disp_mid1_a=-(Disp_midspan_a-Disp_mig_a);
Disp_mid1_max_a=-Disp_mid1_a(Pos_a,1);
Disp_a=-Disp_mid1_max_a*ones(Time_end_a,1);
j=1;
for i=1:1:Time_end_a;
    if Load_cell_a(j,1)<Load_cell_max_a
        Disp_a(i,1)=Disp_mid1_a(j,1);
        j=j+1;
    end;
end;
k=1;

```

#### Procediment per els inclinòmetres:

- A través dels dos inclinòmetres calculem per cada instant la curvatura:

$$\text{Curv\_inc\_a}(i,1)=\pi/180*(\text{Inc\_1\_a}(i,1)-\text{Inc\_2\_a}(i,1))/450;$$

Aquesta curvatura és la que es pot observar en l'apartat 5.2 Anàlisi de la curvatura. Es tracta de la curvatura que proporcionen els inclinòmetres, tal com es pot veure en els gràfics del mateix apartat s'assimila a un valor constant en tota la zona de flexió pura teòrica (part central de la biga), encara que en comparació a les dades de l'extensòmetre mecànic es veu que els valors no segueixen el valor de tendència lineal.

- Es crea un vector-columna de moment flector, que es troba al multiplicar la càrrega  $P/2$  per  $L/3$ :

$$M\_inc\_a(i,1)=\text{Load\_cell\_a}(i,1)*L/6*1000;$$

- Es calcula un moment teòric de fissuració  $M_{cr}$  i una curvatura teòrica de fissuració  $C_{cr}$  a través de la resistència a flexo tracció  $f_r$  assumida. La curvatura de fissuració es calcula amb el mòdul elàstic del formigó i el moment d'inèrcia brut.

$M_{cr}=2*f_r*I_g/h$ ; formula utilitzada quan arribem a resultats de resistència de flexo tracció a la fibra més comprimida del formigó

$$C_{cr}=M_{cr}/(E_c*I_g);$$

- Per a cada càrrega, es compara la curvatura de la lectura dels inclinòmetres  $Curv\_inc\_a(i,1)$  amb la curvatura teòrica de fissuració  $C_{cr}$ . Es crea un vector-columna que mesura la distància del punt de fissuració al recolzament. Si la curvatura dels inclinòmetres és inferior a la teòrica de fissuració, aquesta distància és zero, mentre que si és superior, la secció s'ha començat a fissurar a una distància de  $C_{cr}/Curv\_inc \cdot 600$  (s'ha suposat una distribució lineal de curvatura, des de zero al recolzament fins a  $Curv\_inc$  al punt d'aplicació de la càrrega,  $L/3$ , a l'igual que en la curvatura).

```

if Curv_inc_a(i,1)<Ccr;
  dist_inc_a(i,1)=0;
else dist_inc_a(i,1)=Ccr/Curv_inc_a(i,1)*600;
    
```

A l'igual que per estudiar la curvatura s'han de tenir en compte dos casos en la biga:

- Quan es tracta de la biga no fissurada:

Es crea un vector-columna que representa la reacció de la "biga conjugada Figura 80" amb les curvatures com a càrregues:

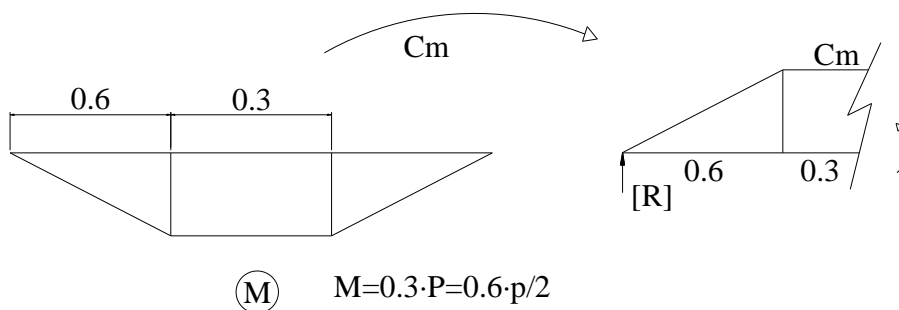


Figura 80: Biga conjugada no fissurada

- Quan la biga és fissurada Figura 81:

On la biga conjugada té les següents càrregues:

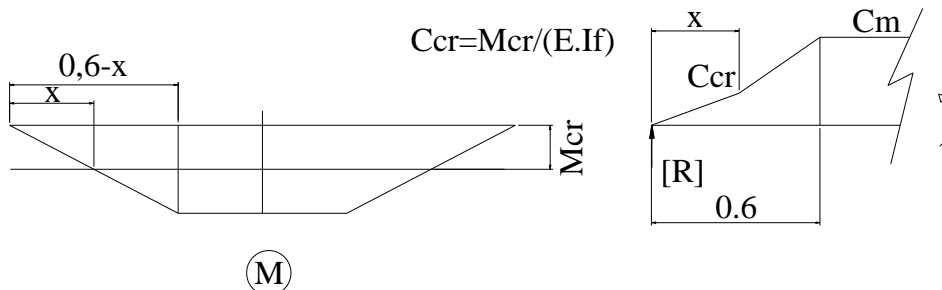


Figura 81: Biga conjugada fissurada

```

if M_inc_a(i,1)<Mcr;
  Reac_a(i,1)=600*Curv_inc_a(i,1);
    
```



```
else Reac_a(i,1)=0.5*dist_inc_a(i,1)*Ccr+(600-dist_inc_a(i,1))*Ccr+0.5*(600-
dist_inc_a(i,1))*(Curv_inc_a(i,1)-Ccr)+300*Curv_inc_a(i,1);
```

- Es calcula un vector-columna buscant el moment d'aquesta biga conjugada, que serà la fletxa mesurada per als inclinòmetres:

```
if M_inc_a(i,1)<Mcr;
Disp_inc_a(i,1)=345000*Curv_inc_a(i,1);
else Disp_inc_a(i,1)=900*Reac_a(i,1)-(0.5*dist_inc_a(i,1)*Ccr*(900-2/3*dist_inc_a(i,1)))-
((600-dist_inc_a(i,1))*Ccr*(600-0.5*dist_inc_a(i,1)))-(0.5*(600-dist_inc_a(i,1))*(Curv_inc_a(i,1)-
Ccr)*(500-dist_inc_a(i,1)/3))-(45000*Curv_inc_a(i,1));
```

- Es crea una rutina per detectar la càrrega màxima i la fletxa corresponent. Es crea un vector resultant en que un cop arribat a la càrrega màxima, aquesta es conservi i el desplaçament es mantingui.

```
Disp_inc_max_a=Disp_inc_a(Pos_a,1);
Disp_inc2_a=Disp_inc_max_a*ones(Time_end_a,1);
j=1;
for i=1:1:Time_end_a;
if Load_cell_a(j,1)<Load_cell_max_a
Load_a(i,1)=Load_cell_a(j,1);
Disp_inc2_a(i,1)=Disp_inc_a(j,1);
j=j+1;
end;
end;
```

#### Procediment per l'extensòmetre mecànic

- Es crea un vector-columna que llegeixi la càrrega on s'ha fet cada parada en l'assaig i la passi a moment flector:

```
M_ext_a(i,1)=Load_step_a(i,1)*L/6*1000;
```

- S'aprofita el moment teòric de fissuració  $M_{cr}$  i una curvatura teòrica de fissuració  $C_{cr}$  calculats per al tractament de dades dels inclinòmetres. A partir d'aquest punt, el procediment és el mateix que per als inclinòmetres ja que no tenim més dades de l'extensòmetre mecànic:
- Per a cada càrrega, es compara la curvatura de la lectura dels inclinòmetres  $Curv\_inc\_a(i,1)$  amb la curvatura teòrica de fissuració  $C_{cr}$ . Es crea un vector-columna que mesura la distància del punt de fissuració al recolzament. Si la curvatura dels

inclinòmetres és inferior a la teòrica de fissuració, aquesta distància és zero, mentre que si és superior, la secció s'ha començat a fissurar a una distància de  $Ccr/Curv\_inc*600$  (s'ha suposat una recta lineal de curvatura, des de zero al recolzement fins a  $Curv\_inc$  al punt d'aplicació de la càrrega,  $L/3$ , a l'igual que en la curvatura).

```

if Curv_inc_a(i,1)<Ccr;
  dist_inc_a(i,1)=0;
else dist_inc_a(i,1)=Ccr/Curv_inc_a(i,1)*600;
    
```

A l'igual que per estudiar la curvatura s'han de tenir en compte dos casos en la biga:

- Quan es tracta de la biga no fissurada:

Es crea un vector-columna que representa la reacció de la "biga conjugada" amb les curvatures com a càrregues Figura 82:

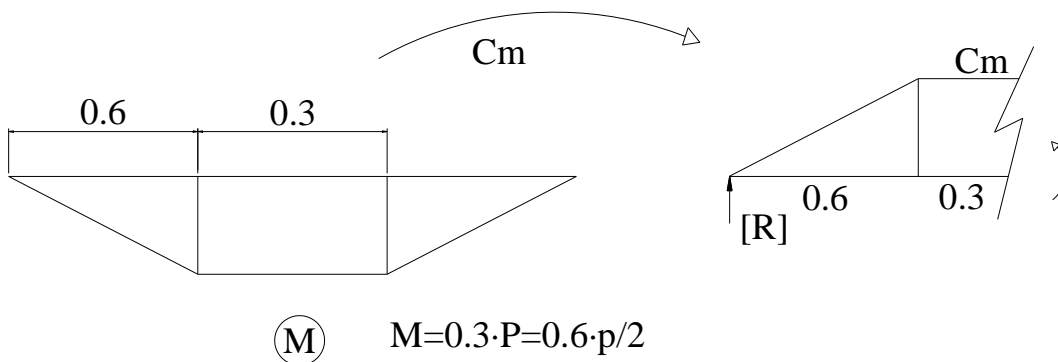


Figura 82: Biga conjugada no fissurada

- Quan la biga és fissurada

On la biga conjugada té les següents càrregues Figura 83:

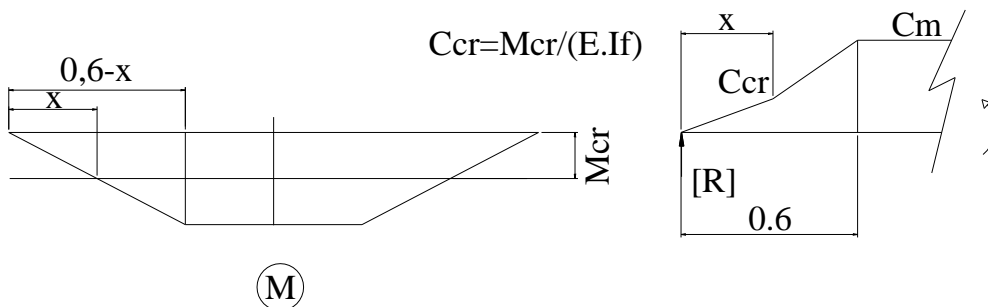


Figura 83: Biga conjugada fissurada

```

if M_inc_a(i,1)<Mcr;
  Reac_a(i,1)=600*Curv_inc_a(i,1);
else
  Reac_a(i,1)=0.5*dist_inc_a(i,1)*Ccr+(600-dist_inc_a(i,1))*Ccr+0.5*(600-
  dist_inc_a(i,1))*(Curv_inc_a(i,1)-Ccr)+300*Curv_inc_a(i,1);
    
```

- Es calcula un vector-columna buscant el moment d'aquesta biga conjugada, que serà la fletxa deguda als inclinòmetres:

```

if M_inc_a(i,1)<Mcr;
    Disp_inc_a(i,1)=345000*Curv_inc_a(i,1);
else
    Disp_inc_a(i,1)=900*Reac_a(i,1)-(0.5*dist_inc_a(i,1)*Ccr*(900-2/3*dist_inc_a(i,1)))-
    ((600-dist_inc_a(i,1))*Ccr*(600-0.5*dist_inc_a(i,1)))-(0.5*(600-dist_inc_a(i,1))*(Curv_inc_a(i,1)-
    Ccr)*(500-dist_inc_a(i,1)/3))-(45000*Curv_inc_a(i,1));

```

A.5.2 PART EXPERIMENTAL

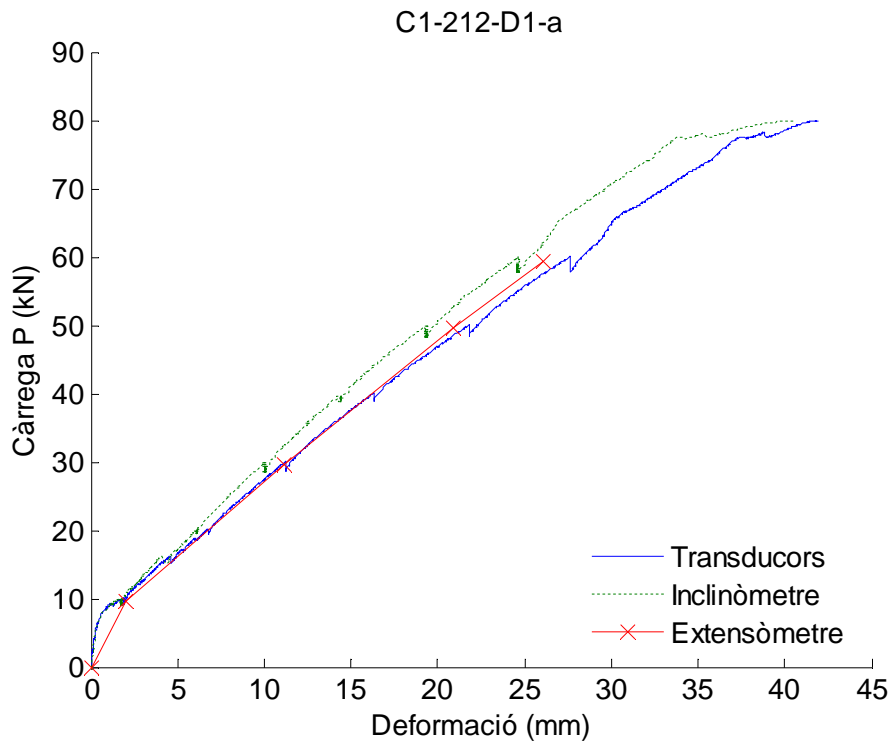


Figura 84: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_212\_D1\_a

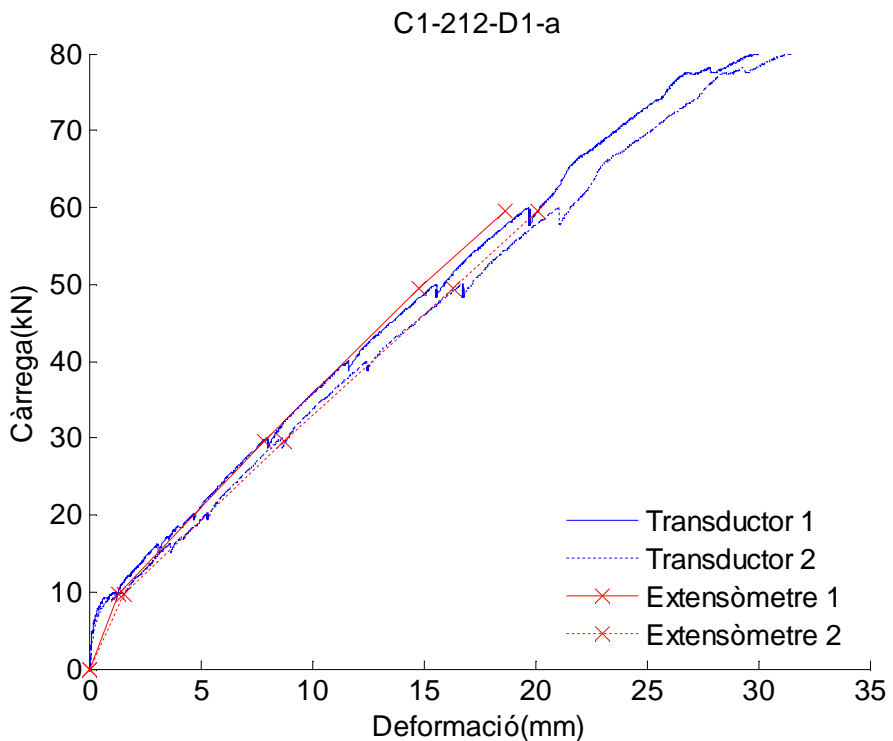


Figura 85: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_212\_D1\_a

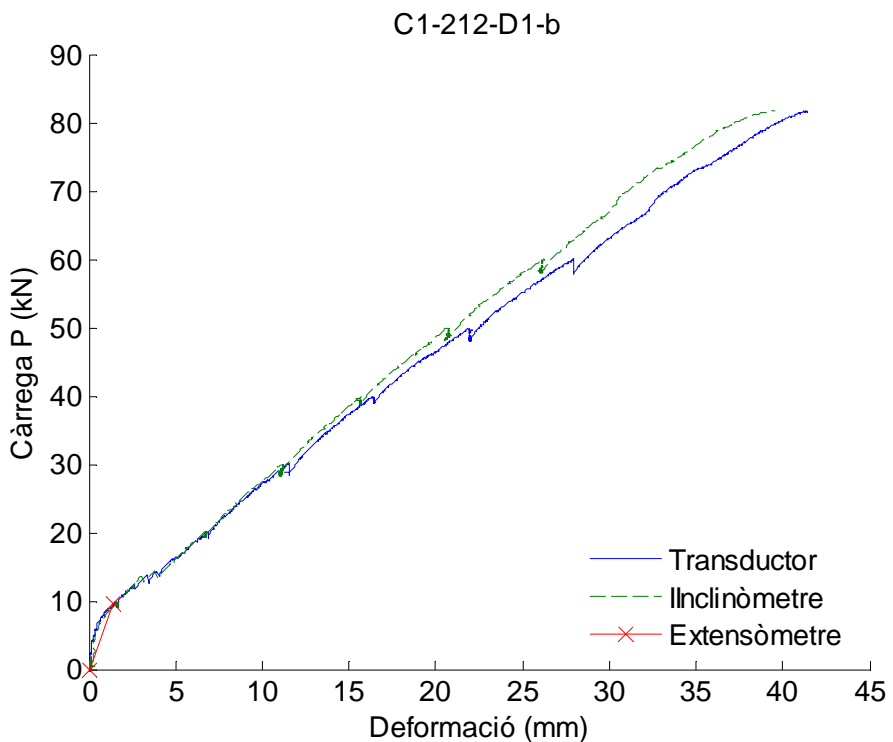


Figura 86: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_212\_D1\_b

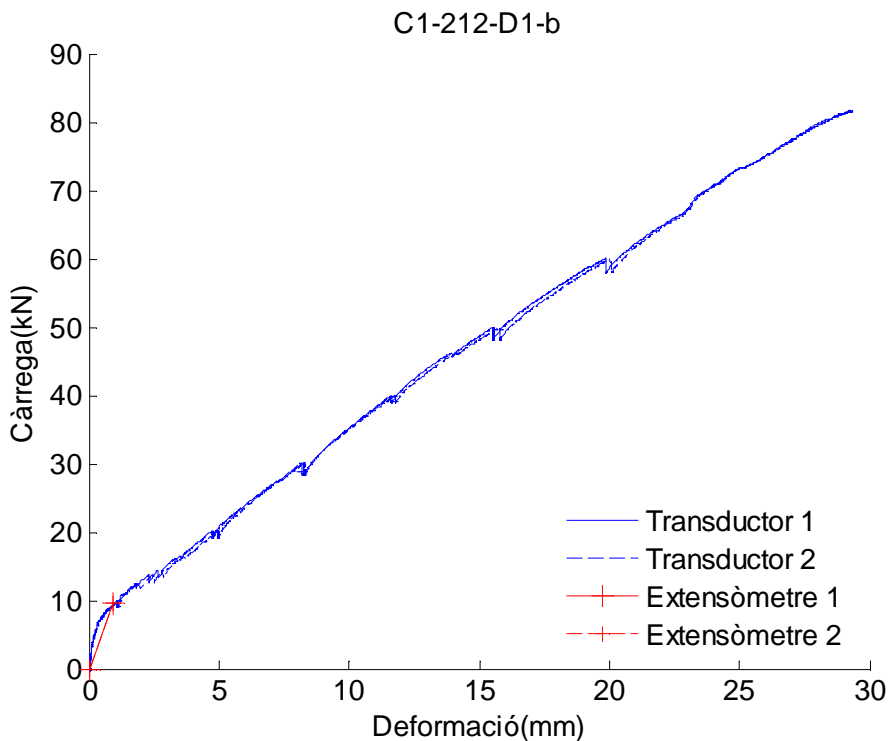


Figura 87: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_212\_D1\_b

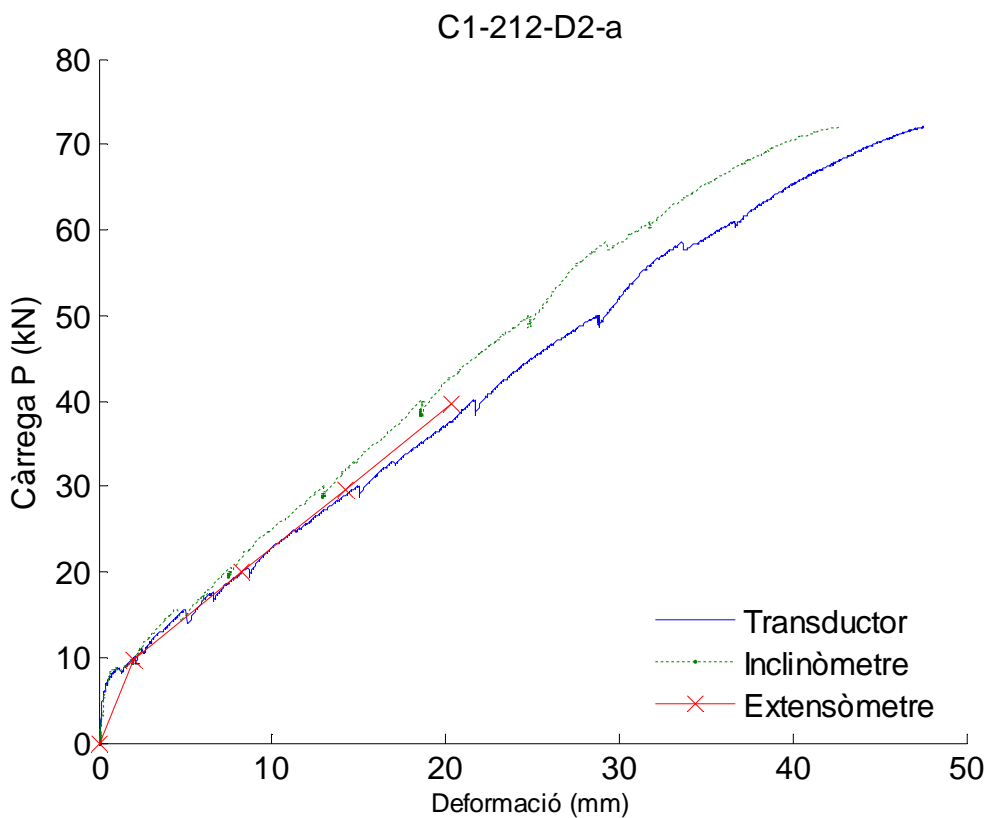


Figura 88: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_212\_D2\_a

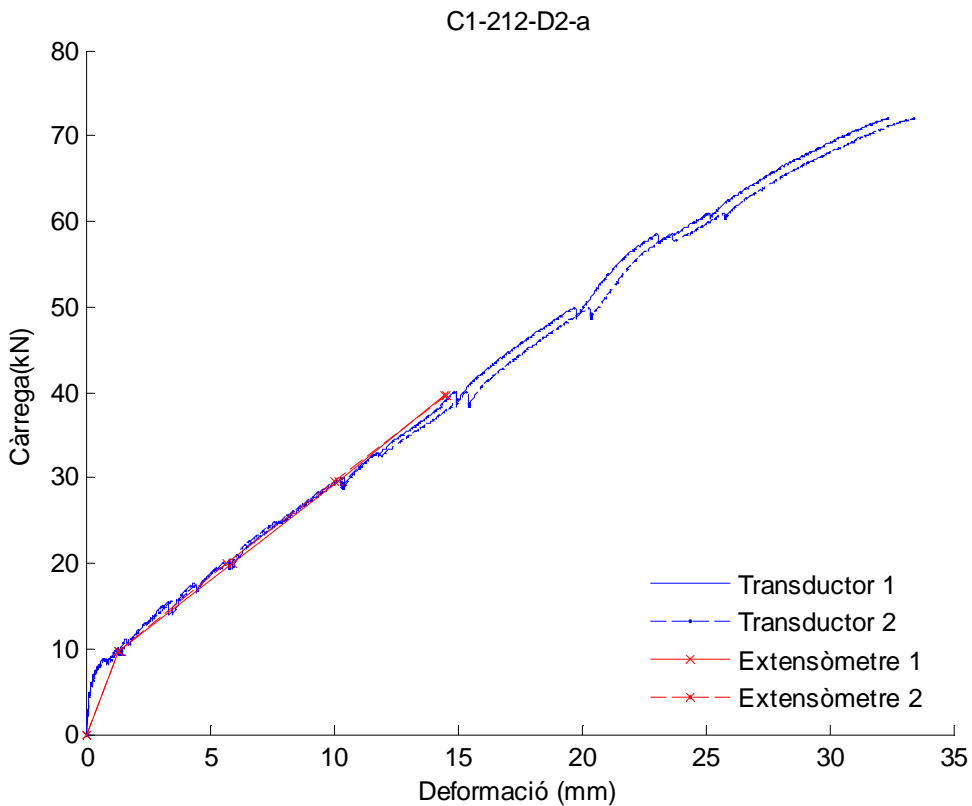


Figura 89: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_212\_D2\_a

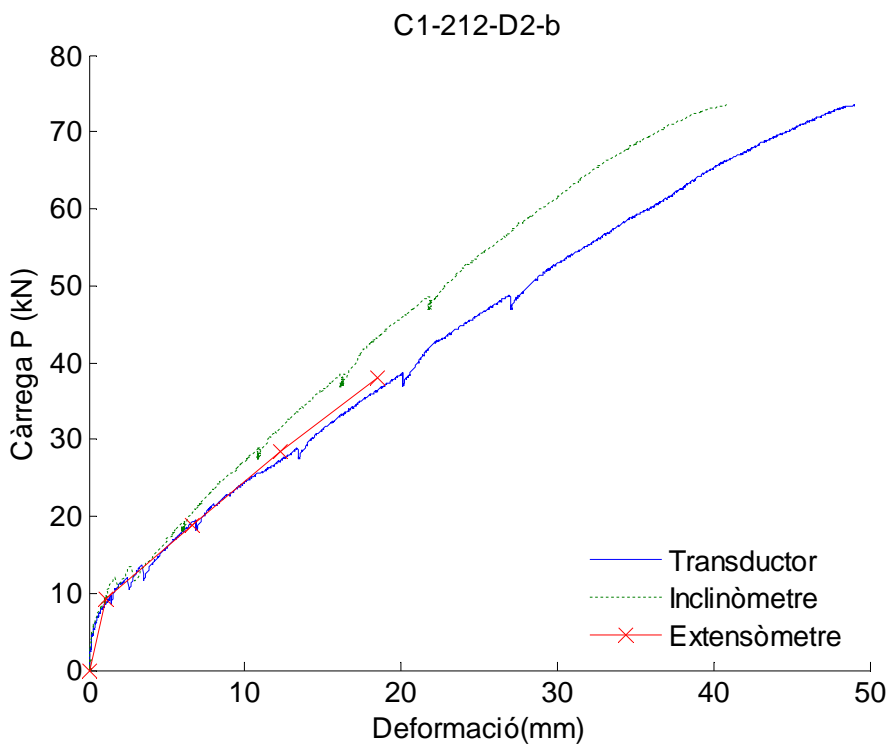


Figura 90: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_212\_D2\_b

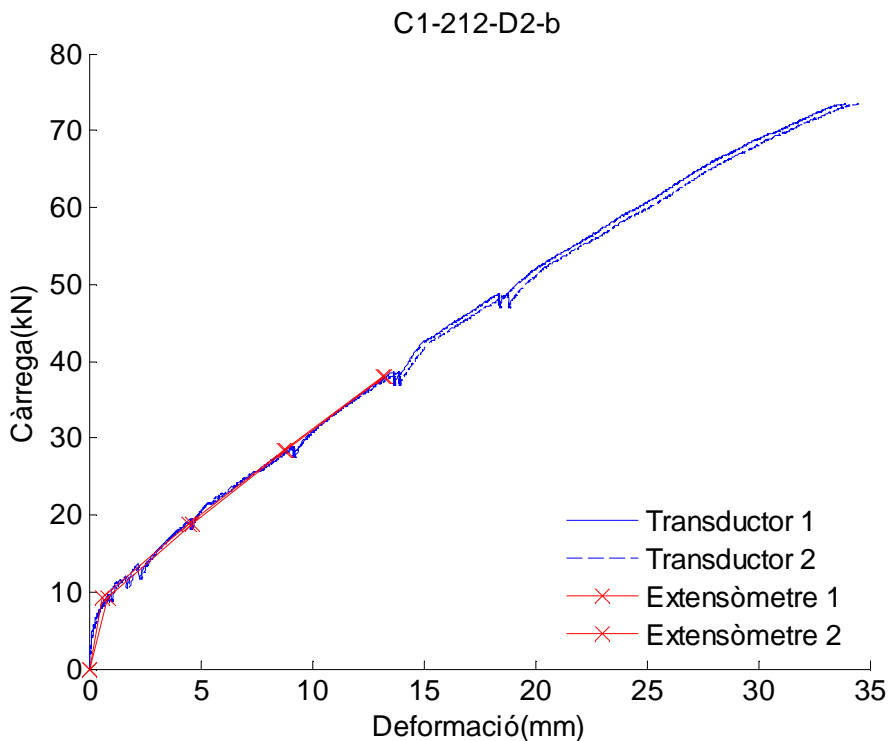


Figura 91: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_212\_D2\_b

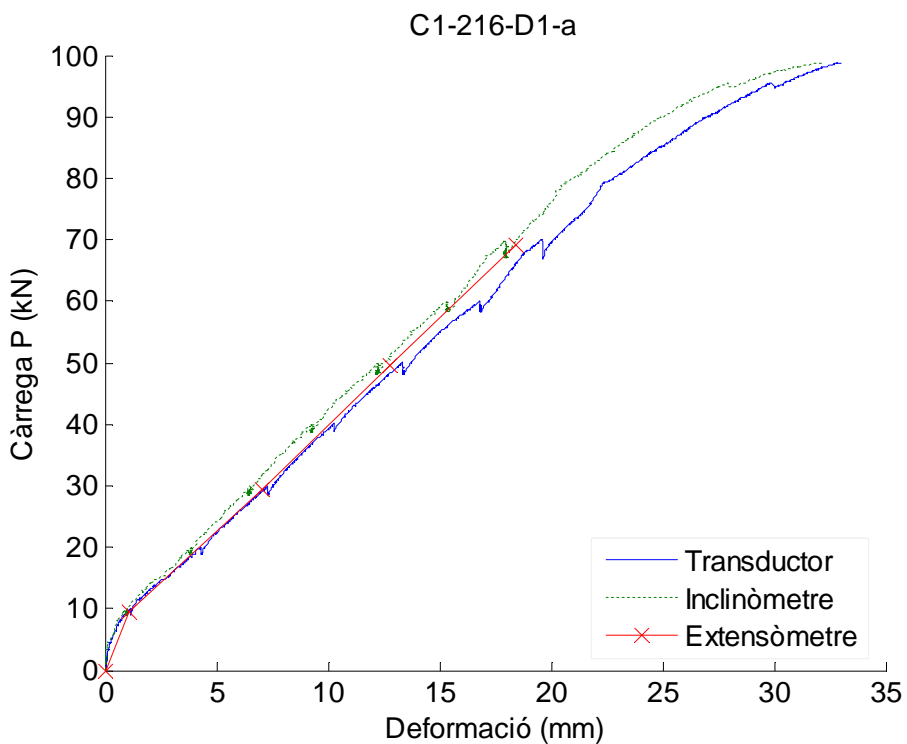


Figura 92: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_216\_D1\_a

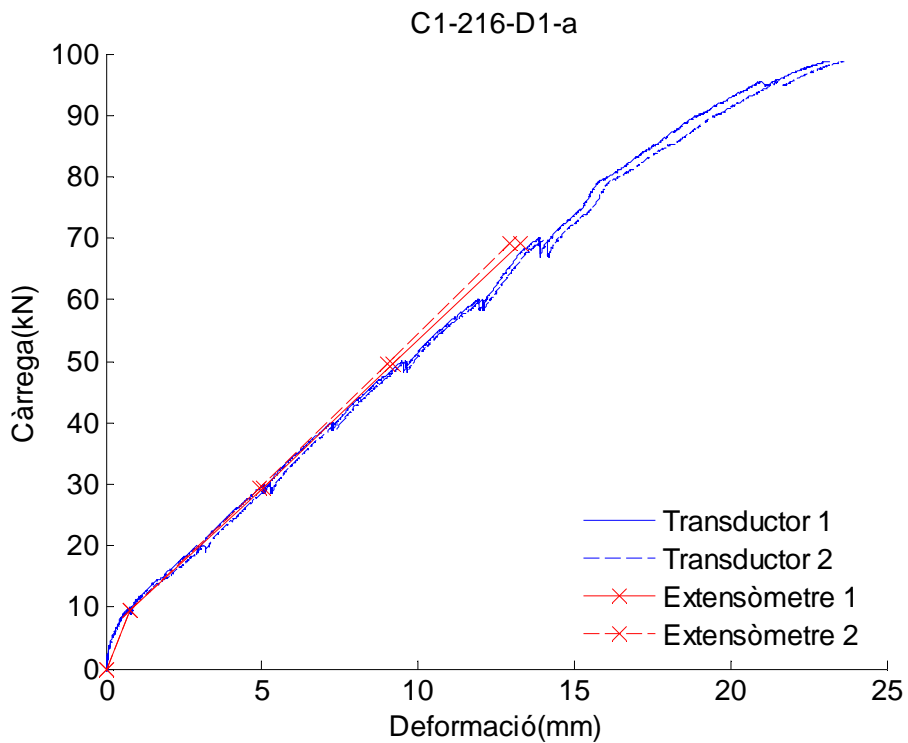


Figura 93: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_216\_D1\_a

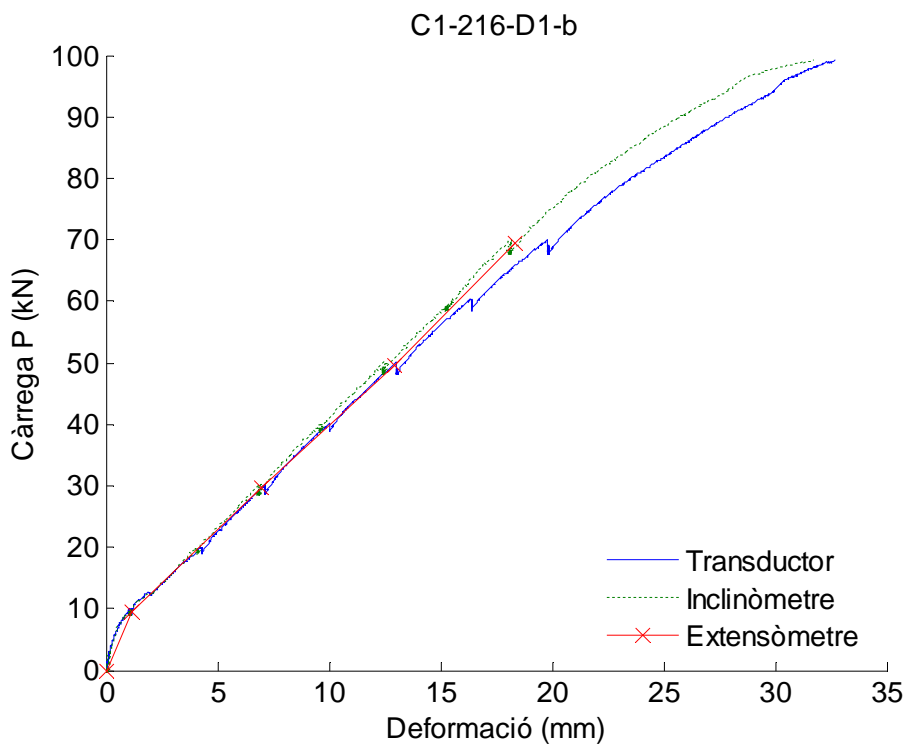


Figura 94: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_216\_D1\_b



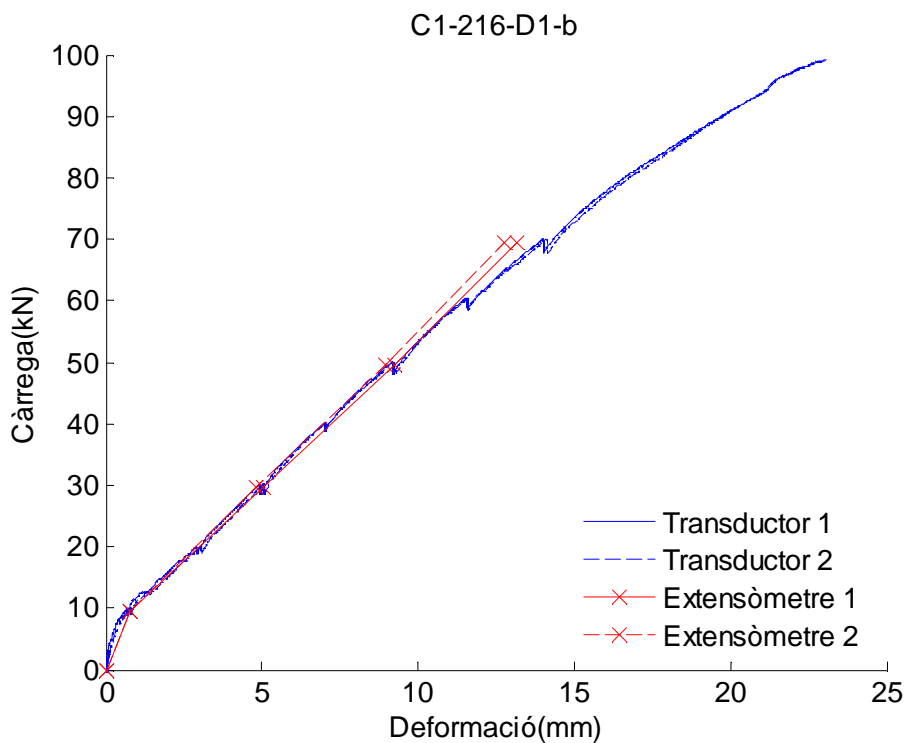


Figura 95: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_216\_D1\_b

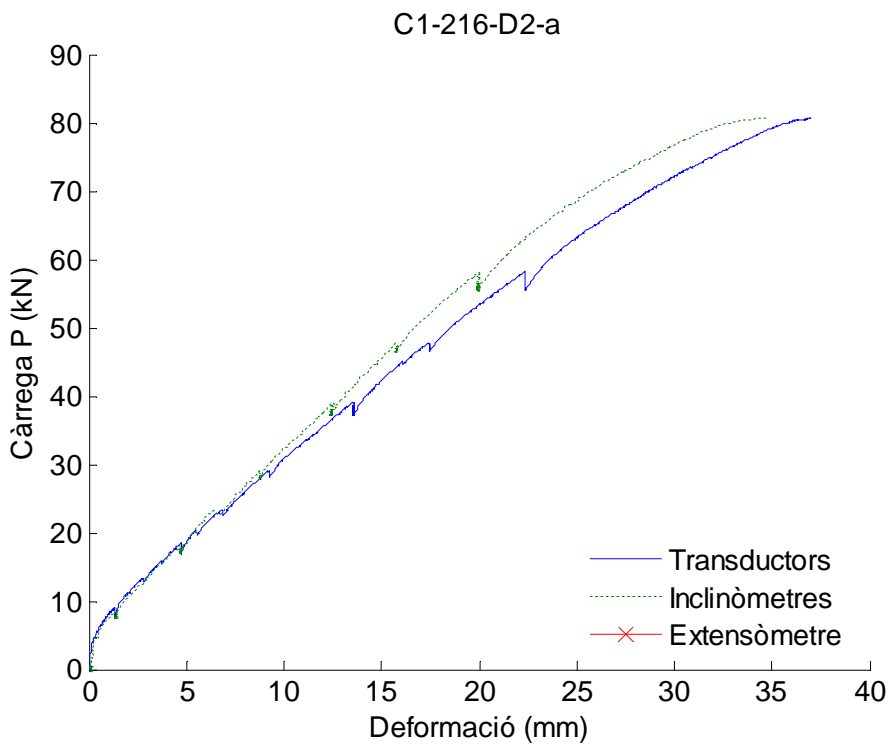


Figura 96: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_216\_D2\_a

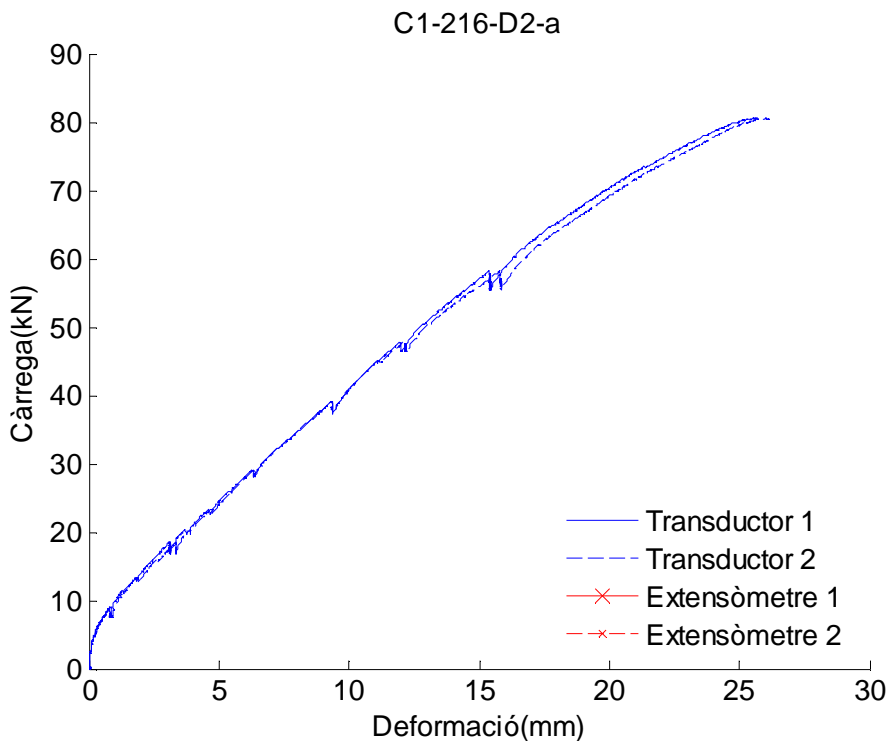


Figura 97: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_216\_D2\_a

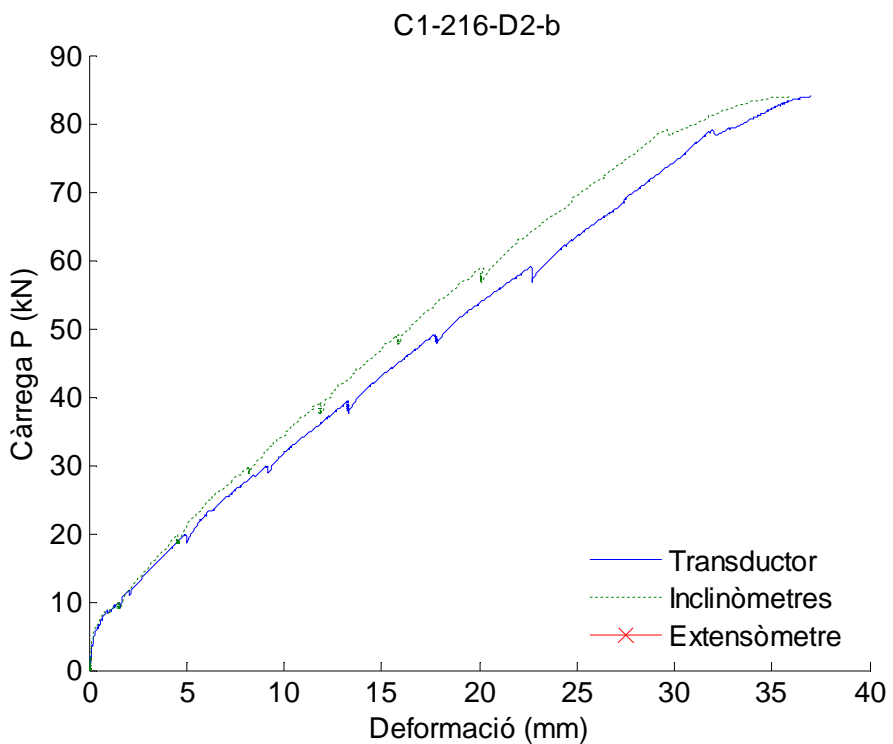


Figura 98: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_216\_D2\_b

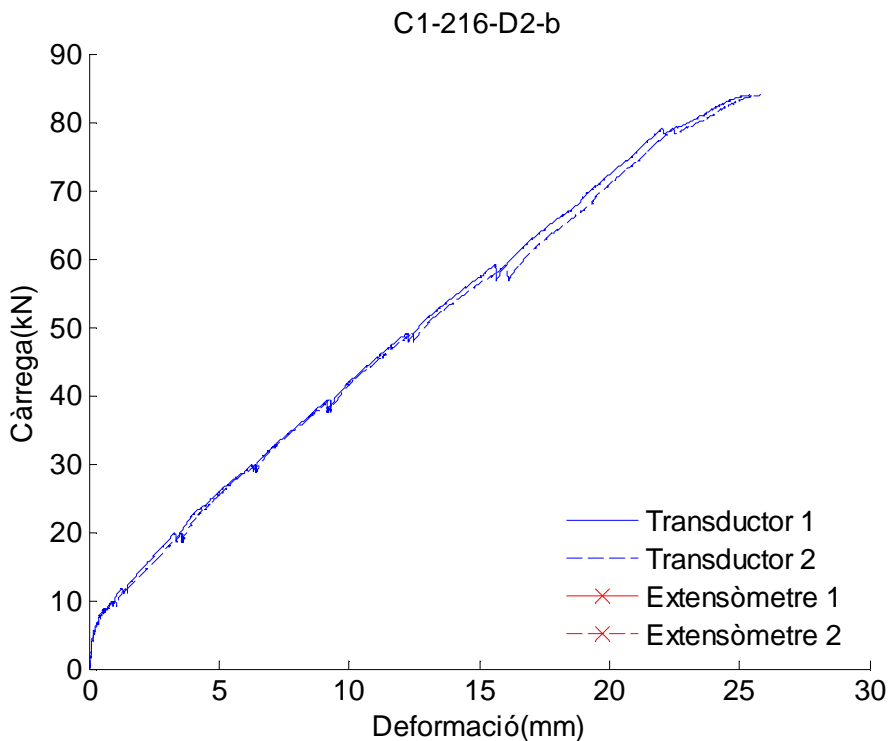


Figura 99: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_216\_D2\_b

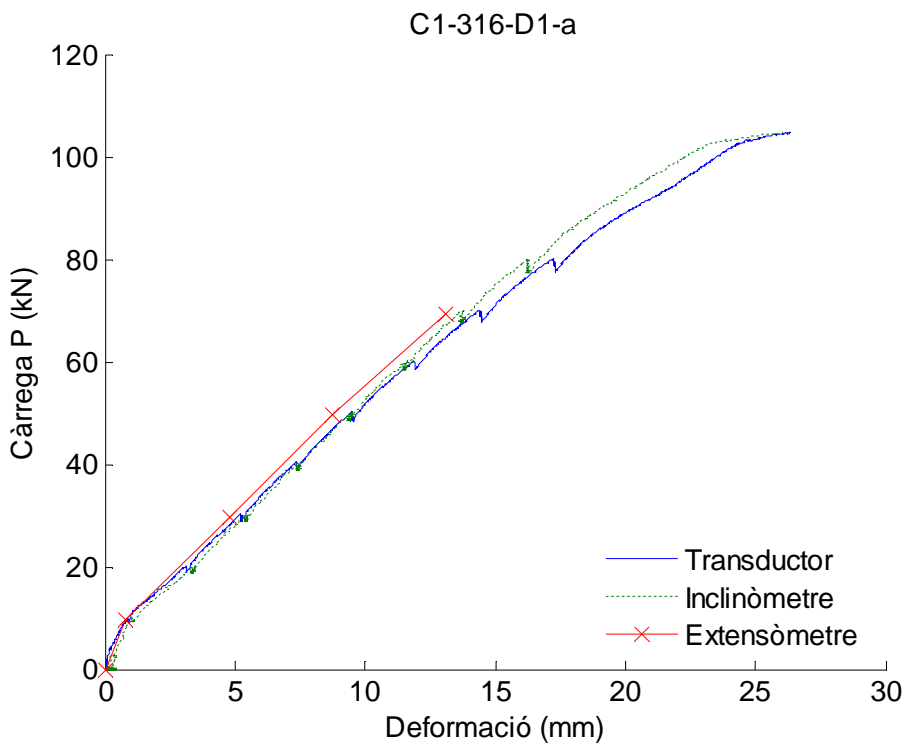


Figura 100: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_316\_D1\_a

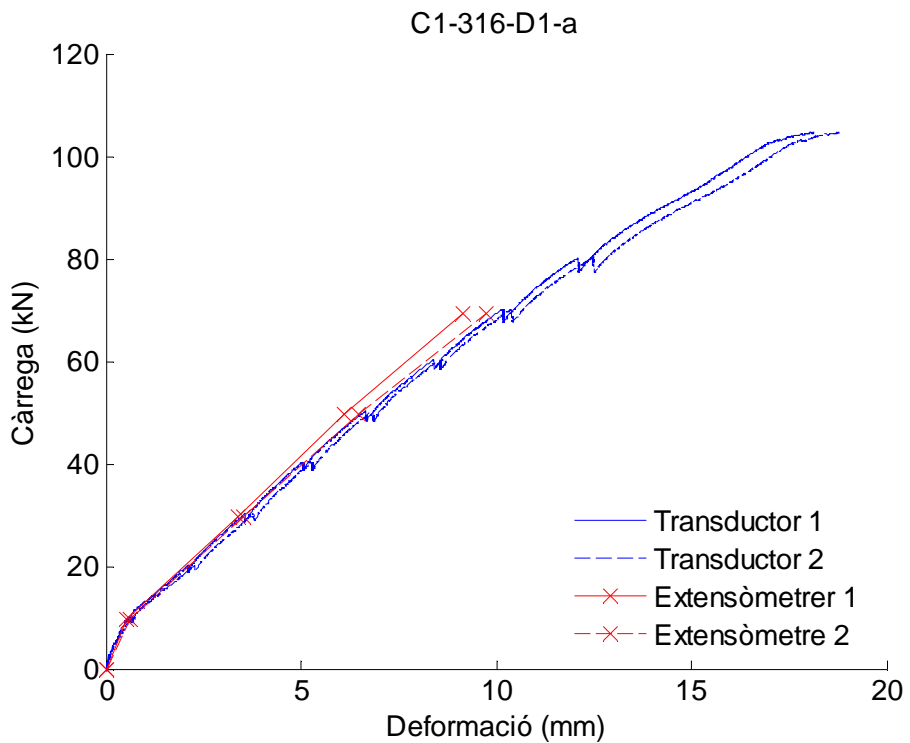


Figura 101: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_316\_D1\_a

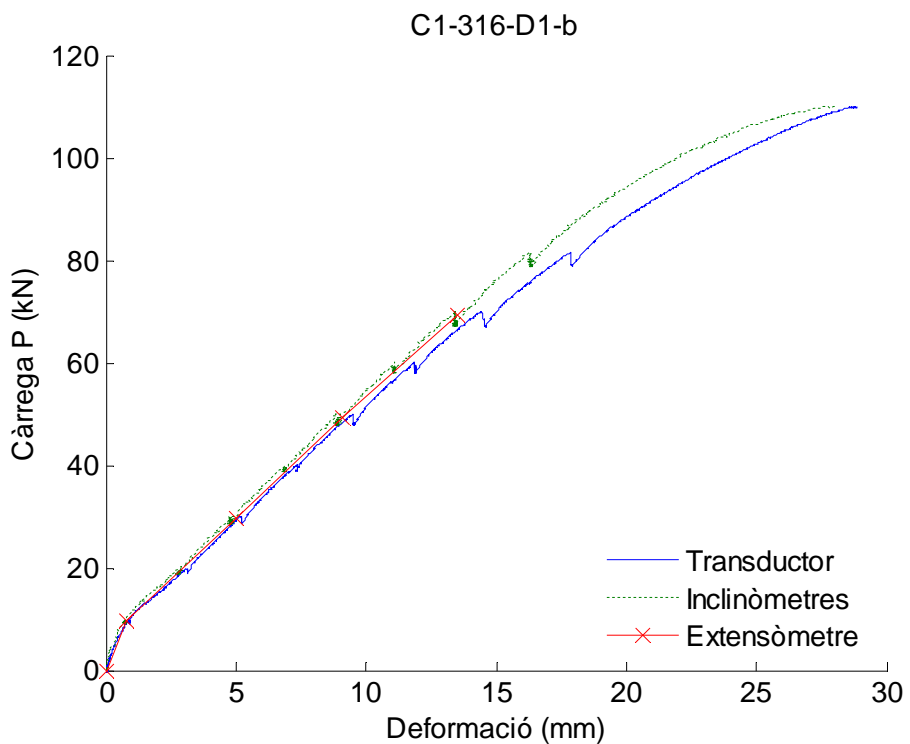


Figura 102: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_316\_D1\_b

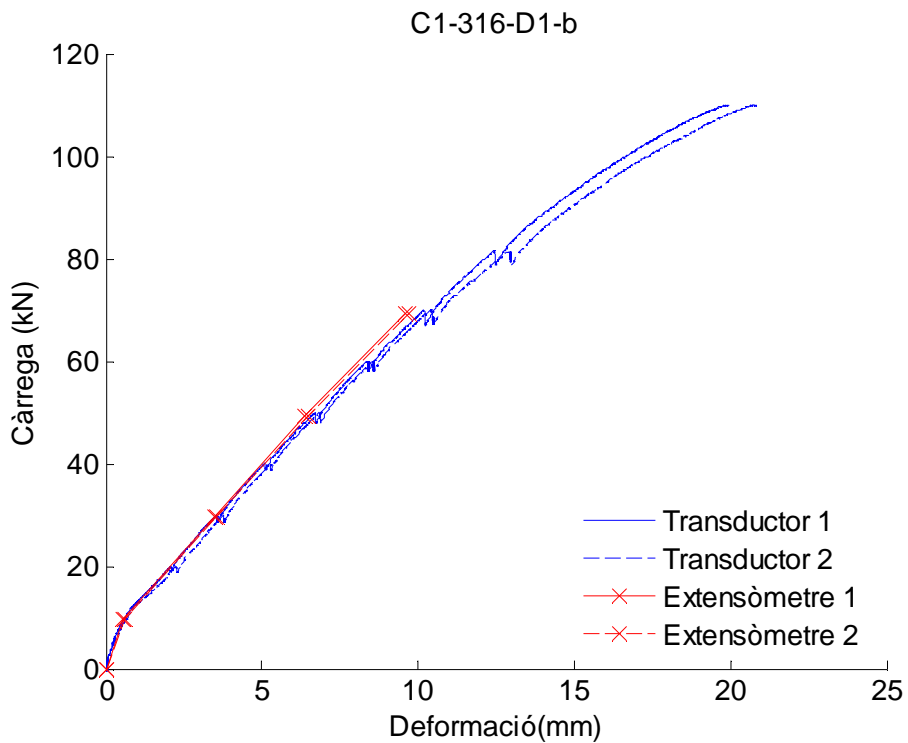


Figura 103: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_316\_D1\_b

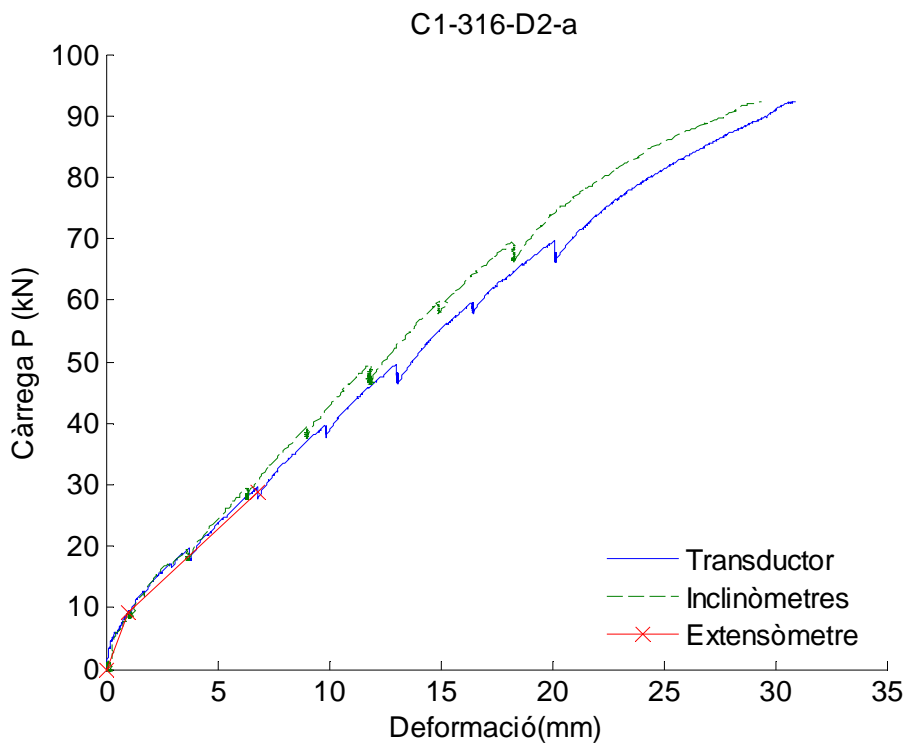


Figura 104: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_316\_D2\_a

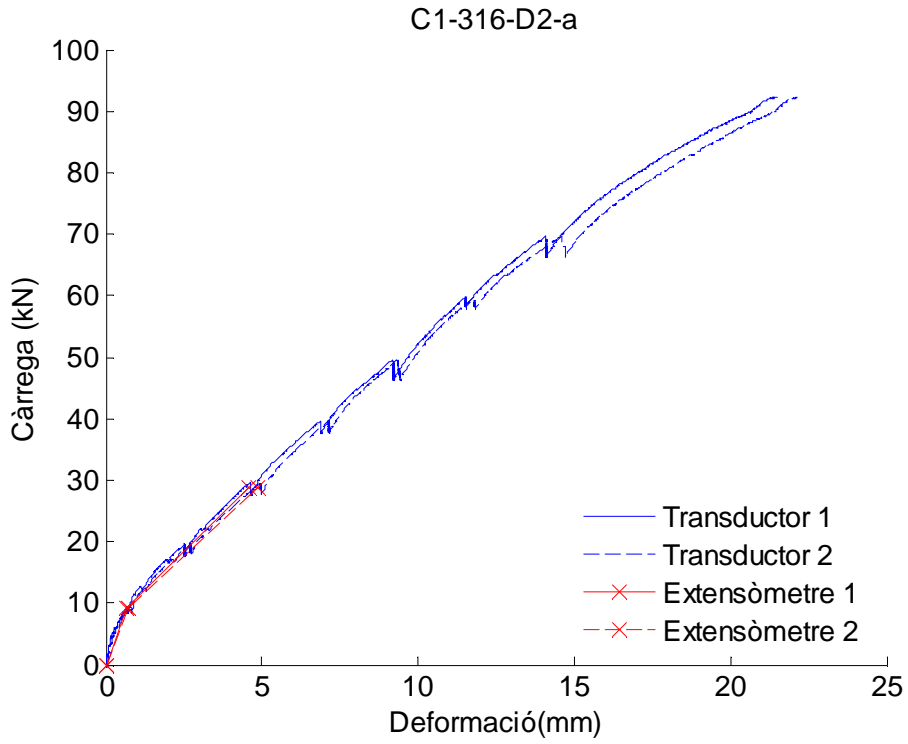


Figura 105: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_316\_D2\_a

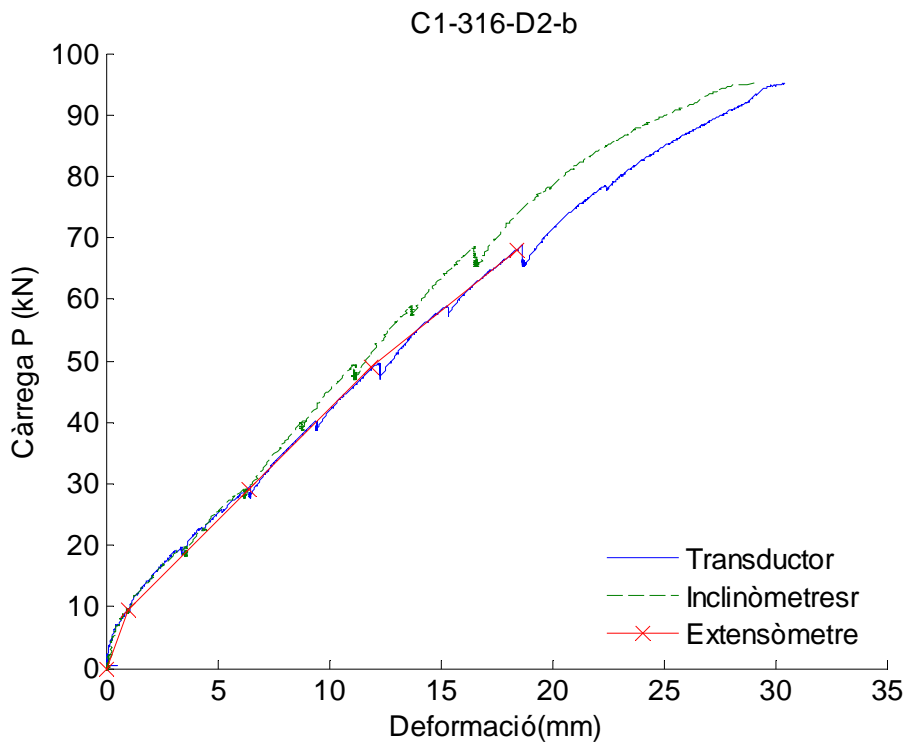


Figura 106: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C1\_316\_D2\_b

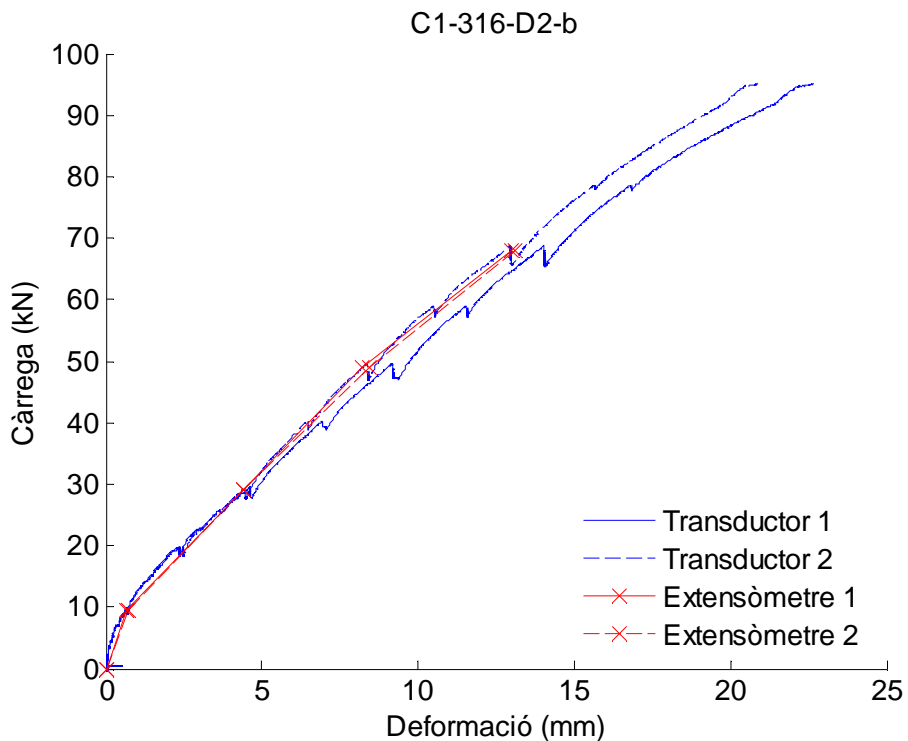


Figura 107: Comprovació de càrrega deformació de la biga C1\_316\_D2\_b

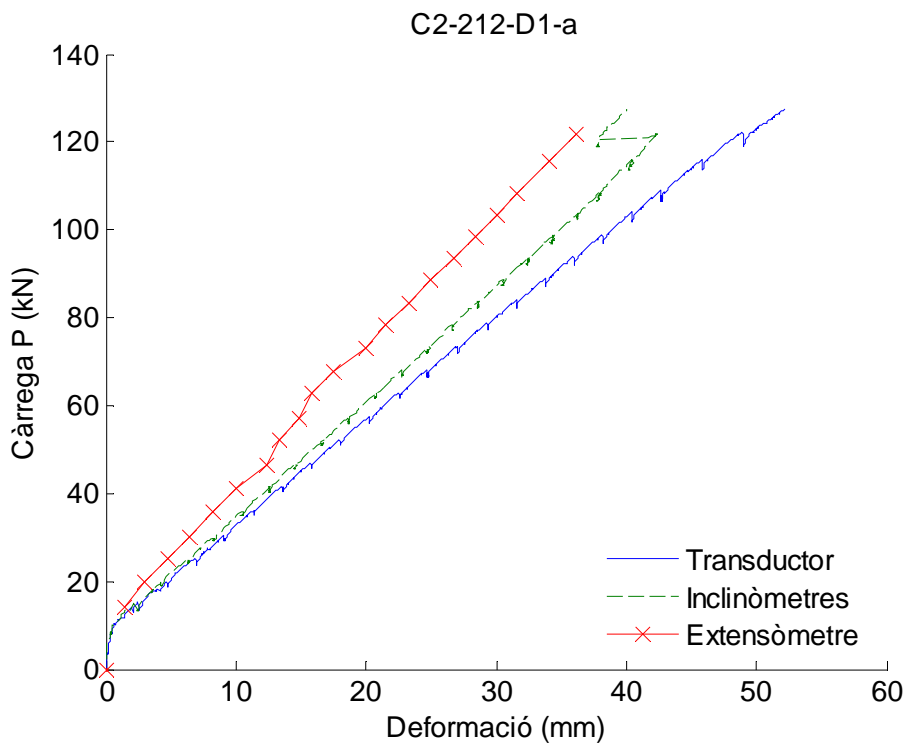


Figura 108: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_212\_D1\_a

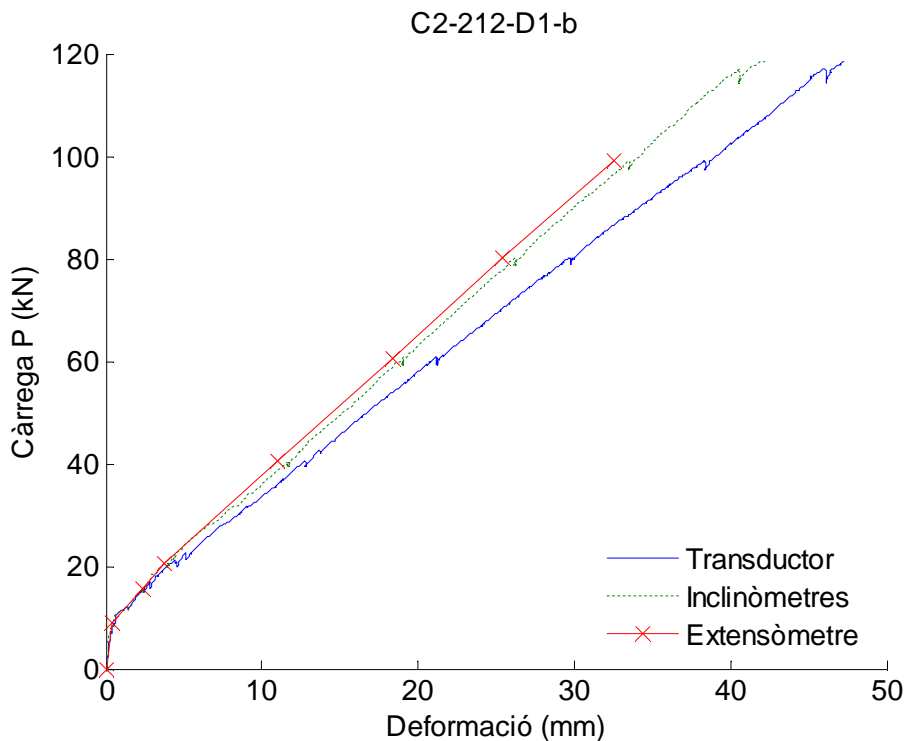


Figura 109: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_212\_D1\_b

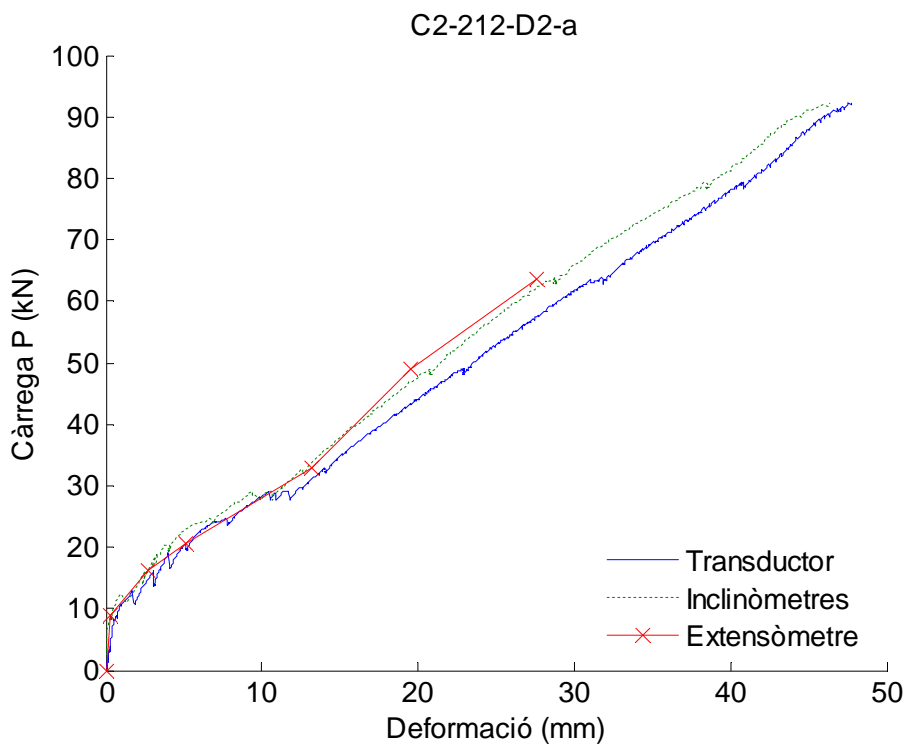


Figura 110: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_212\_D2\_a



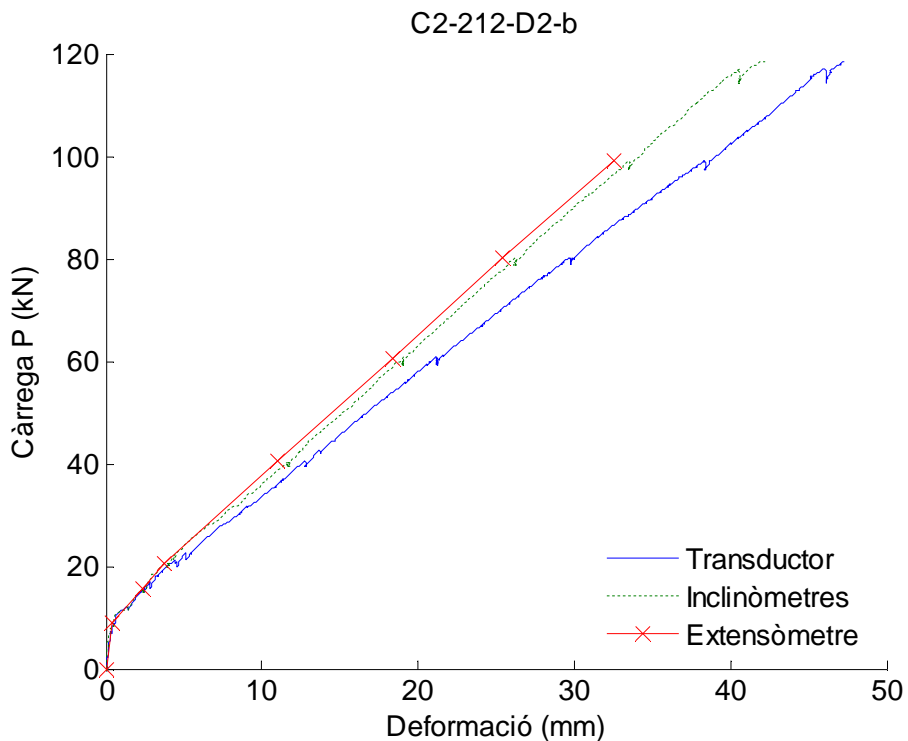


Figura 111: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_212\_D2\_b

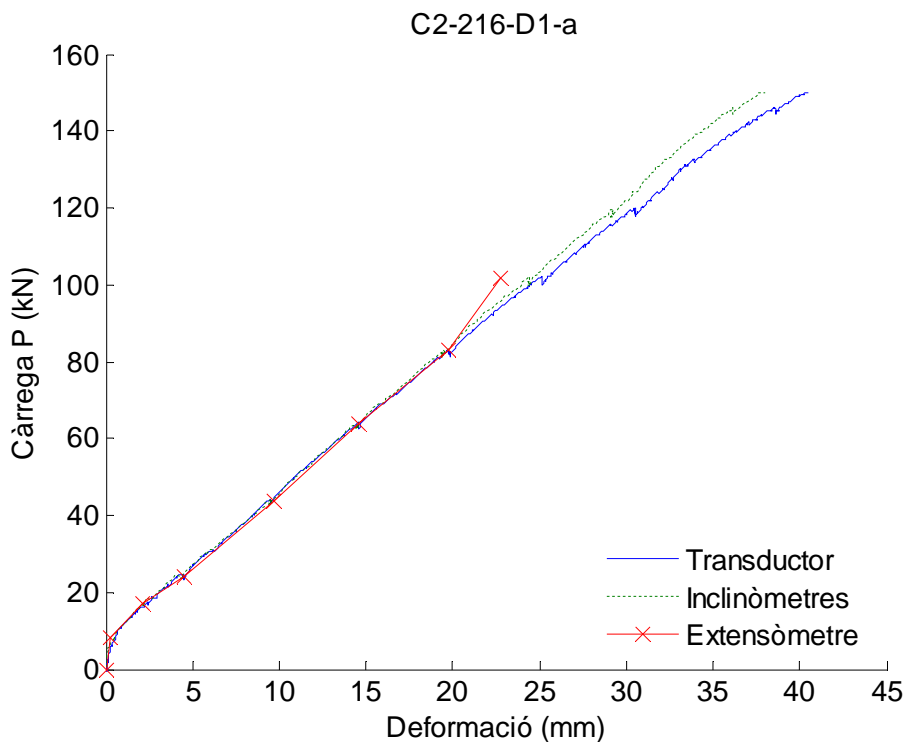


Figura 112: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_216\_D1\_a

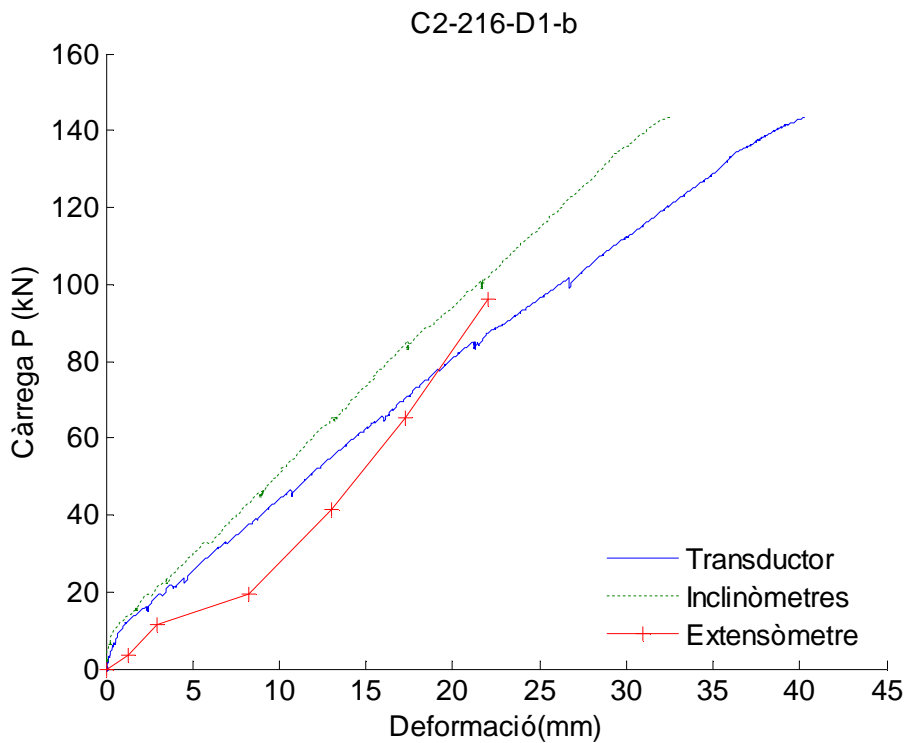


Figura 113: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_216\_D1\_b

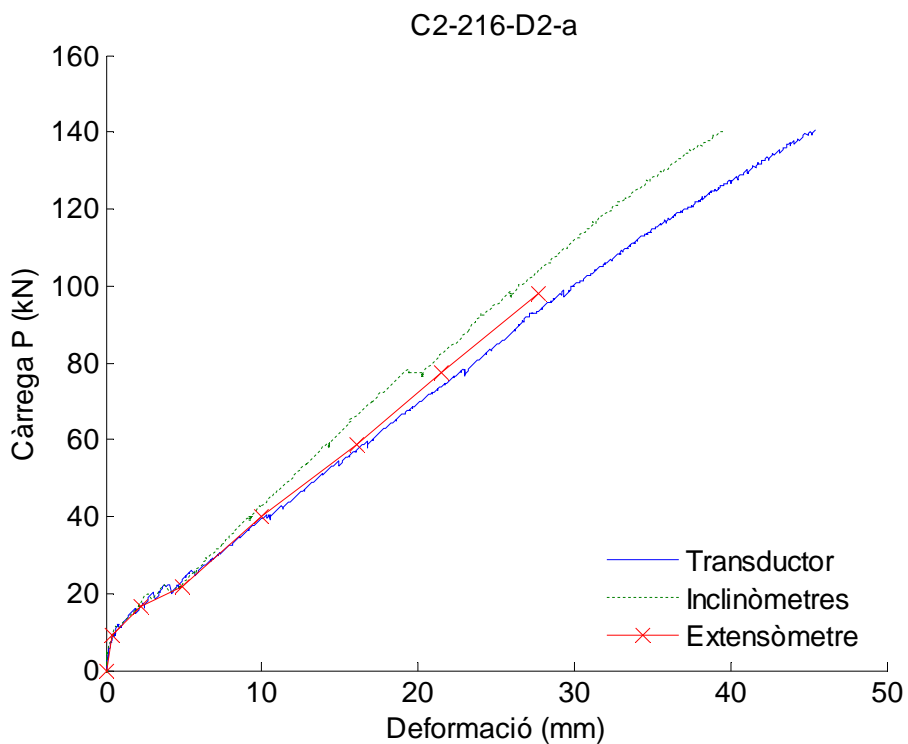


Figura 114: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_216\_D2\_a

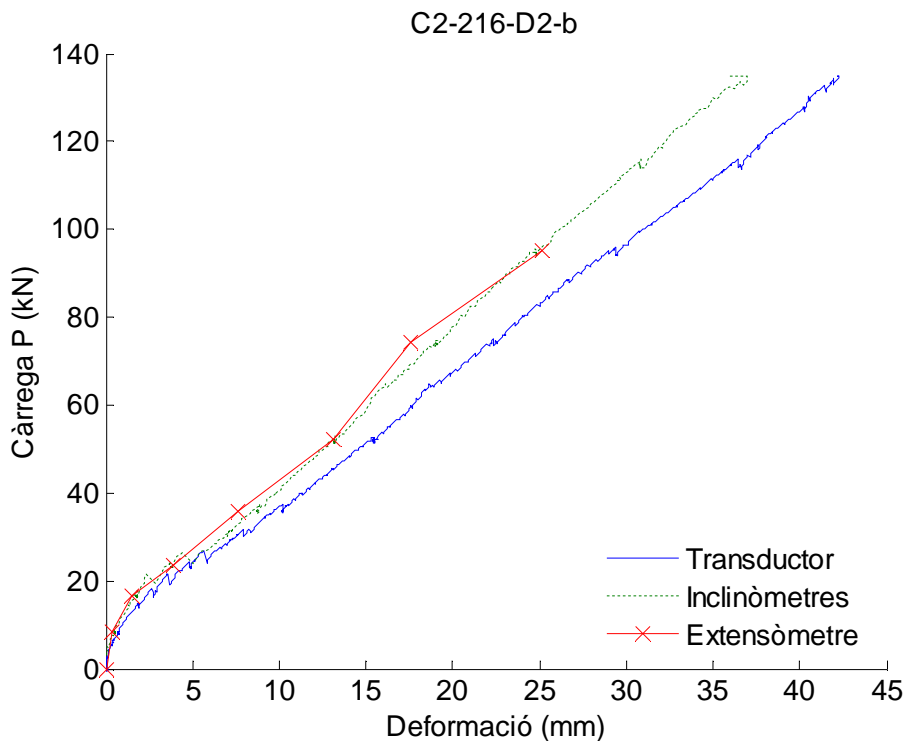


Figura 115: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_216\_D2\_b

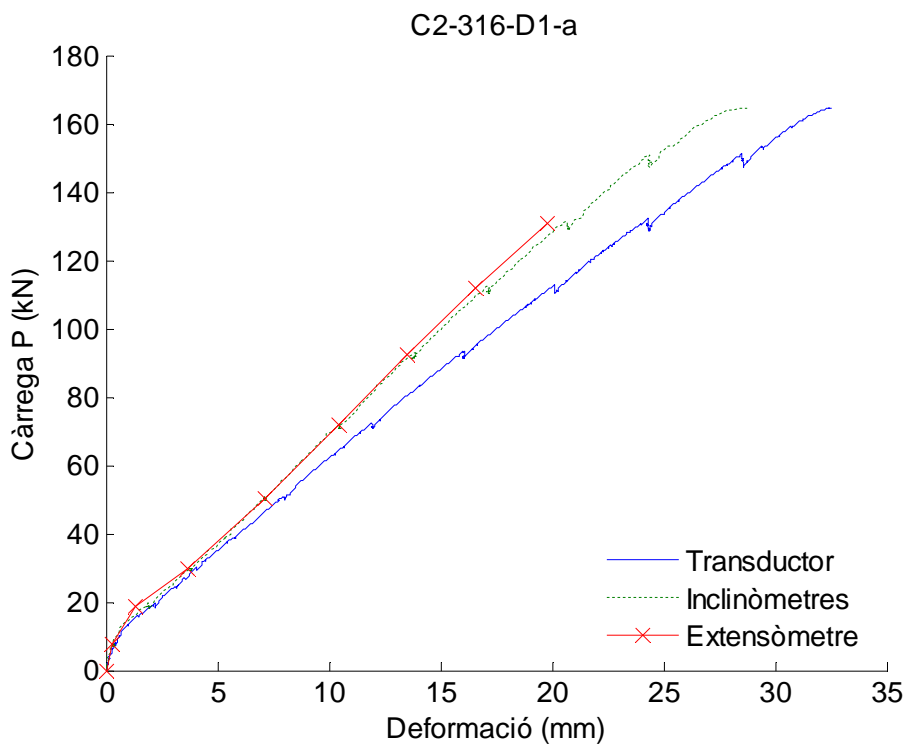


Figura 116: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_316\_D1\_a

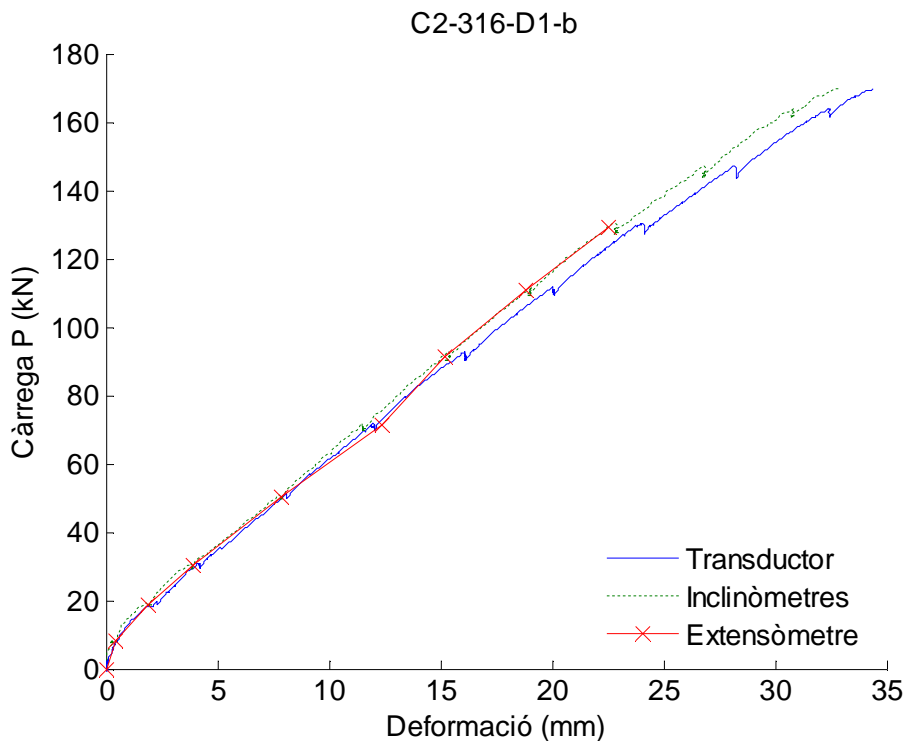


Figura 117: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_316\_D1\_b

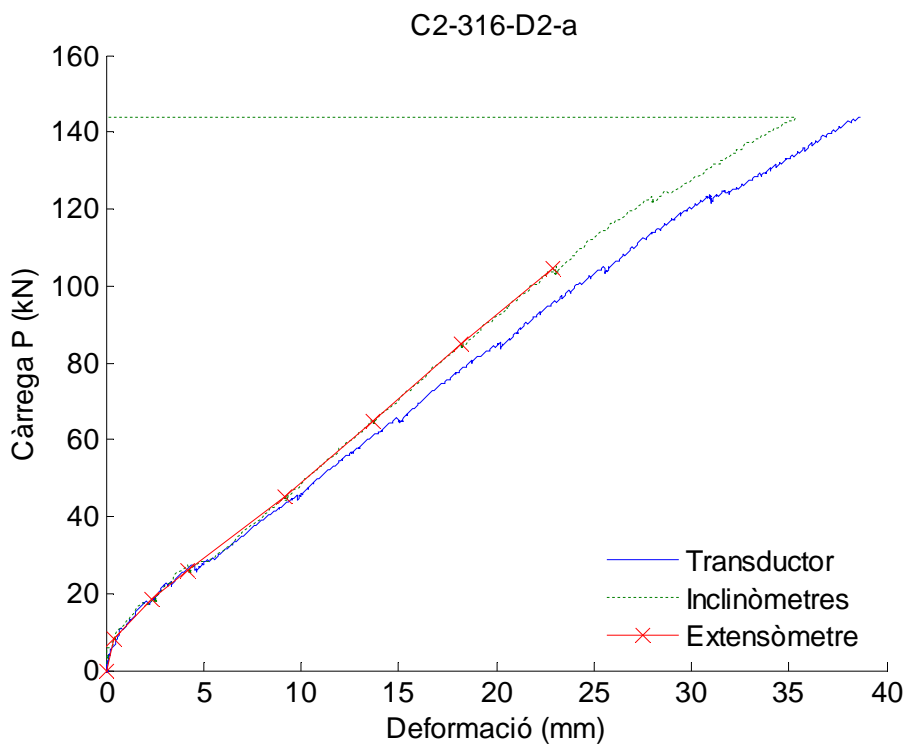


Figura 118: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_316\_D2\_a

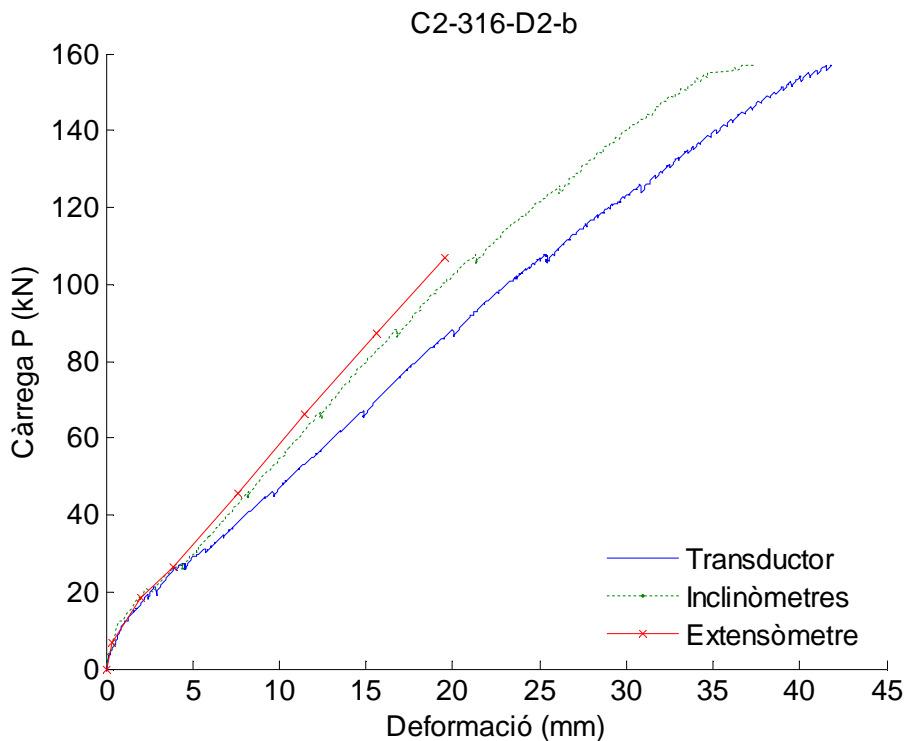


Figura 119: Càrrega deformació segons valors experimentals per la biga C2\_316\_D2\_b

A.5.3 PART TEÒRICA

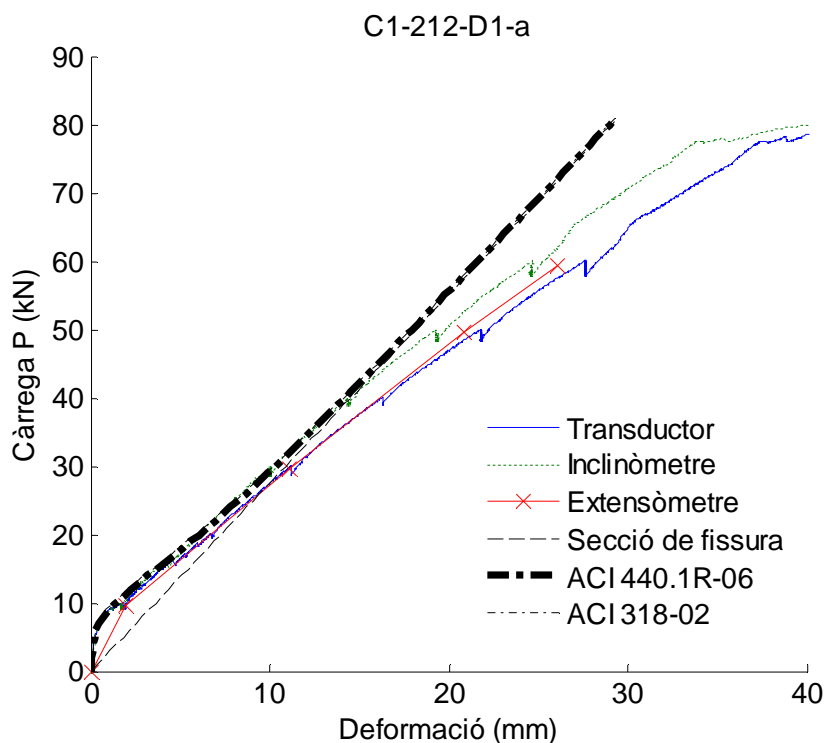


Figura 120: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_212\_D1\_a

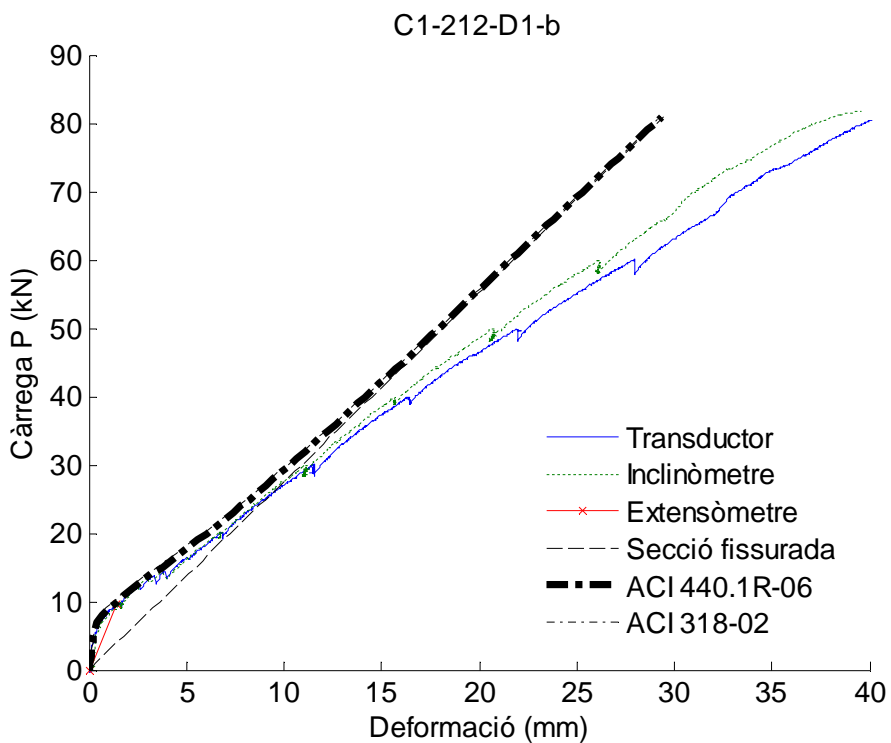


Figura 121: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_212\_D1\_b

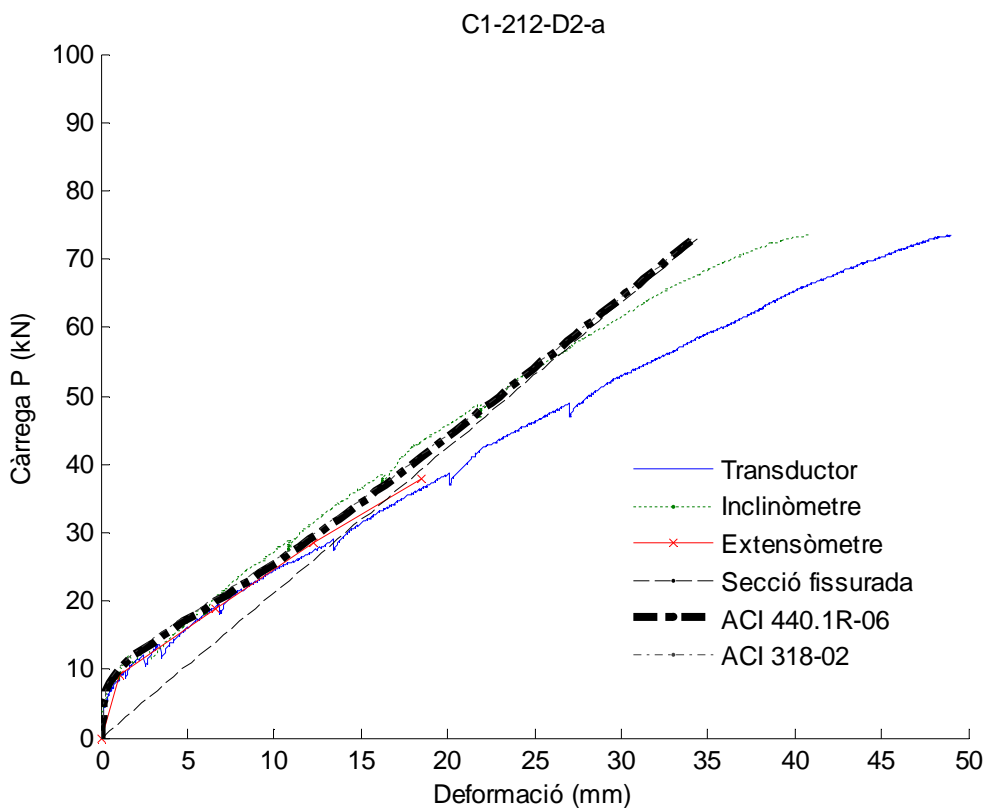


Figura 122: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_212\_D2\_a

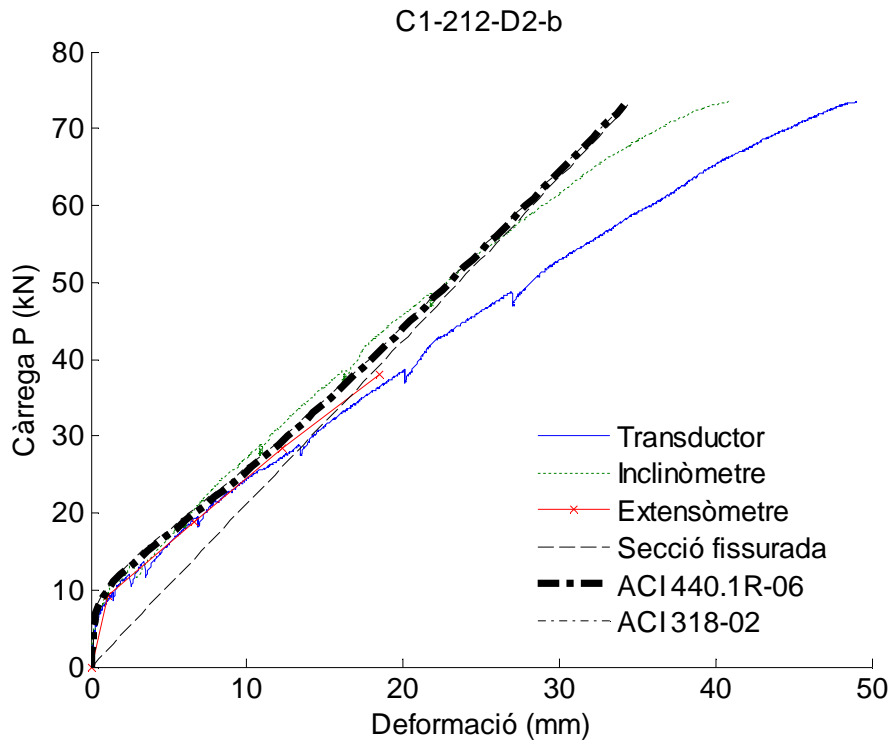


Figura 123: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_212\_D2\_b

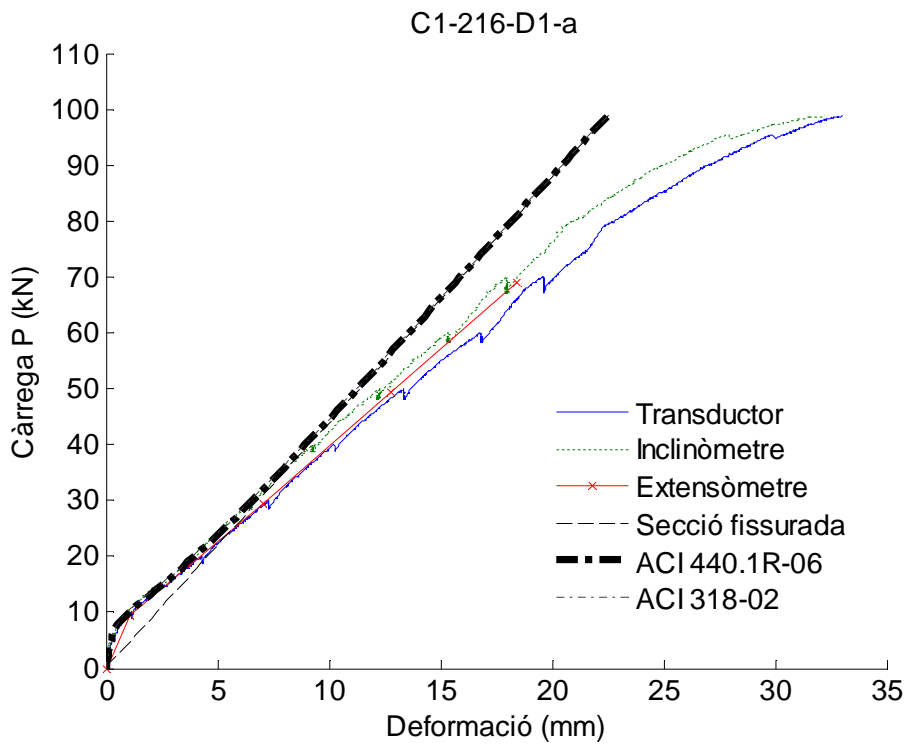


Figura 124: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_216\_D1\_a

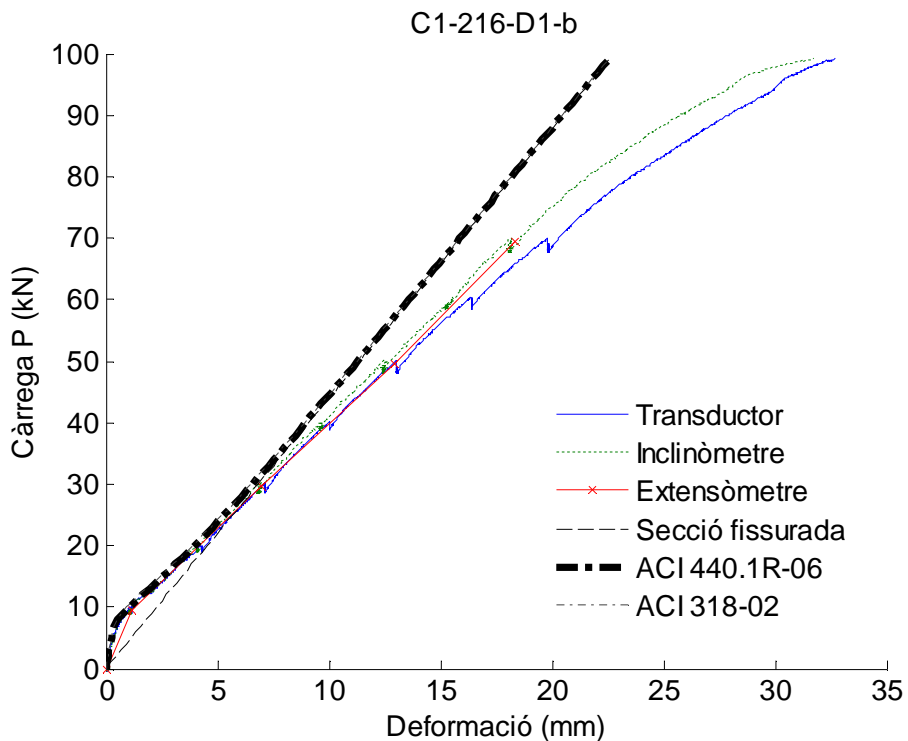


Figura 125: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_216\_D1\_b

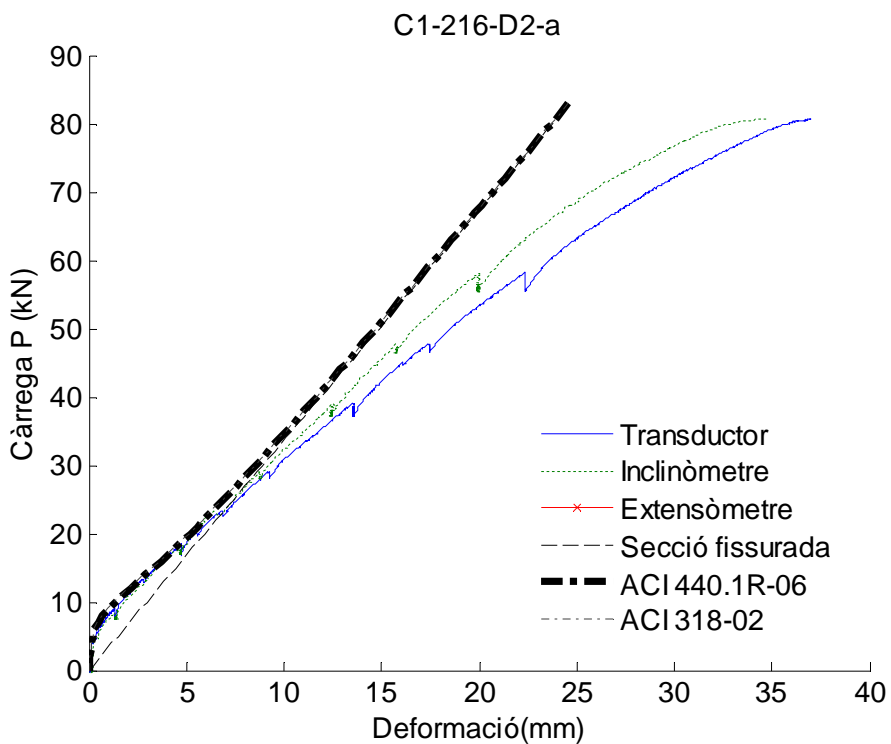


Figura 126: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_216\_D2\_a



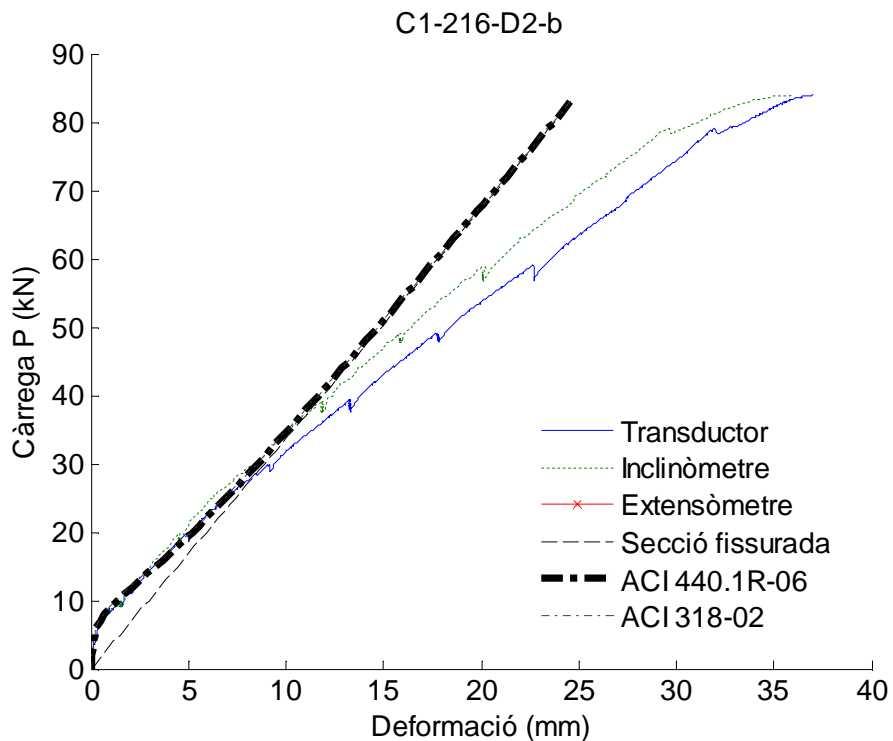


Figura 127: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_216\_D2\_b

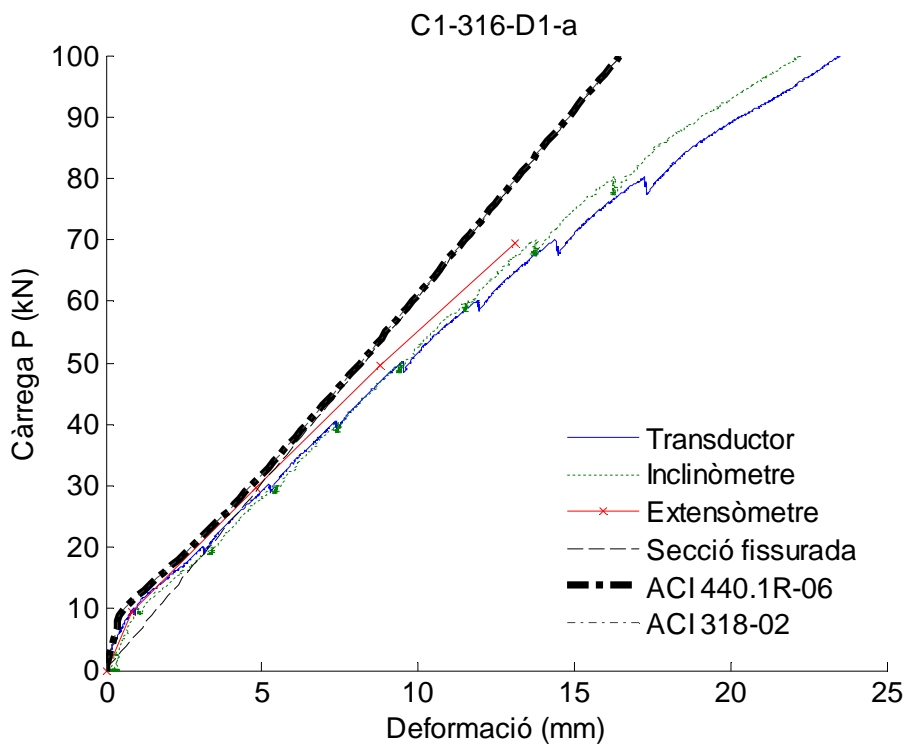


Figura 128: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_316\_D1\_a

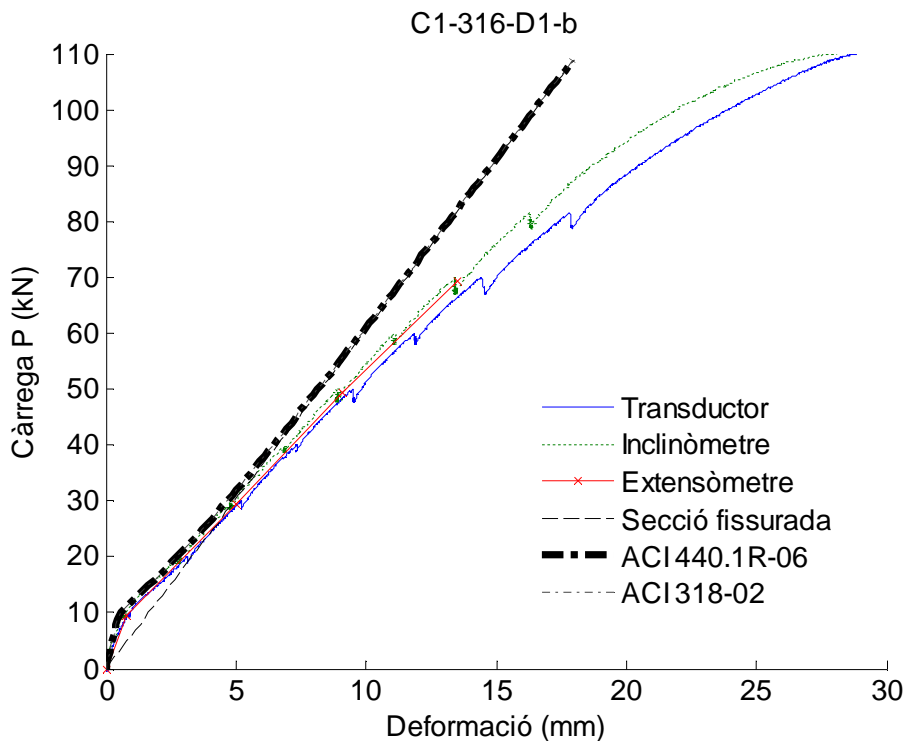


Figura 129: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_316\_D1\_b

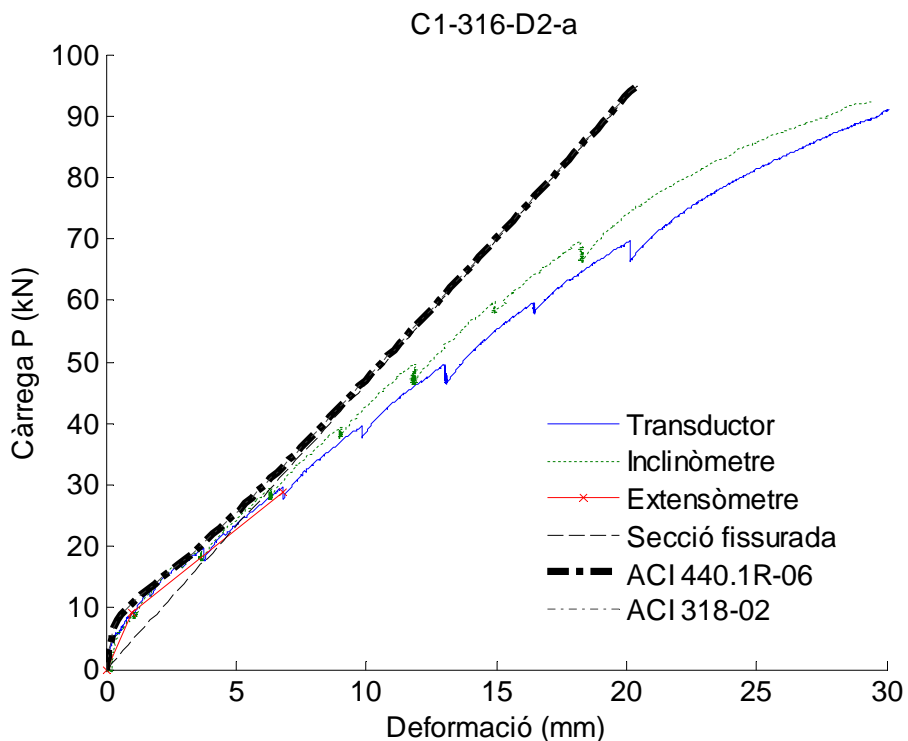


Figura 130: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_316\_D2\_a

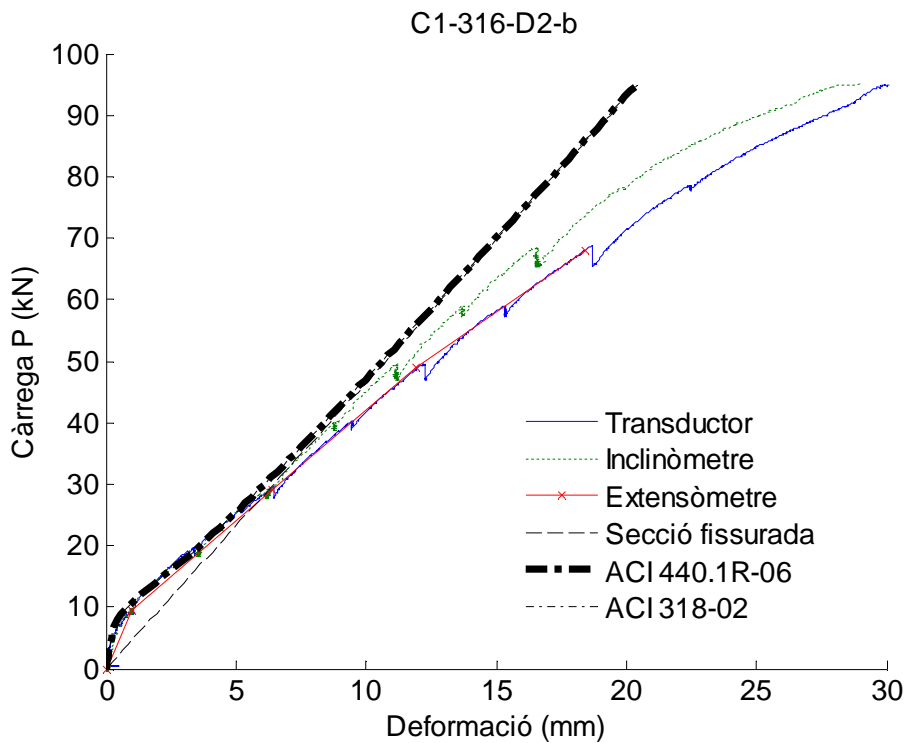


Figura 131: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C1\_316\_D2\_b

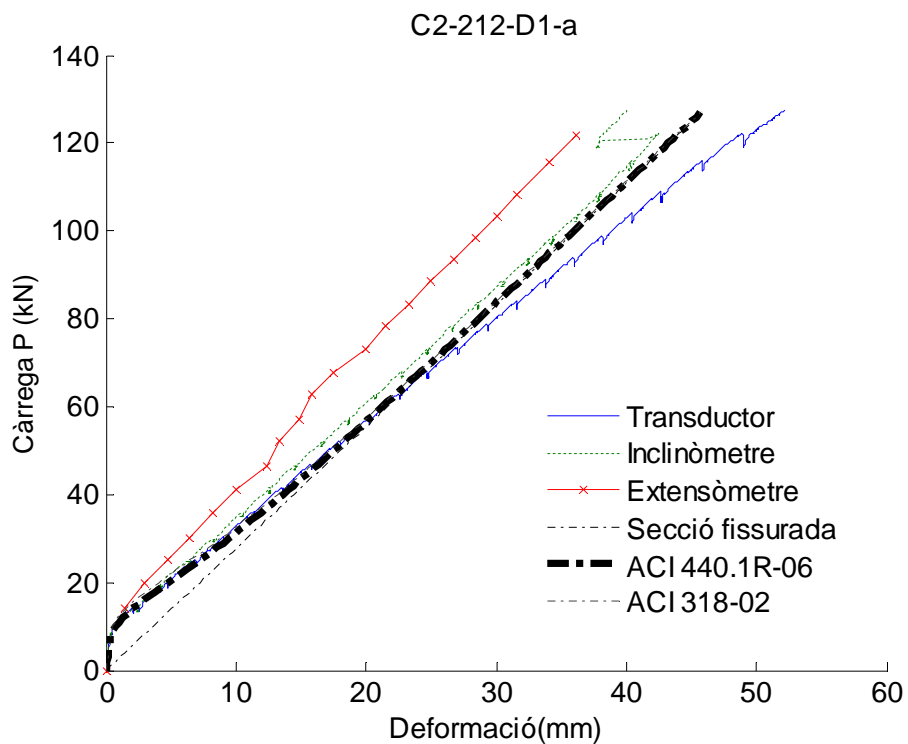


Figura 132: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_212\_D1\_a

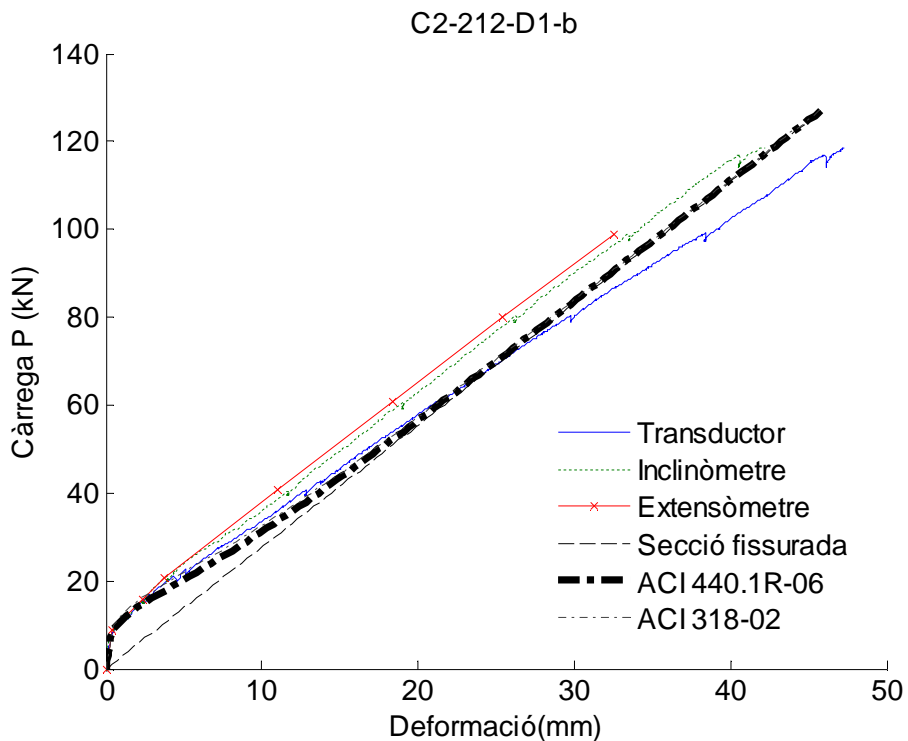


Figura 133: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_212\_D1\_b

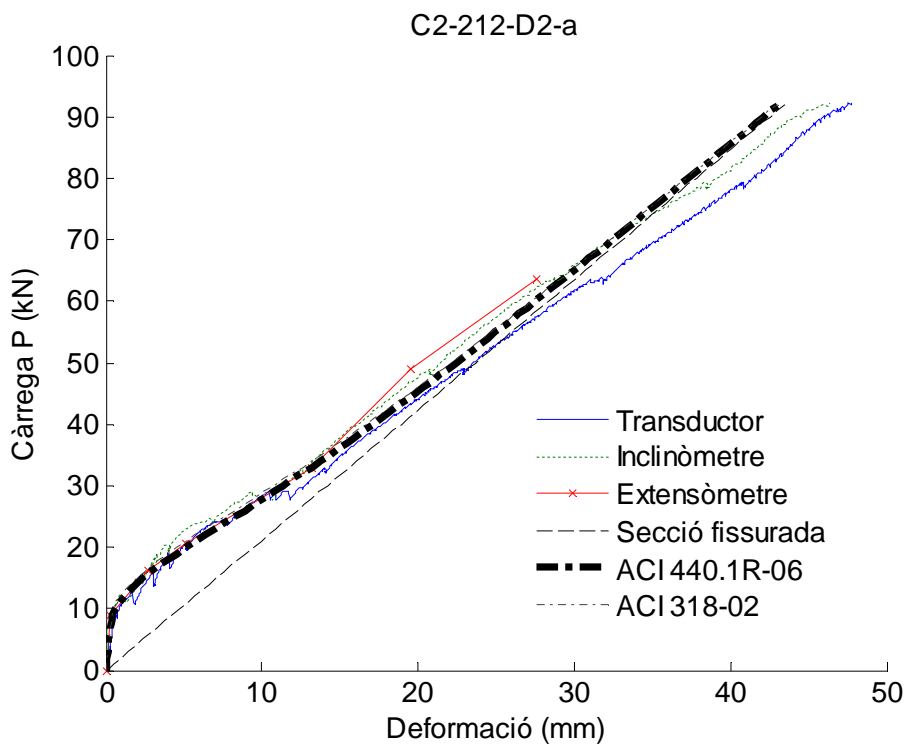


Figura 134: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_212\_D2\_a

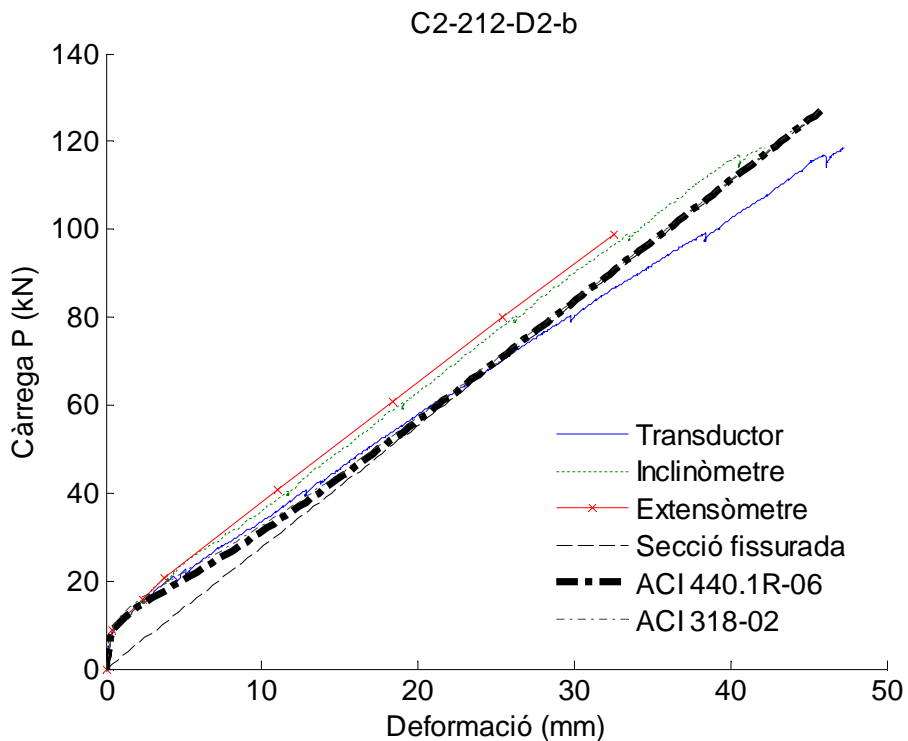


Figura 135: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_212\_D2\_b

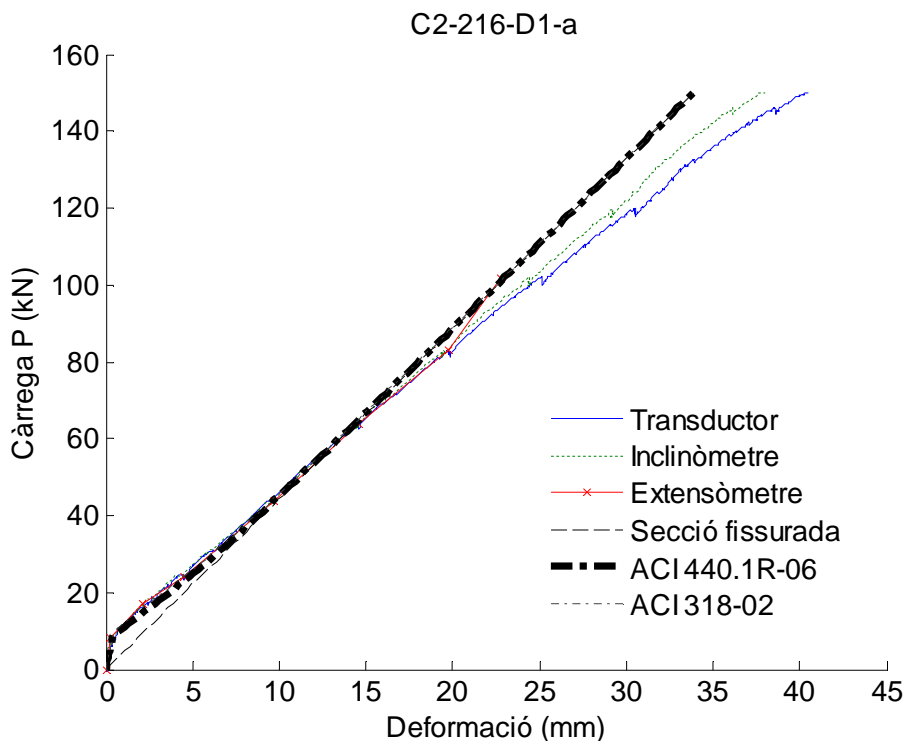


Figura 136: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_216\_D1\_a

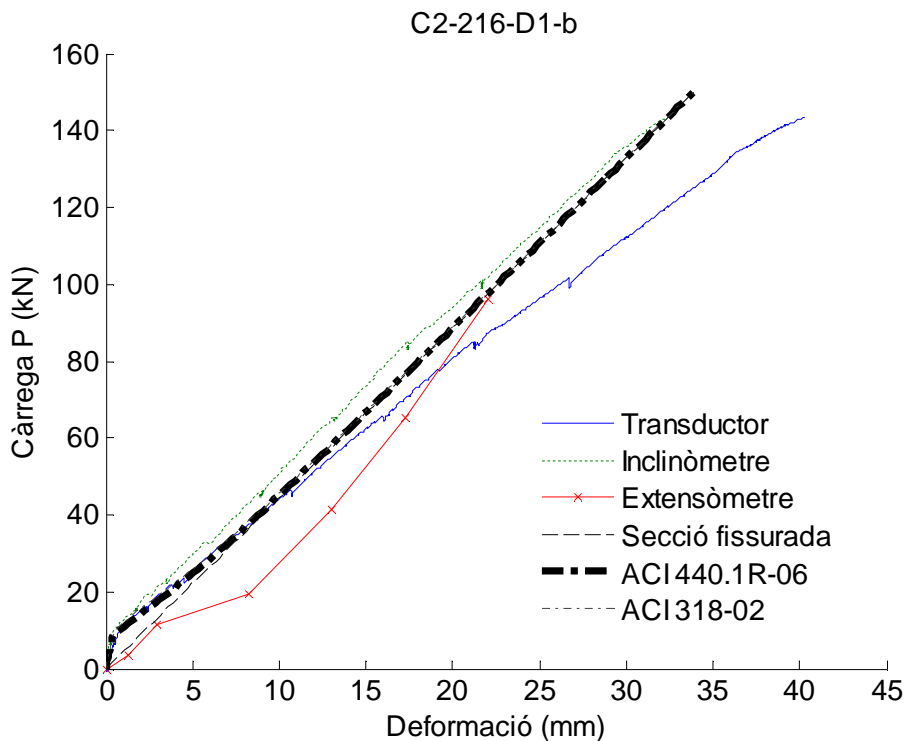


Figura 137: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_216\_D1\_b

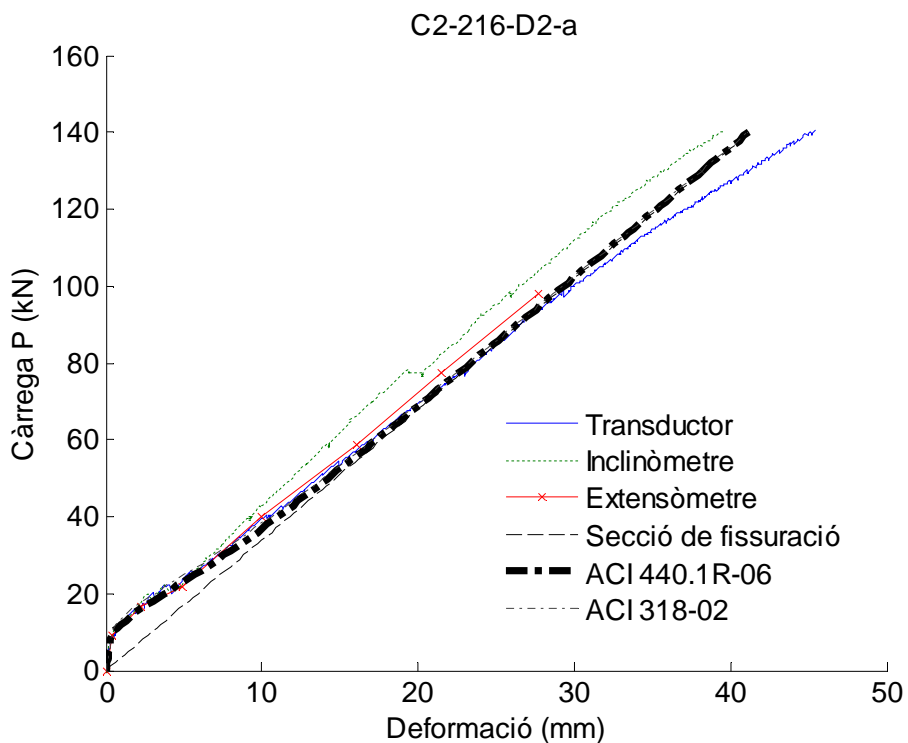


Figura 138: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_216\_D2\_a

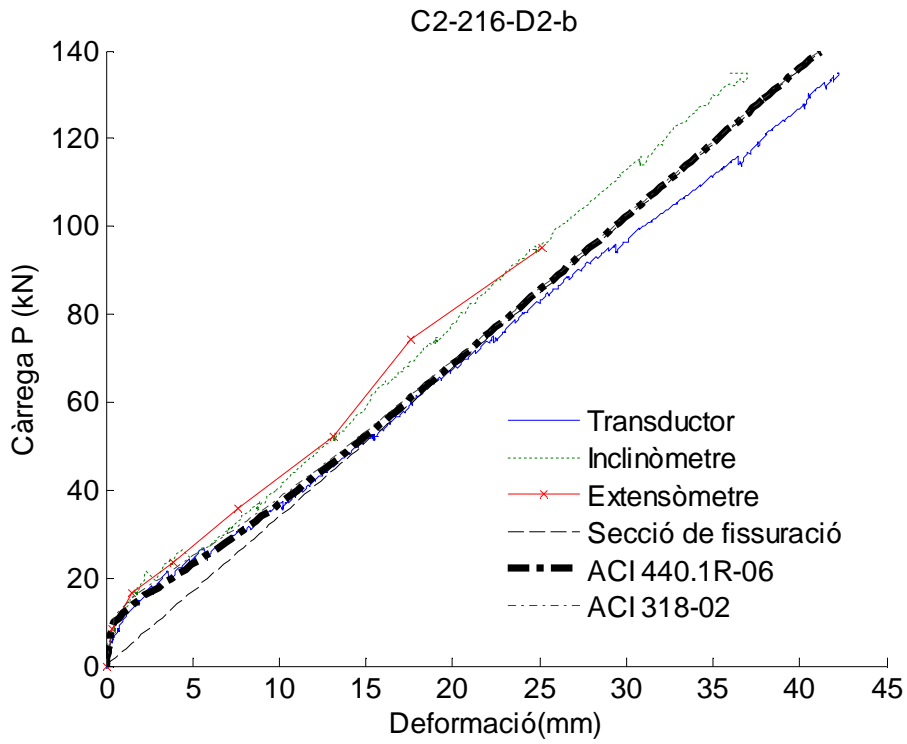


Figura 139: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_216\_D2\_b

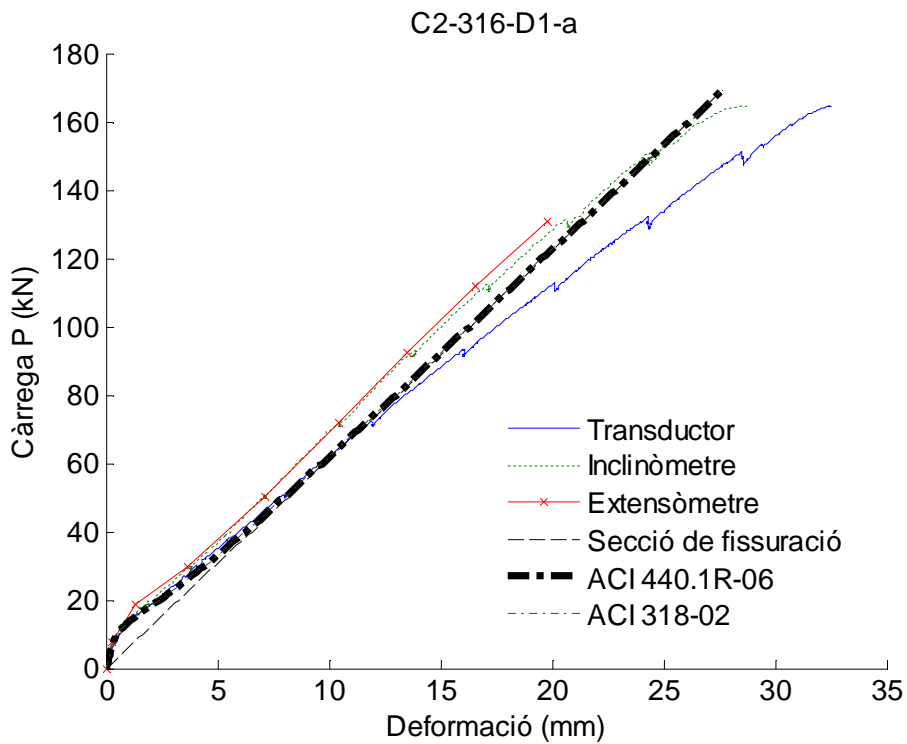


Figura 140: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_316\_D1\_a

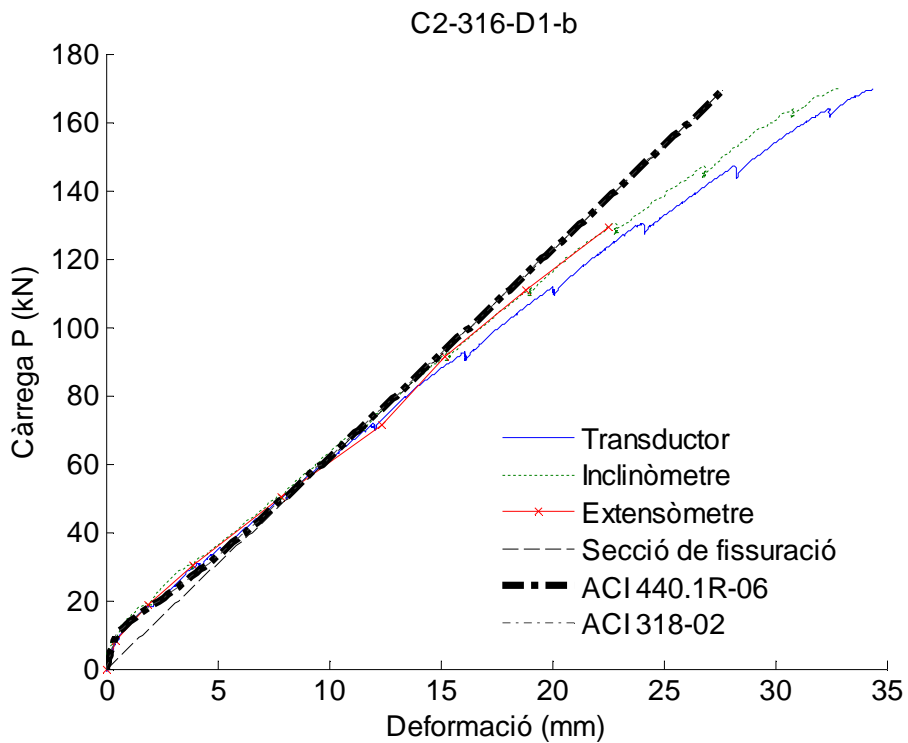


Figura 141: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_316\_D1\_b

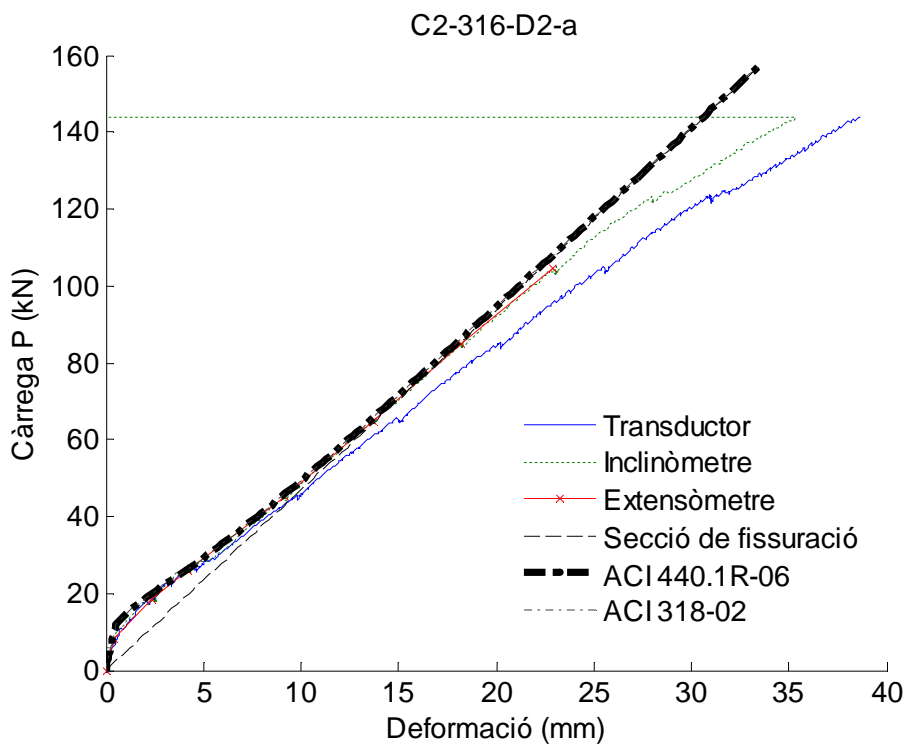


Figura 142: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_316\_D2\_a



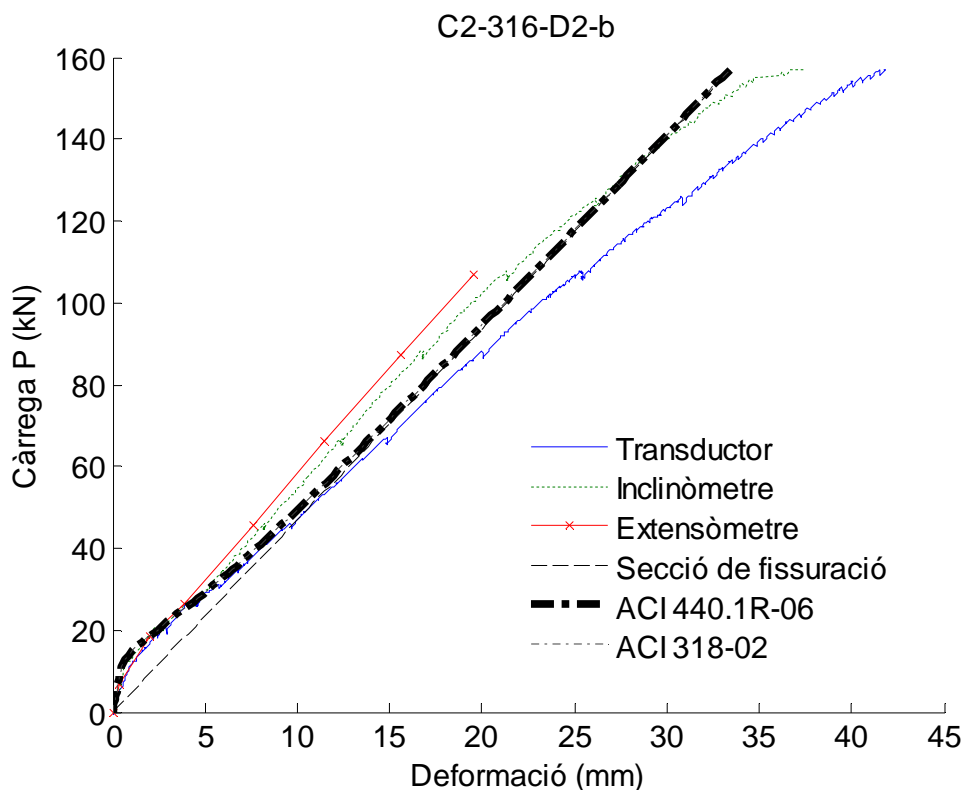


Figura 143: Comparació dels valors experimentals de càrrega deformació amb la teoria per la biga C2\_316\_D2\_b

#### A.6 AMPLADA DE FISSURA

En aquest apartat de l'annex de la memòria s'analitzaran els resultats obtinguts en als assaigs respecte els teòrics. Tal com s'ha explicat en la memòria s'han obtingut dos tipus de gràfics:

- Gràfics amb les mesures de la lupa i la seva mitja
- Gràfics amb la mitja dels valors de la lupa i les dades del transductor, col·locat només amb les bigues de pre-fissura

Cal afegir que les fissures estudiades són les de la zona central.

Per altra banda, també comparem els valors experimentals amb els teòrics.

C1

C1\_212

parada	mesura		C1-212-D1-A	C1-212-D1-B	C1-212-D2-A	C1-212-D2-B	
1	Sup.	mitjana	0,00	0,00			
	Inf.		0,05	0,00	0,10	0,10	
2	Sup.		0,13	0,09			
	Inf.		0,21	0,00	0,29	0,30	
3	Sup.		0,28	0,14			
	Inf.		0,41	0,25	0,40	0,72	
4	Sup.		0,40	0,28			
	Inf.		0,59	0,41	0,58	0,87	
5	Sup.		0,59	0,50			
	Inf.		0,89	0,59	0,79	1,04	
6	Sup.		0,68	0,71			
	Inf.		1,04	0,63			
			Màxim	2,00	1,20	1,70	2,20

Taula 6: Resum amplada de fissura per les bigues C1\_212

Sup. mesura a l'alçada dels discs metàl·lics.

Inf. mesura al final de la cara de la biga.

C1\_212\_D1\_a

A cop d'ull es pot veure que totes les fissures són molt semblants a la mitjana.

S'observa que la fissura 4 tarda a obrir-se fins a la parada 5, quan ho fa, ho fa de cop, amb dues parades passa d'obrir-se de 1mm a 2mm.

També podem observar que la fissura 10, tot hi ser creada quasi a la primera parada, és la que creix menys.

Les esquerdes 2 i 9 són les creades just en els punts de recolzaments de les càrregues. Cal dir que en la fissura 9 en la parada 6 es va crear una nova fissura, no en tenim l'amplada mesurada. I la fissura 2 es va crear a la parada 6, per això només es veu representat un punt en el gràfic.

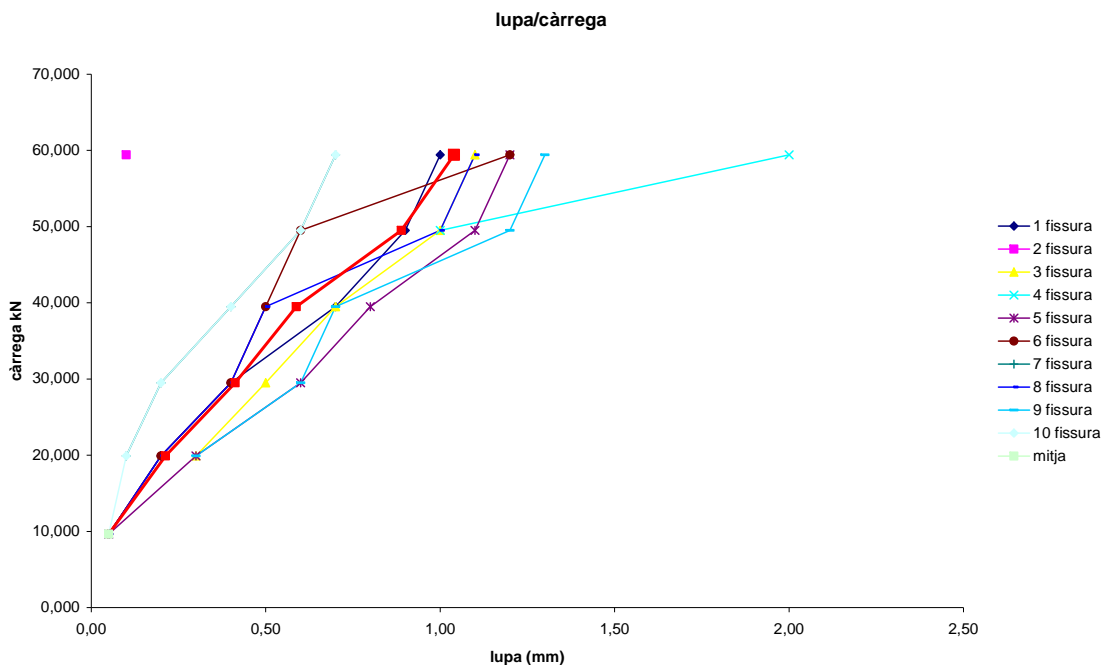


Figura 144: Amplada de fissura per la biga C1\_212\_D1\_a

C1\_212\_D1\_b

Es pot observar que la fissura 1 i la 7, just les dels recolzaments de les càrregues fan una gran obertura en l'última parada.

També podem observar que la fissura que creix menys és la 8, just la de fora la secció central. Aquesta biga és b, per tant, portava pre-fissura al centre de la biga, just al centre de la biga si troba la fissura 4 i tal com es pot veure en el gràfic no és la que ens dona l'obertura més gran. En el gràfic del transductor es pot observar que la mitjana i el transductor són força semblants. Sempre hem de tenir en compte que la precisió de la lupa no era molt elevada i que també influïa la persona que la utilitzés.

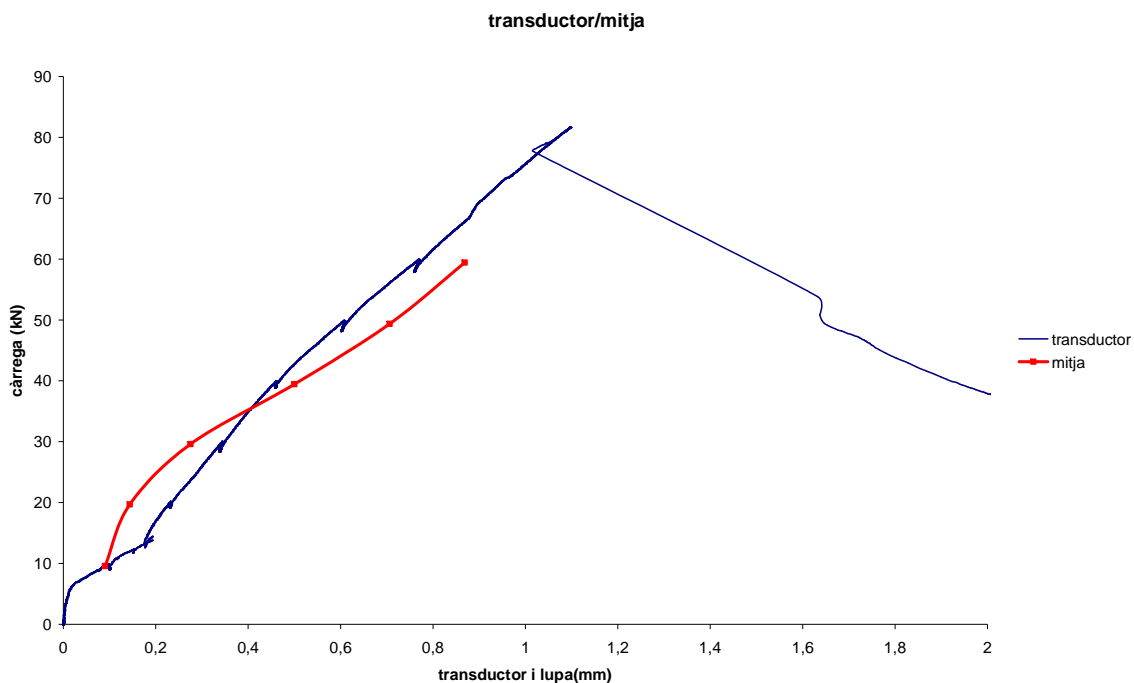


Figura 145: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C1\_212\_D1\_b

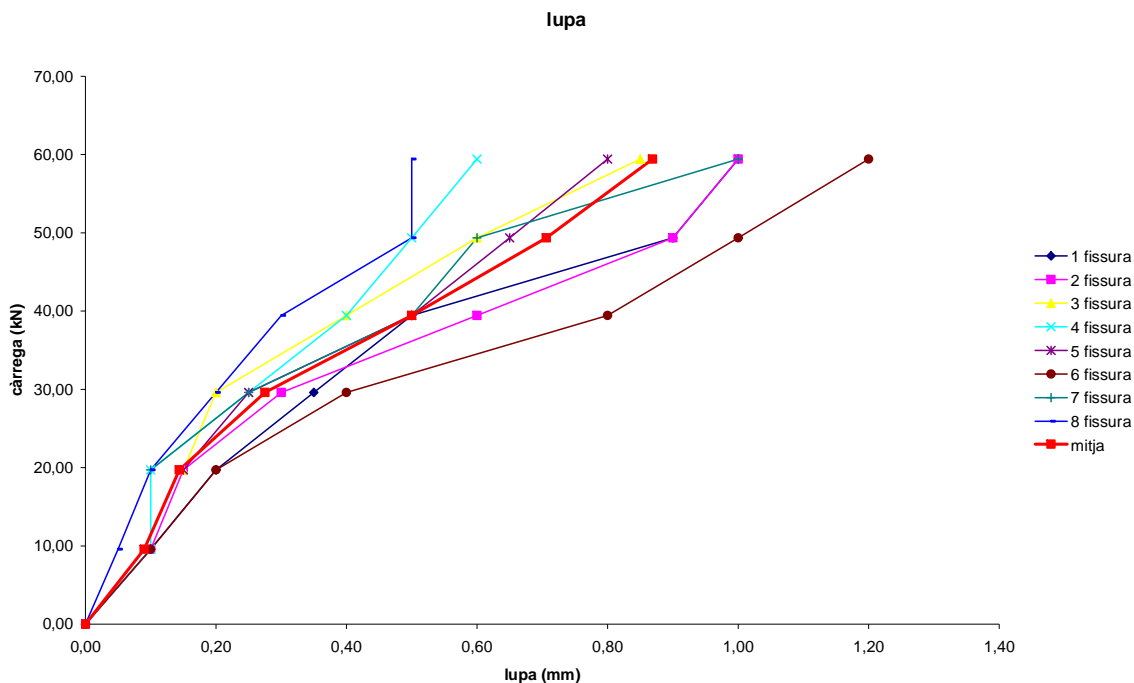


Figura 146: Amplada de fissura per la biga C1\_212\_D1\_b

### C1\_212\_D2\_a

Es pot observar que les amplades de fissures tornen a ser més grans.

La fissura 7, que és la més gran en comparació a les altres, està situada just a uns 10cm de centre de la biga, just al centre hi ha la fissura 6 que té una amplada màxima de 1cm.

També es pot veure que la fissura dos no creix tot hi ser-hi des de la primera parada i just en el recolzament, encara que molt aprop hi té la fissura 3, que té un ample de fissura superior.

La fissura 10 que és just la de l'altre recolzament és molt semblant a la mitjana de totes les fissures.

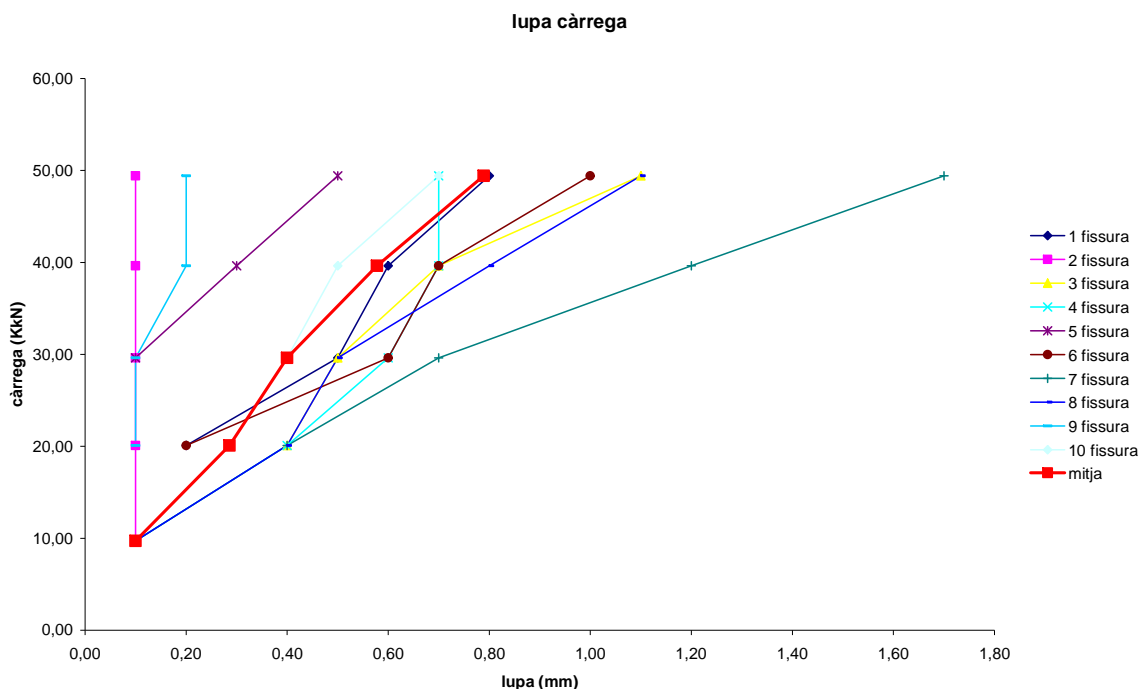


Figura 147: Amplada de fissura per la biga C1\_212\_D2\_a

### C1\_212\_D2\_b

En el gràfic de comparació de la mitja de les amplades de fissura i el transductor horitzontal podem observar que són molt semblants.

En el gràfic de les amplades de fissura per cada càrrega segons la situació, podem observar que les fissures del mig són semblants a la mitjana, per tant, als valors obtinguts del transductor.

També podem observar que les fissures de les puntes, com per exemple la primera fissura estudiada, és més gran. Una raó podria ser perquè es troba just en el punt d'aplicació de la càrrega.

Cal dir que la fissura 6 i 7 són pràcticament al mateix lloc, just en el segon punt d'aplicació de la càrrega. Si les ajuntéssim podríem arribar a tenir una obertura més gran.

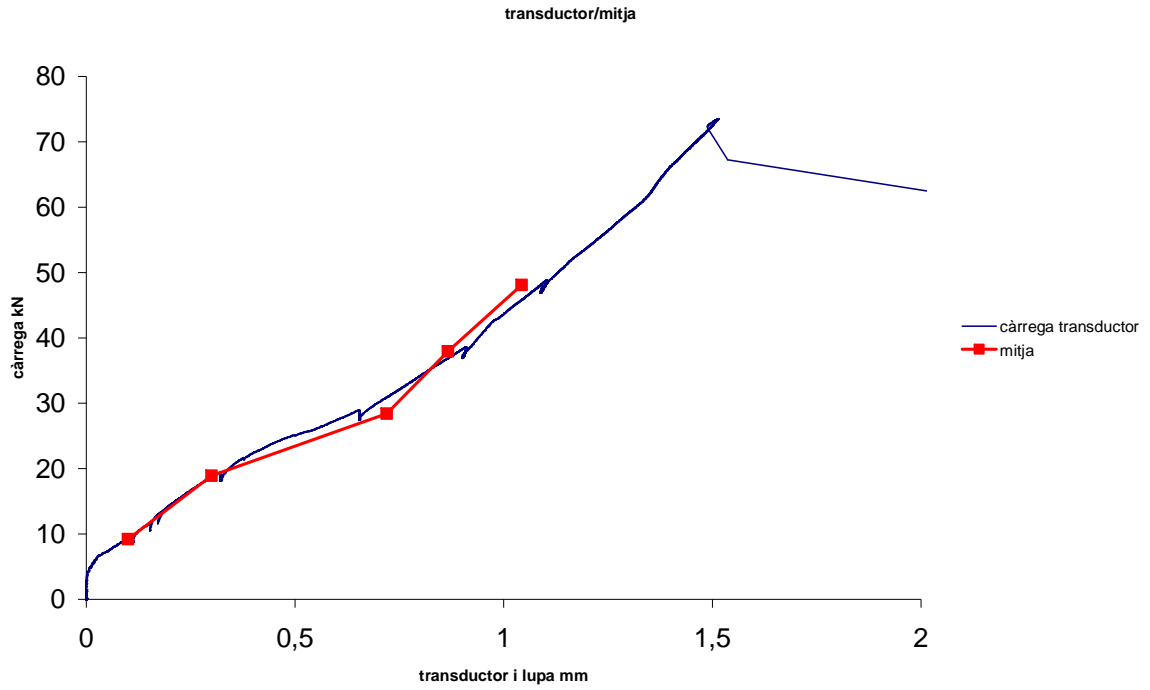


Figura 148: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C1\_212\_D2\_b

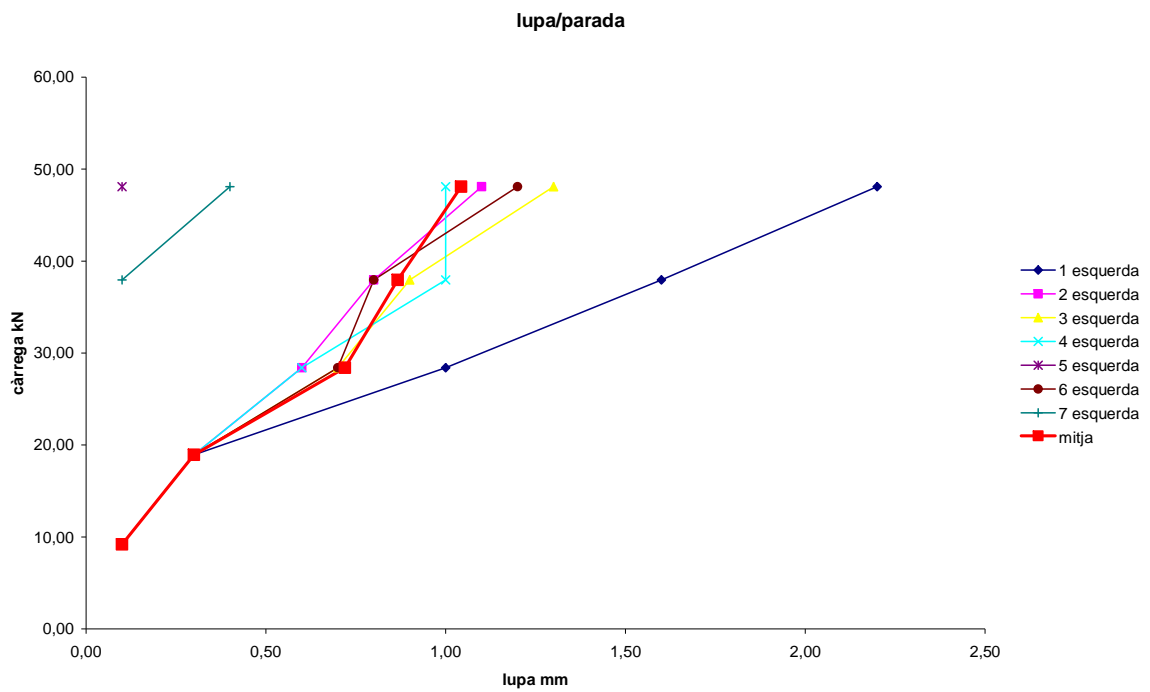


Figura 149: Amplada de fissura per la biga C1\_212\_D2\_b

## C1\_216

parada	mesura		C1-216-D1-A	C1-216-D1-B	C1-216-D2-A	C1-216-D2-B
1	Sup.	mitjana	0,05	0,02		
	Inf.		0,05	0,02	0,10	0,08
2	Sup.		0,09	0,05		
	Inf.		0,17	0,10	0,29	0,24
3	Sup.		0,14	0,09		
	Inf.		0,23	0,21	0,46	0,39
4	Sup.		0,18	0,14		
	Inf.		0,31	0,25	0,66	0,60
5	Sup.		0,25	0,17		
	Inf.		0,43	0,33	0,82	0,97
6	Sup.		0,33	0,26		
	Inf.		0,49	0,45	0,94	1,13
7	Sup.		0,36	0,36		
	Inf.		0,55	0,54		
	màxim		0,70	0,60	1,30	1,50

Taula 7: Resum amplada de fissura per les bigues C1\_216

Sup. mesura a l'alçada dels discs metàl·lics.

Inf. mesura al final de la cara de la biga.

## C1\_216\_D1\_a

Podem observar que la fissura amb més amplada és la 9, just on es situa el recolzament de la càrrega.

Cal afirmar que en el mapa de fissures al costat de la fissura número 1 també n'hi ha una altra la qual no està mesurada que va sortir a partir de la parada 3.

Respecte les altres bigues podem dir que les fissures que s'han generat tenen menys amplada.

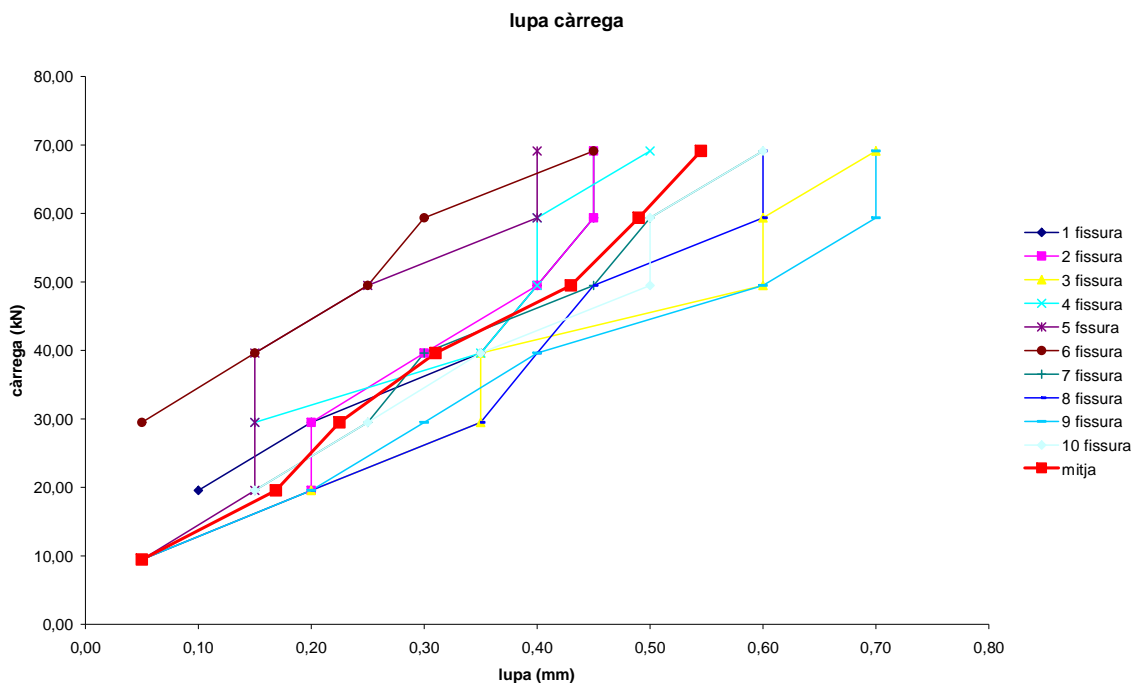


Figura 150: Amplada de fissura per la biga C1\_216\_D1\_a

C1\_216\_D1\_b

El que es pot veure a simple vista en el segon gràfic és que moltes de les fissures es comporten de la mateixa manera.

A l'igual que en l'altre C1\_216\_D1 l'amplada de fissura també és més petita.

Podem observar també que les obtingudes amb el transductor i la mitja de les fissures mesurades amb lupa són molt semblants.

Per altra banda i gràcies al mapa de fissures podem observar que la fissura amb més obertura és la 6, just la del centre de la biga. Cal recordar que aquesta biga és b, per tant tenia una ranura just al centre de la biga per provocar la ruptura.



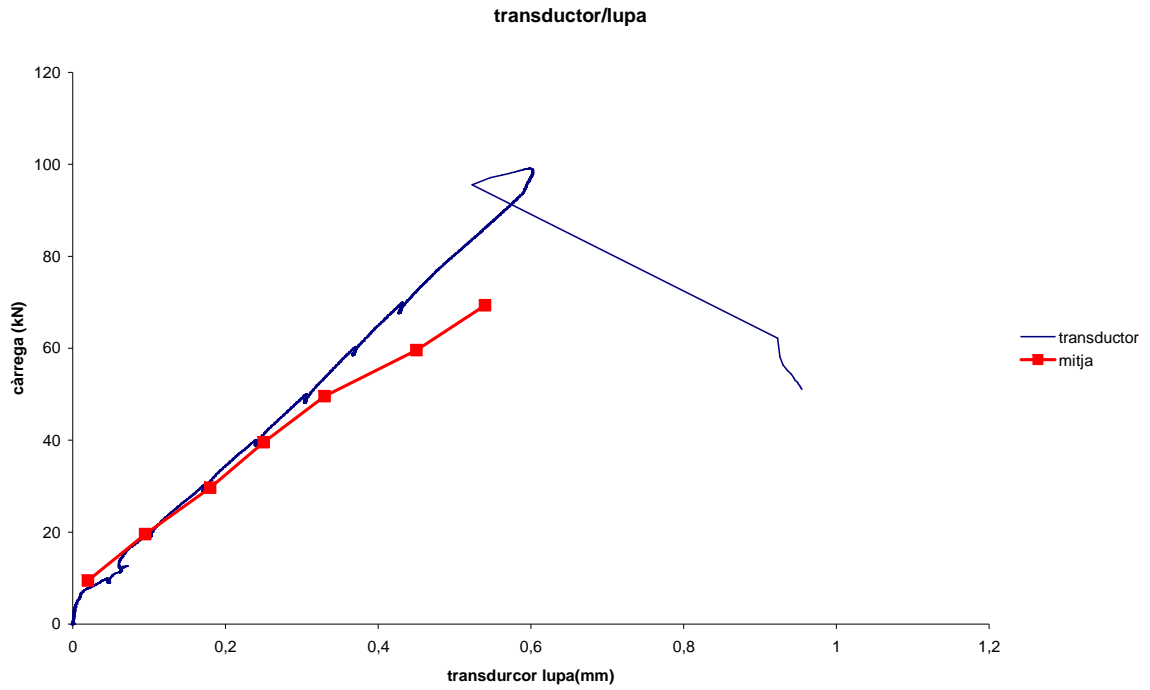


Figura 151: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C1\_216\_D1\_b

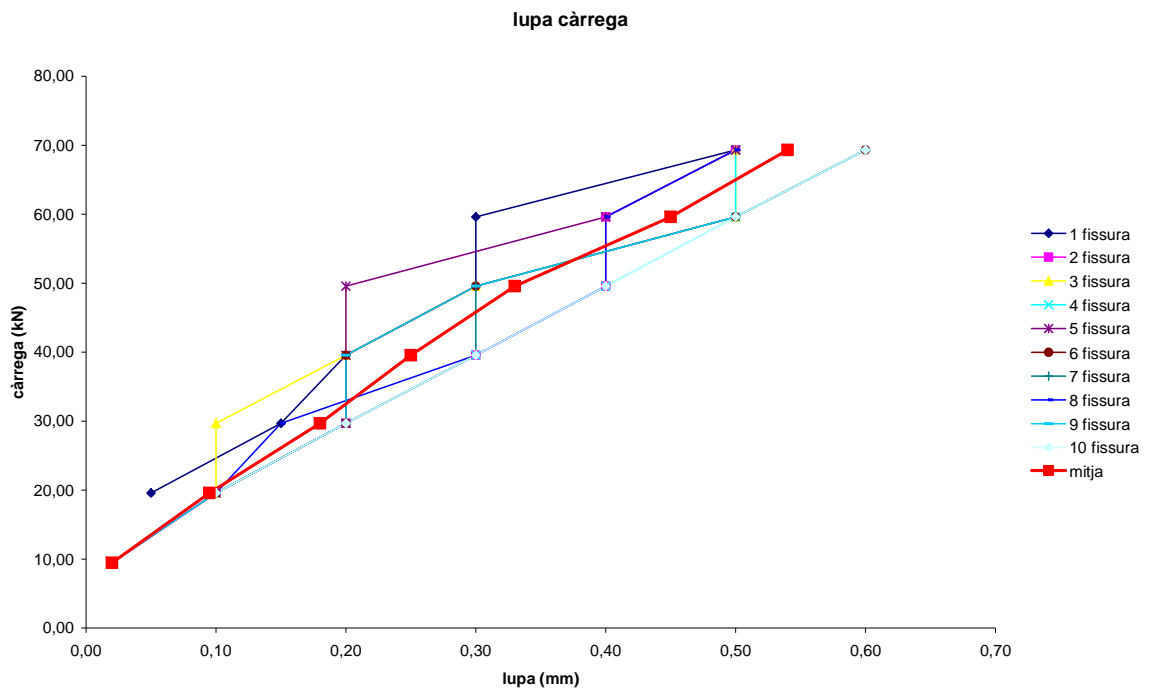


Figura 152: Amplada de fissura per la biga C1\_216\_D1\_b

C1\_216\_D2\_a

Tal com es pot observar en el segon gràfic hi ha moltes menys fissures i amb una amplada superior però no tant com el 212.

En el gràfic del transductor es pot veure com al principi es mantenen el mateix pendent però a partir de la parada 2 el transductor no augmenta tant l'amplada en funció de la càrrega com les mesures preses amb la lupa.

Després d'observar el mapa de fissures es pot veure que moltes fissures no estan mesurades, per tant la mitjana que es compara amb el transductor surt més petita del que hauria de ser.

La fissura amb més amplada és la 1 aproximadament està a uns 7cm del primer recolzament de la càrrega. De totes maneres la fissura 5, que estaria situada just en el segon, no és superior que la mitja de les fissures.

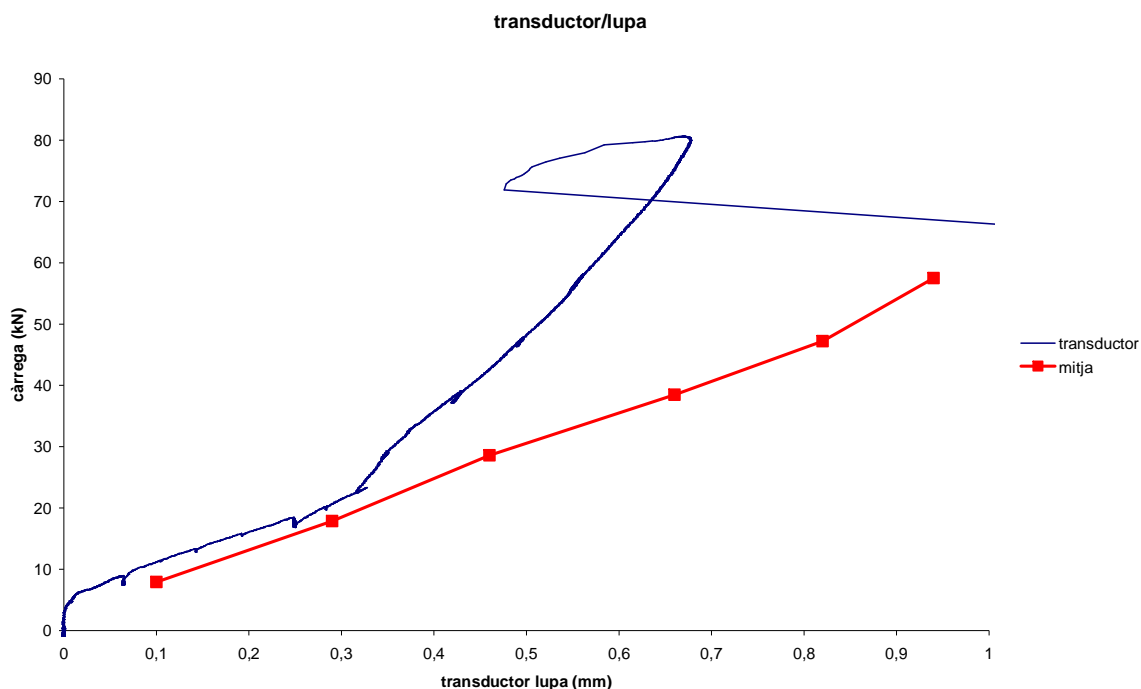


Figura 153: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C1\_216\_D2\_a

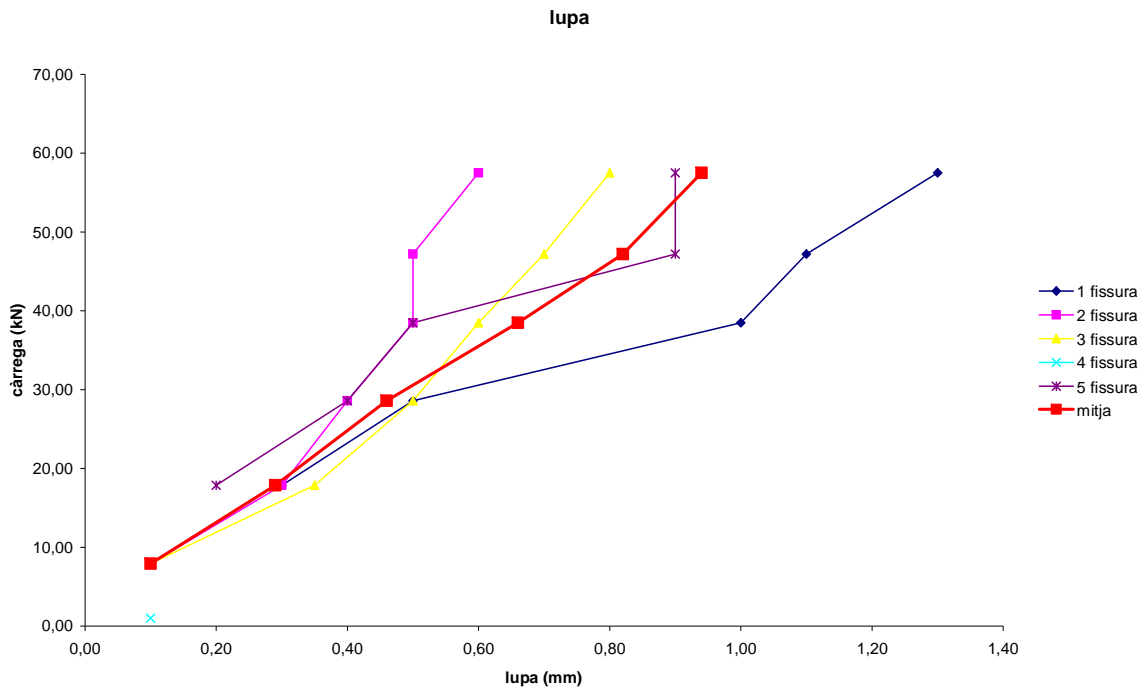


Figura 154: Amplada de fissura per la biga C1\_216\_D2\_a

### C1\_216\_D2\_b

En un primer moment observem que aquesta vegada l'amplada sí que té semblança amb les obtingudes amb el transductor i la mitjana de les mesures de la lupa.

La fissura 2 està situada just en el primer recolzament, tot hi que comença a la parada 3 creix ràpidament. Just al costat de la 2 hi ha la 1, a uns 3cm, aquesta és la fissura que creix més i és pot veure des de la primera parada. En el mapa de fissures es veu que la seva prolongació va directament el recolzament de la càrrega.

Per altra banda la fissura 7 és la que creix menys i junt amb la 6 són simètriques respecte el segon recolzament de la biga.

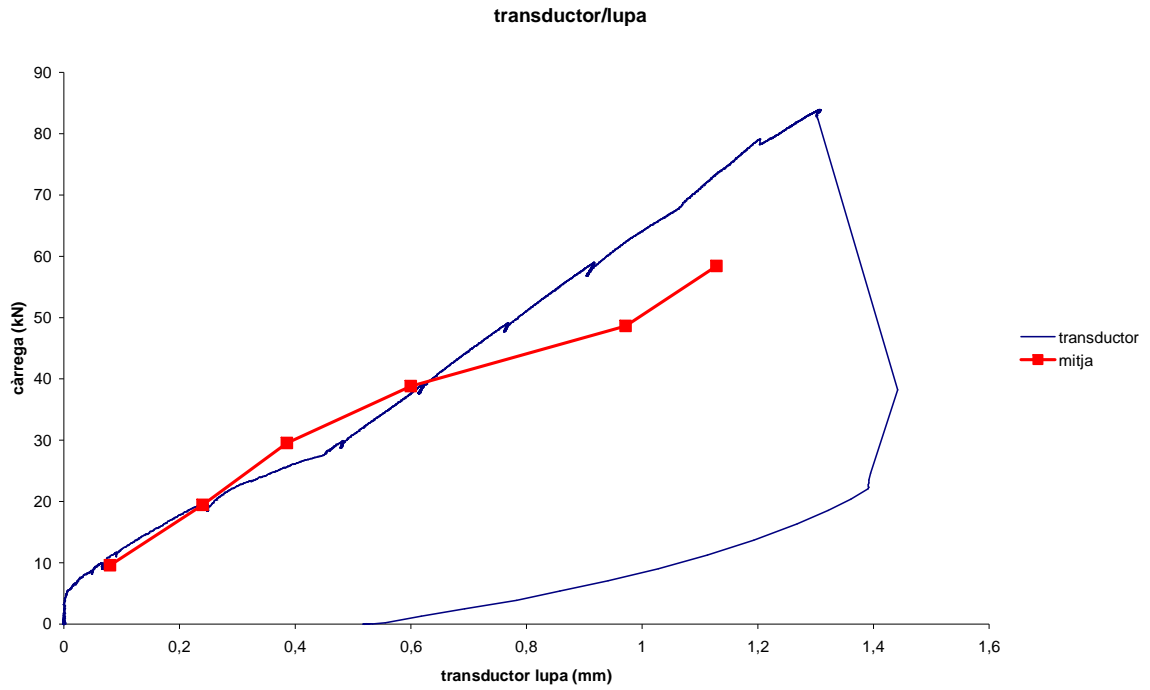


Figura 155: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C1\_216\_D2\_b

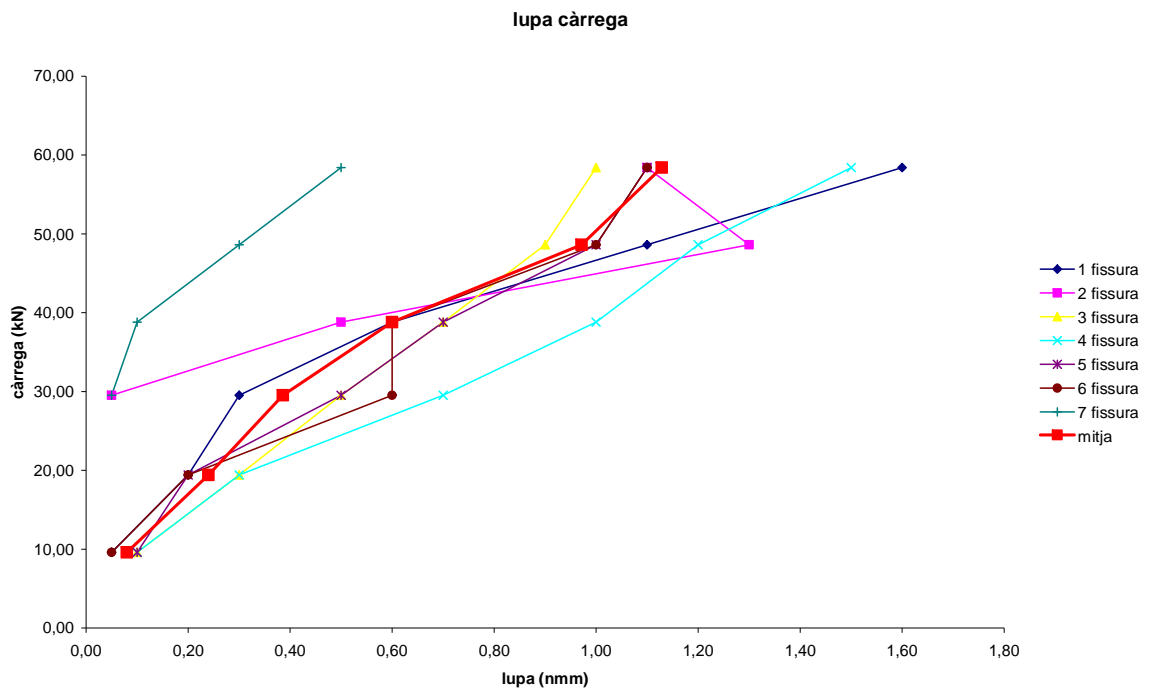


Figura 156: Amplada de fissura per la biga C1\_216\_D2\_b

## C1\_316

parada	mesura		C1-316-D1-A	C1-316-D1-B	C1-316-D2-A	C1-316-D2-B
1	Sup.	mitjana	0,07	0,05		
	Inf.		0,09	0,05	0,10	0,00
2	Sup.		0,11	0,05		
	Inf.		0,16	0,07	0,13	0,12
3	Sup.		0,15	0,08		
	Inf.		0,21	0,10	0,19	0,22
4	Sup.		0,16	0,10		
	Inf.		0,23	0,12	0,27	0,31
5	Sup.		0,18	0,11		
	Inf.		0,29	0,15	0,39	0,40
6	Sup.		0,22	0,17		
	Inf.		0,35	0,20	0,48	0,49
7	Sup.		0,28	0,16		
	Inf.		0,43	0,25	0,64	0,58
8	Sup.			0,18		
	Inf.			0,29		
		màxim	0,60	0,50	1,00	0,80

Taula 8: Resum amplada de fissura per les bigues C1\_316

Sup. mesura a l'alçada dels discs metàl·lics.

Inf. mesura al final de la cara de la biga.

## C1\_316\_D1\_a

Les fissures comencen a la parada 2. També són més petites que en el 212 i el 216 i n'hi ha més.

La fissura 6 i 7, són les situades just al mig, tal com es pot veure en el gràfic no tenen una amplada molt gran per ser just al mig.

Gràcies al mapa de fissures podem observar que és amb la fissura 5 on es trenca la biga.

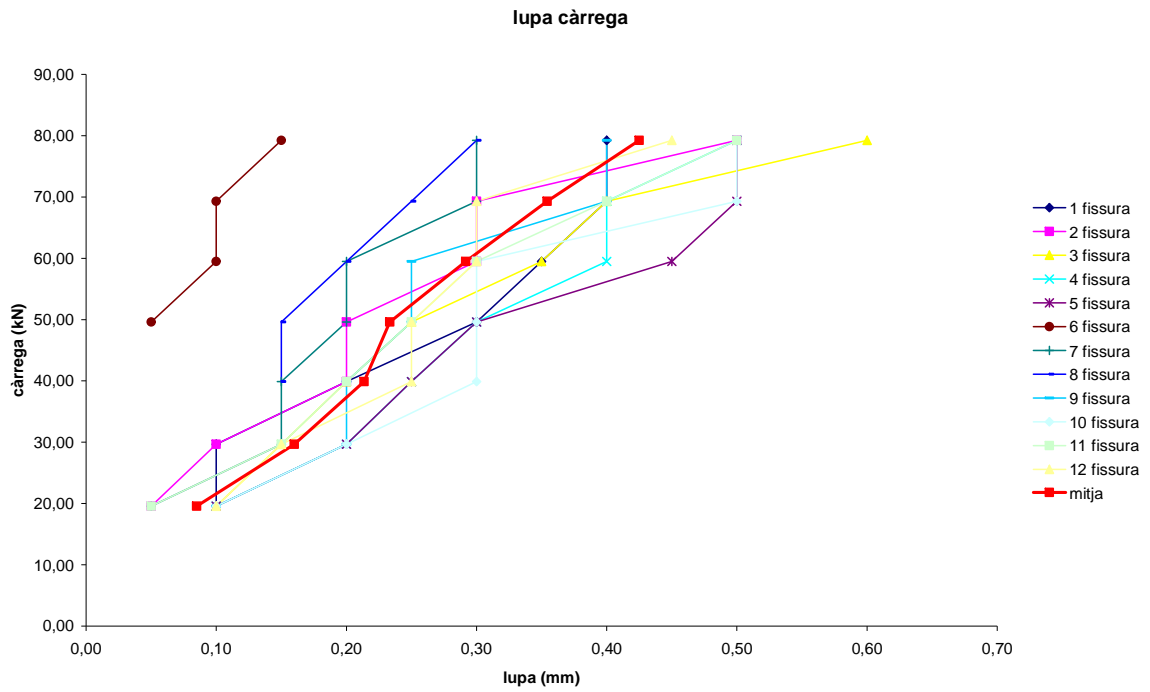


Figura 157: Amplada de fissura per la biga C1\_316\_D1\_a

### C1\_316\_D1\_b

Tal com es pot veure en el gràfic de fissures aquesta biga té moltes més fissures però amb menys amplada, a l'igual que la seva bessona.

En on es representen els valors dels transductors i la mitjana es pot veure que aquesta vegada hi ha més diferència entre els dos.

En aquest cas es pot observar amb l'ajuda del mapa de fissures que la fissura 2 i la 12 són just en els recolzaments i són les que tenen més amplada de fissura.

La fissura 3 es podria ajuntar amb la 4 al igual que la fissura 7 amb la 8.

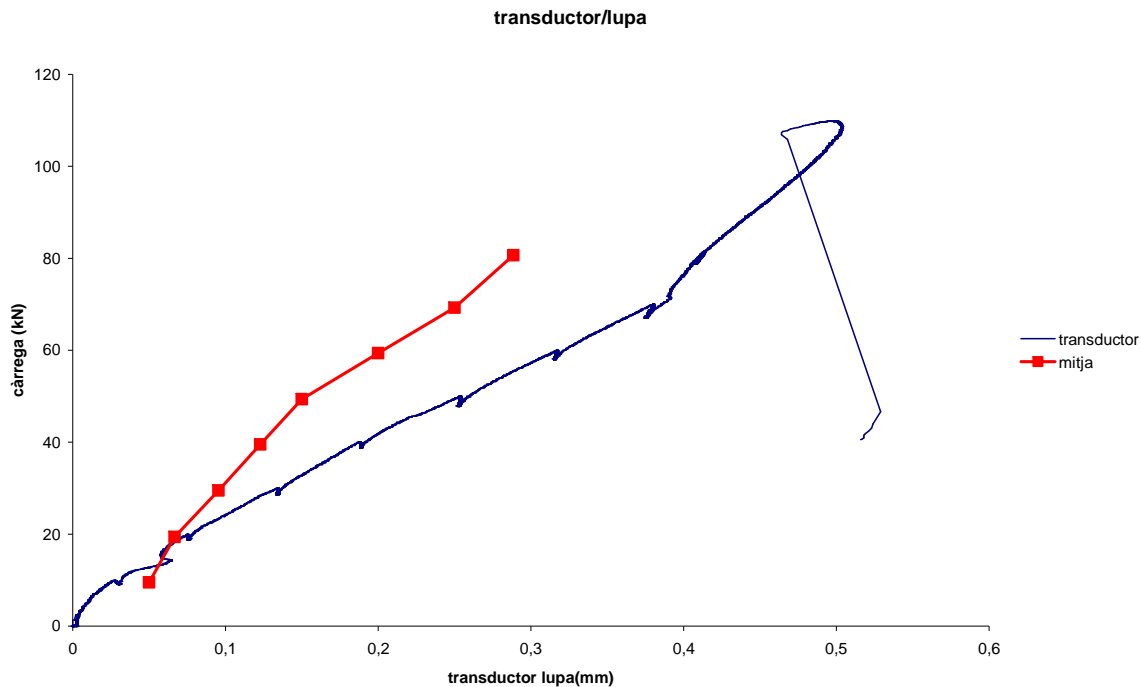


Figura 158: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C1\_316\_D1\_b

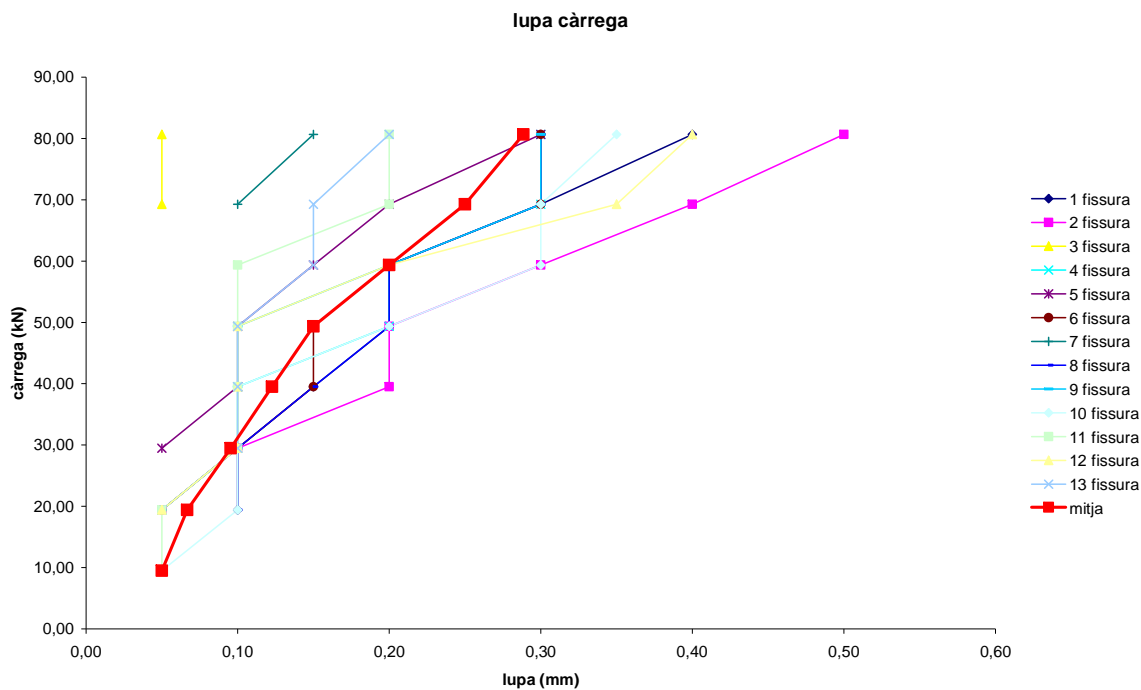


Figura 159: Amplada de fissura per la biga C1\_316\_D1\_b

C1\_316\_D2\_a

En aquest cas i amb l'ajuda del mapa de fissures la número 8 es troba just en el segon recolzament i és la que té més obertura. En canvi la número 2, que es troba en el primer recolzament de la càrrega, no surt fins a la tercera parada i queda per sota la mitjana.

Les fissures 5 i 6, tot i estar situades just on es trenca la biga es veu que no tenen molta obertura. La fissura 5 que està just al centre surt a la primera parada, però la 6 que es troba a uns 5cm no surt fins la parada 3.

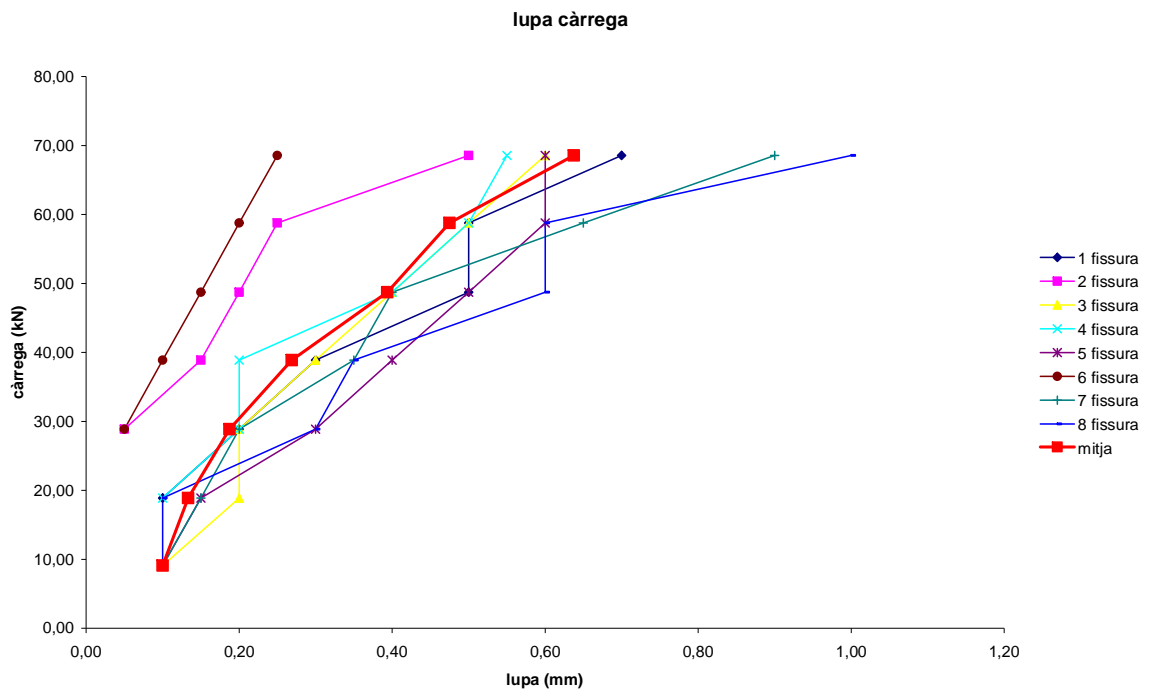


Figura 160: Amplada de fissura per la biga C1\_316\_D2\_a

C1\_316\_D2\_b

En aquesta biga el rang de mesura de les fissures és més petit, mentre que en les altres fèiem dels discs metàl·lics 10 al 20, en aquest cas és del 12 al 18. Per tant, en aquest cas no podem observar les fissures dels recolzaments encara que sí la del mig, la fissura 4, però està per sota de la mitja, això que és biga de tipus b i tenia fissura inicial al centre.



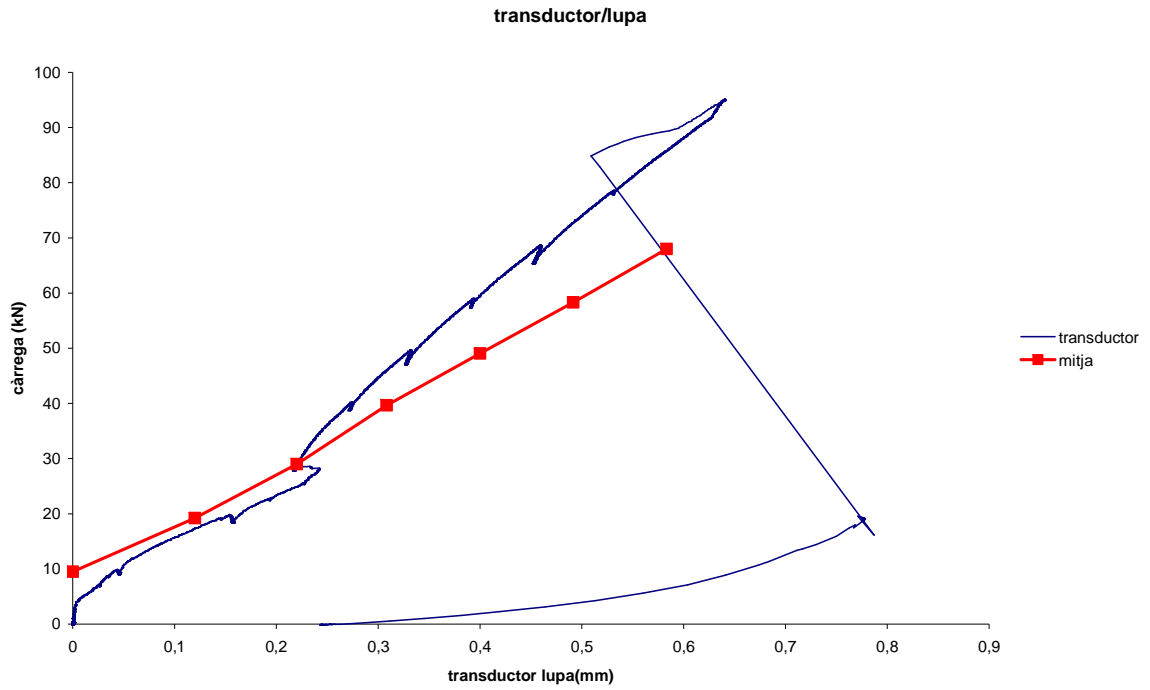


Figura 161: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C1\_316\_D2\_b

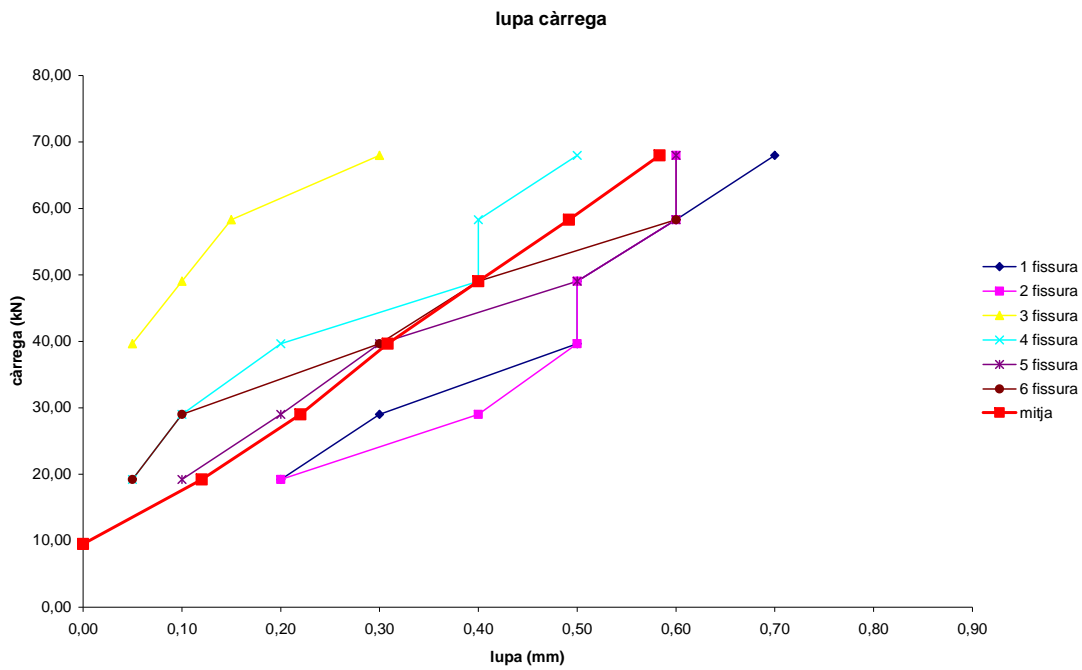


Figura 162: Amplada de fissura per la biga C1\_316\_D2\_b

C2

C2\_212

parada	mesura		C2-212-D1-A	C2-212-D1-B	C2-212-D2-A	C2-212-D2-B
1	Inf.	mitjana	0,10	0,00	0,02	0,03
2	Inf.		0,46	0,10	0,14	0,18
3	Inf.		0,78	0,18	0,32	0,23
4	Inf.		0,84	0,41	0,74	0,72
5	Inf.		1,16	0,60	1,24	0,78
6	Inf.		1,24	0,82	1,56	1,13
7	Inf.		1,62	0,94		1,26
8	Inf.		1,88			
	màxim		2,50	1,20	2,20	1,70

Taula 9: Resum amplada de fissura per les bigues C2\_212

Inf. mesura al final de la cara de la biga.

C2\_212\_D1\_a

Amb l'ajuda del mapa de fissures podem observar que la fissura 1 es troba just en el primer punt de recolzament de la càrrega. Just al mig de la biga hi ha la fissura 3, però la fissura amb més amplada és la número 4, situada a uns 120mm del centre de la biga.

Cal recordar que aquesta biga es trenca en el primer recolzament.

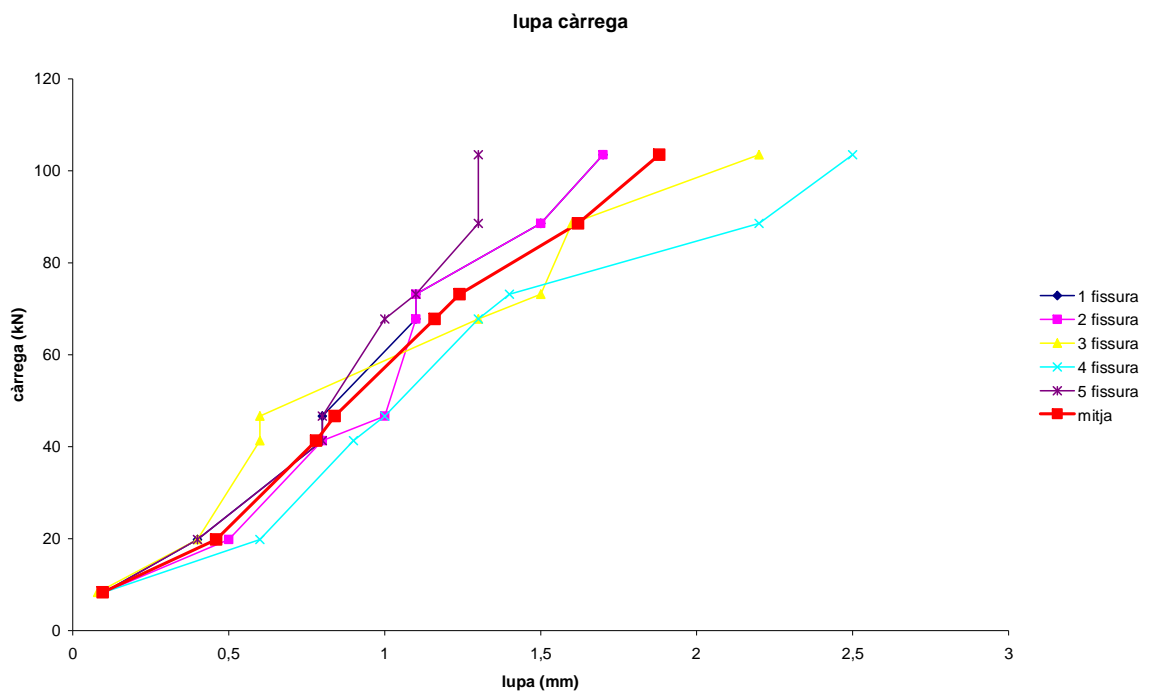


Figura 163: Amplada de fissura per la biga C2\_212\_D1\_a

C2\_212\_D1\_b

La fissura 1 es troba just en el primer recolzament de la càrrega. La fissura 3 és just per on es trenca la biga i just al mig d'aquesta.

Per últim cal destacar que la fissura 5 es troba a uns 5cm del segon recolzament cap a fora de la zona estudiada i que té un ample de fissura superior a la mitja.

Tot hi que en totes les bigues b del C2 també hi havia el transductor al centre de la biga a l'alçada del recolzament en aquesta biga, no.

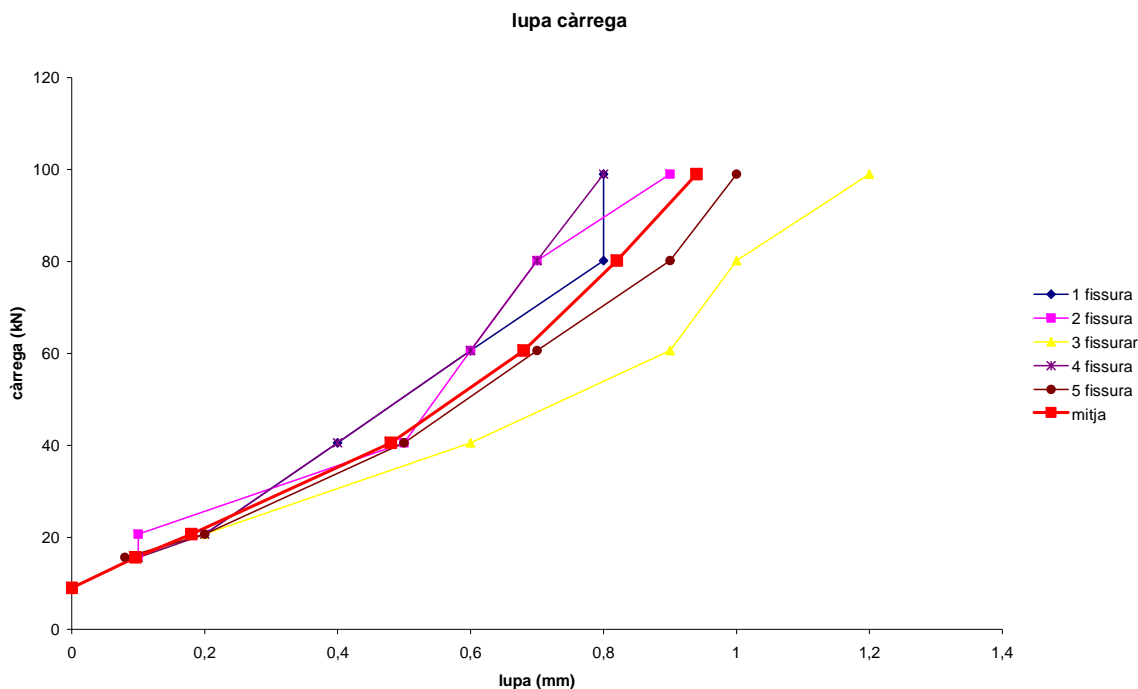


Figura 164: Amplada de fissura per la biga C2\_212\_D1\_b

C2\_212\_D2\_a

Tal com es pot veure en el gràfic la fissura amb més amplada és la número 1, que es troba just en el primer recolzament de la càrrega i que té una prolongació cap aquesta.

Per altra banda la fissura 3 és just la del centre de la biga.

Per últim cal remarcar que la fissura 5 es troba a uns 5cm del segon recolzament cap a fora de la zona estudiada i que és una de les fissures que té menys ample de fissura i creix a partir de la parada 3.

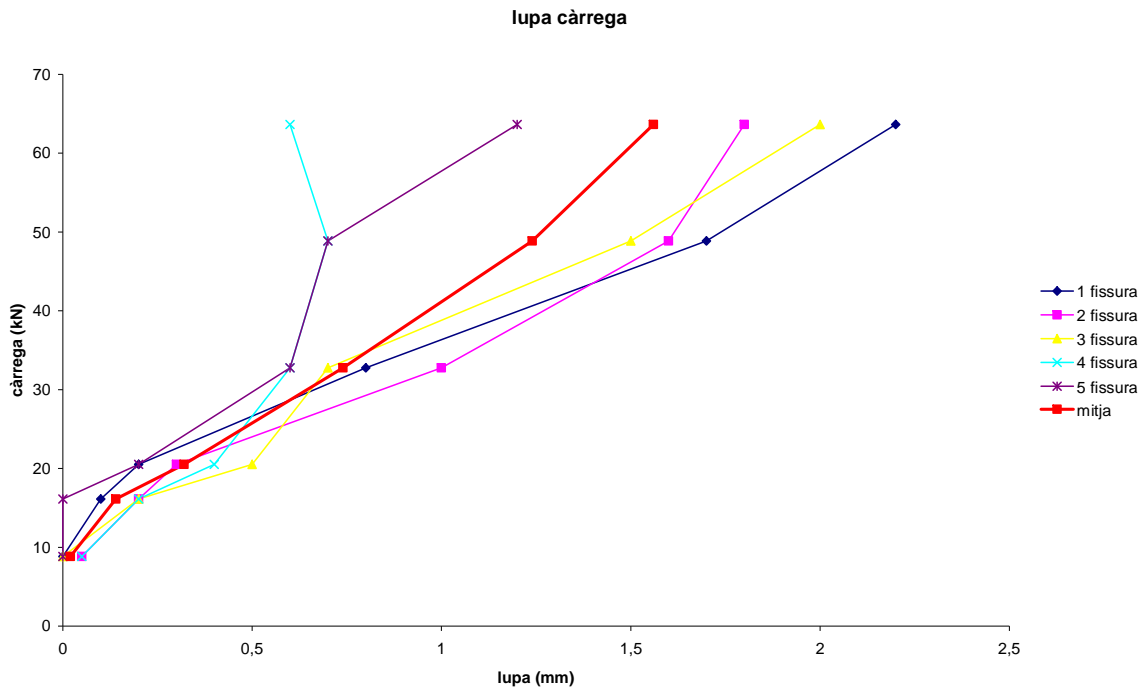


Figura 165: Amplada de fissura per la biga C2\_212\_D2\_a

C2\_212\_D2\_b

La fissura 4, que és just la del mig de la biga, és la que té més amplada de fissura, per altra banda, gràcies al mapa de fissures, podem veure que la biga trenca a partir de la fissura 3, que curiosament és una de les que té menys amplada.

Per altra banda destacar que en aquesta biga les fissures surten més tard que en les altres i que no s'han estudiat les dels recolzaments de la càrrega.

També cal afegir que els valors obtinguts per el transductor i de la mitja de les fissures no són molt semblants.

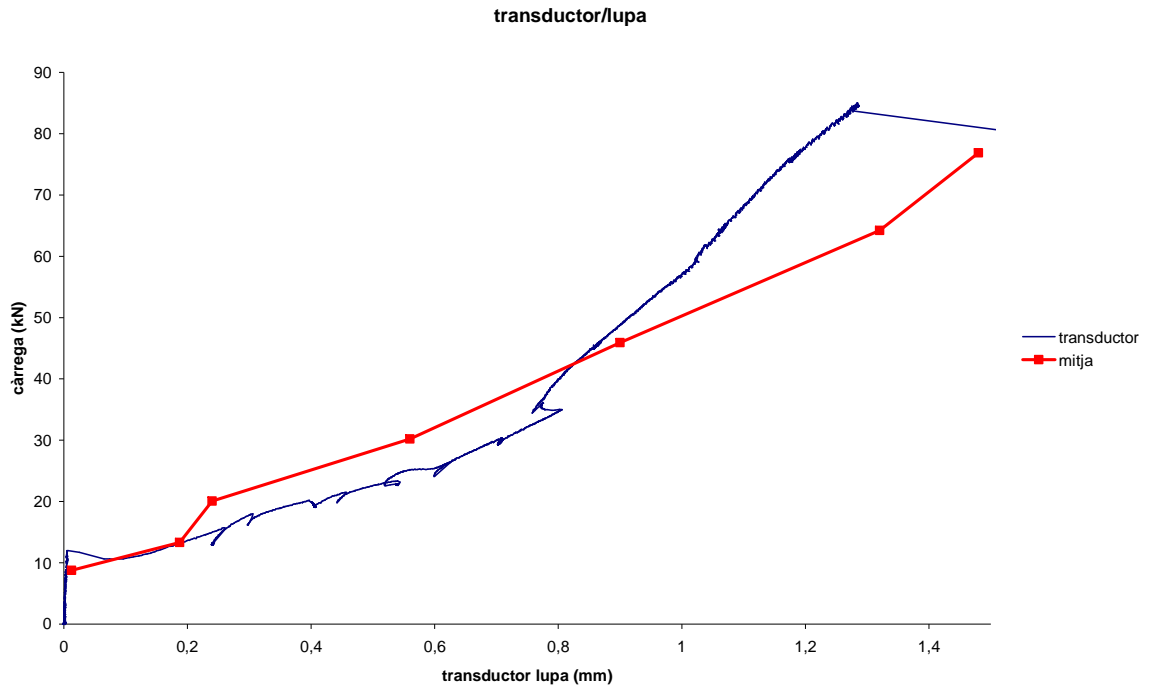


Figura 166: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C2\_212\_D2\_b

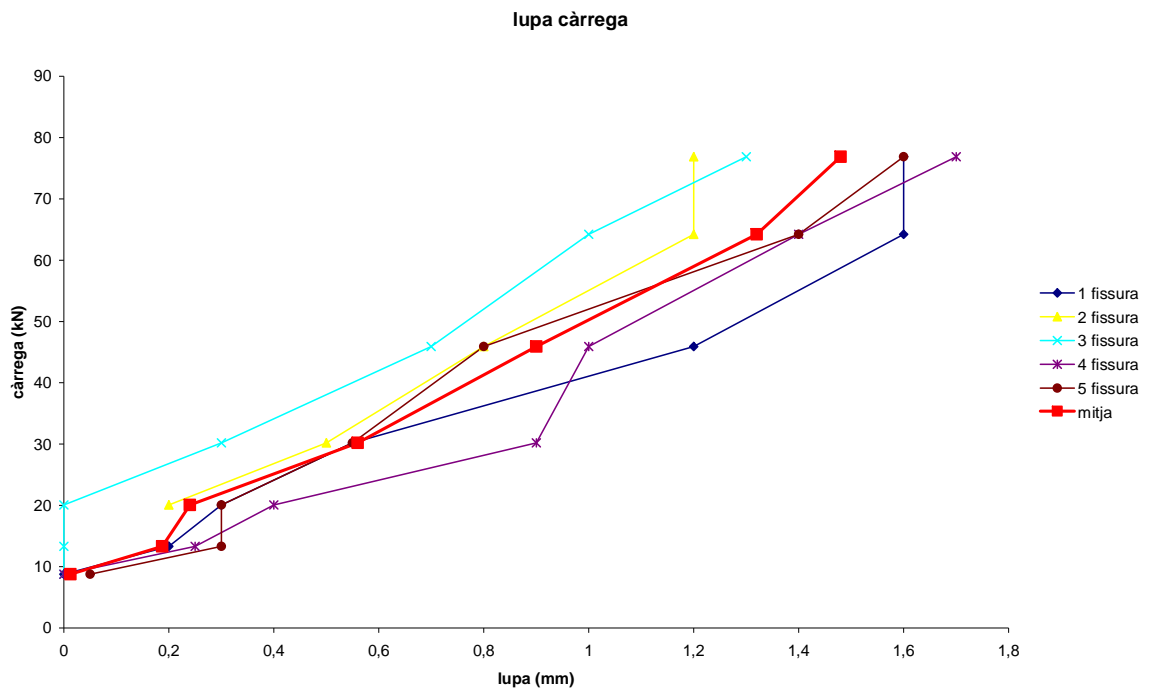


Figura 167: Amplada de fissura per la biga C2\_212\_D2\_b

C2\_216

parada	mesura		C2-216-D1-A	C2-216-D1-B	C2-216-D2-A	C2-216-D2-B
1	Inf.	mitjana	0,00	0,00	0,02	0,03
2	Inf.		0,10	0,08	0,07	0,16
3	Inf.		0,11	0,15	0,22	0,26
4	Inf.		0,26	0,50	0,53	0,46
5	Inf.		0,38	0,68	0,87	0,68
6	Inf.		0,54	0,86	1,07	0,86
7	Inf.		0,79	0,82	1,30	0,98
	màxim		0,90	0,90	1,60	1,20

Taula 10: Resum amplada de fissura per les bigues C2\_216

Inf. mesura al final de la cara de la biga.

C2\_216\_D1\_a

Les fissures número 1 i 5 són just les dels recolzaments, a més podem veure que la fissura 2 és la que té més amplada, però està situada a uns 11cm del primer recolzament.

La fissura 3 és just la del mig i gràcies al mapa de fissures podem veure que és per on es trenca la biga, tot hi així podem veure que la progressió de la seva amplada és molt semblant a la de la mitja.

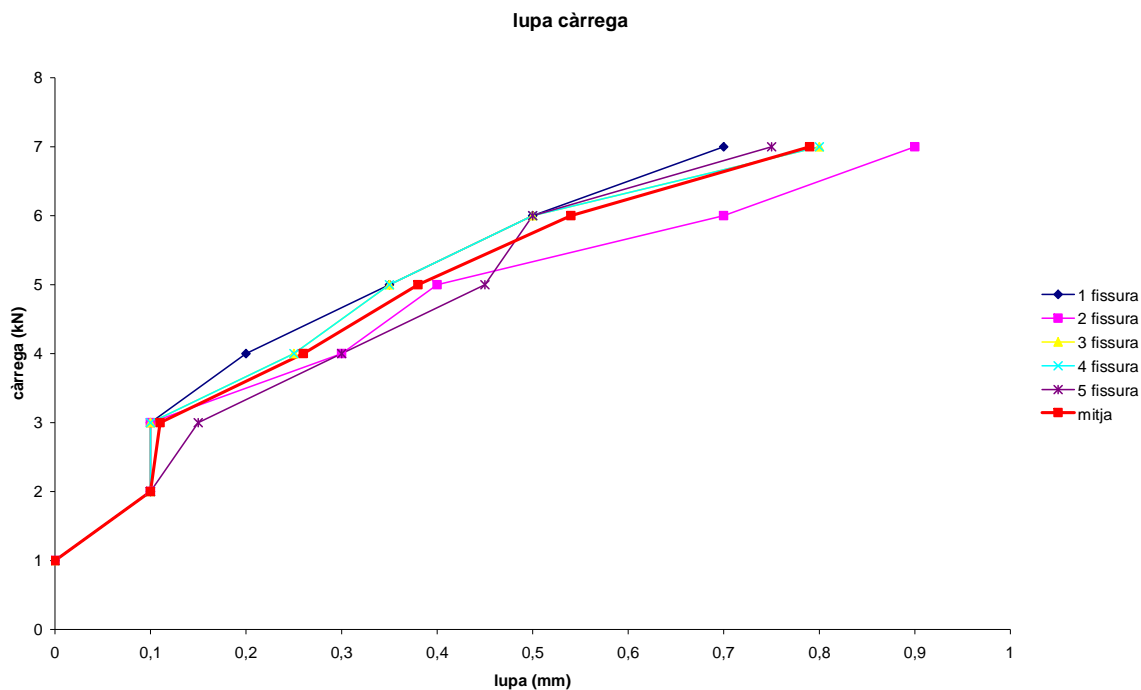


Figura 168: Amplada de fissura per la biga C2\_216\_D1\_a

### C2\_216\_D1\_b

Amb l'ajuda del gràfic del transductor podem veure que les mesures d'un i de l'altre són molt semblants fins a la parada 5, a partir d'aquesta es comencen a separar.

En el gràfic de les fissures mesurades amb la lupa es pot veure que no hi ha molta diferència d'unes amb les altres.

De totes maneres cal dir que la fissura 1 i la 5 són les que es troben just en els recolzaments de les càrregues i que la fissura és just la del mig.

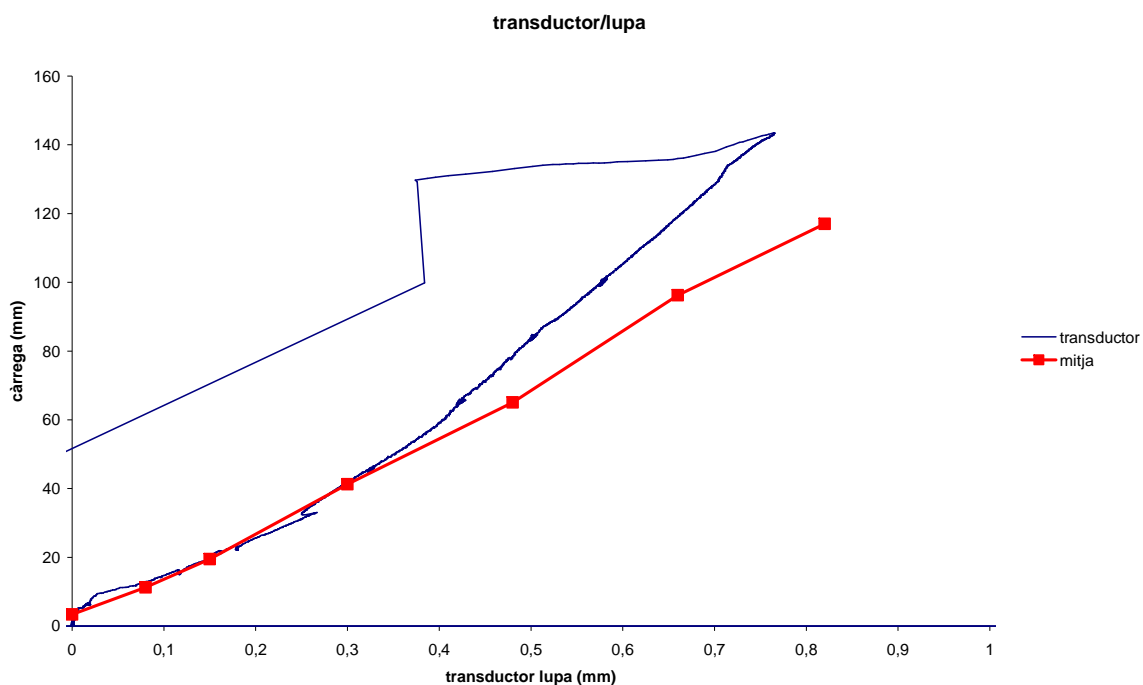


Figura 169: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C2\_216\_D1\_b

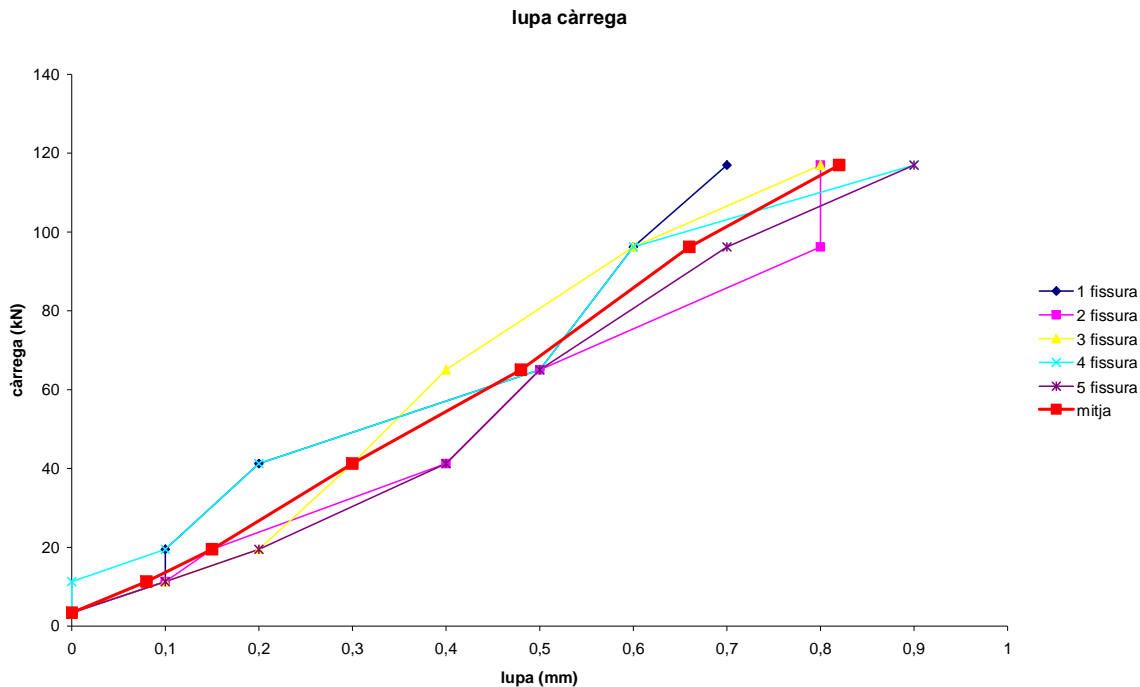


Figura 170: Amplada de fissura per la biga C2\_216\_D1\_b

C2\_216\_D2\_a

En aquest cas a l'igual que el C2\_216\_D1\_b les fissures no estan marcades per quadrants.

La fissura 1 i 6 estan situades fora de la zona marcada per els recolzaments de les bigues, tot i així la 1 és una de les fissures amb més amplada, en canvi la 6 és la que menys.

Just al mig de la fissura 3 i 4 hi ha el centre de la biga i per on es trenca la biga.

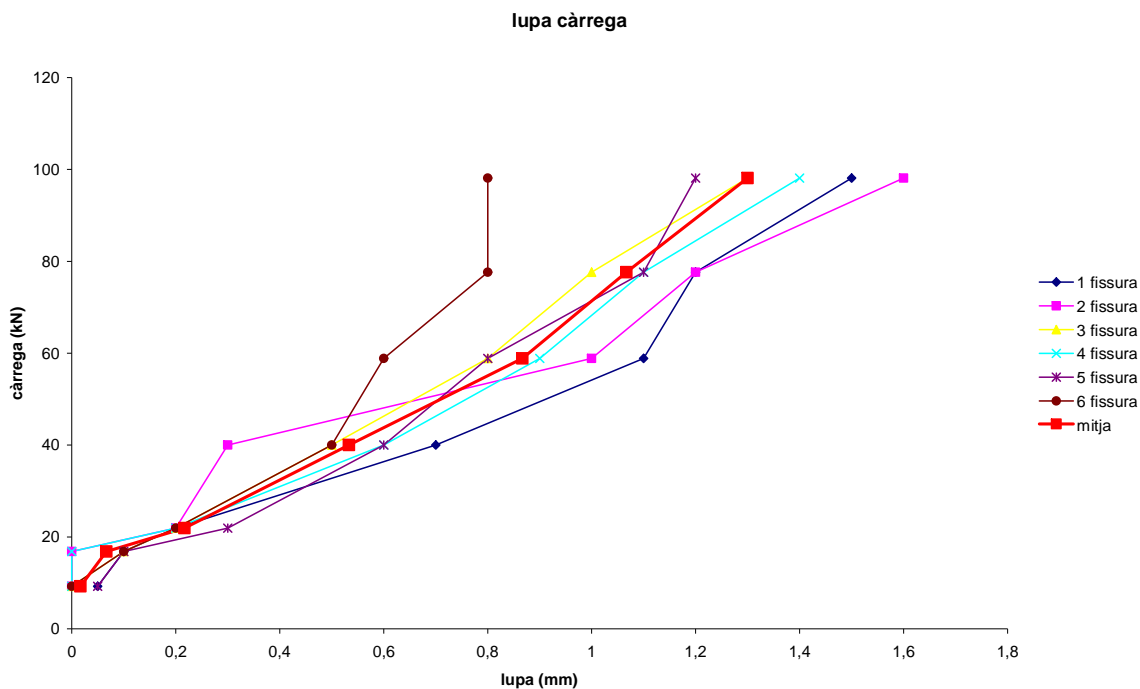


Figura 171: Amplada de fissura per la biga C2\_216\_D2\_a



C2\_216\_D2\_b

En primer lloc, tal com es pot veure en el primer gràfic, els valors del transductor i la mitja no són molt semblants.

En el segon gràfic i amb l'ajuda del mapa de fissures podem veure que la fissura 3 és just la del mig, i que no tenim cap fissura estudiada exactament en els recolzaments.

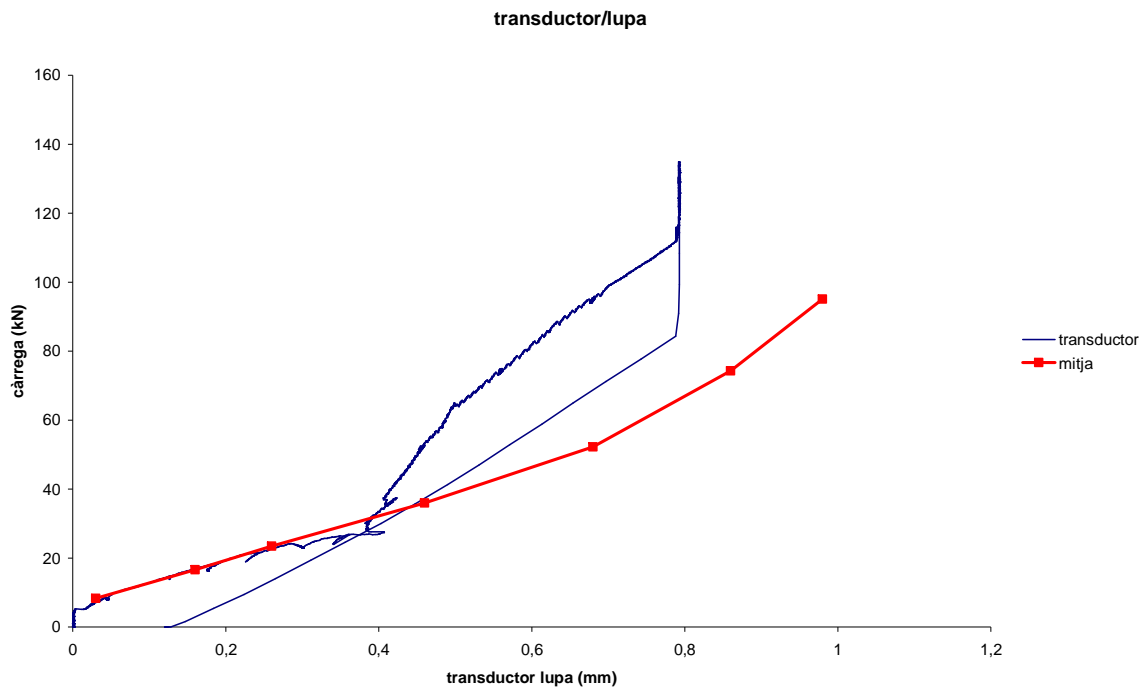


Figura 172: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C2\_216\_D2\_b

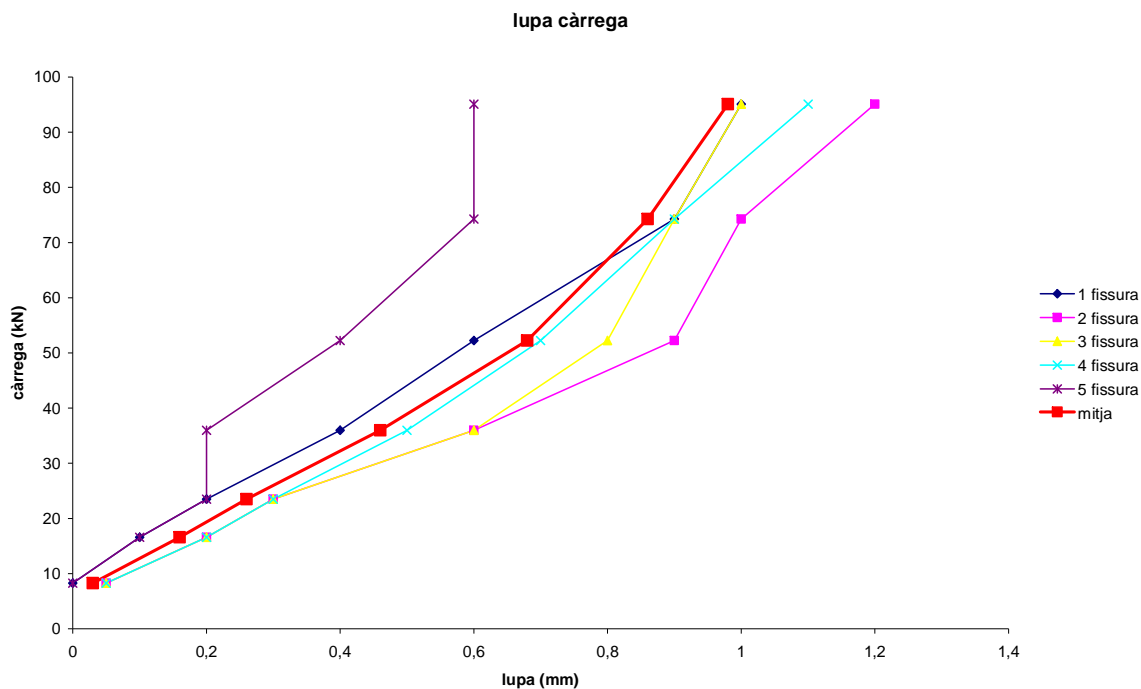


Figura 173: Amplada de fissura per la biga C2\_216\_D2\_b

C2\_316

parada	mesura		C2-316-D1-A	C2-316-D1-B	C2-316-D2-A	C2-316-D2-B
1	Inf.	mitjana	0,00	0,00	0,02	0,03
2	Inf.		0,04	0,07	0,11	0,10
3	Inf.		0,09	0,10	0,20	0,15
4	Inf.		0,15	0,16	0,43	0,32
5	Inf.		0,22	0,28	0,57	0,50
6	Inf.		0,38	0,32	0,76	0,77
7	Inf.		0,48	0,38	0,94	0,90
8	Inf.		0,60	0,46		
	Màxim		0,80	0,60	1,10	1,00

Taula 11: Resum amplada de fissura per les bigues C2\_316

Inf. mesura al final de la cara de la biga.

C2\_316\_D1\_a

Tal com es pot veure en el gràfic la fissura que té més amplada és la 3, que a través del mapa de fissures es pot veure que és justament la del mig i per allà on es trenca la biga.

També podem veure que l'amplada de fissura és més petit que les del 212 i 216.

Just on hi ha la fissura 5 és on hi ha el segon recolzament de la càrrega, es pot veure que la fissura hi és des de la primera parada. Aquesta creix més que la 3 però a la parada 6 s'estabilitza.

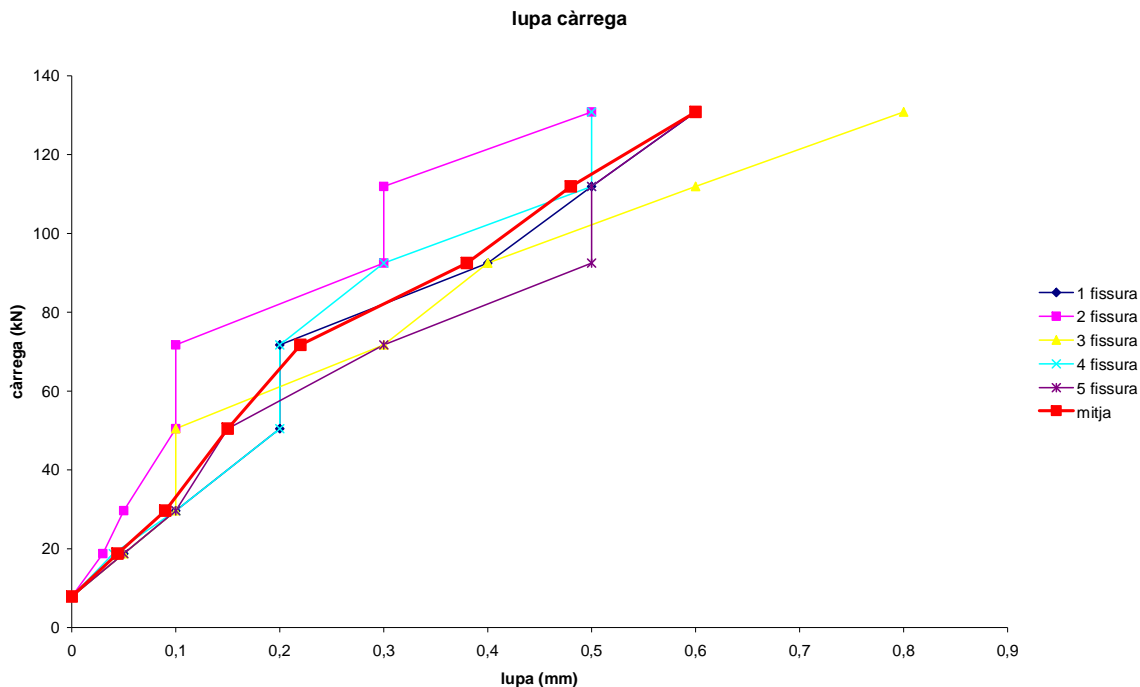


Figura 174: Amplada de fissura per la biga C2\_316\_D1\_a

### C2\_316\_D1\_b

La fissura 3 i 5 són les que tenen més amplada de fissura, la 3 està situada just al centre de la biga i és per on es trenca la mateixa. La fissura 5 es troba en el segon recolzament de la càrrega.

Per altra banda en el primer gràfic podem veure que els valors obtinguts amb el transductor i la mitjana dels de la lupa són completament diferents. I que en aquest cas i com excepció les mesures de la lupa donen un resultat inferior a les del transductor.

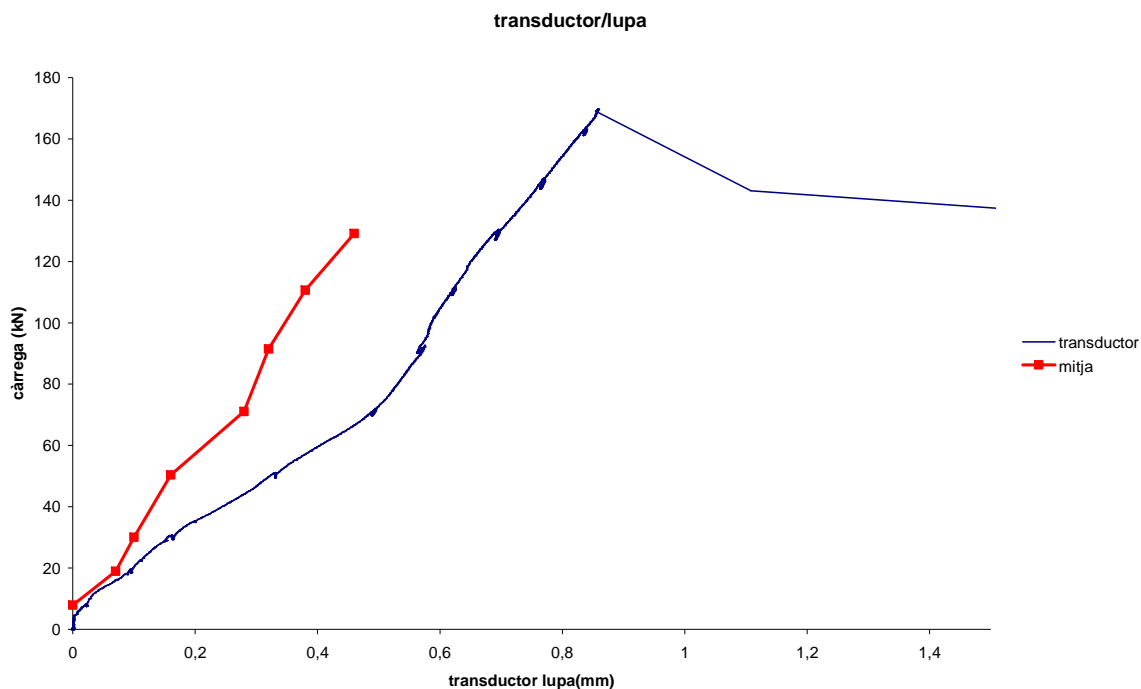


Figura 175: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C2\_316\_D1\_b

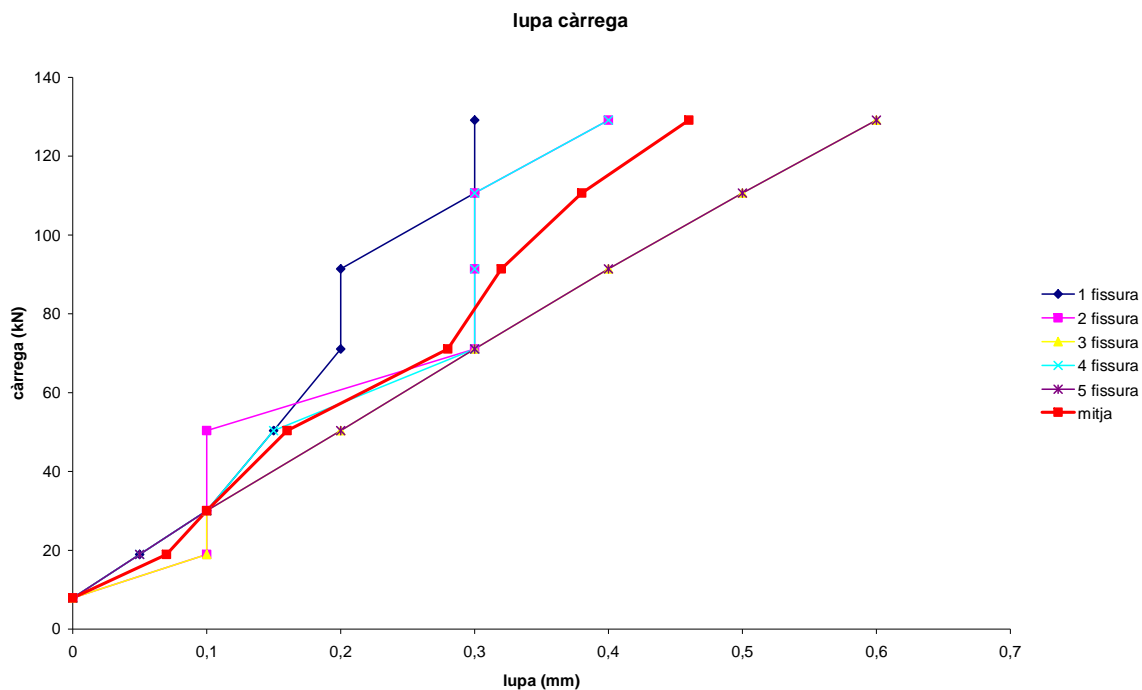


Figura 176: Amplada de fissura per la biga C2\_316\_D1\_b

#### C2\_316\_D2\_a

La fissura 5, que és la que té més amplada de fissura està situada just fora de la zona estudiada, està a uns 7cm del segon recolzament.

La fissura 2 és just la que provoca la ruptura de la biga però com es pot veure té menys amplada que la mitja.

En aquest cas tampoc s'han estudiat les fissures que hi ha just en els recolzaments de les càrregues.

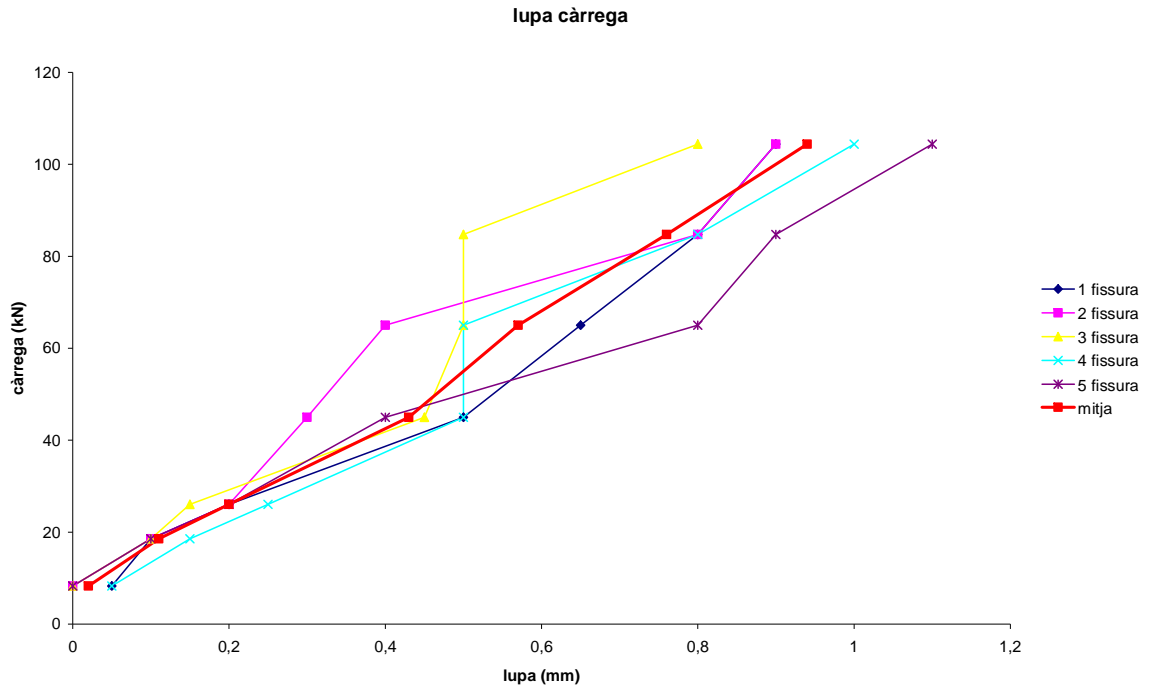


Figura 177: Amplada de fissura per la biga C2\_316\_D2\_a

#### C2\_316\_D2\_b

En el primer gràfic podem veure que el transductor i la mitjana dels de la lupa segueixen un mateix pendent fins a la parada 3, a partir d'aquí la lupa ja dona resultats més elevats.

En el segon gràfic podem observar que la fissura amb més amplada és la 2 que es troba a uns 15cm del primer recolzament.

La fissura 1 i 5 són les que estan més properes als recolzaments, tot i així són molt semblants entre elles i la mitja.

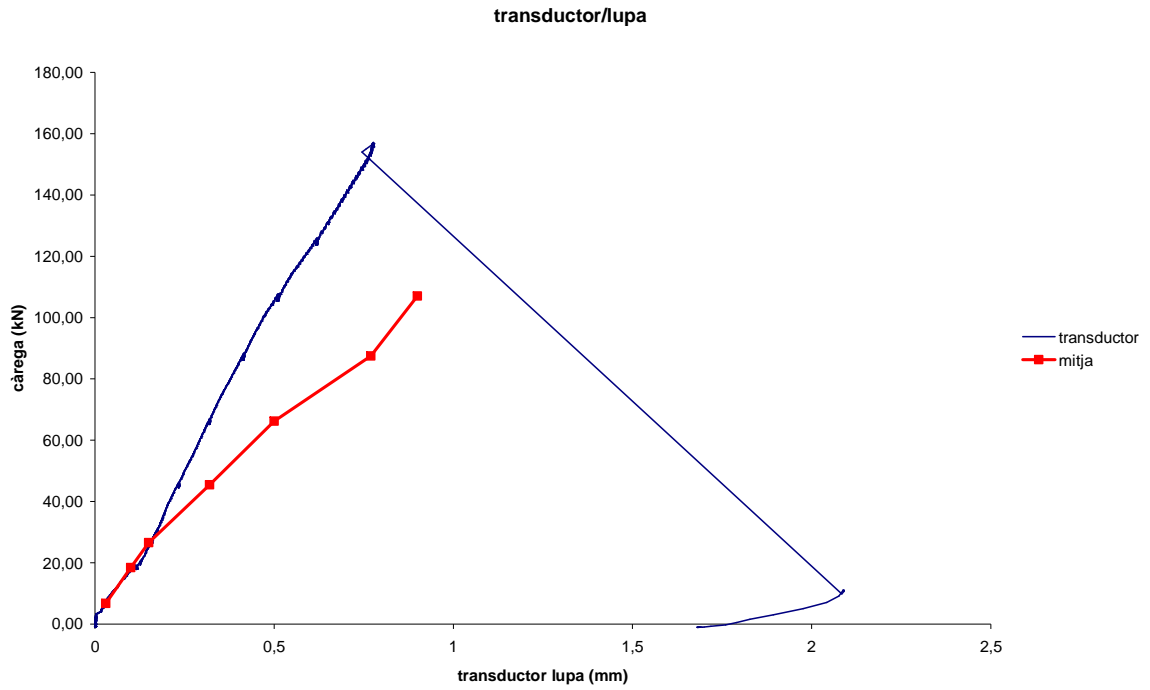


Figura 178: Comparació del transductor i la mitja de la lupa de la biga C2\_316\_D2\_b

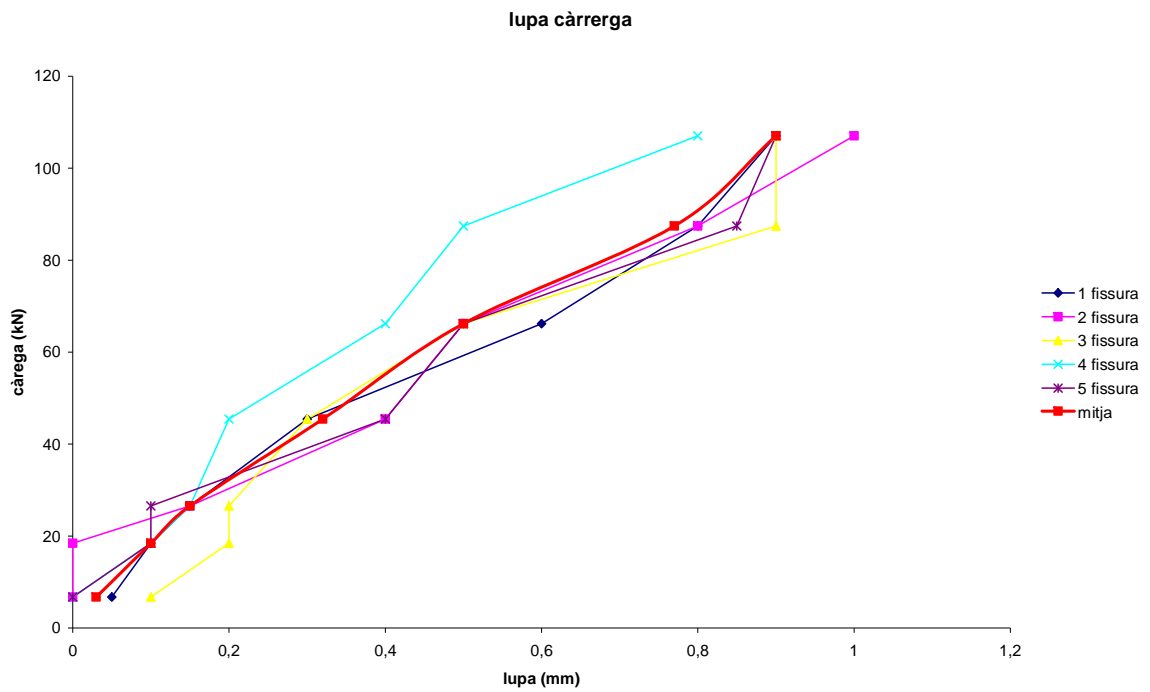


Figura 179: Amplada de fissura per la biga C2\_316\_D2\_b

## Conclusions:

Es pot observar que la diferència entre els valors obtinguts amb el transductor horitzontal i la mitja de les fissures anava en augment a mesura que augmentava la càrrega. Que la mesura de la lupa sempre era més gran que la mesura del transductor, també s'ha de recordar que la mesura amb la lupa es feia a la part inferior de la biga mentre que la del transductor es feia a l'alçada del reforç.

Podem dir que les fissures de les bigues bessones (a i b) mantenen una relació en l'amplada encara que una tingui pre-fissura i l'altre no.

Segons la teoria estudiada en la memòria obtenim (per les càrregues de 30kN comportament a la zona de servei) els següents valors d'amplada de fissura i els comparem amb el valors experimentals:

Biga tipus	parada	kN	M	Ff	Amplada teòrica	Amplada experimental
C1-212-D1-a	3	29,50	17,70	715,27	0,99	0.41
C1-212-D1-b	3	29,60	17,76	717,69	1,00	0.25
C1-216-D1-a	3	29,48	17,69	406,97	0,55	0.23
C1-216-D1-b	3	29,68	17,81	409,74	0,55	0.21
C1-316-D1-a	3	29,65	17,79	272,92	0,26	0.21
C1-316-D1-b	3	29,48	17,69	271,32	0,25	0.10
C1-212-D2-a	3	29,63	17,78	818,02	1,40	0.40
C1-212-D2-b	3	28,40	17,04	784,17	1,34	0.72
C1-216-D2-a	3	28,60	17,16	450,46	0,75	0.46
C1-216-D2-b	3	29,53	17,72	465,07	0,78	0.39
C1-316-D2-a	3	28,85	17,31	302,93	0,39	0.19
C1-316-D2-b	3	29,00	17,40	304,50	0,39	0.22
C2-212-D1-a	3	19,80	11,88	480,06	0,66	0.78
C2-212-D1-b	3	20,70	12,42	501,88	0,69	0.18
C2-216-D1-a	3	24,15	14,49	333,42	0,44	0.11
C2-216-D1-b	3	19,50	11,70	269,22	0,36	0.15
C2-316-D1-a	3	29,65	17,79	272,91	0,25	0.09
C2-316-D1-b	3	30,05	18,03	276,59	0,26	0.10
C2-212-D2-a	3	19,80	11,88	546,68	0,90	0.32
C2-212-D2-b	3	20,97	12,58	578,99	0,96	0.23
C2-216-D2-a	3	22,00	13,20	346,49	0,56	0.22
C2-216-D2-b	3	23,70	14,22	373,26	0,60	0.26
C2-316-D2-a	3	26,80	16,08	281,39	0,35	0.20
C2-316-D2-b	3	28,00	16,80	293,99	0,37	0.15

Taula 12: Amplada experimental i teòrica

Tal com es veu en la Taula 12 l'amplada experimental no supera l'amplada teòrica amb l'acceptió de la biga C2\_212\_D1-a.

### A.7 SEPARACIÓ ENTRE FISSURES

En aquest annex hi ha el resum de totes les distàncies de fissures per totes les bigues.

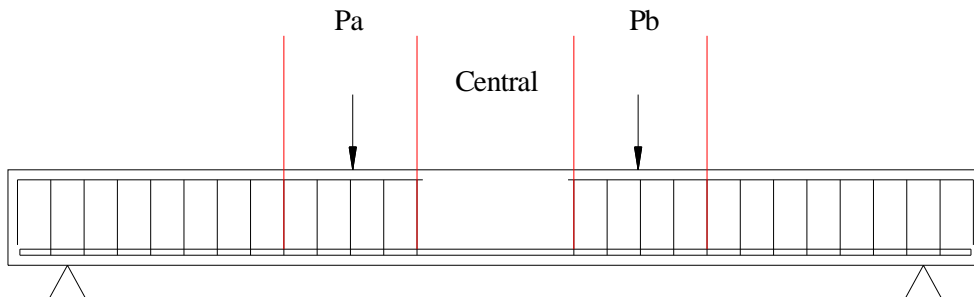


Figura 180: Esquema de les zones de les bigues

- La primera taula de la biga Pa en funció de la parada es poden observar els valors de separació, la suma i la mitja.
- La segona taula hi ha les fissures de la zona del Pb
- En la tercera si poden trobar les fissures de la zona central.

També hi ha la comparació de les dades experimentals amb les teòriques Taula 13: **Resum valors separació de fissura teòrics:**

base	K1	K2	diàmetre de les barres	nº de barres	recobriment	pr	separació de fissures(mm)
140	0,8	0,5	12	2	20	0,032	87,13
160	0,8	0,5	12	2	40	0,014	134,88
140	0,8	0,5	16	2	20	0,057	77,85
160	0,8	0,5	16	2	40	0,025	113,66
140	0,8	0,5	16	3	20	0,086	68,56
160	0,8	0,5	16	3	40	0,037	92,44

Taula 13: Resum valors separació de fissura teòrics

C1\_212\_D1\_a

Segons els resultats teòrics, la separació màxima de fissura per aquesta biga i per la càrrega a servei és:

parades	Pa					suma	mitjana
1	263					263,00	263,00
2	115	107				222,00	111,00
3	74	115	107			296,00	98,67
4	74	115	107			296,00	98,67
5	74	115	39	68		296,00	74,00
6	74	68	47	39	68	296,00	59,20

Taula 14: Zona Pa per la biga C1\_212\_D1\_a



Pb				suma	mitjana
110				110,00	110,00
110	110	70		290,00	96,67

Taula 15: Zona Pb per la biga C1\_212\_D1\_a

CENTRAL				suma	mitjana
145	150			295,00	147,50
145	82	70		297,00	99,00

Taula 16: Zona central per la biga C1\_212\_D1\_a

C1\_212\_D1\_b

parades	Pa				suma	mitjana
1	87				87,00	87,00
2	80	112	88		280,00	93,33
3	80	112	88		280,00	93,33
4	80	112	88		280,00	93,33
5	80	54	58	88	280,00	70,00

Taula 17: Zona Pa per la biga C1\_212\_D1\_b

Pb				suma	mitjana
160				160,00	160,00
80	80	95		255,00	85,00

Taula 18: Zona Pb per la biga C1\_212\_D1\_b

CENTRAL				suma	mitjana
180	196			376,00	188,00
110	70	53	143	376,00	94,00

Taula 19: Zona central per la biga C1\_212\_D1\_b

C1\_212\_D2\_a

parades	Pa				suma	mitjana
1	166				166,00	166,00
2	94	83	32	134	343,00	85,75

Taula 20: Zona Pa per la biga C1\_212\_D2\_a

Pb				suma	mitjana
150				150,00	150,00
150				150,00	150,00
150	50			200,00	100,00
150	50	98		298,00	99,33
102	50	98		250,00	83,33
55	47	50	98	250,00	62,50

Taula 21: Zona Pb per la biga C1\_212\_D2\_a

CENTRAL				suma	mitjana
100	108			208,00	104,00
100	108			208,00	104,00
29	100	108		237,00	79,00
29	100	108		237,00	79,00
29	100	108	47	284,00	71,00

Taula 22: Zona central per la biga C1\_212\_D2\_a

C1\_212\_D2\_b

parades	Pa			suma	mitjana
1	195			195,00	195,00
2	195	154		349,00	174,50
3	90	105	154	349,00	116,33

Taula 23: Zona Pa per la biga C1\_212\_D2\_b

Pb				suma	mitjana
156				156,00	156,00
156	155			311,00	155,50
130	26	155		311,00	103,67

Taula 24: Zona Pb per la biga C1\_212\_D2\_b

CENTRAL			suma	mitjana
277	283		560,00	280,00

Taula 25: Zona central per la biga C1\_212\_D2\_b

C1\_216\_D1\_a

parades	Pa				suma	mitjana
1					0,00	
2	43	105	46	70	264,00	66,00

Taula 26: Zona Pa per la biga C1\_216\_D1\_a

Pb			suma	mitjana
115			115,00	115,00
72	105	115	292,00	97,33

Taula 27: Zona Pb per la biga C1\_216\_D1\_a

CENTRAL					suma	mitjana
137	166				303,00	151,50
137	95	71			303,00	101,00
95	42	33	62	71	303,00	60,60

Taula 28: Zona central per la biga C1\_216\_D1\_a

C1\_216\_D1\_b

parades	Pa				suma	mitjana
1					0,00	
2	75	70	60	90	295,00	73,75

Taula 29: Zona Pa per la biga C1\_216\_D1\_b

Pb			suma	mitjana
75	190		265,00	132,50

Taula 30: Zona Pb per la biga C1\_216\_D1\_b

CENTRAL					suma	mitjana
	76	75	79		90	320,00

Taula 31: Zona central per la biga C1\_216\_D1\_b

C1\_216\_D2\_a

parades	Pa			suma	mitjana
1				0,00	
2	185			185,00	185,00
3	138	47		185,00	92,50
4	72	138	47	257,00	85,67

Taula 32: Zona Pa per la biga C1\_216\_D2\_a

Pb		suma	mitjana
114	126	240,00	120,00

Taula 33: Zona Pb per la biga C1\_216\_D2\_a

CENTRAL				suma	mitjana
181	200			381,00	190,50
181	71	129		381,00	127,00
181	71	129		381,00	127,00
75	106	71	129	381,00	95,25

Taula 34: Zona central per la biga C1\_216\_D2\_a

C1\_216\_D2\_b

parades	Pa			suma	mitjana
1	108			108,00	108,00
2	200	108		308,00	154,00
3	173	27	108	308,00	102,67

Taula 35: Zona Pa per la biga C1\_216\_D2\_b

Pb			suma	mitjana
129			129,00	129,00
152	129		281,00	140,50
72	80	129	281,00	93,67

Taula 36: Zona Pb per la biga C1\_216\_D2\_b

CENTRAL		suma	mitjana
148	152	300,00	150,00

Taula 37: Zona central per la biga C1\_216\_D2\_b

C1\_316\_D1\_a

parades	Pa				suma	mitjana
1					0,00	
2	84	56	68	95	303,00	75,75

Taula 38: Zona Pa per la biga C1\_316\_D1\_a

Pb					suma	mitjana
56	82	52			190,00	63,33
93	52	82	56		283,00	70,75
93	52	82	56		283,00	70,75
40	53	56	82	52	283,00	56,60

Taula 39: Zona Pb per la biga C1\_316\_D1\_a

CENTRAL					suma	mitjana
64	113	115			292,00	97,33
64	113	40	75		292,00	73,00
64	74	39	40	75	292,00	58,40

Taula 40: Zona central per la biga C1\_316\_D1\_a

C1\_316\_D1\_b

parades	Pa				suma	mitjana
1						
2	68	85	108		261,00	87,00
3	68	85	108		261,00	87,00
7	68	85	64	44	261,00	65,25

Taula 41: Zona Pa per la biga C1\_316\_D1\_b

Pb					suma	mitjana
71	46	75	74		266,00	66,50
23	48	46	75	74	266,00	53,20

Taula 42: Zona Pb per la biga C1\_316\_D1\_b

CENTRAL					suma	mitjana
74					74,00	74,00
112	156	70			338,00	112,67
62	50	103	53	70	338,00	67,60
62	50	74	29	53	338,00	56,33

Taula 43: Zona central per la biga C1\_316\_D1\_b

C1\_316\_D2\_a

parades	Pa				suma	mitjana
1	184				184,00	184,00
2	162	47			209,00	104,50
3	92	86	76	47	301,00	75,25

Taula 44: Zona Pa per la biga C1\_316\_D2\_a

Pb		suma	mitjana
136		136,00	136,00
168	136	304,00	152,00

Taula 45: Zona Pb per la biga C1\_316\_D2\_a

CENTRAL			suma	mitjana
170			170,00	170,00
137	170		307,00	153,50
137	65	105	307,00	102,33

Taula 46: Zona central per la biga C1\_316\_D2\_a

C1\_316\_D2\_b

parades	Pa				suma	mitjana
1						
2	157				157,00	157,00
3	154	87	70		311,00	103,67
4	11	143	87	70	311,00	77,75

Taula 47: Zona Pa per la biga C1\_316\_D2\_b

Pb		suma	mitjana
145		145,00	145,00
112	145	257,00	128,50

Taula 48: Zona Pb per la biga C1\_316\_D2\_b

CENTRAL				suma	mitjana
156	88	97		341,00	113,67
156	88	97		341,00	113,67
41	115	88	97	341,00	85,25

41	115	61	27	97	341,00	68,20
----	-----	----	----	----	--------	-------

Taula 49: Zona central per la biga C1\_316\_D2\_b

C2\_212\_D1\_a

parades	Pa				suma	mitjana
1	186				186,00	186,00
2	65	72	186		323,00	107,67
3	65	72	186		323,00	107,67
4	65	72	74	112	211,00	70,33

Taula 50: Zona Pa per la biga C2\_212\_D1\_a

Pb			suma	mitjana
70	73	93	236,00	78,67

Taula 51: Zona Pb per la biga C2\_212\_D1\_a

CENTRAL		suma	mitjana
109	150	259,00	129,50

Taula 52: Zona central per la biga C2\_212\_D1\_a

C2\_212\_D1\_b

parades	Pa				suma	mitjana
1	278				278,00	278,00
2	158	136			294,00	147,00
3	158	136			294,00	147,00
4	70	88	136		294,00	98,00
5	70	88	69	67	294,00	73,50

Taula 53: Zona Pa per la biga C2\_212\_D1\_b

Pb			suma	mitjana
347			347,00	347,00
92	124	65	281,00	93,67
92	73	51	281,00	70,25

Taula 54: Zona Pb per la biga C2\_212\_D1\_b

CENTRAL					suma	mitjana
143					143,00	143,00
99	45	157			144,00	72,00
99	45	72	53	32	144,00	72,00

33	66	45	72	53	32	99,00	49,50
----	----	----	----	----	----	-------	-------

Taula 55: Zona central per la biga C2\_212\_D1\_b

C2\_212\_D2\_a

parades	Pa				suma	mitjana
1	455				455,00	455,00
2	152				152,00	152,00
3	152				152,00	152,00
4	56	96	52		204,00	68,00
5	70	88	69	67	294,00	73,50

Taula 56: Zona Pa per la biga C2\_212\_D2\_a

Pb				suma	mitjana
28	170			198,00	99,00
28	136	33		197,00	65,67
92	73	51	66	282,00	70,50

Taula 57: Zona Pb per la biga C2\_212\_D2\_a

CENTRAL						suma	mitjana
242	214					456,00	228,00
242	214					456,00	228,00
127	64	66	80	68		191,00	95,50
60	67	64	66	80	68	127,00	63,50

Taula 58: Zona central per la biga C2\_212\_D2\_a

C2\_212\_D2\_b

parades	Pa				suma	mitjana
1						
2						
3	178				178,00	178,00
4	65	65	113		243,00	81,00
5	65	65	75	38	243,00	60,75

Taula 59: Zona Pa per la biga C2\_212\_D2\_b



Pb				suma	mitjana
300				300,00	300,00
73	85	35	105	298,00	74,50

Taula 60: Zona Pb per la biga C2\_212\_D2\_b

CENTRAL				suma	mitjana
38	155				
38	155			193,00	96,50
161	38	155		199,00	99,50
134	27	38	72	83	161,00

Taula 61: Zona central per la biga C2\_212\_D2\_b

C2\_216\_D1\_a

parades	Pa			suma	mitjana
1					
2	140		115	255,00	127,50
3	75		65	115	255,00

Taula 62: Zona Pa per la biga C2\_216\_D1\_a

Pb				suma	mitjana
265				265,00	0,00
76	60	131		267,00	89,00
76	60	80	51	267,00	66,75

Taula 63: Zona Pb per la biga C2\_216\_D1\_a

CENTRAL			suma	mitjana
188	172		360,00	180,00
91	97	172	188,00	94,00

Taula 64: Zona central per la biga C2\_216\_D1\_a

C2\_216\_D1\_b

parades	Pa					suma	mitjana
1							
2	76	56	85	97	78,5	392,50	78,50

Taula 65: Zona Pa per la biga C2\_216\_D1\_b

Pb					suma	mitjana
130	110				240,00	120,00
75	55	110			240,00	80,00
33	42	55	63	47	240,00	48,00

Taula 66: Zona Pb per la biga C2\_216\_D1\_b

CENTRAL			suma	mitjana
133	191		324,00	162,00

Taula 67: Zona central per la biga C2\_216\_D1\_b

C2\_216\_D2\_a

parades	Pa				suma	mitjana
1						
2	-					
3	180				180,00	180,00
4	95		105	75	275,00	91,67

Taula 68: Zona Pa per la biga C2\_216\_D2\_a

Pb				suma	mitjana
155	33			188,00	94,00
155	33			188,00	94,00
52	75	80	33	240,00	60,00

Taula 69: Zona Pb per la biga C2\_216\_D2\_a

CENTRAL			suma	mitjana
74	130		204,00	102,00
148	74	130	222,00	111,00

148	74	47	83	222,00	111,00
-----	----	----	----	--------	--------

Taula 70: Zona central per la biga C2\_216\_D2\_a

C2\_216\_D2\_b

parades	Pa			suma	mitjana
1	103			103,00	103,00
2	103	103		206,00	103,00
3	103	103	87	293,00	97,67

Taula 71: Zona Pa per la biga C2\_216\_D2\_b

Pb				suma	mitjana
200				200,00	200,00
200				200,00	200,00
60	95	44	86	285,00	71,25

Taula 72: Zona Pb per la biga C2\_216\_D2\_b

CENTRAL				suma	mitjana
249	246			495,00	247,50
249	246			495,00	247,50
105	59	246		164,00	82,00
105	59	65	96	164,00	82,00

Taula 73: Zona central per la biga C2\_216\_D2\_b

C2\_316\_D1\_a

parades	Pa				suma	mitjana
1						
2	73	107	124		304,00	0,00
3	73	75	32	124	304,00	76,00

Taula 74: Zona Pa per la biga C2\_316\_D1\_a

Pb				suma	mitjana
69	101			170,00	85,00
73	69	101		243,00	81,00
73	69	101	31	274,00	68,50

Taula 75: Zona Pb per la biga C2\_316\_D1\_a

CENTRAL				suma	mitjana
102				102,00	102,00
135	102	92		237,00	118,50
135	102	92		237,00	118,50
46	89	102	60	135,00	67,50

Taula 76: Zona central per la biga C2\_316\_D1\_a

C2\_316\_D1\_b

parades	Pa			suma	mitjana
1					
2	73	107		180,00	90,00
3	73	75	32	180,00	60,00

Taula 77: Zona Pa per la biga C2\_316\_D1\_b

Pb				suma	mitjana
69	102			171,00	85,50
72	69	102		243,00	81,00
72	69	102	34	277,00	69,25

Taula 78: ZonaPb per la biga C2\_316\_D1\_b

CENTRAL				suma	mitjana	
93	45	125		138,00	69,00	
93	45	125		138,00	69,00	
93	45	125	98	63	138,00	69,00

Taula 79: Zona central per la biga C2\_316\_D1\_b

C2\_316\_D2\_a

parades	Pa		suma	mitjana
1				
2	65		65,00	65,00
3	162	65	227,00	113,50

Taula 80: Zona Pa per la biga C2\_316\_D2\_a

Pb			suma	mitjana
175			175,00	175,00
64	111		175,00	87,50
65	64	11	140,00	46,67

Taula 81: Zona Pb per la biga C2\_316\_D2\_a

CENTRAL					suma	mitjana
83	113	152			196,00	98,00
83	113	152			196,00	98,00
83	57	57	57	95	140,00	70,00

Taula 82: Zona central per la biga C2\_316\_D2\_a

C2\_316\_D2\_b

parades	Pa				suma	mitjana
1						
2	175	112			287,00	143,50
3	142	33	112		287,00	95,67
4	70	72	33	112	175,00	58,33

Taula 83: Zona Pa per la biga C2\_316\_D2\_b

Pb			suma	mitjana
135			135,00	135,00
135			135,00	135,00
135	58	70	263,00	87,67
17	118	58	263,00	65,75

Taula 84: Zona Pb per la biga C2\_316\_D2\_b

CENTRAL				suma	mitjana
150	62			212,00	106,00
150	62			212,00	106,00
102	48	62	89	150,00	75,00

Taula 85: Zona central per la biga C2\_316\_D2\_b

### Conclusions:

Després de comparar els resultats teòrics de la separació entre fissures amb els experimentals podem observar que a partir de la parada 3, aproximadament 30kN, la separació és més gran que la calculada a partir de l'Eurocodi.

Cal recordar que l'Eurocodi-2 és una norma que tracta el formigó armat amb acer i nosaltres l'hem armat amb un material compòsit.

## ÍNDEX

B. ANNEX DE ELS FITXES TÈCNIQUES DELS APARELLS .....	2
B.1 Transductor vertical .....	2
B.2 Transductor horitzontal .....	3
B.3 Transductor vertical. ....	4
B.4 Transductor vertical. ....	5
B.5 Transductor horitzontal .....	6
B.6 Transductor vertical .....	7
B.7 Transductor vertical. ....	8
B.8 Inclòmetre.....	9
B.9 Inclòmetre.....	10
B.10 Galgues extensomètriques .....	11
B.11 Galgues extensomètriques FRP.....	12
B.12 Extensòmetre mecànic .....	13
B.13 Lupa d'augment.....	14
B.14 Cèl·lula de càrrega .....	15
B.15 Equip d'adquisició de dades.....	16
B.16 Actuador hidràulic.....	17

B. ANNEX DE ELS FITXES TÈCNIQUES DELS APARELLS

En aquest annex del projecte hi ha les fitxes tècniques de tots els aparells utilitzats en l'assaig, a l'igual que un petit esquema de la seva col·locació, l'objectiu de la seva utilització i alguna dada tècnica necessària per la seva elecció.

Fitxa tècnica	
Nom:	B.1 Transductor vertical
Identificació:	HLS/100/01
Dades tècniques de l'aparell:	Sensibilitat: 0,2mV/mm Rang de mesura: 101.97mm Calibració: a 5VDC i a 20°C
Descripció de l'aparell:	Sensor de desplaçament vertical. Tal com es pot veure en la foto consta d'un aparell amb una barra dins l'altre. Quan la de dins puja o baixa, provoca un desplaçament, emet una senyal i l'equip d'adquisició de dades el rep, el transforma i l'adapta a un senyal numèrica entenedora per nosaltres.
Objectiu en l'assaig:	Situat en el centre de la biga per estudiar el desplaçament vertical per poder mesurar la deformació de la fletxa central, utilitzat en l'assaig C1 i C2. Com que està connectat a l'equip d'adquisició de dades tenim les mesures per cada instant de temps, poden trobar així les deformacions unitàries en cada instant de temps.
Dibuix:	
Foto:	



Fitxa tècnica	
Nom:	B.2 Transductor horitzontal
Identificació:	HLS/25/04
Dades tècniques de l'aparell:	Sensibilitat: $515 \cdot 10^{-6}/\text{mm}$ Rang de mesura: 25,8mm Calibració: Factor de galga 2 Vols:5,21 VDC i Temperatura 20°C
Descripció de l'aparell:	Sensor de desplaçament horitzontal, el seu funcionament és el mateix que el de desplaçament vertical.
Objectiu en l'assaig:	Es col·loca en horitzontal només en els assaigs de C2, el seu objectiu és mesurar el lliscament entre les barres de FRP i el formigó.
Dibuix:	
Foto:	

Fitxa tècnica	
Nom:	B.3 Transductor vertical.
Identificació:	HLS/10/01
Dades tècniques de l'aparell:	Sensibilitat: $914 \cdot 10^{-6}/\text{mm}$ Rang de mesura: 11.0mm Calibració: Factor de galga 2 Vols:5,21 VDC i Temperatura 20°C
Descripció de l'aparell:	Sensor de desplaçament vertical amb el mateix principi de funcionament que el transductor HLS/100/01.
Objectiu en l'assaig:	Es col·loca a la part superior de la biga, en el recolzament. El seu objectiu és trobar la deformació unitària del desplaçament dels recolzaments. En l'assaig del C1 es van col·locar un transductor a cada costat, en l'assaig del C2, els dos al mateix recolzament. Connectat a l'equip d'adquisició de dades permet obtenir les dades en cada unitat de temps prèviament programat.
Dibuix:	
Foto:	

Fitxa tècnica	
Nom:	B.4 Transductor vertical.
Identificació:	HLS/10/02
Dades tècniques de l'aparell:	Sensibilitat: $887 \cdot 10^{-6}/\text{mm}$ Rang de mesura: 11,0mm Calibració: Factor de galga 2 Vols:5,21 VDC i Temperatura 20°C
Descripció de l'aparell:	Sensor de desplaçament vertical amb el mateix funcionament que el seu bessó HLS/10/01.
Objectiu en l'assaig:	Aquest transductor també es col·loca a la part superior de la biga, en el recolzament, en el cas dels assaig del C1, mentre que en el C2 es col·loquen tots dos en el mateix recolzament. A l'altre hi ha rellotges comparadors.
Dibuix:	
Foto:	

Fitxa tècnica	
Nom:	B.5 Transductor horitzontal
Identificació:	HLS/10/03
Dades tècniques de l'aparell:	Sensibilitat: $894 \cdot 10^{-6}/\text{mm}$ Rang de mesura: 11,0mm Calibració: Factor de galga 2 Vols: 5,21 VDC i Temperatura 20°C
Descripció de l'aparell:	Sensor de desplaçament horitzontal, el seu funcionament és el mateix que el de desplaçament vertical.
Objectiu en l'assaig:	Aquest transductor es situa horitzontalment en el centre de la biga, però només en les bigues que tenen pre-fissura, concretament les b. El seu objectiu principal és mesurar el desplaçament de la fissura per obtenir l'amplada de la mateixa. Durant l'assaig es mesuraran les fissures amb una lupa microscòpica per obtenir els valors d'amplada, però a més tindrem el valor d'aquest transductor per veure si es corresponen.
Dibuix:	
Foto:	

Fitxa tècnica	
Nom:	B.6 Transductor vertical
Identificació:	LVDT/150/01
Dades tècniques de l'aparell:	Rang de mesura: 150mm
Descripció de l'aparell:	El seu funcionament és igual que els transductors verticals explicats anteriorment, però aquests tenen un rang de mesura superior.
Objectiu en l'assaig:	Com s'ha explicat en la descripció; el rang de mesura dels LVDT és superior als transductors estudiats anteriorment. Aquests LVDT es col·loquen a la part inferior de la biga i ens ajuden a estudiar la càrrega deformació de la biga.
Dibuix:	
Foto:	

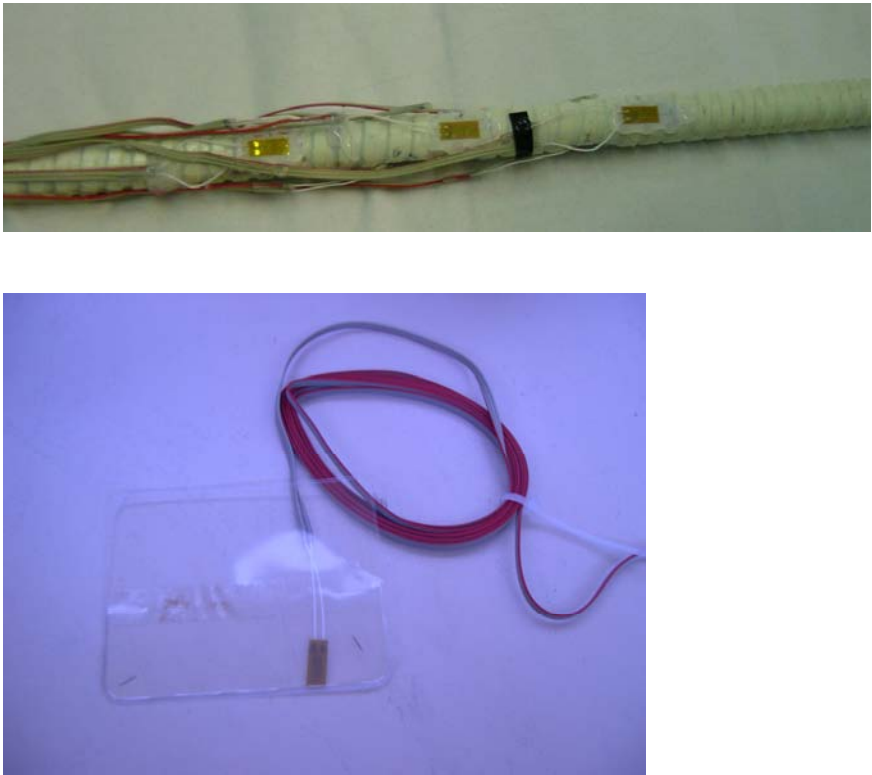
Fitxa tècnica	
Nom:	B.7 Transductor vertical.
Identificació:	LVDT/150/03
Dades tècniques de l'aparell:	Aproximació: 150mm
Descripció de l'aparell:	El seu funcionament és igual que LVDT explicat anteriorment.
Objectiu en l'assaig:	Aquest LVDTI, la única diferència que té amb d'anterior és que un està situat a la part de la dreta i aquest a l'esquerra. Per tant ens permet estudiar la càrrega deformació de la part esquerra de la biga.
Dibuix:	<p>Diagrama d'un assaig de una biga amb diversos sensors i transductors. La biga està suportada per un triangle a l'esquerra i un cercle a la dreta. Els sensors i transductors són: HLS/25/04 a l'extrem esquerre; HLS/10/01 a 675 mm de l'extrem esquerre; INC/10/01 a 450 mm del triangle; LVDT/150/01 a 450 mm del triangle; HLS/10/03 al centre; HLS/100/01 a 450 mm del centre; INC/10/02 a 450 mm del centre; LVDT/150/02 a 450 mm del centre (destacat amb un cercle vermell); HLS/10/02 a 675 mm de l'extrem dret; i HLS/25/04 a l'extrem dret.</p>
Foto:	<p>Fotografia dels transductors LVDT/150/01 i LVDT/150/02. Els transductors són petits dispositius cilíndrics amb cables connectats. Els cables dels dos transductors són de color blau i estan disposats horitzontalment a la fotografia.</p>



Fitxa tècnica	
Nom:	B.8 Inclíno metre
Identificació:	INC/10/01
Dades tècniques de l'aparell:	Sensibilitat: 9,6 mV/deg. Incertesa: +/- 10° Desfasament: 2,49V
Objectiu en l'assaig:	Es situen dos inclíno metres al mig de a biga amb una separació entre ells de 450mm. Aquest dos inclíno metres ens permetran, a igual que els transductors verticals, trobar mesures unitàries de desplaçament, però en aquest cas només en la zona de flexió pura.
Dibuix:	
Foto:	

Fitxa tècnica	
Nom:	B.9 Inclínometre
Identificació:	INC/10/02
Dades tècniques de l'aparell:	Sensibilitat: 9,6 mV/deg. Incertesa: +/- 10° Desfasament: 2,48V
Objectiu en l'assaig:	Com s'ha explicat en la fitxa tècnica de l'altre inclínometre es situen en el centre de la biga, aquest concretament és el que queda a l'esquerra de la biga (vista en el dibuix).
Dibuix:	<p>Diagrama de la biga amb sensors i dimensions. Els sensors INC/10/01 i INC/10/02 estan al centre, separats 450 mm dels extrems. Els sensors LVDT/150/01 i LVDT/150/02 estan a 450 mm dels extrems. Els sensors HLS/10/01 i HLS/10/02 estan a 675 mm dels extrems. Els sensors HLS/25/04 i HLS/100/01 estan a 450 mm dels extrems. El sensor INC/10/02 està circulat en vermell.</p>
Foto:	<p>Fotografia del sensor INC/10/02. El sensor és circular i blau, amb un cable negre connectat. El text "INC-10-02" està visible a la part superior del sensor. També hi ha un codi "NG 543210UI" i el número de sèrie "Ser.N. 11017".</p>




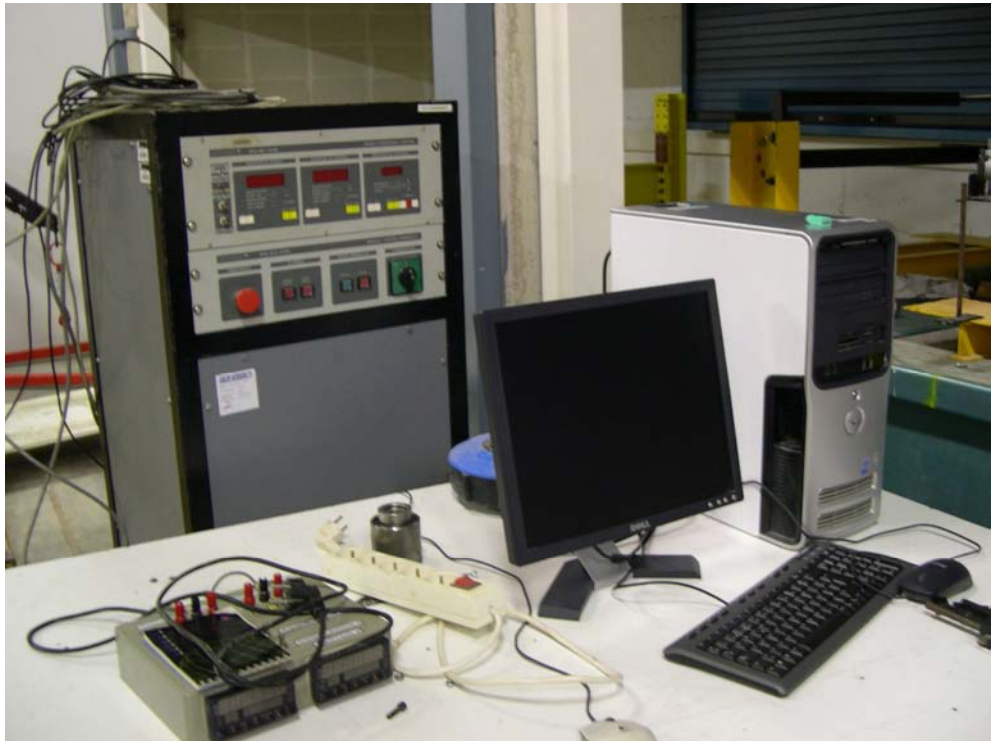
Fitxa tècnica	
Nom:	B.10 Galgues extensiomètriques
Identificació:	Galgues extensiomètriques formigó
Dades tècniques de l'aparell:	Factors de galga: 2,12 (C1), 2,09 (C2) i 2,11(C2) Resistència: 120Ω (C1), 120Ω (C1)
Objectiu en l'assaig:	Es col·loquen tres galgues extensiomètriques en les bigues amb pre-fissura i a les que hi ha galgues en FRP. Es col·loca una galga a la part superior i dos en la zona que ens marca el dibuix. Aquestes galgues es col·loquen per tal d'estudiar l'evolució de la fibra neutra en funció de la càrrega.
Foto:	 <p>The top photograph shows a concrete beam under test with three strain gauges attached. A red circle highlights the two gauges in the middle. The bottom photograph shows a single strain gauge with its wiring, used for reference.</p>

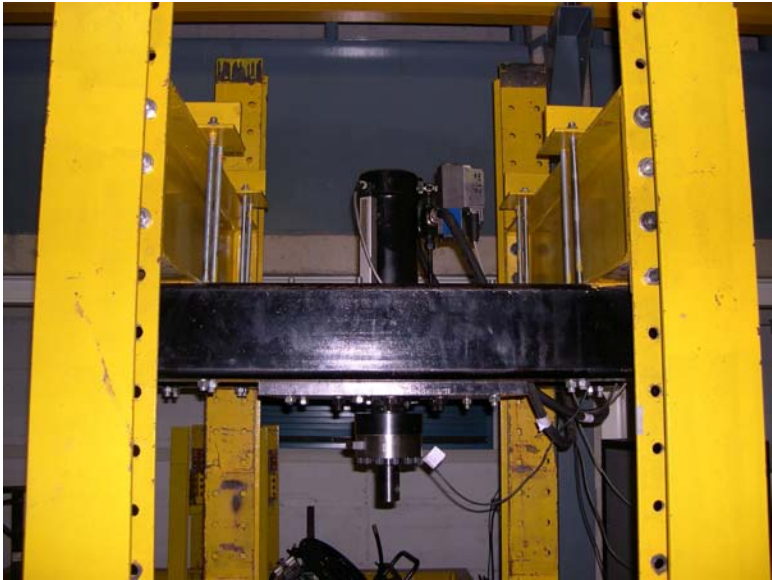
Fitxa tècnica	
Nom:	B.11 Galgues extensiomètriques FRP
Identificació:	Galgues extensiomètriques FRP
Dades tècniques de l'aparell:	Factors de galga: 2,07 (C1) i 2,04 (C2) Resistència: 350Ω (C1) i 350Ω (C1)
Objectiu en l'assaig:	Es col·loquen en les barres de FRP per tal de conèixer el seu comportament a dins de les bigues, a l'igual que la seva adherència amb el formigó.
Foto:	

Fitxa tècnica	
Nom:	B.12 Extensòmetre mecànic
Dades tècniques de l'aparell:	Capacitat: $0,0016/150 = 1.067 \cdot 10^{-5}$ Rang de mesura: 150mm
Descripció de l'aparell:	<p>En la part inferior, tal com es pot veure en la primera foto, té unes punxes que ens permeten introduir-les dins els discs metàl·lics (segona foto) i poder aconseguir així una mesura més correcta.</p> 
Objectiu en l'assaig:	Ens permet mesurar la separació dels pous col·locats en les bigues. Les dades s'han pres a cada parada.
Foto:	

Fitxa tècnica	
Nom:	B.13 Lupa d'augment
Dades tècniques de l'aparell:	Precisió: 0,05mm Rang de mesura: 30mm
Objectiu en l'assaig:	Ens permet mesurar i veure les fissures del formigó, ha estat utilitzada durant l'assaig per cada dos parades. Incorpora un llum i una escala que fa que la lectura sigui més fàcil
Foto:	

Fitxa tècnica	
Nom:	B.14 Cèl·lula de càrrega
Identificació:	CEL/5T/01
Dades tècniques de l'aparell:	Precisió: 0,2% Càrrega de 20Tn
Objectiu en l'assaig:	Aquest cèl·lula de càrrega d'acer inoxidable ens permet suportar una càrrega dinàmica de fins a 20Tn i controlar la càrrega que apliquem en la biga en cada instant de temps programat a l'equip d'adquisició.
Foto:	

Fitxa tècnica	
Nom:	B.15 Equip d'adquisició de dades
Dades tècniques de l'aparell:	Model: Vishay System 5100
Objectiu en l'assaig:	Gràcies a l'equip d'adquisició de dades podem tenir totes les dades mesurades per tots els aparells col·locats en l'assaig d'una manera entenedora per els humans. També amb l'ajuda d'aquest podem demanar que l'actuador hidràulic es pari per poder fer mesures durant l'assaig, per exemples les mesures de l'extensòmetre mecànic.
Foto:	

Fitxa tècnica	
Nom:	B.16 Actuador hidràulic
Dades tècniques de l'aparell:	Capacitat de 30Tn Rang del pistó: 280mm
Objectiu en l'assaig:	A partir de l'actuador hidràulic aconseguim la força necessària per poder fer els assaigs. També ens permet parar la força quan volem prendre mesures.
Foto:	

## INDEX

C. DOCUMENTACIÓ FOTOGRÀFICA.....	2
Figura 1: Assaig de les bigues.....	2
Figura 2: Col·locació de transductors en assaig C1 .....	2
Figura 3: Col·locació dels inclinòmetres .....	3
Figura 4: Instrumentació del transductor horitzontal.....	3
Figura 5: Galgues en el formigó .....	4
Figura 6: Resultat dels assaigs.....	4
Figura 7: Resultat de l'assaig i fissures.....	5
Figura 8: Resultat de l'assaig i fissures.....	5
Figura 9: Armat de les bigues.....	6
Figura 10: Assaig per determinar el mòdul d'elasticitat del formigó .....	6
Figura 11: Col·locació de les galgues a les barres de reforç .....	7
Figura 12: Armat del C1, formigonat cuba .....	7
Figura 13: Formigonat del C1, cuba .....	8
Figura 14: Formigonat C2, in situ .....	8



### C. DOCUMENTACIÓ FOTOGRÀFICA

En aquest annex del projecte es pot veure documentació fotogràfica de la realització dels assaigs, de la col·locació d'alguns dels aparells de mesura i els formigonats dels dos formigonats dels dos formigonats: C1 i C2.



Figura 1: Assaig de les bigues

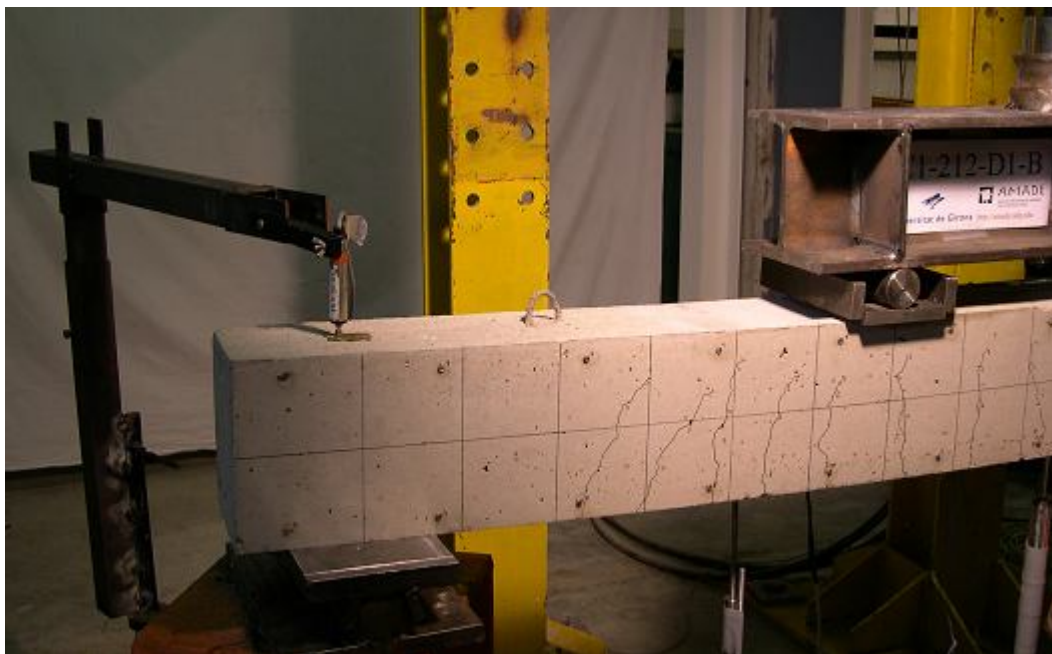


Figura 2: Col·locació de transductors en assaig C1



Figura 3: Col·locació dels inclinòmetres



Figura 4: Instrumentació del transductor horitzontal

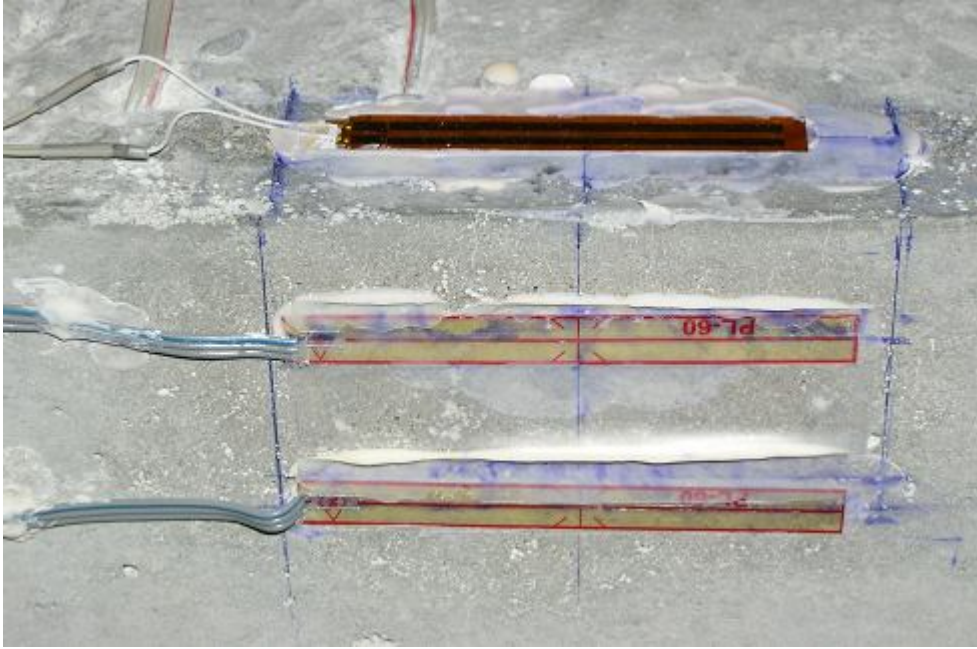


Figura 5: Galgues en el formigó

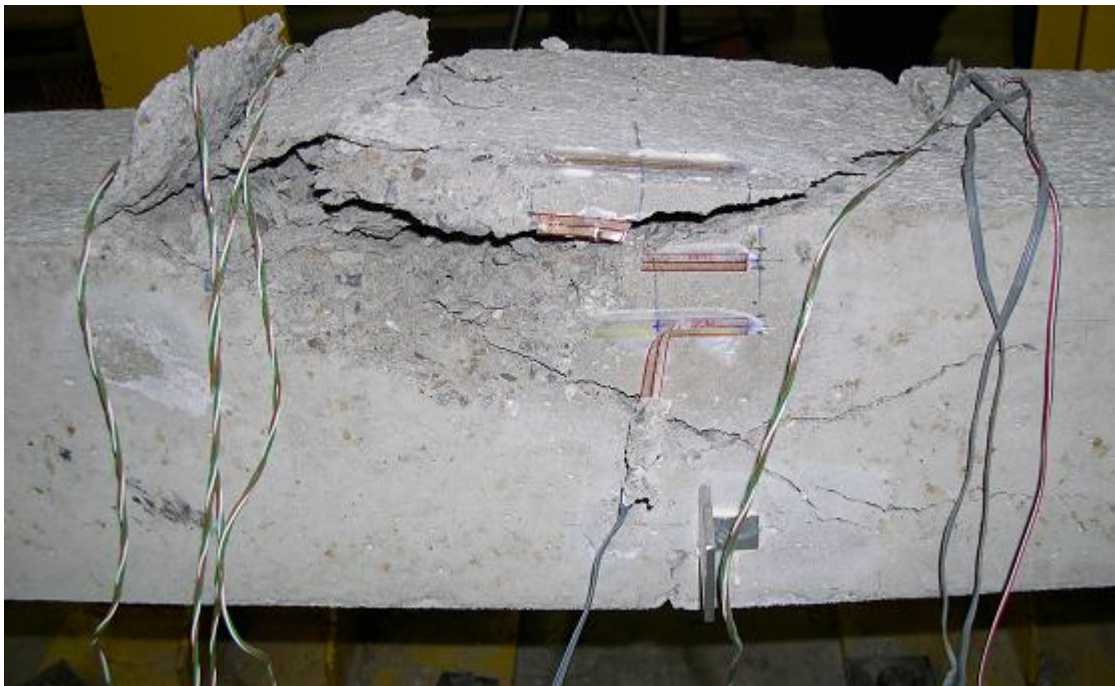


Figura 6: Resultat dels assaigs





Figura 7: Resultat de l'assaig i fissures



Figura 8: Resultat de l'assaig i fissures



Figura 9: Armat de les bigues



Figura 10: Assaig per determinar el mòdul d'elasticitat del formigó



Figura 11: Col·locació de les galgues a les barres de reforç



Figura 12: Armat del C1, formigonat cuba





Figura 13: Formigonat del C1, cuba



Figura 14: Formigonat C2, in situ

INDEX

D. ESQUEMES DE LES BIGUES.....	2
D.1 C1_212_D1_a.....	2
D.2 C1_212_D1_b.....	3
D.3 C1_212_D2_a.....	4
D.4 C1_212_D2_b.....	5
D.5 C1_216_D1_a.....	6
D.6 C1_216_D1_b.....	7
D.7 C1_216_D2_a.....	8
D.8 C1_216_D2_b.....	9
D.9 C1_316_D1_a.....	10
D.10 C1_316_D1_b.....	11
D.11 C1_316_D2_a.....	12
D.12 C1_316_D2_b.....	13
D.13 C2_212_D1_a.....	14
D.14 C2_212_D1_b.....	15
D.15 C2_212_D2_a.....	16
D.16 C2_212_D2_b.....	17
D.17 C2_216_D1_a.....	18
D.18 C2_216_D1_b.....	19
D.19 C2_216_D2_a.....	20
D.20 C2_216_D2_b.....	21
D.21 C2_316_D1_a.....	22
D.22 C2_316_D1_b.....	23
D.23 C2_316_D2_a.....	24
D.24 C2_316_D2_b.....	25

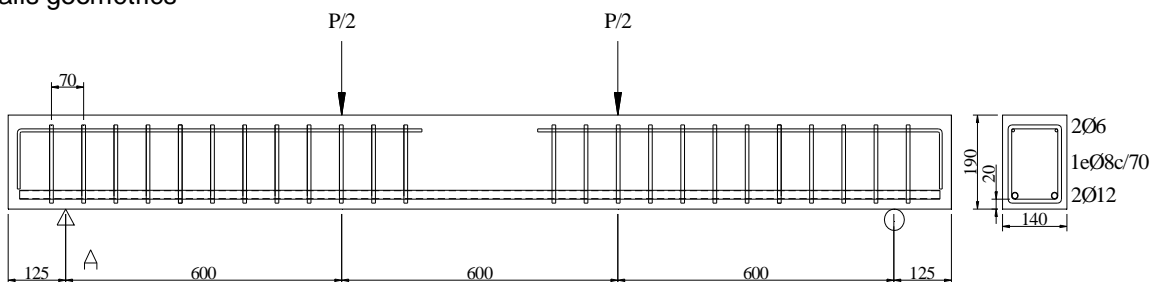


### D. ESQUEMES DE LES BIGUES

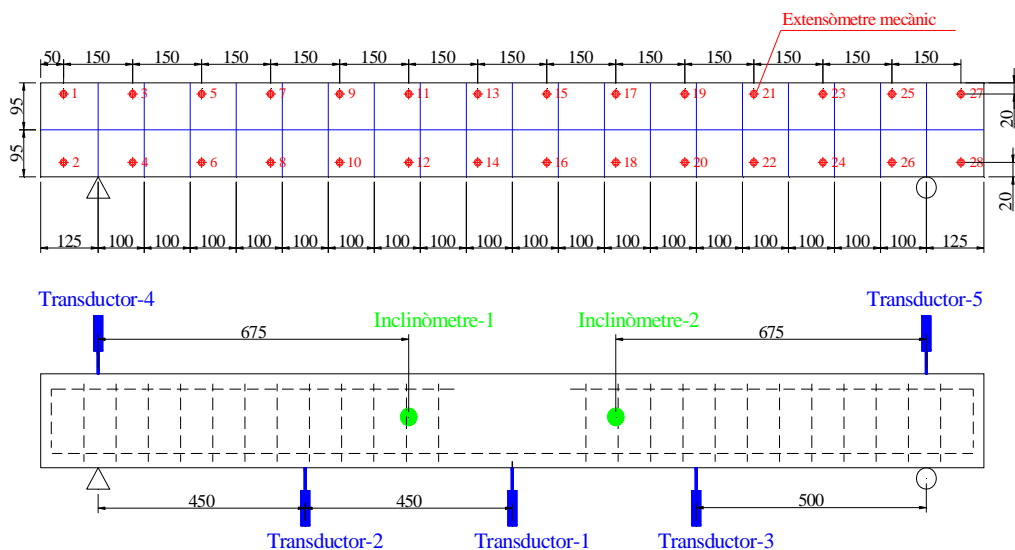
En aquest annex de la memòria hi ha els detalls geomètrics i la instrumentació que es va col·locar a cada biga.

#### D.1 C1\_212\_D1\_a

Detalls geomètrics

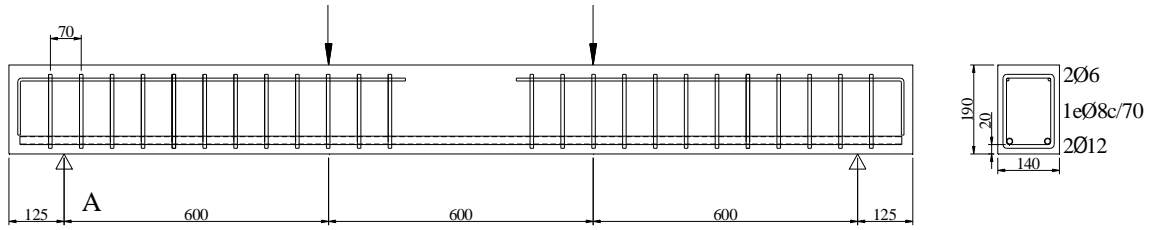


Instrumentació

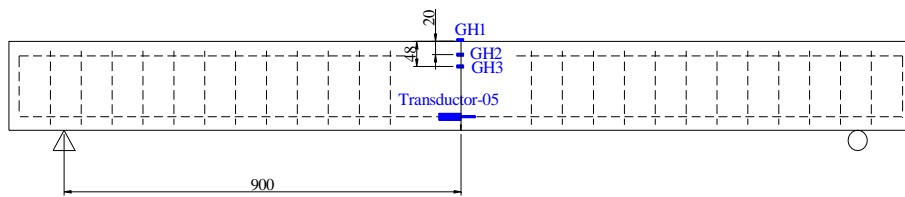
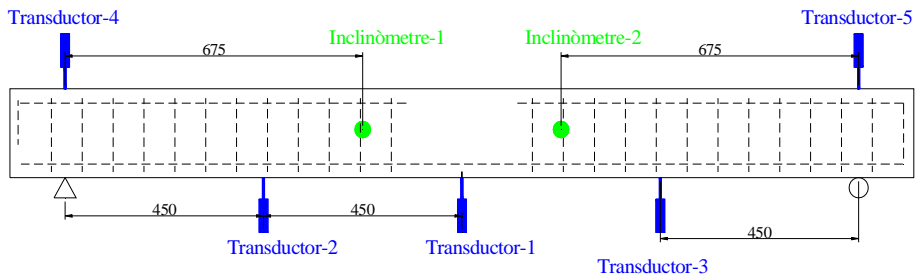
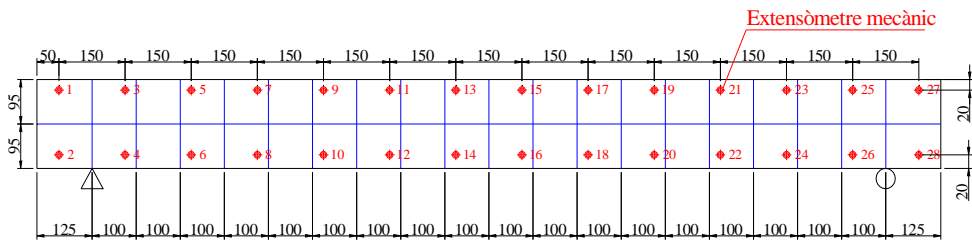


## D.2 C1\_212\_D1\_b

### Detalls geomètrics

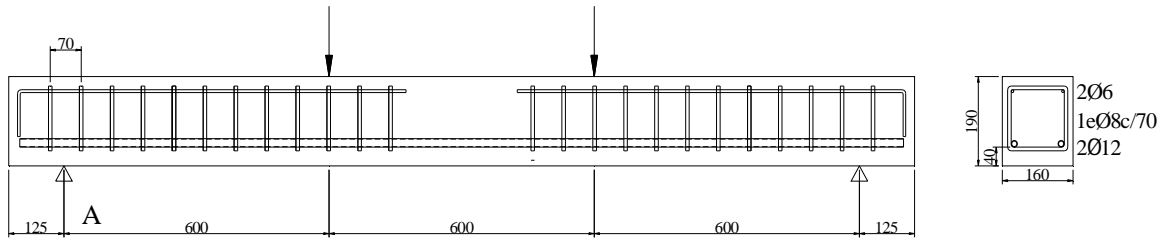


### Instrumentació

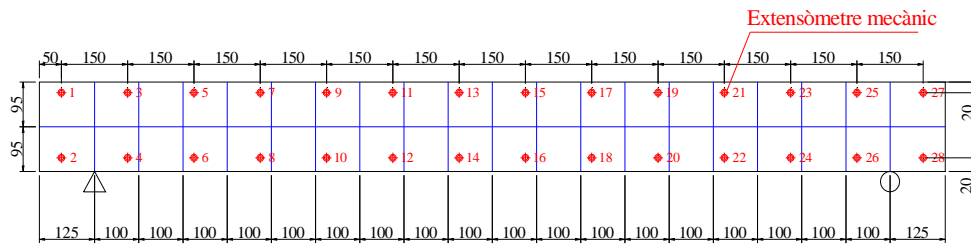


### D.3 C1\_212\_D2\_a

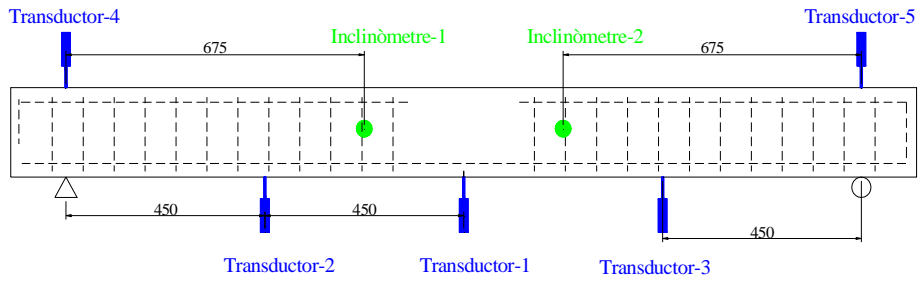
#### Detalls geomètrics



#### Instrumentació

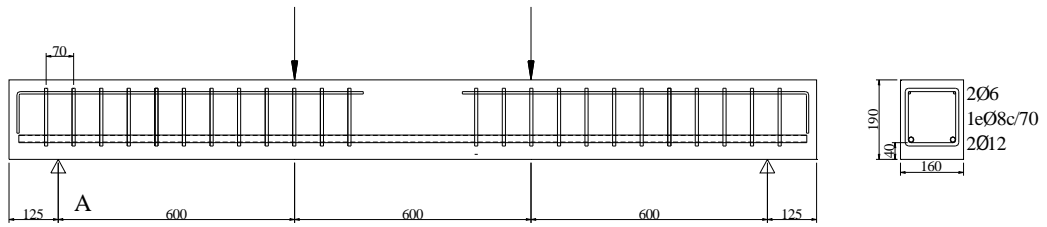


C1\_212\_D2-a

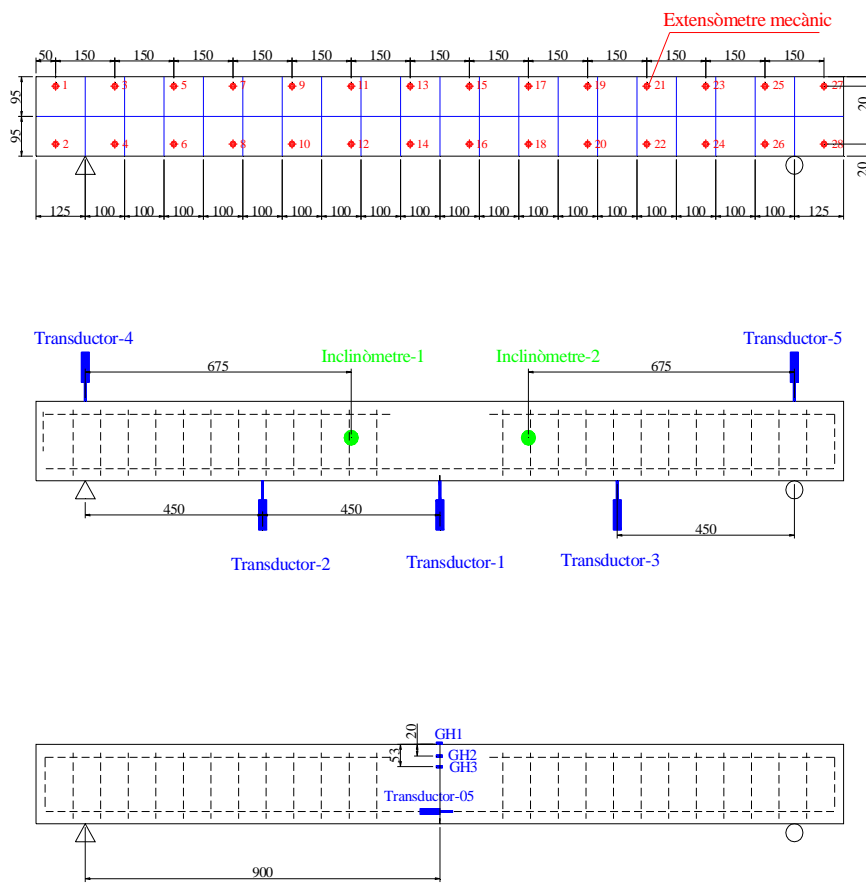


### D.4 C1\_212\_D2\_b

#### Detalls geomètrics

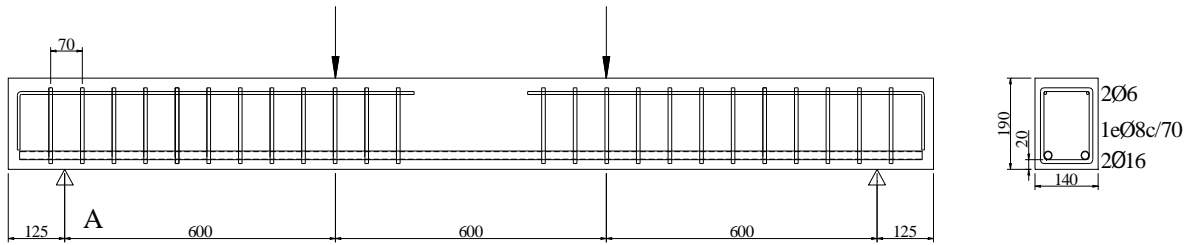


#### Instrumentació

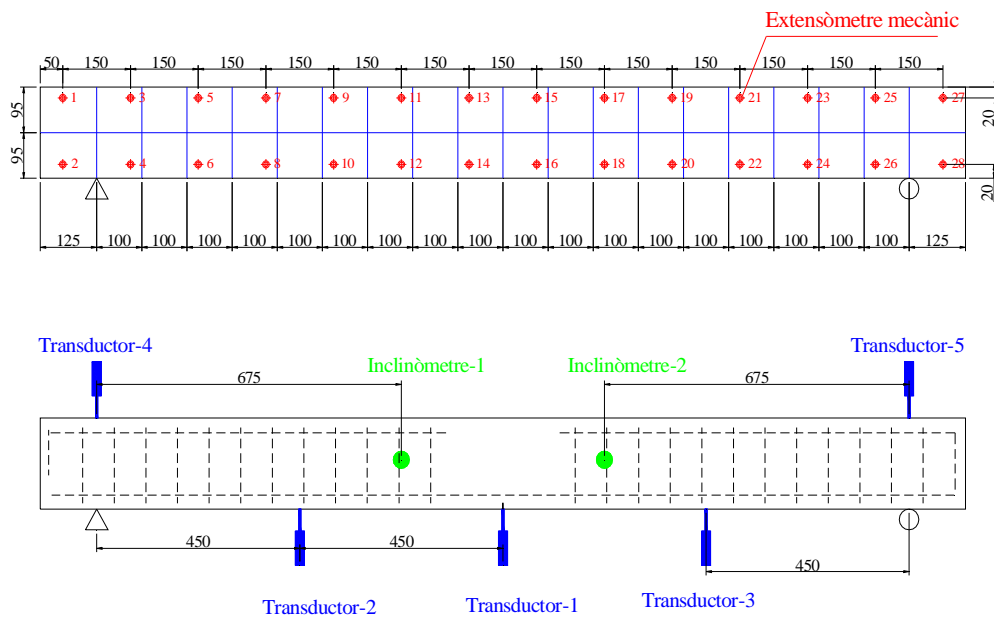


### D.5 C1\_216\_D1\_a

#### Detalls geomètrics

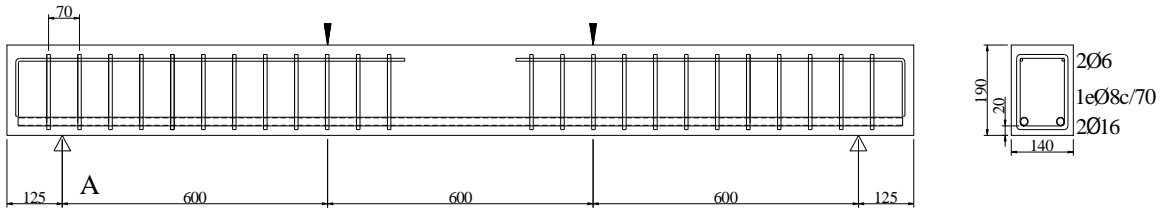


#### Instrumentació

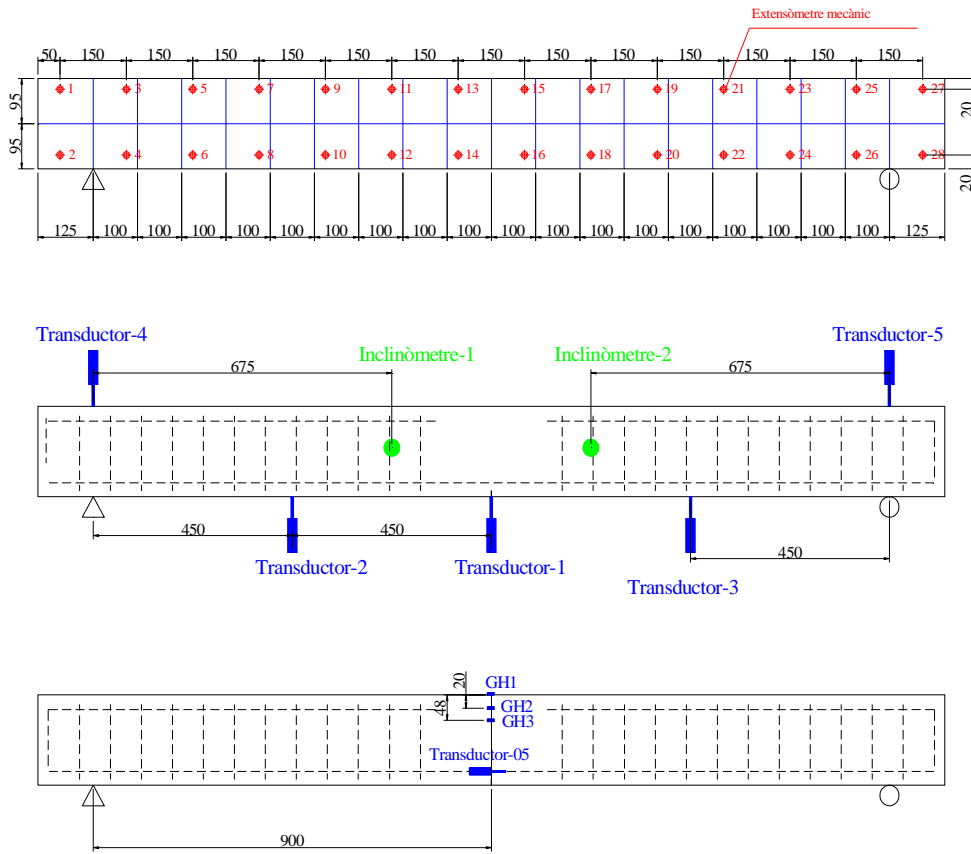


D.6 C1\_216\_D1\_b

Detalls geomètrics

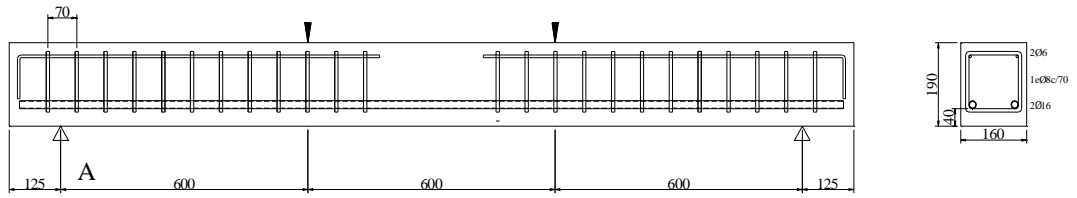


Instrumentació

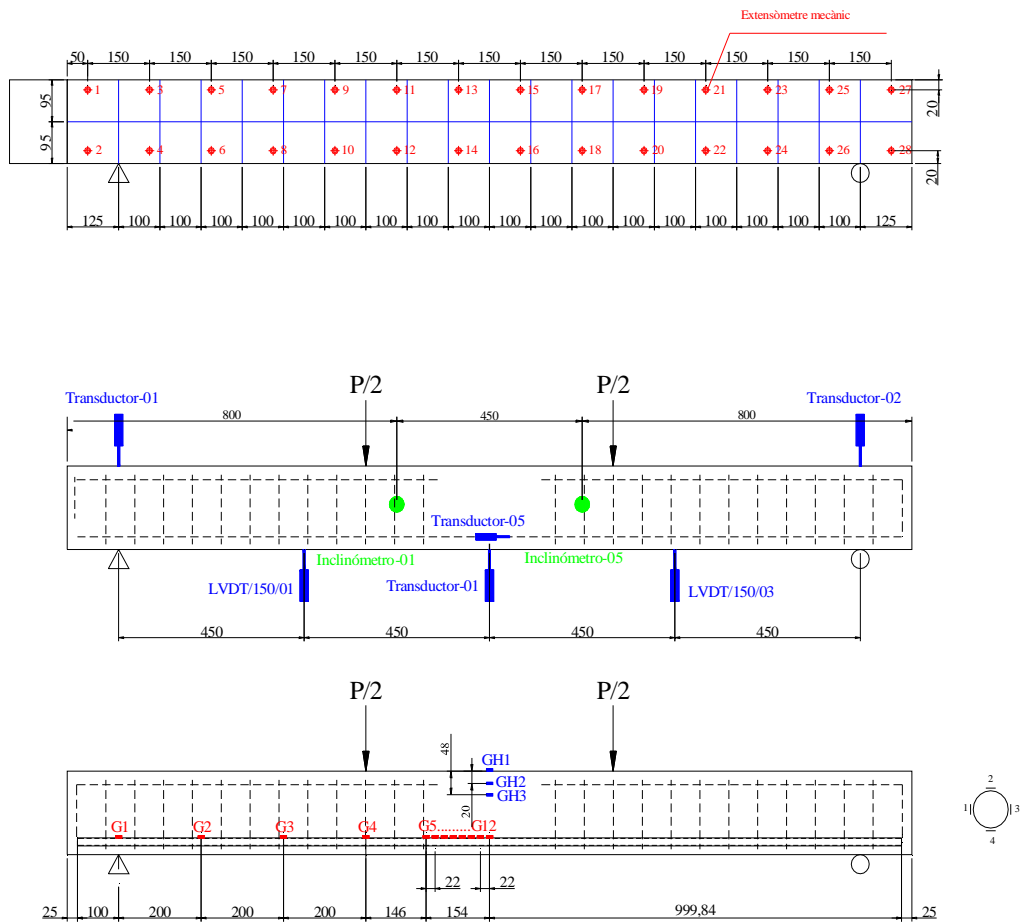


D.7 C1\_216\_D2\_a

Detalls geomètrics

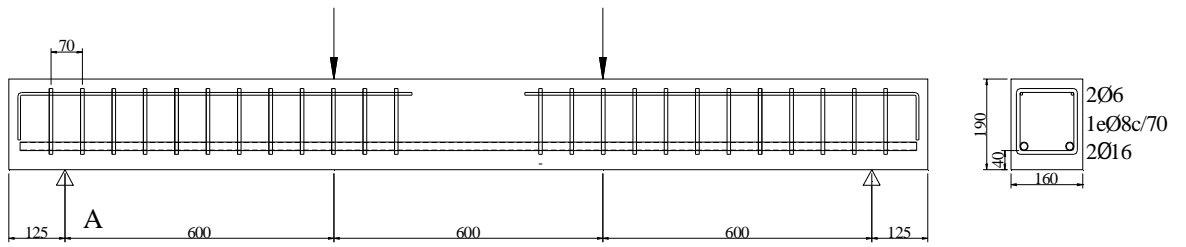


Instrumentació

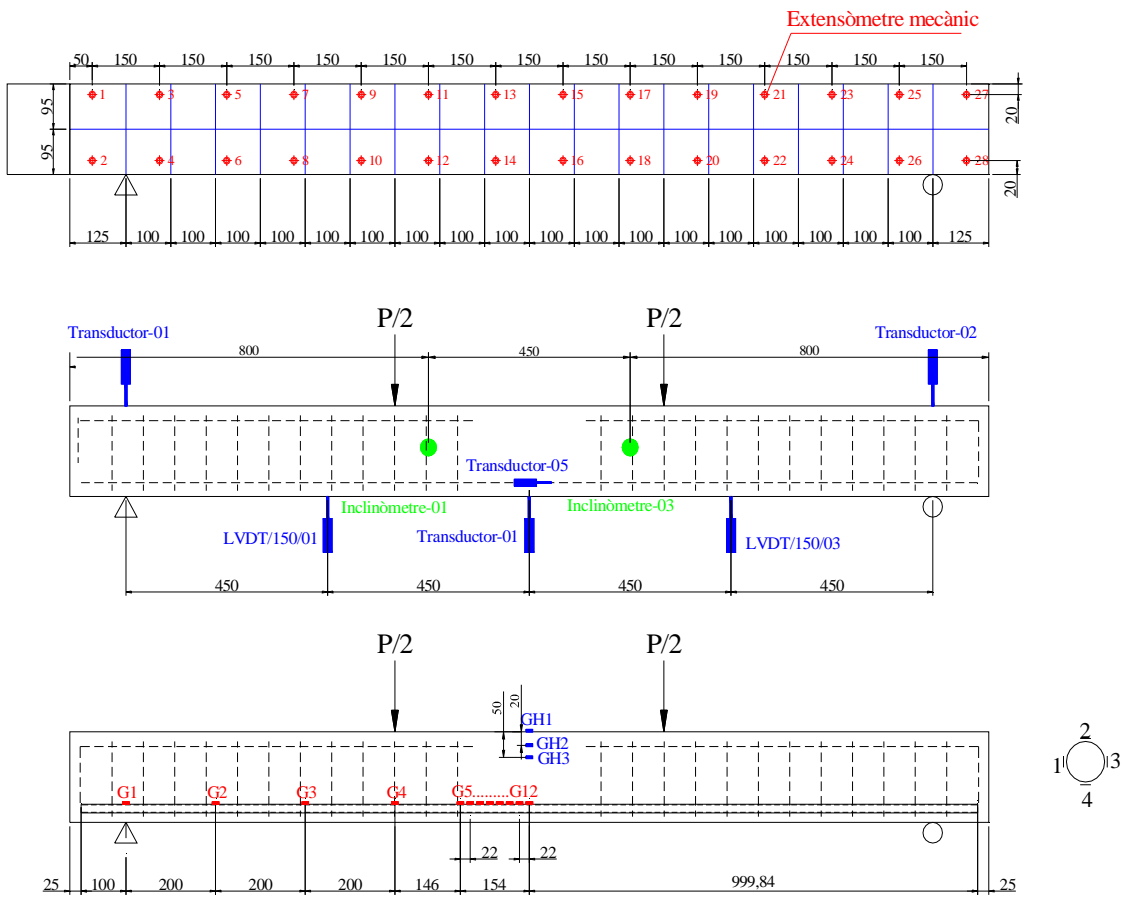


D.8 C1\_216\_D2\_b

Detalls geomètrics



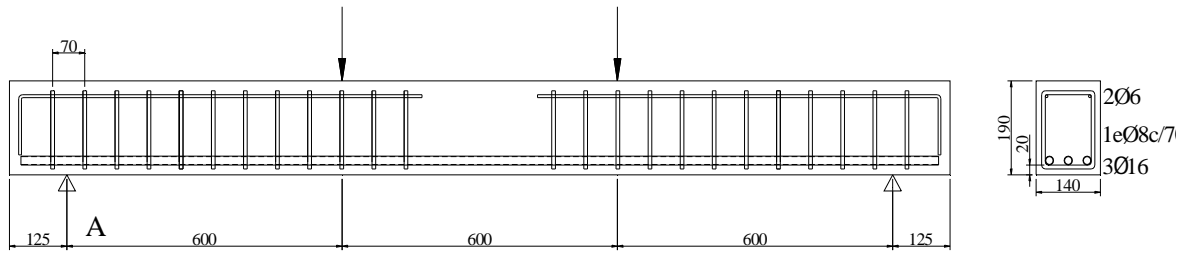
Instrumentació



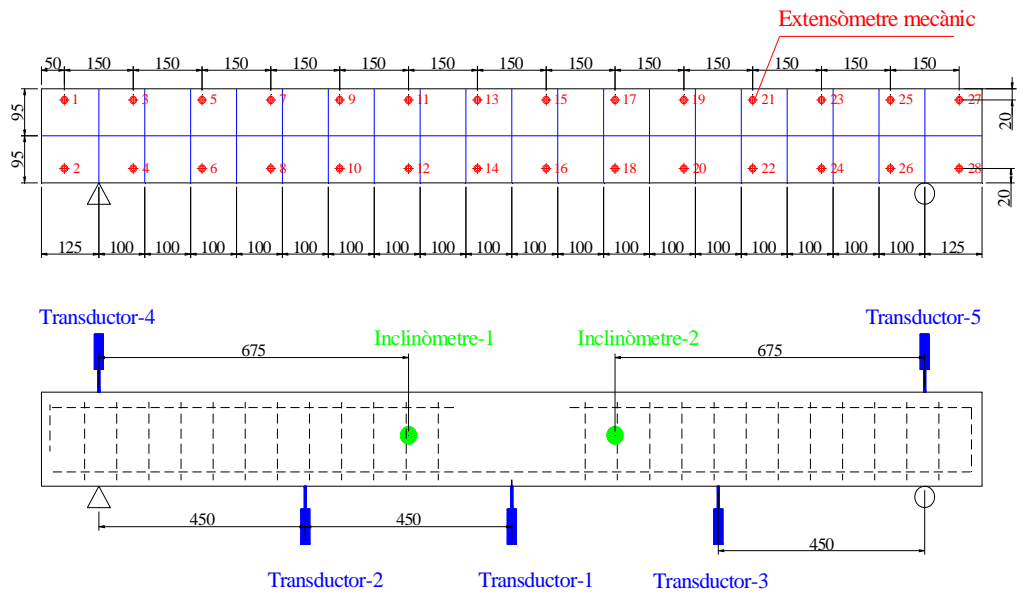


### D.9 C1\_316\_D1\_a

#### Detalls geomètrics

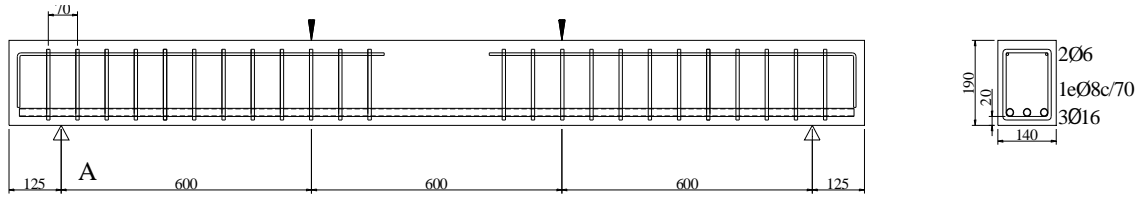


#### Instrumentació

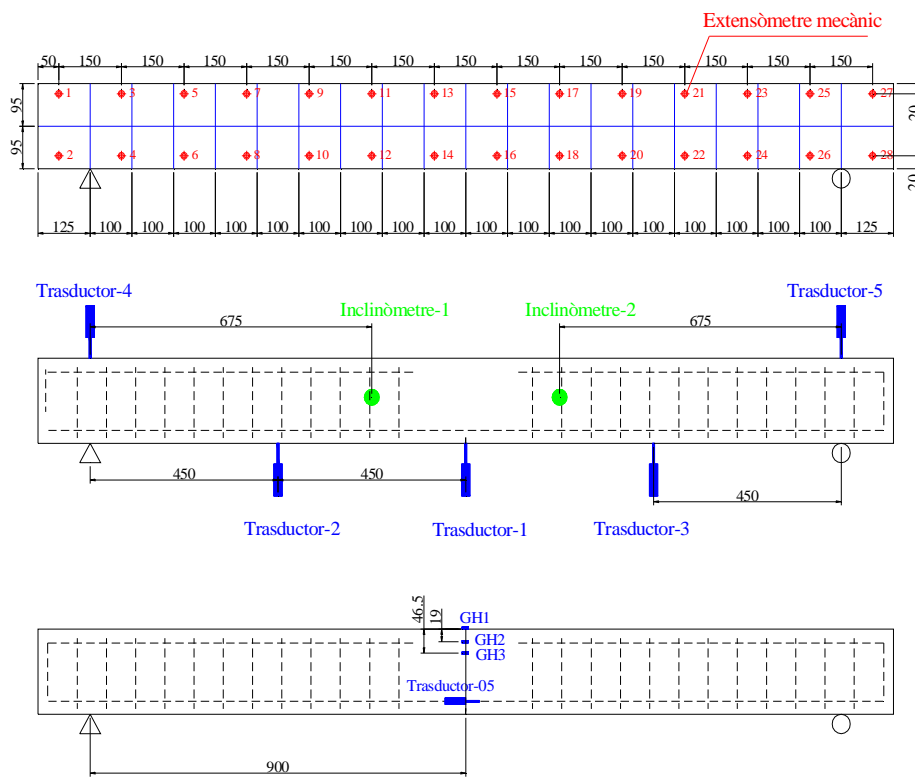


D.10 C1\_316\_D1\_b

Detalls geomètrics

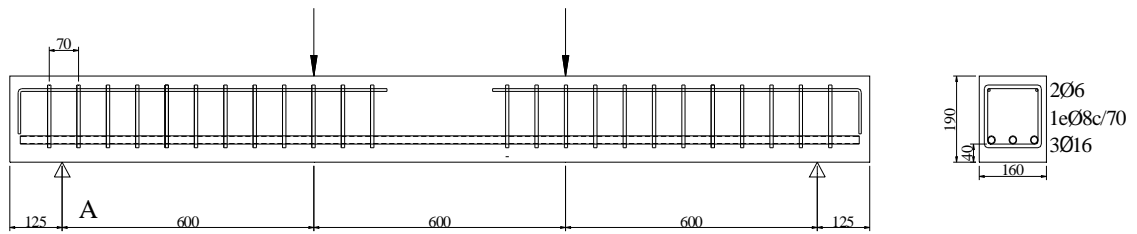


Instrumentació

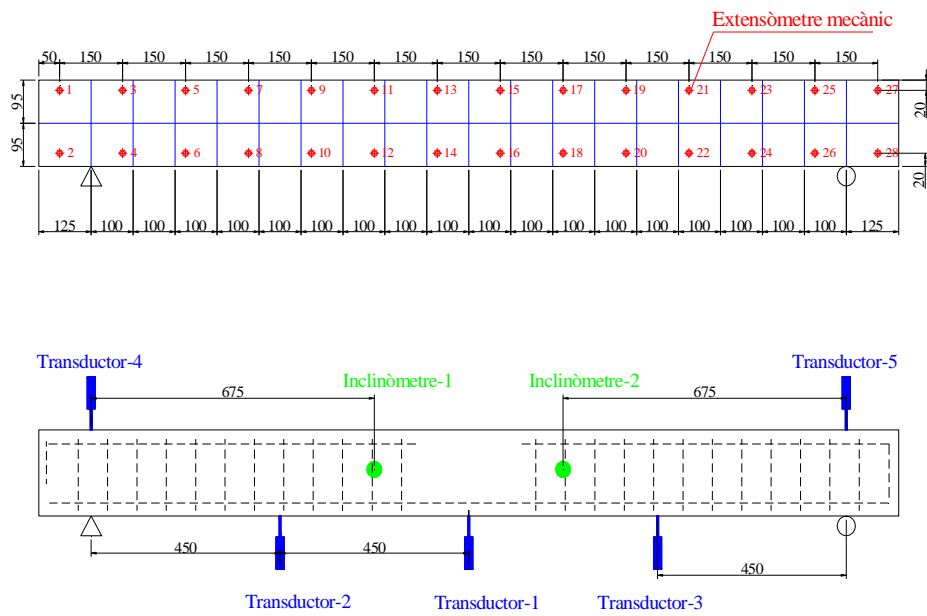


## D.11 C1\_316\_D2\_a

### Detalls geomètrics

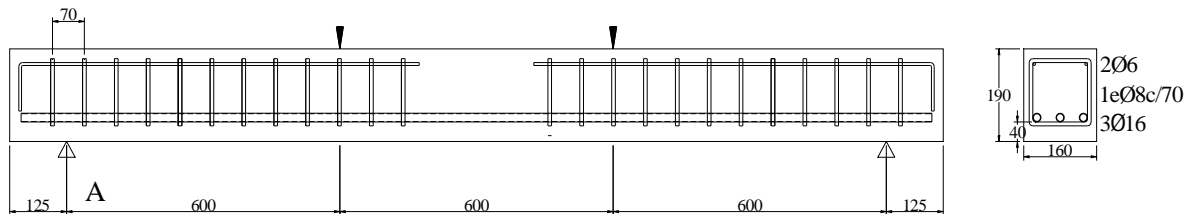


### Instrumentació

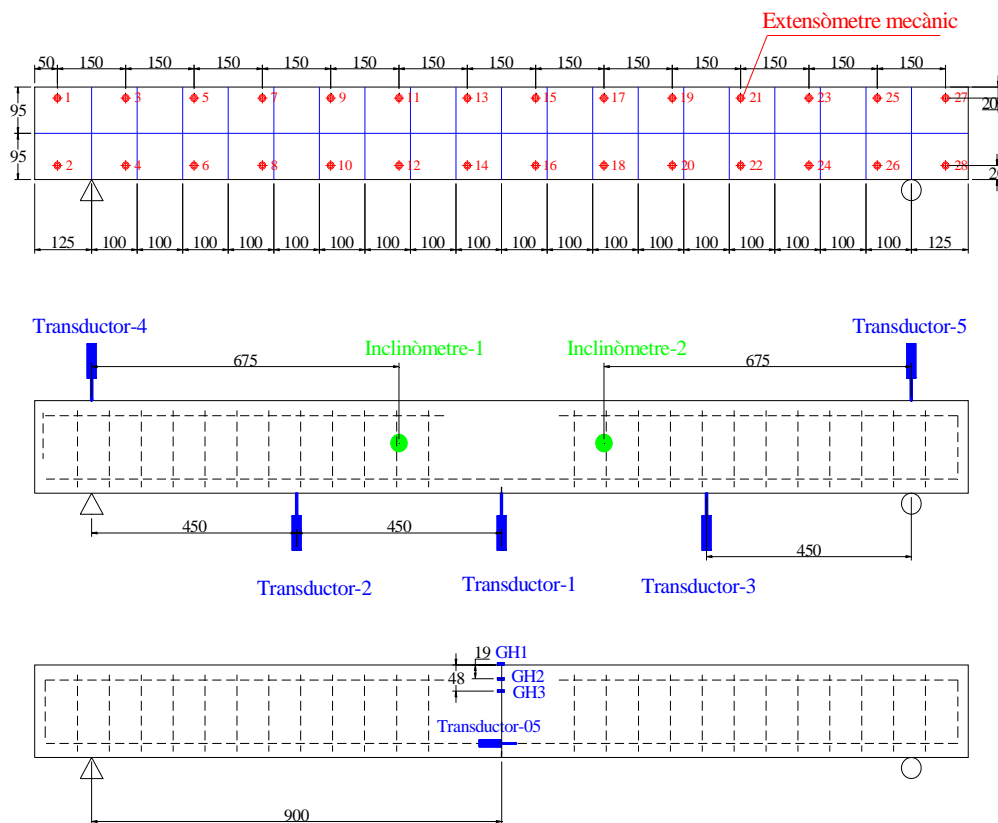


D.12 C1\_316\_D2\_b

Detalls geomètrics

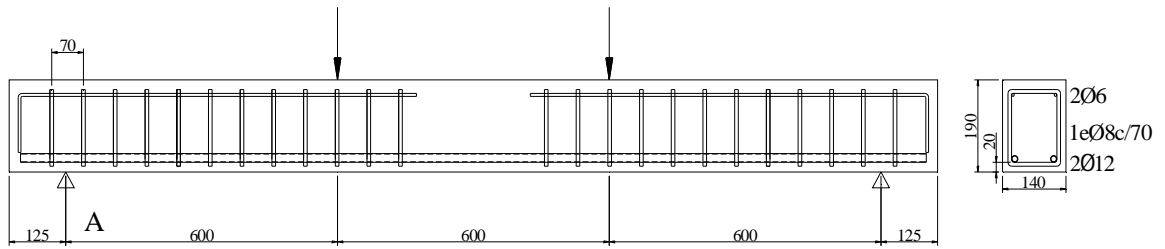


Instrumentació

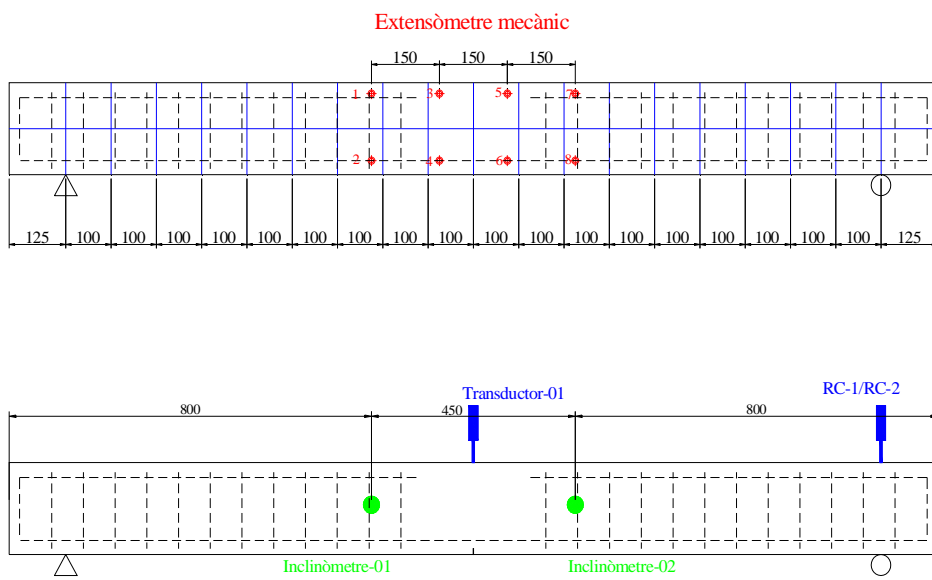


### D.13 C2\_212\_D1\_a

#### Detalls geomètrics

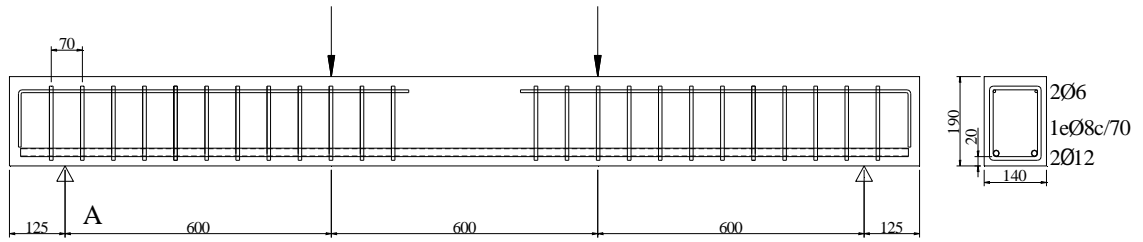


#### Instrumentació

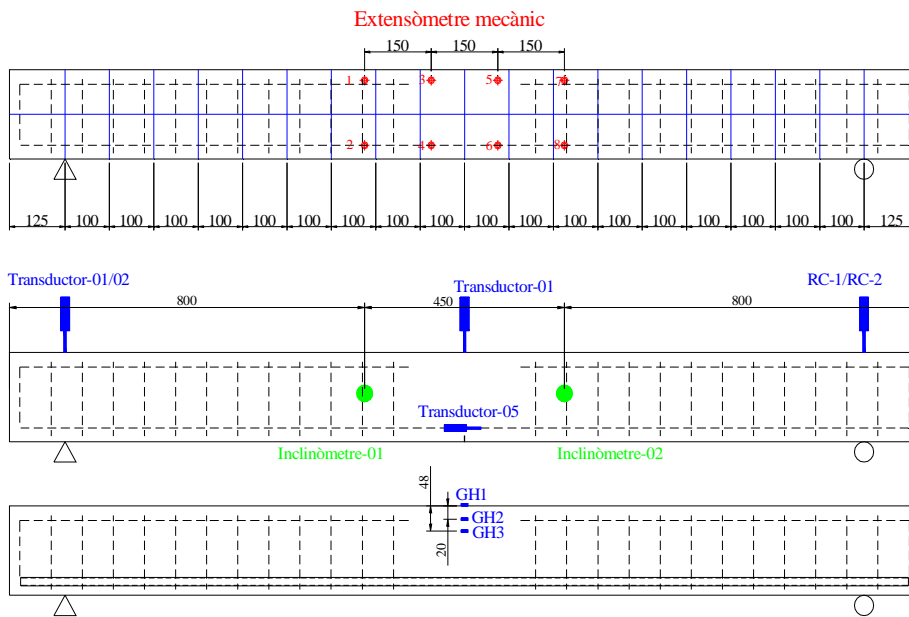


D.14 C2\_212\_D1\_b

Detalls geomètrics

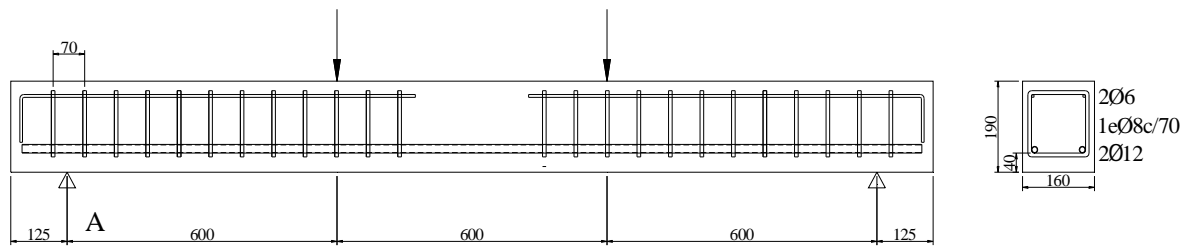


Instrumentació

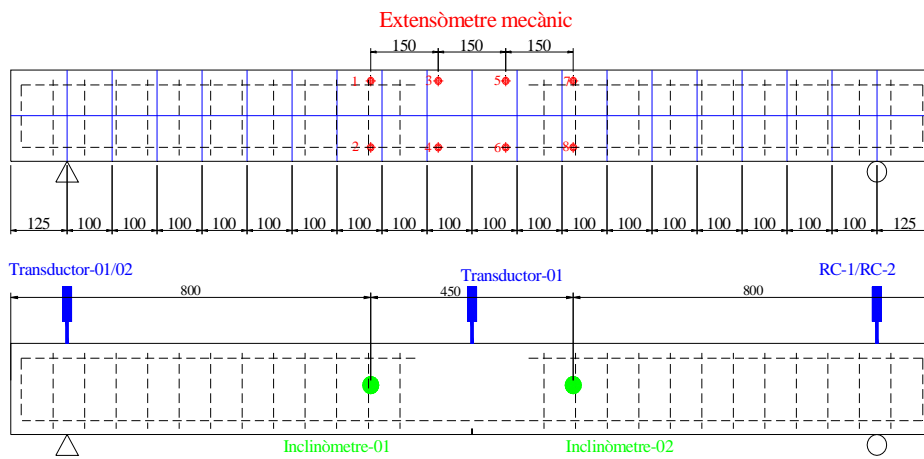


### D.15 C2\_212\_D2\_a

#### Detalls geomètrics

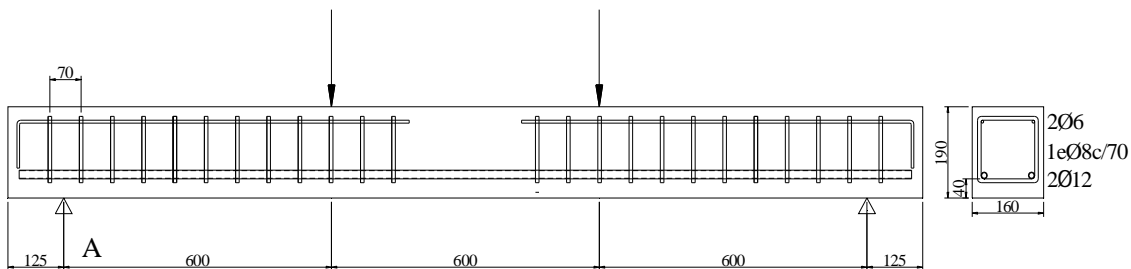


#### Instrumentació

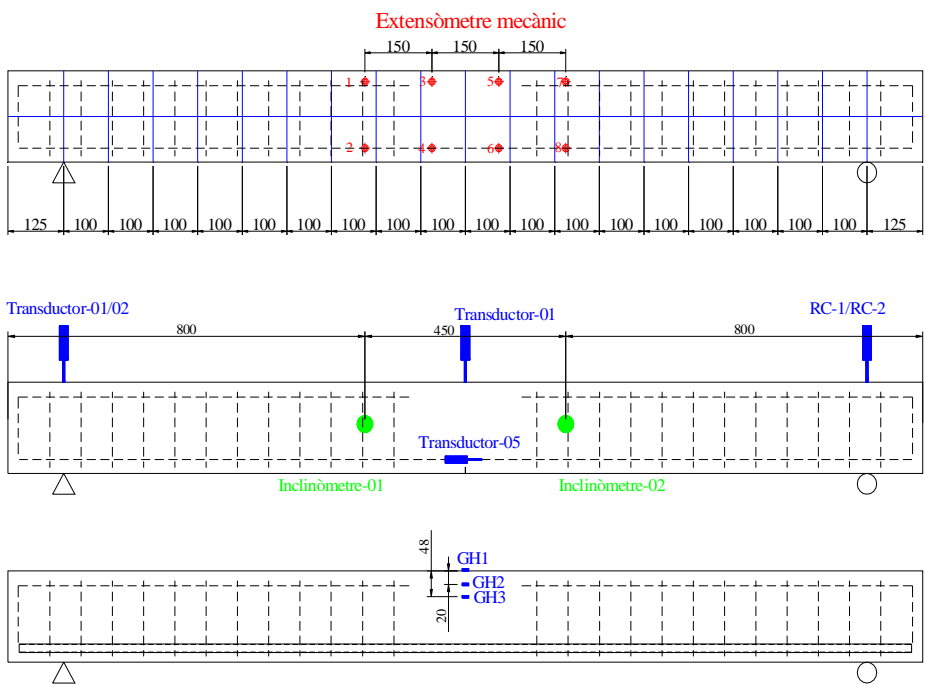


D.16 C2\_212\_D2\_b

Detalls geomètrics



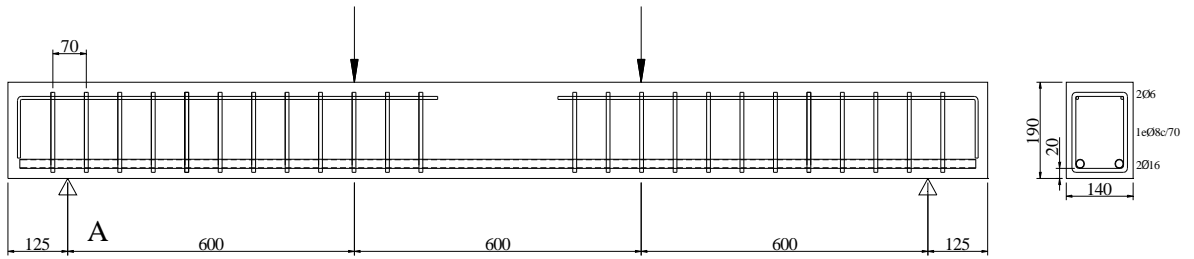
Instrumentació



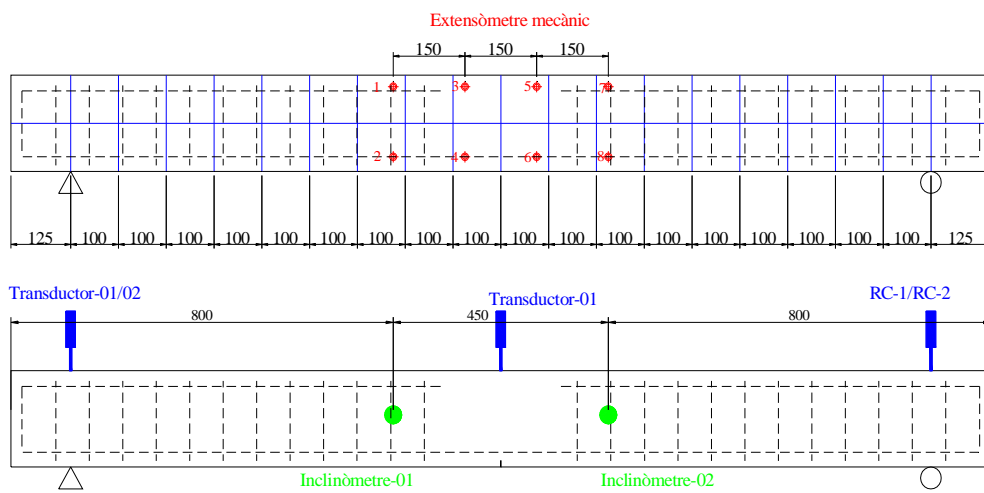


D.17 C2\_216\_D1\_a

Detalls geomètrics

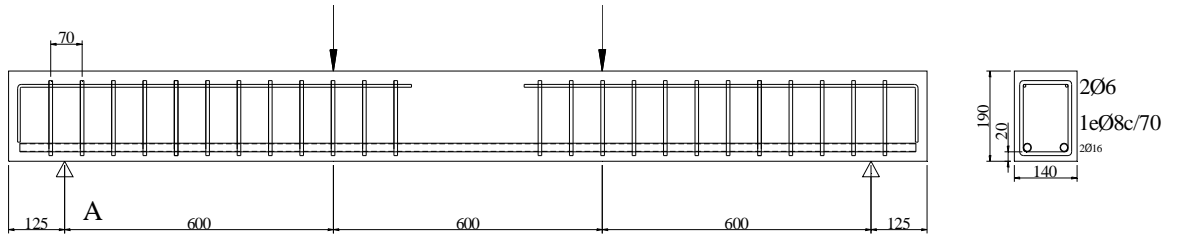


Instrumentació

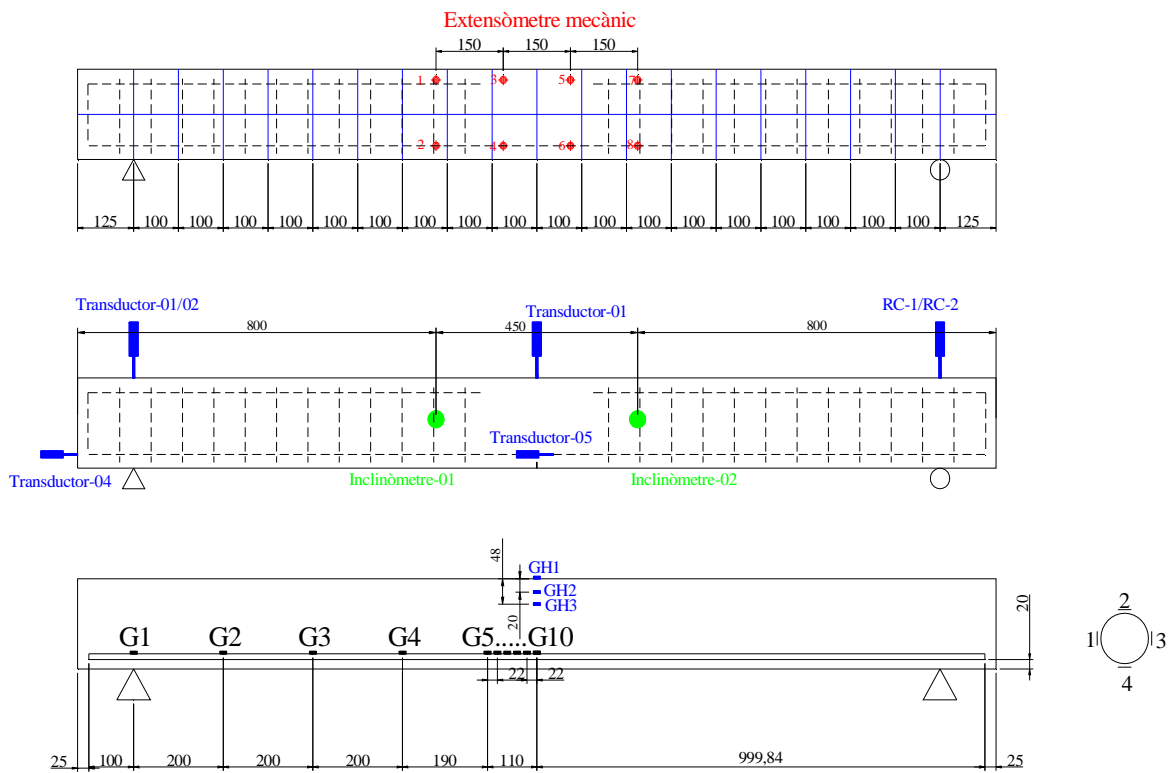


D.18 C2\_216\_D1\_b

Detalls geomètrics

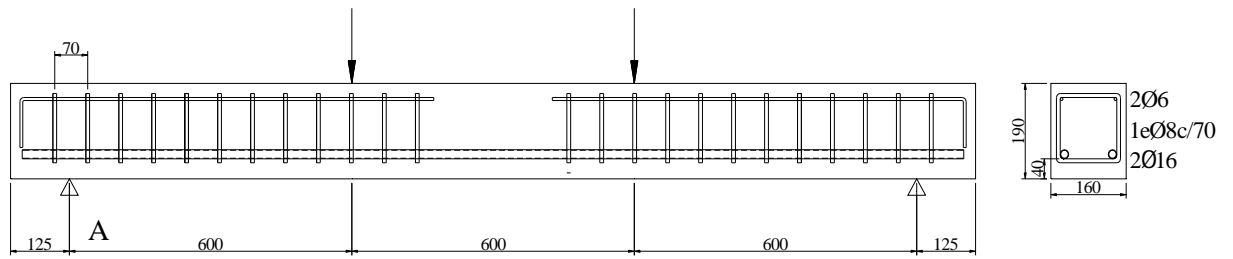


Instrumentació

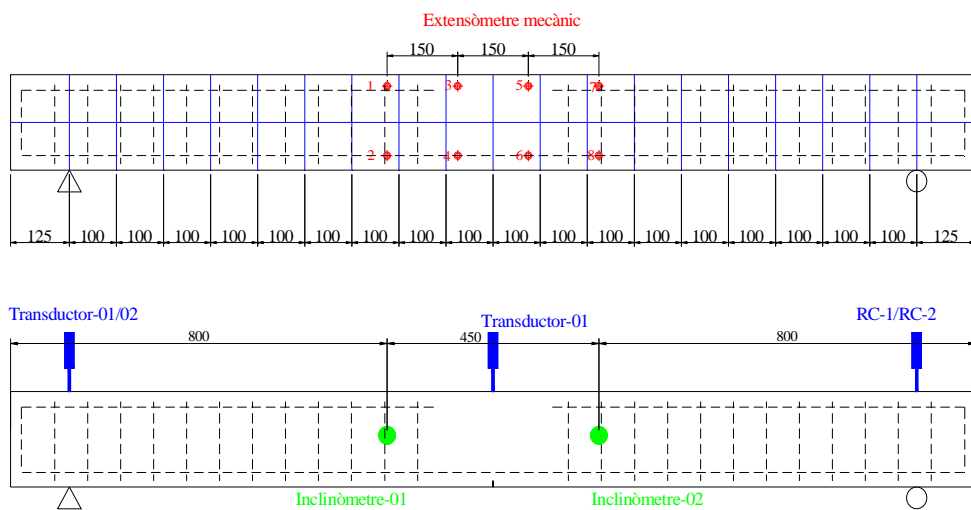


### D.19 C2\_216\_D2\_a

#### Detalls geomètrics

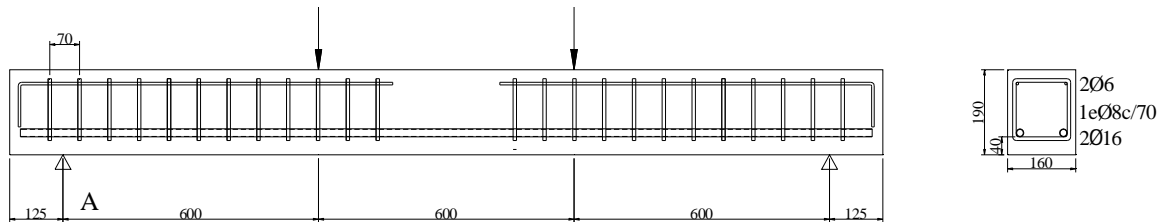


#### Instrumentació

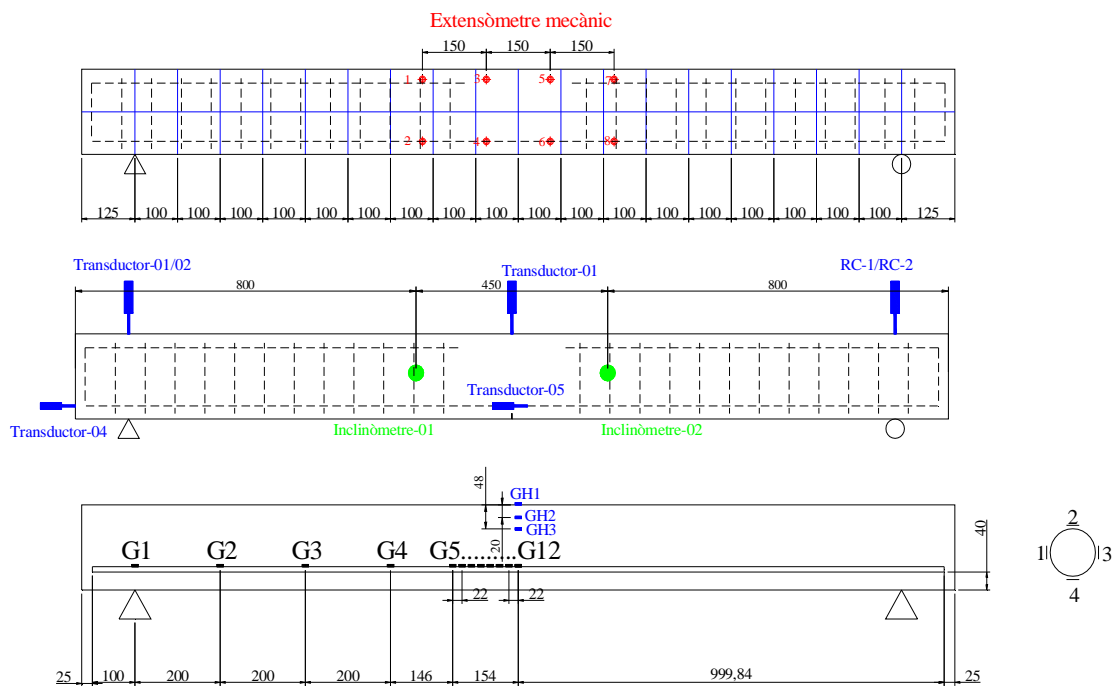


D.20 C2\_216\_D2\_b

Detalls geomètrics

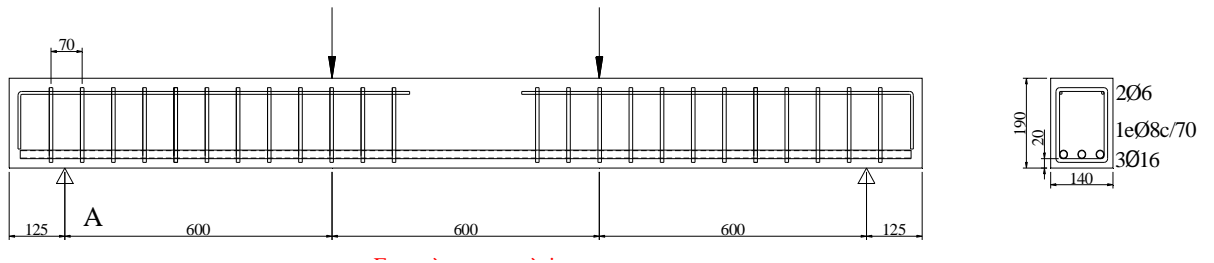


Instrumentació

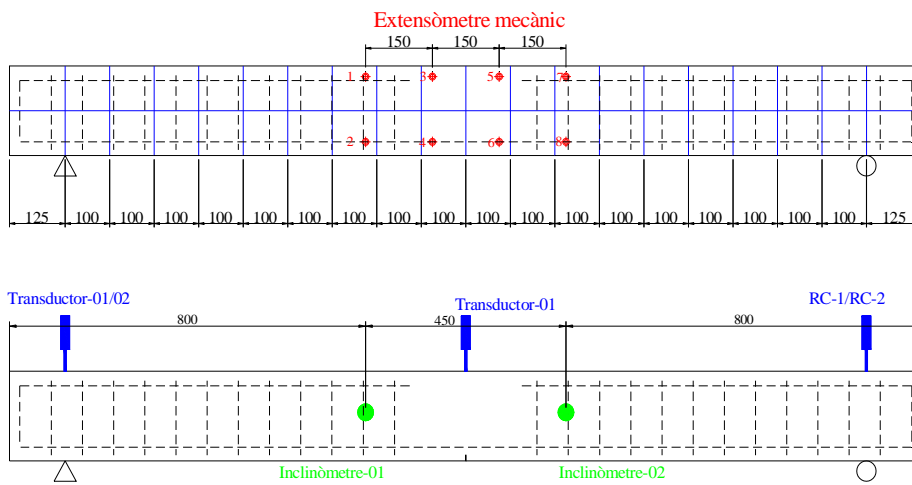


## D.21 C2\_316\_D1\_a

### Detalls geomètrics

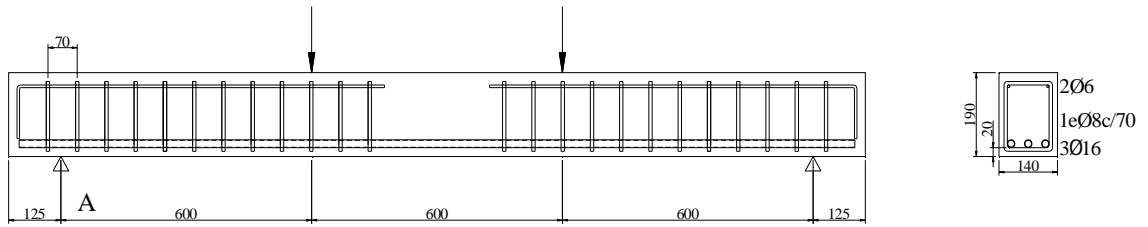


### Instrumentació

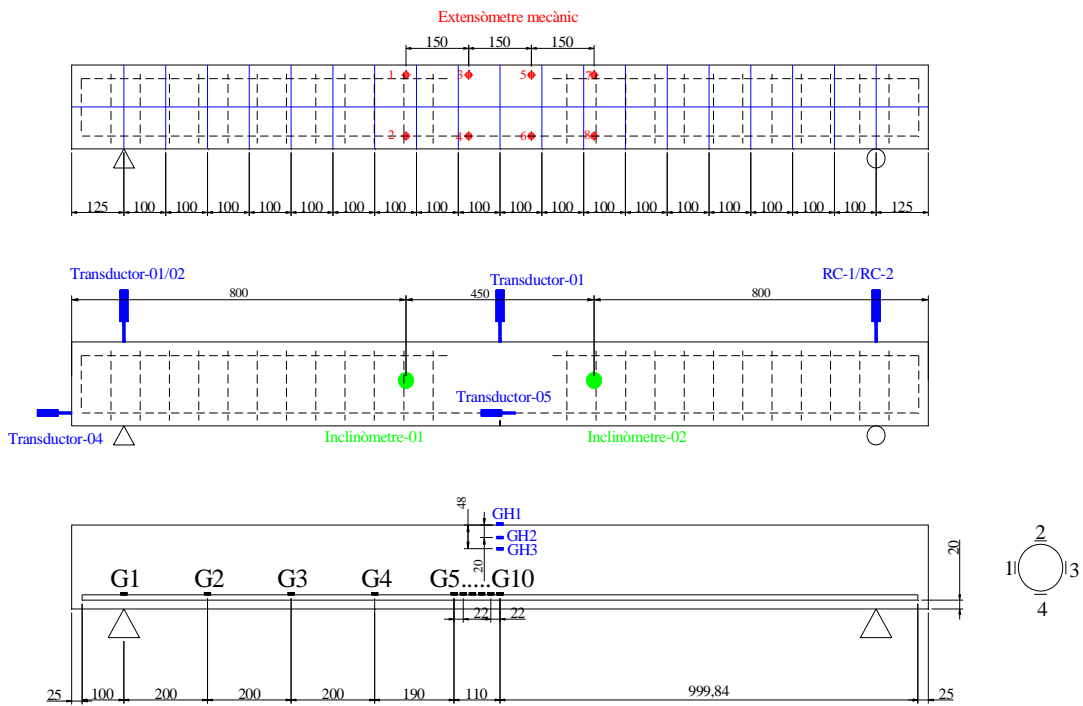


D.22 C2\_316\_D1\_b

Detalls geomètrics

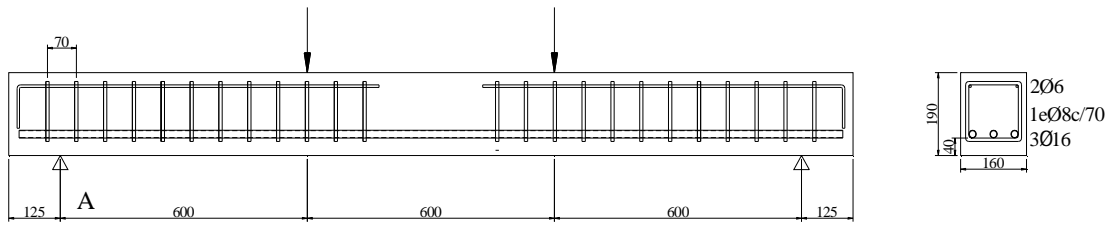


Instrumentació

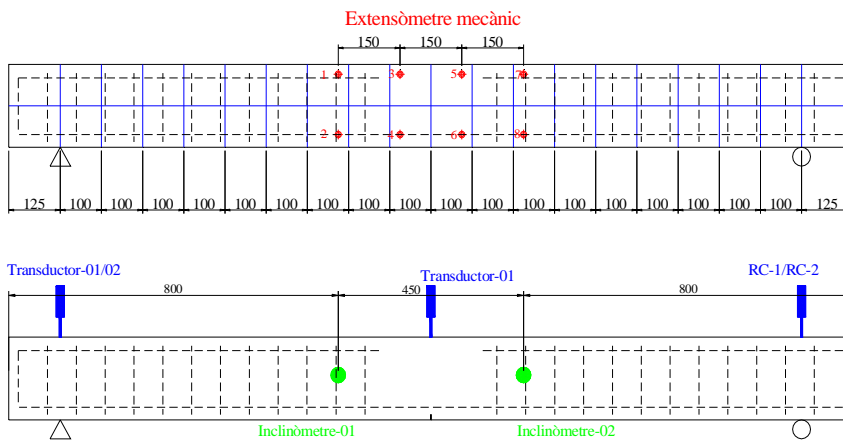


## D.23 C2\_316\_D2\_a

### Detalls geomètrics

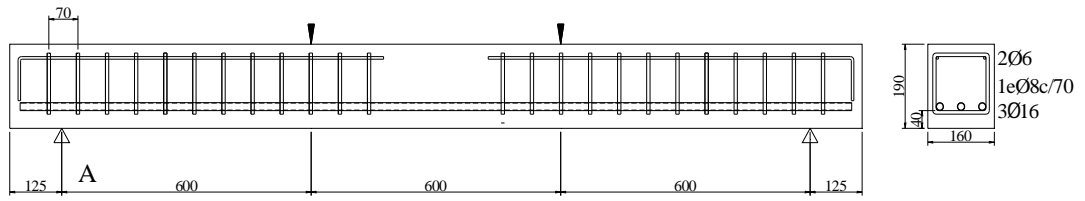


### Instrumentació



C.24 C2\_316\_D2\_b

Detalls geomètrics



Instrumentació

