ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACION DE LA VIA SOCORRO – PARAMO.

INFORME EJECUTIVO

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION

PRESENTADO A:
GOBERNACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE SANTANDER

BUCARAMANGA
AGOSTO 2020

TABLA DE CONTENIDO PAG

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION 1
1 INTRODUCCION 16
2 INV ARTICULO 201 DEMOLICIÓN Y REMOCIÓN 17
2.1 201.1 DESCRIPCIÓN 17
2.1.1 201.1.1 GENERALIDADES 17
2.1.2 201.1.2 CLASIFICACIÓN 17
2.2 201.2 MATERIALES 17
2.3 201.3 EQUIPO 18
2.4 201.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 18
2.4.1 201.4.1 GENERALIDADES 18
2.4.2 201.4.4 REMOCIÓN DE ESPECIES VEGETALES 22
2.4.3 201.4.5 REMOCIÓN DE CERCAS DE ALAMBRE 22
2.4.4 201.4.6 REMOCIÓN DE OBSTÁCULOS 22
2.4.5 201.4.7 REMOCIÓN DE DUCTOS DE SERVICIOS EXISTENTES 23
2.4.6 201.4.8 TRASLADO DE POSTES Y TORRES 23
2.4.7 201.4.10 REMOCIÓN DE DEFENSAS METÁLICAS Y BARRERAS DE SEGURIDAD DE HORMIGÓN 24
2.4.8 201.4.11 DISPOSICIÓN DE LOS MATERIALES 24
2.4.9 201.4.12 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN 25
2.4.10 201.4.13 MANEJO AMBIENTAL 25
2.5 201.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS 25
2.5.1 201.5.1 CONTROLES 25
2.5.2 201.5.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS 25
2.6 201.6 MEDIDA 26
2.7 201.7 FORMA DE PAGO 26
3 3P MANEJO DE BOTADEROS 29
3.1 DESCRIPCIÓN: 29
3.2 SECUENCIA DE MANEJO Y CONTROL AMBIENTAL DE BOTADEROS 30
3.3 FORMA DE PAGO 33
4 INV ARTICULO 600 EXCAVACIONES VARIAS 33
4.1 600.1 DESCRIPCIÓN 33

4.1.1 600.1.1 GENERALIDADES 33
4.1.2 600.1.2 CLASIFICACIÓN 33
4.2 600.2 MATERIALES 34
4.3 600.3 EQUIPO 34
4.4 600.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 35
4.4.1 600.4.1 GENERALIDADES 35
4.4.2 600.4.2 EXCAVACIONES PARA CIMENTACIONES DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO 36
4.4.3 600.4.3 EXCAVACIONES PARA ALCANTARILLAS 39
4.4.4 600.4.4 EXCAVACIONES PARA FILTROS 40
4.4.5 600.4.5 EXCAVACIONES PARA GAVIONES, MUROS DE CONTENCIÓN DE SUELO REFORZADO CON GEOTEXTIL, DESCOLES Y ZANJAS 40
4.4.6 600.4.6 BOMBEO 40
4.4.7 600.4.7 LIMPIEZA FINAL 40
4.4.8 600.4.8 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN 40
4.4.9 600.4.9 MANEJO AMBIENTAL Y OTRAS CONSIDERACIONES 41
4.5 600.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS 41
4.5.1 600.5.1 CONTROLES 41
4.5.2 600.5.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS 42
4.6 600.6 MEDIDA 42
4.7 600.7 FORMA DE PAGO 43
5 INV ARTICULO 210 EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN, CANALES Y PRÉSTAMOS 44
5.1 210.1 DESCRIPCIÓN 44
5.1.1 210.1.1 GENERALIDADES 44
5.1.2 210.1.2 DEFINICIONES 45
5.1.3 210.1.3 CLASIFICACIÓN 45
5.2 210.2 MATERIALES 46
5.3 210.3 EQUIPO 47
5.4 210.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 47
5.4.1 210.4.1 EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN 47
5.4.2 210.4.2 EXCAVACIÓN DE CANALES 51

5.4.3 210.4.3 UTILIZACIÓN DE MATERIALES EXCAVADOS Y DISPOSICIÓN DE SOBRANTES 51
5.4.4 210.4.4 EXCAVACIÓN EN ZONAS DE PRÉSTAMO 52
5.4.5 210.4.5 HALLAZGOS ARQUEOLÓGICOS, PALEONTOLÓGICOS Y DE MINERALES DE INTERÉS COMERCIAL O CIENTÍFICO 52
5.4.6 210.4.6 LIMPIEZA FINAL 52
5.4.7 210.4.7 REFERENCIAS TOPOGRÁFICAS 52
5.4.8 210.4.8 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN 53
5.4.9 210.4.9 MANEJO AMBIENTAL 53
5.5 210.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS 53
5.5.1 210.5.1 CONTROLES 53
5.5.2 210.5.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS 54
5.6 210.6 MEDIDA 54
5.7 210.7 FORMA DE PAGO 55
6 INV ARTICULO 900 TRANSPORTE DE MATERIALES PROVENIENTES DE EXCAVACIONES Y DERRUMBES 57
6.1 900.1 DESCRIPCIÓN 57
6.2 900.2 MATERIALES 57
6.2.1 900.2.1 MATERIALES PROVENIENTES DE LA EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN, CANALES Y PRÉSTAMOS 57
6.2.2 900.2.2 MATERIALES PROVENIENTES DE DERRUMBES 57
6.3 900.3 EQUIPO 58
6.4 900.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 58
6.4.1 900.4.1 TRANSPORTE DE LOS MATERIALES 58
6.4.2 900.4.2 MANEJO AMBIENTAL 58
6.5 900.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS 58
6.5.1 900.5.1 CONTROLES 58
6.5.2 900.5.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS 59
6.6 900.6 MEDIDA 59
6.7 900.7 FORMA DE PAGO 61
7 INV ARTICULO 610 RELLENOS PARA ESTRUCTURAS 62
7.1 610.1 DESCRIPCIÓN 62

7.1.1 610.1.1 GENERALIDADES 62
7.1.2 610.1.2 PARTES DE LOS RELLENOS 62
7.2 610.2 MATERIALES 62
7.3 610.3 EQUIPO 63
7.4 610.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 63
7.4.1 610.4.1 GENERALIDADES 63
7.4.2 610.4.2 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE BASE DE LOS RELLENOS 64
7.4.3 610.4.3 EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN DEL MATERIAL 64
7.4.4 610.4.4 CAPAS FILTRANTES 65
7.4.5 610.4.5 ACABADO 65
7.4.6 610.4.6 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN 65
7.4.7 610.4.7 MANEJO AMBIENTAL 66
7.5 610.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS 66
7.5.1 610.5.1 CONTROLES 66
7.5.2 610.5.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS 66
7.6 610.6 MEDIDA 67
7.7 610.7 FORMA DE PAGO 68
8 INV ARTÍCULO 630 CONCRETO ESTRUCTURAL 69
8.1 630.1 DESCRIPCIÓN 69
8.2 630.2 MATERIALES 69
8.2.1 630.2.1 CEMENTO 69
8.2.2 630.2.2 AGREGADOS 69
8.2.3 630.2.3 AGUA 74
8.2.4 630.2.4 ADITIVOS 74
8.2.5 630.2.5 PRODUCTOS PARA EL CURADO DEL CONCRETO 75
8.2.6 630.2.6 CLASES DE CONCRETO 75
8.3 630.3 EQUIPO 76
8.3.1 630.3.1 EQUIPO PARA LA ELABORACIÓN DE AGREGADOS Y LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO 76
8.3.2 630.3.2 ELEMENTOS DE TRANSPORTE 76
8.3.3 630.3.3 FORMALETA Y OBRA FALSA 77
8.3.4 630.3.4 ELEMENTOS PARA LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO 77

8.3.5 630.3.5 VIBRADORES 77
8.3.6 630.3.6 EQUIPOS VARIOS 78
8.4 630.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 78
8.4.1 630.4.1 EXPLOTACIÓN DE MATERIALES Y ELABORACIÓN DE AGREGADOS 78
8.4.2 630.4.2 ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO 78
8.4.3 630.4.3 PREPARACIÓN DE LA ZONA DE LOS TRABAJOS 81
8.4.4 630.4.4 FORMALETEADO Y OBRA FALSA 81
8.4.5 630.4.5 FABRICACIÓN DE LA MEZCLA 82
8.4.6 630.4.6 DESCARGA, TRANSPORTE Y ENTREGA DE LA MEZCLA 85
8.4.7 630.4.7 PREPARACIÓN PARA LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO 86
8.4.8 630.4.8 COLOCACIÓN DEL CONCRETO 87
8.4.9 630.4.9 COLOCACIÓN DEL CONCRETO BAJO AGUA 90
8.4.10 630.4.10 VIBRACIÓN 90
8.4.11 630.4.11 JUNTAS 91
8.4.12 630.4.12 AGUJEROS PARA DRENAJE 92
8.4.13 630.4.13 REMOCIÓN DE LAS FORMALETAS Y DE LA OBRA FALSA 92
8.4.14 630.4.14 ACABADO 93
8.4.15 630.4.15 CURADO 94
8.4.16 630.4.16 DETERIOROS 95
8.4.17 630.4.17 LIMPIEZA FINAL 95
8.4.18 630.4.18 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN 96
8.4.19 630.4.19 MANEJO AMBIENTAL 96
8.5 630.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS 96
8.5.1 630.5.1 CONTROLES 96
8.5.2 630.5.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS 97
8.6 630.6 MEDIDA 101
8.7 630.7 FORMA DE PAGO 101
9 INV ARTICULO 640 ACERO DE REFUERZO 103
9.1 640.1 DESCRIPCIÓN 103
9.2 640.2 MATERIALES 104
9.2.1 640.2.1 BARRAS DE REFUERZO 104
9.2.2 640.2.2 MALLAS ELECTROSOLDADAS 104

9.2.3 640.2.3 MASAS TEÓRICAS DE LAS BARRAS DE REFUERZO 104
9.3 640.3 EQUIPO 105
9.4 640.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 106
9.4.1 640.4.1 PLANOS Y DESPIECE 106
9.4.2 640.4.2 SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO 106
9.4.3 640.4.3 DOBLAMIENTO 106
9.4.4 640.4.4 COLOCACIÓN Y AMARRE 107
9.4.5 640.4.5 TRASLAPOS Y UNIONES 109
9.4.6 640.4.6 CUANTÍAS DEL REFUERZO 109
9.4.7 640.4.7 SUSTITUCIONES 109
9.4.8 640.4.8 MANEJO AMBIENTAL 110
9.5 640.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS 110
9.5.1 640.5.1 CONTROLES 110
9.5.2 640.5.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS 110
9.6 640.6 MEDIDA 111
9.7 640.7 FORMA DE PAGO 112
10 2P TUBERIA PVC PERFORADA D=4” 114
10.1 DEFINICIÓN Y GENERALIDADES 114
10.2 MATERIALES 114
10.3 EQUIPO 114
10.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 114
10.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS 114
10.5.1 CONTROLES 114
10.6 MEDIDA 115
10.7 FORMA DE PAGO 115
11 230 INV-MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE 116
11.1 DESCRIPCIÓN 116
11.2 MATERIALES 116
11.3 EQUIPO 116
11.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 117
11.4.1 GENERALIDADES 117

11.4.2 MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE INVOLUCRANDO EL SUELO EXISTENTE 117
11.4.3 MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EMPLEANDO ÚNICAMENTE MATERIAL ADICIONADO 117
11.4.4 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN 118
11.4.5 MANEJO AMBIENTAL 119
11.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS 119
11.5.1 CONTROLES 119
11.5.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS 119
11.6 MEDIDA 123
11.7 FORMA DE PAGO 123
12 INV ARTICULO 661 TUBERÍA DE CONCRETO REFORZADO 124
12.1 661.1 DESCRIPCIÓN 124
12.2 661.2 MATERIALES 124
12.2.1 661.2.1 TUBERÍA 124
12.2.2 661.2.2 MATERIAL PARA SOLADO Y ATRAQUE 124
12.2.3 661.2.3 SELLO PARA JUNTAS 125
12.3 661.3 EQUIPO 125
12.4 661.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 125
12.4.1 661.4.1 PREPARACIÓN Y EXCAVACIÓN DEL TERRENO BASE 125
12.4.2 661.4.2 SOLADO 125
12.4.3 661.4.3 COLOCACIÓN DE LA TUBERÍA 125
12.4.4 661.4.4 JUNTAS 126
12.4.5 661.4.5 ATRAQUE 126
12.4.6 661.4.6 RELLENO 126
12.4.7 661.4.7 LIMPIEZA 126
12.4.8 661.4.8 MANEJO AMBIENTAL 126
12.5 661.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS 127
12.5.1 661.5.1 CONTROLES 127
12.5.2 661.5.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS 127
12.6 661.6 MEDIDA 131
12.7 661.7 FORMA DE PAGO 131

13 INV ARTICULO 673 SUBDRENES CON GEOTEXTIL Y MATERIAL GRANULAR 132
13.1 673.1 DESCRIPCIÓN 132
13.2 673.2 MATERIALES 133
13.2.1 673.2.1 GEOTEXTIL 133
13.2.2 673.2.2 MATERIAL GRANULAR FILTRANTE 133
13.3 673.3 EQUIPO 136
13.4 673.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 136
13.4.1 673.4.1 GENERALIDADES 136
13.4.2 673.4.2 PREPARACIÓN DEL TERRENO 136
13.4.3 673.4.3 CONDICIONES NORMALES DE INSTALACIÓN DEL GEOTEXTIL 136
13.4.4 673.4.4 ELABORACIÓN DE COSTURAS 137
13.4.5 673.4.5 COLOCACIÓN DEL MATERIAL GRANULAR FILTRANTE 137
13.4.6 673.4.6 COBERTURA DEL FILTRO 138
13.4.7 673.4.7 CONTROL DEL TRÁNSITO 138
13.4.8 673.4.8 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN 138
13.4.9 673.4.9 MANEJO AMBIENTAL 138
13.4.10 673.4.10 REPARACIONES 139
13.5 673.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS 139
13.5.1 673.5.1 CONTROLES 139
13.5.2 673.5.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS 140
13.6 673.6 MEDIDA 141
13.6.1 673.6.1 GEOTEXTIL 141
13.6.2 673.6.2 MATERIAL GRANULAR FILTRANTE 141
13.6.3 673.6.3 MATERIAL DE COBERTURA 141
13.7 673.7 FORMA DE PAGO 142
14 INV ARTICULO 671 CUNETAS REVESTIDAS EN CONCRETO 143
14.1 671.1 DESCRIPCIÓN 143
14.2 671.2 MATERIALES 144
14.2.1 671.2.1 CONCRETO 144
14.2.2 671.2.2 PIEZAS PREFABRICADAS 144
14.2.3 671.2.3 MATERIAL DE RELLENO PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA SUPERFICIE 144

14.2.4 671.2.4 SELLANTE DE JUNTAS 144
14.3 671.3 EQUIPO 145
14.4 671.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 145
14.4.1 671.4.1 ACONDICIONAMIENTO DE LA CUNETA EN TIERRA 146
14.4.2 671.4.2 ELABORACIÓN DEL CONCRETO 146
14.4.3 671.4.3 CUNETAS FUNDIDAS EN EL LUGAR 146
14.4.4 671.4.4 CUNETAS DE PIEZAS PREFABRICADAS 147
14.4.5 671.4.5 JUNTAS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS FUNDIDAS EN EL LUGAR 147
14.4.6 671.4.6 LIMPIEZA FINAL 148
14.4.7 671.4.7 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN 148
14.4.8 671.4.8 MANEJO AMBIENTAL 148
14.5 671.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS 149
14.5.1 671.5.1 CONTROLES 149
14.5.2 671.5.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS 149
14.6 671.6 MEDIDA 150
14.6.1 671.6.1 CUNETAS FUNDIDAS EN EL LUGAR 150
14.6.2 671.6.2 CUNETAS DE PIEZAS PREFABRICADAS 150
14.7 671.7 FORMA DE PAGO 151
15 INV ARTICULO 330 BASE GRANULAR 152
15.1 DESCRIPCIÓN 152
15.2 MATERIALES 153
15.3 EQUIPO 154
15.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 154
15.4.1 EXPLOTACIÓN DE MATERIALES Y ELABORACIÓN DE AGREGADOS 154
15.4.2 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE EXISTENTE 154
15.4.3 FASE DE EXPERIMENTACIÓN 154
15.4.4 TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y COLOCACIÓN DEL MATERIAL 154
15.4.5 EXTENSIÓN Y CONFORMACIÓN DEL MATERIAL 155
15.4.6 COMPACTACIÓN 155
15.4.7 TERMINADO 156
15.4.8 APERTURA AL TRÁNSITO 156

15.4.9 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN 156
15.4.10 CONSERVACIÓN 157
15.4.11 MANEJO AMBIENTAL 157
15.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS 157
15.5.1 CONTROLES 157
15.5.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS 157
15.6 MEDIDA 163
15.7 FORMA DE PAGO 163
16 INV ARICULO 420 RIEGO DE IMPRIMACIÓN 163
16.1 DESCRIPCIÓN 164
16.2 MATERIALES 164
16.2.1 MATERIAL BITUMINOSO 164
16.2.2 AGREGADO DE PROTECCIÓN 164
16.3 EQUIPO 164
16.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 165
16.4.1 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE EXISTENTE 165
16.4.2 DETERMINACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DEL LIGANTE 166
16.4.3 APLICACIÓN DEL LIGANTE BITUMINOSO 166
16.4.4 DETERMINACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DEL AGREGADO DE PROTECCIÓN 167
16.4.5 EXTENSIÓN DEL AGREGADO DE PROTECCIÓN 167
16.4.6 CONTROL DEL TRÁNSITO 167
16.4.7 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN 167
16.4.8 MANEJO AMBIENTAL 168
16.4.9 REPARACIONES 168
16.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS 168
16.5.1 CONTROLES 168
16.5.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS 168
16.6 MEDIDA 170
16.7 FORMA DE PAGO 170
17 INV ARTICULO 450 INV NMEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CONCRETO (ASFÁLTICO Y MEZCLA DE ALTO MÓDULO) 170
17.1 DESCRIPCIÓN 170

17.2 MATERIALES 171
17.2.1 AGREGADOS PÉTREOS Y LLENANTE MINERAL 171
17.2.2 MATERIAL BITUMINOSO 174
17.2.3 ADITIVOS MEJORADORES DE LA ADHERENCIA ENTRE LOS AGREGADOS Y EL ASFALTO 174
17.2.4 ADITIVOS PARA MODIFICAR LA REOLOGÍA 174
17.3 EQUIPO 175
17.3.1 EQUIPO PARA LA ELABORACIÓN DE LOS AGREGADOS TRITURADOS 175
17.3.2 PLANTA MEZCLADORA 175
17.3.3 EQUIPO PARA EL TRANSPORTE DE AGREGADOS Y MEZCLAS 178
17.3.4 EQUIPO PARA LA TRANSFERENCIA DE LA MEZCLA (SHUTTLE BUGGY) 178
17.3.5 EQUIPO PARA LA EXTENSIÓN DE LA MEZCLA 178
17.3.6 EQUIPO DE COMPACTACIÓN 179
17.3.7 EQUIPO ACCESORIO 179
17.4 EJECUCION DE LOS TRABAJOS 179
17.4.1 EXPLOTACIÓN DE MATERIALES Y ELABORACIÓN DE AGREGADOS 180
17.4.2 DISEÑO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO 180
17.4.3 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE EXISTENTE 183
17.4.4 FASE DE EXPERIMENTACIÓN 184
17.4.5 APROVISIONAMIENTO DE LOS AGREGADOS 184
17.4.6 FABRICACIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA 185
17.4.7 TRANSPORTE DE LA MEZCLA 186
17.4.8 TRANSFERENCIA DE LA MEZCLA 187
17.4.9 EXTENSIÓN DE LA MEZCLA 187
17.4.10 COMPACTACIÓN DE LA MEZCLA 188
17.4.11 JUNTAS DE TRABAJO 189
17.4.12 APERTURA AL TRÁNSITO 189
17.4.13 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN 189
17.4.14 MANEJO AMBIENTAL 190
17.4.15 REPARACIONES 190
17.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS 190
17.5.1 CONTROLES 190

17.5.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS 190
17.6 MEDIDA 202
17.7 FORMA DE PAGO 202
18 INV ARTICLO 700 LÍNEAS DE DEMARCACIÓN Y MARCAS VIALES 202
18.1 DESCRIPCIÓN 202
18.2 MATERIALES 202
18.2.1 PINTURA DE APLICACIÓN EN FRÍO 203
18.2.2 RESINA TERMOPLÁSTICA 208
18.2.3 MICROESFERA DE VIDRIO 211
18.2.4 OTROS TIPOS DE MATERIALES 214
18.3 EQUIPO 214
18.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 214
18.4.1 SELECCIÓN DEL MATERIAL DE DEMARCACIÓN POR UTILIZAR 214
18.4.2 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE 215
18.4.3 DOSIFICACIÓN 216
18.4.4 CIERRE DE LA VÍA AL TRÁNSITO 216
18.4.5 APLICACIÓN DE LOS MATERIALES 217
18.4.6 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN 218
18.4.7 APERTURA AL TRÁNSITO 219
18.4.8 MANEJO AMBIENTAL 219
18.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS 219
18.5.1 CONTROLES 219
18.5.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS 220
18.6 MEDIDA 222
18.6.1 LÍNEAS DE DEMARCACIÓN 222
18.6.2 MARCAS VIALES 223
18.7 FORMA DE PAGO 223
19 INV ARTICULO 701 TACHAS REFLECTIVAS 223
19.1 DESCRIPCIÓN 223
19.2 MATERIALES 223
19.2.1 TACHAS 224
19.2.2 ADHESIVO 228

19.3 EQUIPO 229
19.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 229
19.4.1 LOCALIZACIÓN 229
19.4.2 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE 230
19.4.3 COLOCACIÓN DE LAS TACHAS 231
19.4.4 CONTROL DEL TRÁNSITO 231
19.4.5 LIMPIEZA FINAL 231
19.4.6 LIMITACIONES EN LA INSTALACIÓN 232
19.4.7 MANEJO AMBIENTAL 232
19.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS 232
19.5.1 CONTROLES 233
19.6 MEDIDA 233
19.7 FORMA DE PAGO 233
20 INV ARTICULO 710 SEÑALES VERTICALES DE TRÁNSITO 234
20.1 DESCRIPCIÓN 234
20.2 MATERIALES 235
20.2.1 MATERIAL REFLECTIVO 235
20.2.2 MATERIAL PARA TABLEROS 235
20.2.3 MATERIAL PARA POSTES 239
20.2.4 MATERIAL PARA LOS BRAZOS DE LOS POSTES 239
20.2.5 MATERIAL PARA ANCLAJE A LA FUNDACIÓN 240
20.2.6 RECUBRIMIENTO DE LOS POSTES 240
20.2.7 SOLDADURA 240
20.2.8 DIMENSIONES DE LOS TABLEROS 240
20.2.9 DIMENSIONES DE LOS POSTES 240
20.2.10 MATERIAL PARA EL ANCLAJE 240
20.3 EQUIPO 241
20.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 241
20.4.1 UBICACIÓN DE LAS SEÑALES 241
20.4.2 EXCAVACIÓN 242
20.4.3 ANCLAJE DE LA SEÑAL 243
20.4.4 INSTALACIÓN DE LA SEÑAL 243

20.4.5 CONSIDERACIONES ADICIONALES 243
20.4.6 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN 243
20.4.7 MANEJO AMBIENTAL 243
20.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS 243
20.5.1 CONTROLES 244
20.5.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS 244
20.6 MEDIDA 245
20.7 FORMA DE PAGO 245
21 INV ARTICULO 730 DEFENSAS METÁLICAS 246
21.1 DESCRIPCIÓN 246
21.2 MATERIALES 246
21.2.1 LÁMINA 246
21.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA DEFENSA 247
21.2.3 POSTES DE FIJACIÓN 247
21.2.4 ELEMENTOS DE FIJACIÓN 248
21.3 EQUIPO 248
21.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 248
21.4.1 LOCALIZACIÓN 249
21.4.2 EXCAVACIÓN 249
21.4.3 COLOCACIÓN DEL POSTE 249
21.4.4 INSTALACIÓN DE LA DEFENSA 249
21.4.5 EMPALMES 250
21.4.6 SECCIONES FINAL Y DE TOPE 250
21.4.7 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN 250
21.4.8 MANEJO AMBIENTAL 250
21.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS 250
21.5.1 CONTROLES 250
21.5.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS 251
21.6 MEDIDA 252
21.6.1 DEFENSAS METÁLICAS 252
21.6.2 SECCIONES FINAL Y DE TOPE 252
21.7 FORMA DE PAGO 252

1 INTRODUCCION

En este capítulo se presentan las especificaciones técnicas para los procesos constructivos de los puentes prioritarios del departamento de Santander, las cuales se han preparado de acuerdo con las especificaciones técnicas generales planteadas por la normatividad colombiana para este tipo de obras y algunas en forma particular debido a las condiciones de la zona para llevar cada uno de las actividades proyectadas para la ejecución de este proyecto.

Estas especificaciones de construcción de puentes prioritarios del departamento serán utilizadas en cada uno de ellos, siendo la interventoría del proyecto quien dé cumplimiento de las especificaciones mínimas aquí escritas a la empresa constructora, ordenando las pruebas y ensayos del caso, cuando así lo considere pertinente. Por circunstancias especiales no previstas en los planos y/o especificaciones particulares, se solicitarán los términos de la especificación particular de construcción requerida al diseñador del proyecto; asimismo, se podrán aplicar las normas más recientes del ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas), Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10, del Instituto Nacional de Vías y otras, manteniendo los mismos lineamientos plasmados en este documento, previa conceptualización del Diseñador, Interventoría y Gobernación de Santander.

Se recomienda contar con una Supervisión permanente, para resolver dudas de cualquier tipo que durante el proceso de obra se puedan presentar, así como también complementar los detalles que resulten de casos particulares y ajustes topográficos que puedan hacer falta. En caso de contradicciones entre los Planos y las Especificaciones Particulares de Construcción, prevalece lo prescrito en éstas últimas. En todo caso, ambos documentos prevalecerán sobre las Especificaciones Generales.

Lo mencionado en las Especificaciones Particulares y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos siempre que, se encuentre suficientemente definida la unidad de obra correspondiente, y ésta tenga precio en el Contrato.
En todo caso, las contradicciones, omisiones o errores que adviertan en estos documentos el CONTRATISTA DE DISEÑO, procederá con la subsanación o corrección, cuantas veces así lo requiera la Interventoría y supervisión. La responsabilidad por la calidad de la obra es única y exclusivamente del CONTRATISTA y cualquier supervisión, revisión, comprobación o inspección que realice el Interventor se hará para verificar su cumplimiento.

2 INV ARTICULO 201 DEMOLICIÓN Y REMOCIÓN

2.1 201.1 DESCRIPCIÓN

2.1.1 201.1.1 Generalidades

Este trabajo consiste en la demolición total o parcial de estructuras o edificaciones existentes en las zonas que indiquen los documentos del proyecto, y la remoción, cargue, transporte, descargue y disposición final de los materiales provenientes de la demolición, en las áreas aprobadas por el Interventor. Incluye, también, el retiro, cambio, restauración o protección de las instalaciones de los servicios públicos y privados que se vean afectados por las obras del proyecto, así como el manejo, desmontaje, traslado y el almacenamiento de estructuras existentes; la remoción de cercas de alambre, de especies vegetales y otros obstáculos; incluye también el suministro, colocación y conformación del material de relleno para zanjas, fosos y hoyos resultantes de los trabajos, de acuerdo con los planos y las instrucciones del Interventor.

2.1.2 201.1.2 Clasificación

La demolición total o parcial y la remoción de estructuras y obstáculos, se clasificarán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Demolición de estructuras existentes
- Desmontaje y traslado de estructuras metálicas y alcantarillas
- Remoción de especies vegetales
- Remoción de cercas de alambre
- Remoción de obstáculos
- Remoción de ductos de servicios existentes
- Traslado de postes y torres
- Remoción de rieles, defensas metálicas y barreras de seguridad

2.2 201.2 MATERIALES

Los materiales provenientes de la demolición que, a juicio del Interventor, sean aptos para rellenar y emparejar la zona de demolición u otras zonas del proyecto, se deberán utilizar para este fin.

El material que suministre el Constructor para el relleno de las zanjas, fosos y hoyos resultantes de los trabajos, deberá tener la aprobación previa del Interventor.

2.3 201.3 EQUIPO

Los equipos que emplee el Constructor en esta actividad deberán tener la aprobación previa del Interventor y ser suficientes para garantizar el cumplimiento de esta especificación y del programa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo ameriten, el Interventor podrá autorizar el uso de explosivos, asumiendo el Constructor la responsabilidad de cualquier daño causado por un manejo incorrecto de ellos.

Para remover estructuras, especies vegetales, obstáculos, cercas y conducciones de servicios y demás elementos considerados en el presente Artículo, se deberán utilizar equipos que no les produzcan daño, de acuerdo con procedimientos aprobados por el Interventor.

2.4 201.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

2.4.1 201.4.1 Generalidades

El Constructor no podrá iniciar la demolición de estructuras sin la elaboración previa de un estudio de demolición en el cual se deberán definir como mínimo:

- Métodos de demolición y etapas de su aplicación.
- Estabilidad de las construcciones remanentes en cada etapa, así como los armazones y cimbras necesarios.
- Estabilidad y protección de construcciones remanentes que no vayan a ser demolidas.
- Protección de las construcciones e instalaciones del entorno.
- Mantenimiento o sustitución provisional de servicios afectados por la demolición.
- Medios de evacuación y definición de zonas de vertido de los productos de la demolición.
- Cronogramas de trabajos.
- Pautas de control.
- Medidas de seguridad y salud.

El estudio se someterá a revisión del Interventor, quien lo aprobará cuando lo considere adecuado, indicando en la aprobación los métodos aceptados. Tal autorización no exime al Constructor de su responsabilidad por las operaciones aquí señaladas, ni del cumplimiento de estas especificaciones y de la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud y de transporte y almacenamiento de los productos de la construcción; así como de las demás condiciones pertinentes establecidas en los documentos del contrato.

El Constructor será responsable de todo daño causado, directa o indirectamente, a las personas, así como a redes de servicios públicos, o propiedades cuya destrucción o menoscabo no estén previstos en los planos, ni sean necesarios para la ejecución de los trabajos contratados.

El Constructor, de acuerdo con las disposiciones vigentes, deberá colocar señales y luces que indiquen, durante el día y la noche, los lugares donde se realicen trabajos de demolición o remoción y será responsable de mantener la vía transitable, cuando ello se requiera.

Los trabajos se deberán efectuar en tal forma que produzcan la menor molestia posible a los habitantes de las zonas próximas a la obra y a los usuarios de la vía materia del contrato, cuando ésta permanezca abierta al tránsito durante la construcción.

Si los trabajos aquí descritos afectan el tránsito normal en la vía objeto del contrato y en sus intersecciones, el Constructor será el responsable de mantenerlo adecuadamente, de acuerdo con las disposiciones y reglamentaciones vigentes del Ministerio de Transporte y del Instituto Nacional de Vías.

Si los trabajos implican la interrupción de los servicios públicos (energía, cable, gas, teléfono, acueducto, alcantarillado), conductos de combustible, ferrocarriles u otros modos de transporte, el Constructor deberá coordinar y colaborar con las entidades encargadas del mantenimiento de tales servicios, para que las interrupciones sean mínimas.

Cuando se utilicen explosivos, se deberá llevar un registro detallado de su clase, proveedor, existencias y consumo, así como de los demás accesorios requeridos; y se confiará a personas experimentadas su uso, manejo y almacenamiento, de manera que se sujeten a las leyes y reglamentos de las entidades que los controlan. Si la demolición aconseja el uso de explosivos, pero éstos no sean admisibles por su impacto ambiental, se deberá recurrir a técnicas alternativas tales como la fracturación hidráulica o el uso de cemento expansivo.

Al finalizar cada jornada de trabajo no deberán quedar elementos de la obra en estado inestable o peligroso.

Todos los procedimientos aplicados en el desarrollo de los trabajos de demolición y remoción deberán ceñirse a las exigencias del Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y a las del Código Colombiano de Construcciones Sismo-Resistentes.

2.4.1.1 201.4.2 DEMOLICIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTRUCTURAS EXISTENTES

2.4.1.2 201.4.2.1 DEMOLICIÓN DE EDIFICACIONES

Se refiere al derribo parcial o total de las casas o edificios, incluyendo cimientos y otros bienes que sea necesario eliminar para el desarrollo de los trabajos del proyecto, de acuerdo con lo que indiquen los planos o las especificaciones particulares.

El Constructor deberá proteger las edificaciones y estructuras vecinas a las que se han de demoler y construirá las defensas necesarias para su estabilidad y protección; tomará las medidas indispensables para la seguridad de personas y especies animales y vegetales que puedan ser afectadas por los trabajos.

Los cimientos de las edificaciones que se vayan a demoler se deberán romper y remover, hasta una profundidad mínima de treinta centímetros (30 cm) por debajo de los niveles en que hayan de operar los equipos de compactación en los trabajos de explanación o construcción de bases y estructuras del proyecto. En los sótanos, se deberá retirar todo escombro o material objetable, eliminando también los tabiques interiores u otros elementos de la edificación, de acuerdo con las indicaciones del Interventor.

Si la edificación tiene instalaciones de servicios públicos, sus acometidas deberán ser neutralizadas, en acuerdo con las entidades administradoras o propietarias de las mismas. Posteriormente, las conexiones, así como los pozos sépticos u obras similares, deberán ser removidas y las zanjas resultantes se rellenarán con material adecuado, previamente aprobado por el Interventor.

Las cavidades o depresiones resultantes de los trabajos de demolición se deberán rellenar hasta el nivel del terreno circundante y si éstas se encuentran dentro de los límites de un terraplén o debajo de la subrasante, el relleno se deberá compactar de acuerdo con los requisitos aplicables del Artículo 220, "Terraplenes", de las presentes especificaciones.

2.4.1.3 201.4.2.2 DEMOLICIÓN DE PUENTES, ALCANTARILLAS Y OTRAS ESTRUCTURAS

Cuando estas estructuras se encuentren en servicio para el tránsito público, el Constructor no podrá proceder a su demolición hasta cuando se hayan efectuado los trabajos necesarios para no interrumpir el tránsito. El diseño y la construcción de las obras provisionales destinadas a mantener el servicio y el tránsito, serán de cargo y responsabilidad del Constructor.

A menos que los documentos del proyecto establezcan otra cosa o que el Interventor lo autorice de manera diferente, las infraestructuras existentes deberán ser demolidas hasta el fondo natural o lecho del río o quebrada, y las partes que se encuentren fuera de la corriente se deberán demoler hasta por lo menos treinta centímetros (30 cm) más abajo de la superficie natural del terreno. Cuando las partes de la estructura existente se encuentren dentro de los límites de construcción de la nueva estructura, dichas partes se deberán demoler hasta donde sea necesario, para permitir la construcción de la estructura proyectada.

Los cimientos y otras estructuras subterráneas deberán ser demolidas hasta las siguientes profundidades mínimas: en áreas de excavación, un metro (1 m) por debajo de la superficie subrasante proyectada; en áreas que se vayan a cubrir con terraplenes de un metro (1 m) o

menos, un metro (1 m) por debajo de la subrasante proyectada; y en áreas que se vayan a cubrir con terraplenes de más de un metro (1 m) de altura, no es necesario demoler la estructura más abajo del nivel del terreno natural, salvo que los documentos del proyecto presenten una indicación diferente.

Cuando se deba demoler parcialmente una estructura que forme parte del proyecto, los trabajos se efectuarán de tal modo que sea mínimo el daño a la parte de la obra que se vaya a utilizar posteriormente. Los bordes de la parte utilizable de la estructura deberán quedar libres de fragmentos sueltos y listos para empalmar con las ampliaciones proyectadas.

Las demoliciones de estructuras se deberán efectuar con anterioridad al comienzo de la nueva obra, salvo que el pliego de condiciones o los documentos del proyecto lo establezcan de otra manera.

2.4.1.4 201.4.2.3 DEMOLICIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, PISOS Y ANDENES DE CONCRETO Y BORDILLOS

Los pavimentos rígidos, andenes y bordillos de concreto, bases de concreto y otros elementos cuya demolición esté prevista en los documentos del proyecto, deberán ser demolidos con equipos apropiados y removidos en fracciones de tamaño adecuado, para que puedan ser utilizados en la construcción de rellenos o disponer de ellos como sea autorizado por el Interventor. En caso de utilizar equipo pesado, el trabajo se deberá suspender a una distancia prudente para no causar daños a las estructuras que seguirán en servicio.
En caso de que resultara dañada o removida una superficie mayor que la contemplada, será de cargo y costo del Constructor la reposición de ella a entera satisfacción del Interventor.

En el caso de pavimentos rígidos se deberá considerar que la demolición y remoción tiene que extenderse hasta lograr que resulten juntas transversales coincidentes con el carril adyacente.

Las áreas donde se remuevan andenes deberán ser mantenidas libres de escombros, con el objetivo de que la circulación de los peatones permanezca expedita y segura.

Cuando los productos de demolición se usen en la construcción de rellenos, el tamaño máximo de cualquier fragmento no deberá exceder de dos tercios (2/3) del espesor de la capa en la cual se vaya a colocar. En ningún caso, el volumen de los fragmentos deberá exceder de veintiocho decímetros cúbicos (28 dm3), debiendo ser apilados en los lugares indicados en los planos del proyecto o en las especificaciones particulares, a menos que el Interventor autorice otro lugar.

201.4.3 Desmontaje y traslado de estructuras metálicas y alcantarillas

Comprende la identificación, clasificación y marca de todos los elementos de las estructuras metálicas, en concordancia con los planos de taller previamente elaborados por el Constructor, para facilitar su utilización posterior, y su desmontaje y traslado al sitio de almacenamiento o nuevo montaje, de acuerdo con lo indicado por los documentos del proyecto, a satisfacción del Interventor.

El retiro de toda alcantarilla que deba ser quitada, se hará cuidadosamente y tomando las precauciones necesarias para evitar que se maltrate o rompa. La alcantarilla que vaya a ser colocada nuevamente, deberá ser trasladada y almacenada cuando sea necesario, para evitar pérdidas o daños, antes de ser instalada de nuevo. El Constructor deberá reponer, a su costa, todo tramo de alcantarilla que se extravíe o dañe, si ello obedece a descuido de su parte.

2.4.2 201.4.4 Remoción de especies vegetales

Se refiere al traslado de especies vegetales a los lugares señalados por las entidades encargadas de su protección y conservación.

Comprende la identificación, clasificación y marca de las especies por trasladar, según selección realizada por el Interventor en acuerdo con la autoridad ambiental competente; además, la remoción, traslado, preparación de la nueva localización y colocación de los especimenes, conforme a lo indicado en los documentos del proyecto o las instrucciones del Interventor.
Su manejo deberá ser realizado de tal forma que los árboles o arbustos no sufran daño alguno.

2.4.3 201.4.5 Remoción de cercas de alambre

El Constructor deberá remover, trasladar y reinstalar las cercas de alambre en los nuevos emplazamientos, cuando ello esté considerado en los documentos del proyecto o lo señale el Interventor. El traslado se deberá realizar evitando maltratos innecesarios a las partes que sean manipuladas o transportadas. Si la reinstalación no está prevista, los elementos removidos se ubicarán en los sitios que defina el Interventor.

El relleno de los espacios dejados por los postes removidos y que no sean ocupados por las obras proyectadas, se realizará con un material similar al circundante.

2.4.4 201.4.6 Remoción de obstáculos

Según se muestre en los planos o en las especificaciones particulares, el Constructor deberá eliminar, retirar o recolocar obstáculos individuales tales como postes de kilometraje, señales, monumentos y otros. Cuando ellos no se deban remover, el Constructor deberá tener especial

cuidado, a efecto de protegerlos contra cualquier daño y proporcionar e instalar las defensas apropiadas que se indiquen en los documentos citados o sean autorizadas por el Interventor.

2.4.5 201.4.7 Remoción de ductos de servicios existentes

El Constructor deberá retirar, cambiar, restaurar o proteger contra cualquier daño, las conducciones de servicios públicos o privados existentes según se contemple en los planos del proyecto o las especificaciones particulares.

Ningún retiro, cambio o restauración se deberá efectuar sin la autorización escrita de la entidad afectada y se deberán seguir las indicaciones de ésta con especial cuidado y tomando todas las precauciones necesarias para que el servicio no se interrumpa o, si ello es inevitable, reduciendo la interrupción al mínimo tiempo necesario para realizar el trabajo, a efecto de causar las menores molestias a los usuarios.

Cuando el trabajo consista en protección, el Constructor deberá proporcionar e instalar las defensas apropiadas que se indiquen en los planos o en las especificaciones particulares o que sean autorizadas por el Interventor.

Cuando la entidad afectada estime que debido al estado en el cual se encuentra el ducto, resulta imposible obtener partes recuperables del mismo, el Constructor procederá a su demolición.

2.4.6 201.4.8 Traslado de postes y torres

Cuando los documentos del proyecto lo prevean y su traslado esté debidamente aprobado por la entidad afectada, el Constructor procederá a gestionar la remoción, traslado y reinstalación de postes y torres de servicio eléctrico, telefónico y otros existentes.

Esta actividad incluye, también, la demolición de los soportes de dichos elementos que se conviertan en obstáculos para las obras del proyecto, así como la remoción y transporte a sitios de desecho de todos los postes que no sean reutilizables.

El Constructor deberá solicitar al propietario o concesionario correspondiente, realizar las modificaciones necesarias de las instalaciones con la debida anticipación. Los traslados de las instalaciones serán ejecutados directamente por el propietario o por el concesionario de la instalación o por quién él autorice de manera expresa. Los costos de las gestiones y traslados serán reconocidos al Constructor al precio unitario del contrato. El Constructor será el único responsable ante el propietario o concesionario correspondiente, o ante la persona a quien hayan autorizado expresamente para llevar a cabo los traslados, por las erogaciones en que incurran para la realización de dichos traslados.

2.4.6.1 201.4.9 REMOCIÓN DE RIELES

Cuando los documentos del proyecto lo prevean y su remoción esté debidamente aprobada por la entidad afectada, el Constructor deberá retirar los rieles en la longitud autorizada, trasladarlos y depositarlos en el sitio que ordene dicha entidad.

2.4.7 201.4.10 Remoción de defensas metálicas y barreras de seguridad de hormigón

Antes de iniciar obras en un sector de vía que se encuentre en servicio, se deberán retirar todas las defensas metálicas y barreras de seguridad existentes en las áreas afectadas.

La remoción de estos elementos se deberá realizar empleando procedimientos que eviten todo daño innecesario o no previsto. Las defensas se deberán desarmar cuidadosamente y, a continuación, el Constructor procederá a excavar alrededor de los postes que las sustentaban, de manera de poder retirarlos sin producirles ningún daño.

Si el proyecto contempla la rehabilitación y reinstalación de los elementos retirados, será de responsabilidad del Constructor su traslado, almacenamiento, limpieza y cuidado hasta el momento de su nueva reinstalación, actividades cuyo costo se deberá encontrar incluido dentro del precio unitario de esta partida de trabajo. Si la reinstalación no está prevista, el Constructor deberá trasladar y almacenar los elementos donde lo señalen los documentos del proyecto o el Interventor.

Todos los orificios dejados por las remociones que no vayan a ser ocupados por las obras del proyecto deberán ser rellenados por el Constructor, con un material igual al circundante.

2.4.8 201.4.11 Disposición de los materiales

A juicio del Interventor y de acuerdo con sus instrucciones al respecto, los materiales de las edificaciones o estructuras demolidas, que sean aptos y necesarios para rellenar y emparejar la zona de demolición u otras zonas laterales del proyecto, se deberán utilizar para ese fin. Salvo que los documentos del proyecto contemplen lo contrario, todos los demás materiales provenientes de estructuras demolidas quedarán de propiedad del Constructor, quien deberá trasladarlos o disponerlos fuera de la zona de la vía, en un lapso no mayor a 24 horas después de efectuada la demolición, con procedimientos adecuados y en los sitios aprobados por el Interventor.

Los elementos que deban ser almacenados según lo establezcan los planos o las especificaciones particulares, se trasladarán al sitio establecido en ellos y se dispondrán de la manera que resulte apropiada para el Interventor.

Los elementos que deban ser relocalizados se deberán trasladar al sitio de nueva ubicación que indiquen los planos, donde se montarán de manera que se garantice su correcto funcionamiento.

2.4.9 201.4.12 Limitaciones en la ejecución

Los trabajos de demolición y remoción se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

2.4.10 201.4.13 Manejo ambiental

Todas las labores de demolición, remoción y disposición de materiales se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

2.5 201.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

2.5.1 201.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Constructor disponga de todos los permisos requeridos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Constructor.
- Identificar todos los elementos que deban ser demolidos o removidos.
- Señalar los elementos que deban permanecer en el sitio y ordenar las medidas para evitar que ellos sean dañados.
- Verificar la eficiencia y la seguridad de los procedimientos adoptados por el Constructor.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Medir los volúmenes de trabajo ejecutado por el Constructor de acuerdo con la presente especificación.

2.5.2 201.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El Interventor considerará terminados los trabajos de demolición y remoción cuando la zona donde ellos se hayan realizado quede despejada, de manera que permita continuar con las otras

actividades programadas, y los materiales sobrantes hayan sido adecuadamente dispuestos de acuerdo con lo que establece la presente especificación.

En general, en caso de que por el uso de procedimientos inadecuados resultara dañado o removido cualquier elemento que no esté contemplado en el proyecto, será de cargo y costo del Constructor la reposición de éste a entera satisfacción del Interventor.

2.6 201.6 MEDIDA

La medida para la demolición y remoción, ejecutada de acuerdo con los planos, la presente especificación, y las instrucciones del Interventor, se hará de acuerdo con las siguientes modalidades:

a. Global (gal), en cuyo caso no se harán mediciones.

b. Por unidad completa (u), cuando se trate de demolición de obstáculos, edificaciones, puentes, alcantarillas y otras estructuras o remoción de estructuras metálicas, especies vegetales, obstáculos, postes y torres.

c. Por kilogramo (kg) aproximado al entero, en cuanto se trate del desmontaje y traslado de estructuras metálicas.

d. Por metro cúbico (m3), aproximado al entero, en el caso de demolición de estructuras, cuando su tipo permita la cuantificación en metros cúbicos (m3).

e. Por metro cuadrado (m2), aproximado al entero, en el caso de demolición de pavimentos rígidos, andenes de concreto y pisos. En este caso, la medida de la estructura se efectuará antes de destruirla.

f. Por metro lineal (m), aproximado al entero, cuando se trate de la demolición de bordillos y del retiro de estructuras tales como alcantarillas, cercas de alambre, ductos de servicios existentes, defensas metálicas, barreras de seguridad, rieles y otros obstáculos que sean susceptibles de ser medidos por su longitud.

En el caso de que la medida sea por kilogramo, metro lineal, metro cuadrado o metro cúbico, si la fracción decimal es mayor o igual a cinco décimas (≥ 0.5), la aproximación al entero se hará por exceso y si es menor a cinco décimas (< 0.5) la aproximación al entero se hará por defecto.

2.7 201.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará a los precios unitarios respectivos, estipulados en el contrato según la unidad de medida, por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptado por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de mano de obra, explosivos, asesoría, equipo, herramientas, materiales, apuntalamientos, andamios, obras para la protección de terceros; las operaciones necesarias para efectuar las demoliciones y para hacer los desmontajes, planos, separación de materiales aprovechables, cargue y transporte de éstos al lugar de depósito, descargue y almacenamiento; remoción, traslado y siembra de especies vegetales; traslado y reinstalación de obstáculos y cercas de alambre; traslado, cambio, restauración o demolición de conducciones de servicios existentes; cargue de materiales desechables, transporte y descargue en el sitio de disposición final, de acuerdo con lo señalado por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir, además, la protección de aquellos elementos que, aunque se encuentren en la zona de los trabajos, no deban ser removidos.

La reinstalación de estructuras metálicas y tubos de alcantarillas no se encuentran cubiertas por el presente Artículo.

El precio unitario del traslado de postes o torres deberá incluir los costos de las gestiones ante los propietarios o concesionarios de servicios que deban realizar dichos traslados.

El Constructor deberá considerar, en relación con los explosivos, todos los costos que implican su adquisición, transporte, escoltas, almacenamiento, vigilancia, manejo y control, hasta el sitio de utilización. En los casos en que no se autorice el uso de explosivos el precio unitario deberá considerar el suministro y aplicación de los productos alternativos.

El precio unitario deberá incluir, además, los costos por concepto de la excavación para la demolición y remoción y por el suministro, conformación y compactación del material para relleno de todas las cavidades resultantes; la señalización temporal requerida y, en general, todos los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos especificados, así como los costos de administración, imprevistos y utilidad del Constructor.

El pago por la remoción de especies vegetales será cubierto por esta especificación y no por el Artículo 200, "Desmonte y limpieza".

ÍTEM DE PAGO

201.1 Demolición de edificaciones	Global (gl)
201.2 Demolición de estructuras	Global (gl)

201.3 Demolición de pavimentos rígidos, pisos, andenes y bordillos de concreto Global (gl)
201.4 Demolición de obstáculos Global (gl)
201.5 Demolición de edificaciones Unidad (u)
201.6 Demolición de estructuras Unidad (u)
201.7 Demolición de estructuras Metro cúbico (m3)
201.8 Demolición de pavimentos rígidos Metro cuadrado (m2)
201.9 Demolición de pisos y andenes de concreto Metro cuadrado (m2)
201.10 Demolición de bordillos de concreto Metro lineal (m)
201.11 Desmontaje y traslado de estructuras metálicas Kilogramo (kg)
201.12 Remoción de especies vegetales Unidad (u)

201.13 Remoción de obstáculos (Se deberá hacer un ítem de pago para cada tipo de obstáculo) Unidad (u)
201.14 Remoción de ductos de servicios existentes Metro lineal (m)
201.15 Remoción de alcantarillas Metro lineal (m)
201.16 Remoción de cercas de alambre Metro lineal (m)
201.17 Remoción de obstáculos (Se deberá hacer un ítem de pago para cada tipo de obstáculo) Metro lineal (m)
201.18 Traslado de postes Unidad (u)
201.19 Traslado de torres Unidad (u)
201.20 Remoción de rieles Metro lineal (m)
201.21 Remoción de defensas metálicas Metro lineal (m)
201.22 Remoción de barreras de seguridad Metro lineal (m)

3 3P MANEJO DE BOTADEROS

3.1 DESCRIPCIÓN:

Antes del inicio de las obras, el contratista debe concertar con los botaderos autorizados, para el procedimiento a implementar.

En la medida que se produzcan los escombros, estos deben ser transportados a la escombrera; no se deben almacenar ni dispersar en el área. En frentes de obras deben ser señalizadas y aisladas las zonas de disposición temporal de escombros, su disposición temporal no debe pasar de 24 horas.

Los vehículos de transporte de escombros, deben permanecer carpados y con el platón asegurado, evitando así caídas de materiales durante su transporte. En caso de caídas de material, el transportador debe realizar inmediatamente su recolección.

Los escombros transportados a los botaderos deben ir sin derivados de hidrocarburos o material que estuviera en contacto con ellos (filtros, envases, etc.).

La disposición del material en la escombrera y su manejo, corresponde al personal encargado del manejo y la recuperación de la escombrera personal que será pagado por el contratista. De acuerdo a las cantidades de obras suministradas por la interventoría, no se espera que el desarrollo del proyecto genere cantidades importantes de materiales sobrantes, por cuanto pueden ser utilizados para el relleno de otras áreas y en el caso del suelo que es la fracción más superficial que se extrae al comienzo de las obras tiene un manejo particular tal como ya se mencionó y una destinación muy precisa dentro de las tareas de restauración y recuperación de superficies intervenidas y que requieren de revegetación y/o reforestación.

En el caso de la disposición de materiales sobrantes, debe considerarse que esta actividad está íntimamente asociada con el manejo de los botaderos que son sitios previamente definidos para

la adecuada colocación de los materiales sobrantes de las obras en actividades como descapotes, cortes y excavaciones, reconformación de superficies, etc.

La actividad de disponer materiales implica desde la perspectiva ambiental incidencias básicamente sobre la vegetación, las aguas, los suelos y el paisaje. Estos botaderos deberán cumplir con todas las condiciones necesarias para soportar los materiales que allí se almacenarán sin ningún tipo de riesgo luego de la implementación de las medidas ambientales adicionales.

Se ha definido para el proyecto que los lugares adecuados son aquellos que las autoridades locales y ambientales crean pertinentes para tal fin.

Inicialmente se presenta una información particular de la zona de disposición en varios aspectos, para luego desarrollar un esquema de manejo ambiental aplicable las situaciones propias, pero que con seguridad permitirán que el trabajo de disponer materiales para el proyecto sea una actividad técnicamente segura y ambientalmente adecuada.
Para efectos del manejo ambiental de esta zona de disposición de sobrantes, se ha planteado un esquema que permita que todo el proceso sea óptimo, con una perspectiva eminentemente preventiva y asegurando las obras necesarias para mantener su estabilidad indefinidamente y para que las implicaciones que se causen como consecuencia de su conformación sean mínimas y superadas.

En casos como el presente proyecto donde se requiere y se han definido sitios para la disposición de materiales sobrantes, hay que considerar algunas recomendaciones generales y particulares para el adecuado manejo ambiental de estas áreas como las descritas a continuación dentro de una lógica estructurada y secuencial que permita cumplir con este propósito ambiental.

3.2 SECUENCIA DE MANEJO Y CONTROL AMBIENTAL DE BOTADEROS.

- LIMPIEZA DEL AREA
- COLOCACION DE DRENAJES
- ZONAS DE CONTACTO
- PROGRAMA DE RELLENO Y DISPOSICION GEOMETRICA
- RESTAURACION SUPERFICIAL
- REVEGETACION
- CIERRE

En el caso de las “Actividades de Limpieza del Área” en las zonas de disposición de materiales, se pretende adecuar el área para soportar los materiales y mantenerlos estables, situación que no

se ve favorecida con la presencia de vegetación que genera posteriormente espacios libres cuando ella se pudre o materiales más sueltos que puedan actuar como elementos rodantes y generen deslizamientos o movimientos del relleno que puedan llegar a ser de alto riesgo. Altura máxima del botadero 10mts, área mínima 500 m2, en caso de que sea en un talud con una pendiente alta mayor al 8% o en caso de haber inestabilidad el contratista deberá construir muro en gavio alrededor del botadero para garantizar su estabilidad.

Por ello para la utilización de áreas que implica inicialmente la remoción de la vegetación mayor y menor y posteriormente el descapote de los suelos con sus respectivos apilamientos particulares para posteriores usos, especialmente si los horizontes superficiales (A) poseen espesores mayores a 15 cm.

Estas actividades de limpieza permiten tener una superficie de contacto en el botadero más adecuada y conveniente que de todos modos hay que adecuar, entre otras para la colocación de los drenajes y en caso de ser necesario realizar una reconformación superficial preliminar del área.

Obviamente los materiales generados en esta actividad deben ser localizados dentro de la misma área, exceptuando los suelos derivados del descapote, los cuales deben ser colocados adecuadamente en las márgenes de la zona desde donde puedan ser trasladados fácilmente para las posteriores labores de reconformación superficial y revegetación del botadero. Se deberá implementar la “Colocación de Drenajes” necesarios para el control basal y profundo de las aguas con el propósito de mitigar el impacto de las aguas de escorrentía en las zonas de contacto; estos drenajes enterrados pueden ser cunetas empedradas en forma de espina de pescado, canales transversales empedrados o tuberías perforadas con los mismos patrones espaciales que permitan capturar estas aguas en uno o pocos puntos finales y de allí a las corrientes receptoras, una vez se verifique su calidad, básicamente en cuanto a sedimentos.

Así mismo, se deberán construir drenajes laterales de acuerdo a las condiciones topográficas en la zona de disposición para el manejo de las aguas de escorrentía superficial de las terrazas y que generan problemas de erosión laminar, deslizamientos superficiales, o que por infiltración causen sobrecargas hidráulicas que puedan aumentar el riesgo de derrumbes o movimientos del relleno. Así mismo, se deberán preparar las “Superficies de Contacto” para facilitar tanto el manejo de aguas de escorrentía que llegan al botadero como para asegurar que no se presenten procesos de deterioro como carcavamientos o deslizamientos, lo cual requiere de limpieza de estos sitios y su adecuación con materiales más compactos como arcillas.

La remoción de todos los materiales superficiales del área del botadero asegura entonces una gran estabilidad para la depositación de los nuevos materiales; las maderas deben ser recolectadas, apiladas y conservadas para efectos de reutilizarlas dentro del mismo manejo

ambiental del relleno; los suelos tienen un propósito específico para recubrir las superficies finales luego de terminar de disponer los materiales durante la etapas de entrega del relleno.

En esta etapa el acordonamiento preliminar del botadero es muy conveniente con el objeto de delimitar las áreas de llenado de acuerdo al programa que sea establecido y adicionalmente evitar la dispersión a nivel de piso del material por acción de rodamientos, deslizamientos, el agua o los vientos. Anteriormente se mencionaron las especificaciones y geometría particular recomendada para el botadero definidos para el proyecto, que de manera general permite reconocer las posibilidades de disposición de materiales, así como la organización espacial del mismo, de acuerdo básicamente las posibilidades topográficas y la extensión espacial de los terrenos bajo las directrices de unas especificaciones mínimas pero también limitadas en cuanto a número de terrazas del botadero, alturas máximas de las terrazas, pendientes de taludes y de bermas y máximas superficies de ocupación, entre otras, y que si no son descritas en su totalidad serán dispuestas por el interventor de la obra en tal caso, que no se den los datos o no estén detallados en el diseño.

Es recomendable que durante el proceso de llenado (y en cualquier caso) se realice la Compactación del material dispuesto para minimizar la acumulación de agua, aumentar la capacidad del botadero y facilitar su estabilidad global.

Una vez finalizado el llenado del botadero, se deberá terminar la "Restauración Superficial", "La Revegetación" y el acordonado o "Cierre" del área, para evitar que puedan implementarse labores de ocupación o explotación, para lo cual se deberá dejar en reposo el botadero por un término no inferior a tres (3) años, período dentro del cual no se deberán permitir ni implementar labores de ningún tipo.

La restauración involucra todas las actividades ya mencionadas tendientes a reconformar y cubrir las superficies finales del botadero con el propósito de mantener una cobertura adecuada que evite pérdidas del material dispuesto y que involucra la remodelación superficial, cubrimiento con suelo y la colocación de material vegetal.

El proceso de revegetación se debe hacer solamente revegetación con pastos o especies
Rastreras mientras que en las bermas de las terrazas puede implementarse un programa tanto de recubrimiento similar al anteriormente mencionado pero predominantemente la siembra de especies arbustivas y de rastrojo con el propósito de asegurar un cubrimiento vegetal y una estabilidad del relleno a causa de los sistemas radicales de estas plantas.

Las estrategias de siembra son las mismas que se plantearon para las fuentes de materiales, que abarcan la implantación de cespedones, la siembra de semilla de pastos.

En caso de requerirse, pueden utilizarse estructuras de sostenimiento para la vegetación tales como estacas, mallas, geotextiles perforados o similares. Así mismo, deberán colocarse obras de sostenimiento si son requeridas o estructuras de estabilización y restauración como trinchos y barreras, utilizando la misma madera recuperada de las labores de desmonte de la vegetación mayor y menor.

3.3 FORMA DE PAGO

El contratista pagara la obra ejecutada como metro cubico de disposición de botaderos, verificando su colocación, compactación y demás actividades que aquí se hayan mencionado. La medida se aproximara tal como se hace en la normar invias para las medidas que implican pago por M3 en caso tal que así se requiera.
ITEM DE PAGO.

DISPOSICION DE BOTADEROS…… (M3)

4 INV ARTICULO 600 EXCAVACIONES VARIAS

4.1 600.1 DESCRIPCIÓN

4.1.1 600.1.1 Generalidades

Este trabajo consiste en la excavación necesaria para las fundaciones de las estructuras a las cuales se refiere el presente Artículo, de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos u ordenados por el Interventor. Comprende, además, la construcción de encofrados, ataguías y cajones y el sistema de drenaje que fuere necesario para la ejecución de los trabajos, así como el retiro subsiguiente de encofrados y ataguías. Incluye, también, la remoción, transporte y disposición de todo material que se encuentre dentro de los límites de las excavaciones y la limpieza final que sea necesaria para la terminación del trabajo.

Se exceptúan las excavaciones contempladas por el Artículo 210 “Excavación de la explanación, canales y préstamos”, las excavaciones para pilotes pre-excavados, las cuales están comprendidas en el Artículo 621, y cualquier otra excavación considerada en algún otro Artículo de estas especificaciones.

4.1.2 600.1.2 Clasificación

4.1.2.1 600.1.2.1 EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR

Se refiere a los trabajos de excavaciones varias de cualquier material, sin importar su naturaleza ni la presencia de la tabla de agua.

4.1.2.2 600.1.2.2 EXCAVACIONES VARIAS CLASIFICADAS

4.1.2.2.1 600.1.2.2.1 Excavaciones varias en roca en seco

Comprenden la excavación del mismo tipo de material descrito en el numeral 210.1.3.2.1 del Artículo 210 "Excavación de la explanación, canales y préstamos", de las presentes especificaciones.

4.1.2.2.2 600.1.2.2.2 Excavaciones varias en roca bajo agua

Comprenden toda excavación cubierta por el numeral anterior, donde la presencia permanente de agua sobre el nivel de la excavación dificulte la ejecución de ésta.

4.1.2.2.3 600.1.2.2.3 Excavaciones varias en material común en seco

Comprenden la excavación, en seco, de materiales no cubiertos por el numeral 600.1.2.2.1, "Excavaciones varias en roca en seco".

4.1.2.2.4 600.1.2.2.4 Excavaciones varias en material común bajo agua

Comprenden toda excavación de los materiales considerados en el numeral anterior, pero donde la presencia permanente de agua sobre el nivel de la excavación dificulte la ejecución de ésta.

4.2 600.2 MATERIALES

Los materiales provenientes de las excavaciones varias que sean adecuados y necesarios para la ejecución de rellenos, deberán ser almacenados por el Constructor para aprovecharlos en la construcción de aquellos, según lo determine el Interventor. Dichos materiales no se podrán desechar ni retirar de la zona de la obra para fines distintos a los definidos en los documentos del Contrato, sin la aprobación previa del Interventor.

Los materiales de las excavaciones varias que no sean utilizables, deberán ser dispuestos de acuerdo con lo que establezcan los documentos del proyecto y las instrucciones del Interventor, en zonas de disposición o desecho aprobadas ambientalmente.

4.3 600.3 EQUIPO

El Constructor propondrá, para consideración del Interventor, los equipos más apropiados para las operaciones por realizar, de acuerdo con el tipo de material por excavar, los cuales no deberán producir daños innecesarios en vecindades o en la zona de los trabajos; y deberán

garantizar el avance físico según el programa de trabajo, permitiendo el correcto desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

4.4 600.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

4.4.1 600.4.1 Generalidades

El Constructor deberá notificar al Interventor, con suficiente antelación al comienzo de cualquier excavación, para que se efectúen todas las medidas y levantamientos topográficos necesarios y se fije la localización de la estructura en el terreno original, según el tipo de estructura de que se trate.

Antes de comenzar los trabajos de excavación, se deberán haber completado los trabajos previos de desmonte y limpieza, de conformidad con lo que resulte aplicable de lo especificado en el Artículo 200 de las presentes especificaciones.

Si dentro de los límites de la excavación se encuentran estructuras, cimientos antiguos u otros obstáculos, éstos deberán ser retirados por el Constructor, quien no tendrá derecho a compensación adicional por las dificultades o contratiempos que ocasione la remoción y/o retiro de tales obstrucciones.

Siempre que los trabajos lo requieran, las excavaciones varias deberán comprender labores previas, tales como el desvío de corrientes de agua o la construcción de cauces provisionales u otras que contemplen los planos del proyecto o indique el Interventor.

Los bordes exteriores de las excavaciones deberán delimitarse perfectamente, mediante estacas, jalones y líneas de demarcación de sus contornos. En las proximidades de toda excavación destinada a fundar estructuras o instalar alcantarillas, se colocará a lo menos una estaca de referencia altimétrica. Será de responsabilidad del Constructor conservar en todo momento la estaca de referencia altimétrica hasta la recepción de los trabajos; el Interventor, podrá ordenar la paralización de las excavaciones que no cuenten con esas referencias.

Las excavaciones se deberán adelantar de acuerdo con los planos de construcción. Las cotas de fundación de zapatas indicadas en ellos se consideran aproximadas y, por lo tanto, el Interventor podrá ordenar que se efectúen todos los cambios que considere necesarios en las dimensiones de la excavación, para obtener una cimentación satisfactoria.

El Constructor deberá tomar todas las precauciones para que la perturbación del suelo contiguo a la excavación sea mínima.

En caso de que al llegar a las cotas de cimentación indicadas en los planos, el material sea inapropiado, el Interventor podrá ordenar una excavación a mayor profundidad a efectos de obtener un material de fundación apropiado o, alternativamente, a excavar a mayor profundidad y rellenar con un material que cumpla requisitos de los denominados apropiados en el numeral 220.2.1 del Artículo 220 de estas especificaciones.

En el primer caso, se deberá revisar los diseños de la estructura y efectuar las modificaciones que corresponda. En el segundo caso, el material de relleno será tratado conforme lo establece el Artículo 610, "Rellenos para estructuras", de estas especificaciones.

En ambos casos, el Interventor definirá las cotas hasta las cuales se deberá profundizar la excavación.

Para las excavaciones en roca, los procedimientos, tipos y cantidades de explosivos que el Constructor proponga utilizar, deberán contar con la aprobación previa del Interventor, así como la disposición y secuencia de las voladuras, las cuales se deberán proyectar de manera que su efecto sea mínimo por fuera de los taludes proyectados. En la dirección y ejecución de estos trabajos se deberá emplear personal que tenga amplia experiencia al respecto.

Toda excavación que presente peligro de derrumbes que afecten el ritmo de los trabajos, la seguridad del personal o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, deberá entibarse de manera satisfactoria para el Interventor. Los entibados deberán ser retirados antes de rellenar las excavaciones.

Cuando no fuese posible mantener libre de agua el área de las excavaciones, mediante obras gravitacionales, se deberán instalar y mantener operando motobombas, mangueras, conductos deslizantes y todos los dispositivos necesarios que permitan mantener el agua a un nivel inferior al del fondo de las obras permanentes. Durante el bombeo, se deberá tener la precaución de no producir socavaciones en partes de las obras o alterar las propiedades de los suelos.

Cualquier daño o perjuicio causado por el desarrollo de los trabajos, en la obra o en propiedades adyacentes, será responsabilidad del Constructor quien, deberá reponer, a su costa, los daños y perjuicios causados, a plena satisfacción del Interventor.

4.4.2 600.4.2 Excavaciones para cimentaciones de estructuras de concreto

4.4.2.1 600.4.2.1 EXCAVACIÓN

Los lugares para cimentaciones se deberán excavar conforme las líneas de pago indicadas en los planos u ordenadas por el Interventor, para permitir la construcción de las mismas a todo su ancho y longitud y dejando un fondo con una superficie plana y horizontal.

Cuando la cimentación deba asentarse sobre una superficie excavada que no sea roca, el Constructor deberá tener especial cuidado para no perturbar el fondo de la excavación, tomando la precaución adicional de no remover el material del fondo de la excavación, en mínimo veinte centímetros (20cm) (o lo que autorice el Interventor), hasta la cota de cimentación prevista, sino en el instante en que se esté por colocar el cimiento.

En las excavaciones de las fundaciones de estructuras en cajón y pilas, el Constructor podrá adoptar el sistema constructivo que estime conveniente, siempre y cuando cuente con la aprobación del Interventor. Podrá facilitar el procedimiento constructivo con el empleo de islas, plataformas, sistemas neumáticos, aire comprimido, lanzas de agua, equipos de alto rendimiento de origen minero, y cualquier otro sistema autorizado. El empleo de cualquiera de estos sistemas constructivos derivados de las dificultades de la ejecución de obra, no implicará ningún pago adicional al pactado para el precio unitario establecido en esta especificación.

Cuando se encuentre un fondo rocoso, la excavación se deberá ejecutar de tal forma, que la roca sólida quede expuesta y preparada en lechos horizontales o dentados para recibir el concreto, debiendo ser removidos todos los fragmentos de roca suelta o desintegrada, así como los estratos muy delgados. Las grietas y cavidades que queden expuestas, deberán ser limpiadas y rellenadas con concreto o mortero.

Cuando se usen pilotes para soportar zapatas de estribos o pilas de puentes o viaductos, la excavación de cada fondo se deberá completar antes de iniciar la hinca y ésta deberá finalizar antes de comenzar la fundición de la zapata que se trate. Al terminar la hinca de los pilotes, el Constructor deberá retirar todo el material suelto o desplazado, con el fin de que quede un lecho plano y sólido para recibir el concreto.

4.4.2.2 600.4.2.2 ATAGUÍAS Y ENCOFRADOS

Las ataguías y encofrados que se conformen para la protección de las excavaciones donde se van a construir los cimientos, se deberán llevar a profundidades y alturas apropiadas para que sean seguras y tan impermeables como sea posible, para realizar adecuadamente el trabajo por ejecutar dentro de ellas. Las dimensiones internas de las ataguías y encofrados deberán dejar espacio suficiente para la construcción de formaletas y la inspección de sus partes externas, así como para permitir el bombeo por fuera de aquellos.

Las ataguías y encofrados deberán ser construidos en tal forma, que protejan el concreto fresco contra cualquier daño que pudiera ocasionarle una creciente repentina y para prevenir cualquier daño debido a la erosión. En las ataguías y encofrados no se deberán dejar maderos o abrazaderas que puedan penetrar en el concreto del cimiento, salvo que el Interventor lo autorice por escrito.

No se permitirá ningún apuntalamiento de ataguías y encofrados que pueda producir esfuerzo, golpe o vibración en la estructura permanente.
Las ataguías y encofrados inclinados o desplazados lateralmente durante el proceso de hincado, deberán ser enderezados, relocalizados o suplementados para obtener el espacio necesario y el lugar apropiado para la cimentación de la estructura.

Al terminar el trabajo de que se trate, el Constructor deberá desmontar y retirar la obra falsa, de tal manera que no ocasione ningún daño al cimiento terminado.

4.4.2.3 600.4.2.3 SELLO DE CONCRETO

Cuando, a juicio del Interventor, ocurran circunstancias que no permitan fundir el cimiento en seco, podrá exigir la construcción de un sello de concreto de las dimensiones que sean necesarias. El concreto deberá ser de la clase D definida en el Artículo 630, "Concreto estructural", de estas especificaciones.

Después de colocado el sello, el agua se extraerá por bombeo, continuándose la ejecución del trabajo en seco.

Cuando se utilicen encofrados de peso considerable con el fin de compensar parcialmente la presión hidrostática que actúa contra la base del sello de concreto, se deberán proveer anclajes especiales, tales como espigos o llaves, para transferir el peso total del encofrado a dicho sello.

Cuando el agua esté sujeta a mareas o corrientes, las paredes del encofrado se deberán perforar a la altura de la marea más baja, para controlar y obtener igual presión hidrostática dentro y fuera del elemento, durante la fundida y el fraguado de los sellos.

4.4.2.4 600.4.2.4 CONSERVACIÓN DE LOS CAUCES

A menos que una especificación particular indique algo diferente, no se permitirá ninguna excavación por fuera de los cajones, ataguías, encofrados o tablestacados, ni alterar el lecho natural de las corrientes adyacentes a la estructura, sin el consentimiento del Interventor.

Si se efectúa cualquier excavación o dragado en el sitio de la estructura, antes de colocar los caissons, encofrados, ataguías o tablestacados, el Constructor deberá rellenar la zona excavada o dragada, a sus expensas, una vez colocada la cimentación, hasta la altura natural del terreno o lecho del río, con material aprobado por el Interventor.

En cursos de agua navegables, el Constructor deberá mantener en todo momento, la profundidad del agua y los gálibos requeridos para el paso del tránsito lacustre o fluvial. También, deberá mantener luces y señales adecuadas durante todo el período de construcción.

Los materiales provenientes de las excavaciones de cimientos o rellenos de ataguías que se depositen en la zona de la corriente de agua, deberán ser retirados por el Constructor, dejando el lecho de la corriente en las mismas condiciones en que se encontraba originalmente.

4.4.3 600.4.3 Excavaciones para alcantarillas

Las excavaciones para alcantarillas se deberán efectuar de conformidad con el alineamiento, dimensiones, pendientes y detalles mostrados en los planos del Proyecto y las instrucciones del Interventor.

Cuando se vaya a colocar una alcantarilla por debajo de la línea del terreno original, se deberá excavar una zanja a la profundidad requerida, de acuerdo a los Artículos 660, 661 o 662 de las presentes especificaciones según corresponda, conformándose el fondo de la misma de manera que asegure un lecho firme en toda la longitud de la alcantarilla. El ancho de dicha zanja deberá ser el mínimo que permita trabajar a ambos lados de la alcantarilla y compactar debidamente el relleno debajo y alrededor de ella. Las paredes de la zanja deberán quedar lo más verticales que sea posible, desde la cimentación hasta, por lo menos, la clave de la alcantarilla.

Cuando se encuentre roca, ya sea en estratos o en forma suelta, o cualquier otro material que por su dureza no permita conformar un lecho apropiado para colocar la tubería, dicho material deberá ser removido hasta más abajo de la cota de cimentación y reemplazado por un material de subbase granular compactado, en un espesor mínimo de quince centímetros (15 cm). Esta capa se deberá compactar, como mínimo al noventa y cinco por ciento (95%) de la densidad máxima obtenida en el ensayo modificado de compactación (norma de ensayo INV E-142), teniendo en cuenta la corrección por presencia de partículas gruesas (Norma INV E-228), siempre que ella resulte necesaria.

Cuando se presenten materiales suaves, esponjosos o inestables que no permitan una base firme para la cimentación de la alcantarilla, dichos materiales deberán ser removidos en una profundidad igual al ancho de la excavación o la que autorice el Interventor, debiendo ser rellenados posteriormente con un material adecuado, según el numeral 220.2.1 del Artículo

220, de las presentes especificaciones, el cual se compactará debidamente, para obtener un lecho firme y homogéneo.

4.4.4 600.4.4 Excavaciones para filtros

Las excavaciones para la construcción de filtros se deberán efectuar hasta la profundidad que se requiera y de conformidad con las dimensiones, pendientes y detalles que indiquen los planos del proyecto o determine el Interventor. Las paredes de las excavaciones deberán ser verticales y su fondo deberá ser conformado, a efecto de que quede una superficie firme y uniforme en toda su longitud.

4.4.5 600.4.5 Excavaciones para gaviones, muros de contención de suelo reforzado con geotextil, descoles y zanjas

Las excavaciones para la fundación de gaviones y muros de contención de suelo reforzado con geotextil, así como las necesarias para la construcción de descoles, zanjas y obras similares, se deberán realizar de conformidad con las dimensiones y detalles señalados en los planos o determinados por el Interventor.

4.4.6 600.4.6 Bombeo

En cualquier excavación que lo requiera, el bombeo se deberá hacer de manera que excluya la posibilidad de arrastrar cualquier porción de los materiales colocados. No se permitirá bombear agua durante la colocación del concreto o durante las veinticuatro (24) horas siguientes, salvo que el bombeo se pueda efectuar desde un sumidero apropiado, separado de la obra de concreto por un muro impermeable u otros medios efectivos.

No se deberá iniciar el bombeo para drenar una ataguía o encofrado sellado, hasta tanto el sello haya fraguado suficientemente para resistir la presión hidrostática y, en ningún caso, antes de siete (7) días o el lapso adicional que autorice el Interventor.

4.4.7 600.4.7 Limpieza final

Al terminar los trabajos de excavación, el Constructor deberá limpiar y conformar las zonas laterales de la misma y las de disposición de sobrantes, de acuerdo con lo que establezca el plan ambiental y las indicaciones del Interventor.

4.4.8 600.4.8 Limitaciones en la ejecución

Las excavaciones varias sólo se llevarán a cabo cuando no haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra y la temperatura ambiente, a la sombra, no sea inferior a dos grados Celsius (2oC).

Los trabajos de excavaciones varias se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

4.4.9 600.4.9 Manejo ambiental y otras consideraciones

Todas las labores de excavaciones varias se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

Los desvíos provisionales de los cursos de agua, no podrán dar lugar a modificaciones permanentes en los lechos de quebradas y ríos. Así mismo, se deberá evitar el represamiento y el empozamiento de agua que puedan originar áreas insalubres causantes de la proliferación de mosquitos y otras plagas.

Todos los materiales removidos de las excavaciones y que no tengan uso previsto en la obra deberán ser cuidadosamente recuperados para evitar que puedan ser arrastrados a cursos de agua, y serán transportados y depositados en lugares apropiados, de la manera prevista en los documentos del proyecto u ordenada por el Interventor.

En cuanto a hallazgos arqueológicos, paleontológicos y de minerales de interés comercial o científico, se seguirá lo dispuesto en el numeral 210.4.5 del Artículo 210 “Excavación de la explanación, canales y préstamos”, de las presentes especificaciones.

4.5 600.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

4.5.1 600.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Constructor disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar el estado del equipo utilizado por el Constructor.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Constructor.

- Vigilar el cumplimiento del programa de trabajo.
- Verificar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables.
- Verificar alineamiento, perfil y secciones de las áreas excavadas.
- Comprobar la lisura y firmeza del fondo de las excavaciones.
- Medir los volúmenes de trabajo ejecutado por el Constructor en acuerdo a la presente especificación.

4.5.2 600.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El trabajo se dará por terminado cuando el alineamiento, el perfil y la sección de la excavación estén de acuerdo con los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor y éste considere, además, que la conservación de cauces es satisfactoria.

En ningún punto, la excavación realizada podrá variar con respecto a la autorizada por el Interventor en más de tres centímetros (3 cm) en cota, ni en más de cinco centímetros (5 cm) en la localización en planta.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, a plena satisfacción del Interventor.

4.6 600.6 MEDIDA

La unidad de medida de las excavaciones varias será el metro cúbico (m3), aproximado a la décima de metro cúbico, de material excavado en su posición original, determinado dentro y hasta las líneas de pago indicadas en los planos y en esta especificación o autorizadas por el Interventor. No habrá ninguna medida por los sobreanchos que se requieran para colocar encofrados, ni por el material que se haya excavado antes de que se hayan realizado los levantamientos topográficos mencionados en el numeral 600.4.1.

Si el volumen medido de excavación aprobada contiene una fracción de metro cúbico igual o superior a cinco centésimas (≥0.05m3), la aproximación se realizará a la décima superior; en caso contrario, se aproximará a la décima inferior.

Todas las excavaciones serán medidas por volumen realizado, verificado por el Interventor antes y después de ser ejecutado el trabajo de excavación. Si el Constructor cierra la excavación antes de que el Interventor realice la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente éste determine.

En excavaciones para estructuras, alcantarillas y filtros, toda medida se hará con base en caras verticales a partir de los bordes autorizados de la excavación. Las excavaciones efectuadas por fuera de estos límites y los volúmenes adicionales causados por facilidad constructiva,

desprendimientos, derrumbes, hundimientos, sedimentaciones o rellenos debidos a causas naturales, descuido o negligencia del Constructor, no se medirán y su corrección correrá por cuenta de éste, a plena satisfacción del Interventor.

En caso de que ocurran derrumbes que el Interventor no atribuya a descuido o negligencia del Constructor, ellos se medirán, para efectos de pago, conforme lo establece el Artículo 211, "Remoción de derrumbes", de estas especificaciones.

La medida de la excavación para la fundación de gaviones, muros de contención de suelo reforzado con geotextil, así como para la ejecución de descoles, zanjas y similares, se hará con base en secciones transversales, tomadas antes y después de realizar el trabajo respectivo. No se incluirán en la medida las excavaciones realizadas por fuera de las líneas definidas en el proyecto o autorizadas por el Interventor.

4.7 600.7 FORMA DE PAGO

El trabajo de excavaciones varias se pagarán al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto, la presente especificación y las instrucciones del Interventor, para la respectiva clase de excavación, ejecutada satisfactoriamente y aceptada por éste.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de la excavación, eventual perforación y voladura, remoción, cargue, transporte y descargue de todos los materiales excavados en las zonas de utilización o desecho, así como su correcta disposición en estas últimas. También, deberá cubrir los costos de todas las obras provisionales y complementarias, tales como la construcción de accesos, desvíos de corrientes de agua, construcción de cauces provisionales, trabajos de conservación de cauces; ataguías, encofrados, caissons, tablestacados, andamios, entibados y desagües; y los equipos, bombeos, transportes, mano de obra, explosivos, limpieza final de la zona de construcción y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El Constructor deberá considerar, en relación con los explosivos, todos los costos que implican su adquisición, transporte, escoltas, almacenamiento, vigilancia, manejo y control hasta el sitio de utilización.

Si el material excavado es roca, el precio unitario deberá cubrir su eventual almacenamiento para uso posterior, en las cantidades y sitios señalados por el Interventor. De los volúmenes de excavación se descontarán, para fines de pago, aquellos que se empleen en la construcción de rellenos para estructuras, mampostería, muros de contención de suelo reforzado con geotextil, concretos, filtros, subbases, bases y capas de rodadura.

En el caso de que los trabajos afecten una vía en la cual exista tránsito automotor, el precio unitario deberá incluir, además, los costos de señalización preventiva de la vía y el control del tránsito durante la ejecución de los trabajos.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

Los trabajos de desmonte y limpieza previos a la ejecución de las excavaciones, se medirán y pagarán de acuerdo con el Artículo 200, "Desmonte y limpieza", de las presentes especificaciones.

El sello de concreto para la protección del fondo de la excavación, cuando se requiera, se medirá y pagará de acuerdo con el Artículo 630, "Concreto estructural", de estas especificaciones.

ÍTEM DE PAGO
Alternativa I

600.1 Excavaciones varias sin clasificar	Metro cúbico (m3)

Alternativa II

600.2 Excavaciones varias en roca en seco	Metro cúbico (m3)
600.3 Excavaciones varias en roca bajo agua	Metro cúbico (m3)
600.4 Excavaciones varias en material común en seco	Metro cúbico (m3)
600.5 Excavaciones varias en material común bajo agua	Metro cúbico (m3)

5 INV ARTICULO 210 EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN, CANALES Y PRÉSTAMOS

5.1 210.1 DESCRIPCIÓN

5.1.1 210.1.1 Generalidades

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de disposición o desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación, canales y préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones que ordene el Interventor.

Comprende, además, la excavación y remoción de la capa vegetal o descapote y de otros materiales blandos, orgánicos y objetables, en las áreas donde se hayan de realizar las excavaciones de la explanación y terraplenes.

5.1.2 210.1.2 Definiciones

5.1.2.1 210.1.2.1 EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN

El trabajo comprende el conjunto de actividades de excavación y nivelación de las zonas donde ha de fundarse la carretera, incluyendo taludes y cunetas; así como la escarificación, conformación y compactación de la subrasante en corte.

Incluye, además, las excavaciones necesarias para el ensanche o modificación del alineamiento horizontal o vertical de calzadas existentes.

5.1.2.2 210.1.2.2 EXCAVACIÓN DE CANALES

El trabajo comprende las excavaciones necesarias para la construcción de canales, zanjas interceptoras y acequias, así como el mejoramiento de obras similares existentes y de cauces naturales.

5.1.2.3 210.1.2.3 EXCAVACIÓN EN ZONAS DE PRÉSTAMO

El trabajo comprende el conjunto de las actividades para explotar los materiales adicionales a los volúmenes provenientes de la excavación de la explanación, requeridos para la construcción de los terraplenes o pedraplenes.

5.1.3 210.1.3 Clasificación

5.1.3.1 210.1.3.1 EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR

Se refiere a los trabajos de excavación de cualquier material sin importar su naturaleza.

5.1.3.2 210.1.3.2 EXCAVACIÓN CLASIFICADA

5.1.3.2.1 210.1.3.2.1 Excavación en roca

Comprende la excavación de masas de rocas fuertemente litificadas que, debido a su buena cementación o alta consolidación, requieren el empleo sistemático de explosivos.

Comprende, también, la excavación de bloques con volumen individual mayor de un metro cúbico (1 m3), procedentes de macizos alterados o de masas transportadas o acumuladas por acción natural, que para su fragmentación requieran el uso de explosivos.

5.1.3.2.2 210.1.3.2.2 Excavación en material común

Comprende la excavación de materiales no cubiertos por el numeral anterior, 210.1.3.2.1, Excavación en roca.

5.1.3.2.3 210.1.3.2.3 Métodos alternativos para determinar el tipo de material excavado

Como alternativa de clasificación se podrá recurrir a mediciones de velocidad de propagación del sonido, practicadas sobre el material en las condiciones naturales en que se encuentre, y se considerará material común aquel en que dicha velocidad sea menor a dos mil metros por segundo (2.000 m/s) y roca, cuando sea igual o superior a este valor.

Se aceptará como criterio para determinar el horizonte de roca cuando la dureza y el fracturamiento no permitan efectuar faenas de remoción con equipos mecánicos. Esta dificultad se determinará directamente cuando una máquina del tipo bulldozer con una potencia mínima de 410 HP y peso mínimo de 48.500 kg o una retroexcavadora con una potencia mínima de 217 HP y peso mínimo de
30.200 kg, empleadas a su máxima potencia sean incapaces de remover el material. La utilización de uno u otro equipo dependerá del espacio disponible para operar y de la forma de la superficie de la roca, prefiriéndose siempre el bulldozer. La operación será efectuada por los dientes de la retroexcavadora o el ripper del bulldozer en presencia del Interventor. Una vez comprobado por las partes lo expuesto, se procederá a dejar constancia de la situación en el Libro de Obra.

5.2 210.2 MATERIALES

Los materiales provenientes de la excavación de la explanación y de canales se utilizarán, si reúnen las calidades exigidas, en la construcción de las obras de acuerdo con los usos fijados en los documentos del proyecto o determinados por el Interventor. El Constructor no podrá desechar materiales ni retirarlos para fines distintos a los del contrato, sin la autorización previa del Interventor.

Los materiales provenientes de la excavación que presenten características adecuadas para uso en la construcción de la vía, serán reservados para colocarlos posteriormente.

Los materiales de excavación que no sean utilizables deberán ser colocados, de acuerdo con las instrucciones del Interventor, en zonas de disposición o desecho aprobadas por éste.

Los materiales adicionales que se requieran para las obras, se extraerán de las zonas de préstamo aprobadas por el Interventor y deberán cumplir con las características establecidas en las especificaciones correspondientes.

5.3 210.3 EQUIPO

El Constructor propondrá, para consideración del Interventor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, de acuerdo con el tipo de material por excavar, los cuales no deberán producir daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

5.4 210.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

5.4.1 210.4.1 Excavación de la explanación

5.4.1.1 210.4.1.1 GENERALIDADES

Antes de iniciar las excavaciones se requiere la aprobación, por parte del Interventor, de los trabajos de localización, desmonte, limpieza y demoliciones, así como los de remoción de especies vegetales, cercas de alambre y demás obstáculos que afecten la ejecución de las obras del proyecto.

No se deberá acudir al uso de sistemas de excavación que pudieran dañar excesivamente el terreno adyacente. Durante la ejecución de los trabajos se tomarán, en todos los casos, las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia o estabilidad del terreno no excavado. En especial, se atenderá a las características tectónico-estructurales del entorno y a las alteraciones de su drenaje y se adoptarán las medidas necesarias para evitar fenómenos como inestabilidad de taludes en roca o de bloques de la misma, debida a voladuras inadecuadas; deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación; encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras o taludes provisionales excesivos.

Las obras de excavación deberán avanzar en forma coordinada con las de drenaje del proyecto, tales como alcantarillas, desagües y descoles de cunetas y construcción de filtros.

La secuencia de todas las operaciones de excavación debe ser tal, que asegure la utilización de todos los materiales aptos y necesarios para la construcción de las obras señaladas en los planos del proyecto o indicadas por el Interventor.

La excavación de la explanación se deberá ejecutar de acuerdo con las secciones transversales del proyecto o las modificadas por el Interventor. Todo sobre-excavación que haga el

Constructor, por negligencia o por conveniencia propia para la operación de sus equipos, correrá por su cuenta y el Interventor podrá suspenderla, si lo estima necesario, por razones técnicas o económicas.

Cualquier daño no previsto a una estructura o construcción existente causado por la ejecución de los trabajos de excavación deberá ser asumido por el Constructor, quién deberá reponer el bien a entera satisfacción de su propietario.

En la construcción de terraplenes sobre terreno inclinado o a media ladera, el talud de la superficie existente se deberá cortar en forma escalonada de acuerdo con los planos o las instrucciones del Interventor.

Cuando la altura de los taludes y la calidad del material por excavar lo exijan, se deberán proyectar terrazas con una pendiente no inferior al 4% hacia el interior del talud a una cuneta que debe recoger y encauzar las aguas superficiales. El ancho mínimo de la terraza deberá ser tal, que permita la operación normal de los equipos de construcción.

Al alcanzar el nivel de subrasante en la excavación, se deberá escarificar en una profundidad de quince centímetros (15 cm), conformar de acuerdo con las pendientes transversales especificadas y compactar, según las exigencias de compactación para corona definidas en el Artículo 220 "Terraplenes", en una profundidad mínima de quince centímetros (15 cm).

Si los suelos encontrados al nivel de la subrasante están constituidos por cenizas volcánicas, el Interventor ordenará las modificaciones que corresponden a las instrucciones del párrafo anterior, con el fin de asegurar la estabilidad de la subrasante.

En caso de que al nivel de la subrasante se encuentren suelos expansivos y salvo que los documentos del proyecto o el Interventor determinen lo contrario, la excavación se llevará hasta un metro por debajo del nivel proyectado de subrasante y su fondo no se compactará. Esta profundidad sobreexcavada se rellenará y conformará con material que cumpla las características definidas en el Artículo 220, "Terraplenes". Los setenta centímetros (70 cm) inferiores se rellenarán con un material apropiado para “núcleo” y los treinta centímetros (30 cm) restantes con un material idóneo para “corona”.

Un suelo se considerará expansivo de acuerdo con los criterios consignados en la norma de ensayo INV E-132 “Determinación de suelos expansivos”.

Igualmente, si el material encontrado al nivel de subrasante posee características orgánicas, deberá ser removido hasta una profundidad de un metro o hasta que la característica orgánica cese y se escogerá la menor de las dos dimensiones. Los treinta centímetros (30 cm) superiores

se rellenarán con un material apropiado para “corona” y los restantes con un material idóneo para “núcleo”.

Se considerará que el material posee características orgánicas cuando el contenido de materia orgánica, en peso, supera el dos por ciento (2%) determinado según la norma INV E-121 “Determinación del contenido orgánico en suelos mediante pérdida por ignición”.

Las cunetas y bermas se deberán construir de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas especificadas en los planos o modificadas por el Interventor. Todo daño posterior a la ejecución de estas obras, causado por negligencia del Constructor, deberá ser subsanado por éste, sin ninguna erogación por parte del Instituto Nacional de Vías.

Para las excavaciones en roca, los procedimientos, tipos y cantidades de explosivos y equipos que el Constructor proponga utilizar, deberán estar aprobados previamente por el Interventor; así como la secuencia y disposición de las voladuras, las cuales se deberán proyectar en tal forma que sea mínimo su efecto por fuera de los taludes proyectados. El Constructor garantizará la dirección y ejecución de las excavaciones en roca, utilizando personal que tenga amplia experiencia en trabajos similares.

Cualquier roca situada en los límites de la excavación, o fuera de ellos, que hubiese sido golpeada, aflojada, o de alguna manera dañada por las voladuras u otras causas, deberá ser removida hasta asegurarse que no queden trozos inestables. No deberán quedar depresiones que dejen zonas colgadas, aunque se presenten firmes a simple vista.

La aprobación dada por el Interventor no exime al Constructor de su responsabilidad por los errores y daños que causen las voladuras.

Toda excavación en roca se deberá profundizar quince centímetros (15 cm) por debajo de las cotas de subrasante. Las áreas sobre-excavadas se deben rellenar y conformar con material seleccionado proveniente de las excavaciones o con material de subbase granular, según lo determine el Interventor.

La superficie final de la excavación en roca se deberá encontrar libre de cavidades que permitan la retención de agua y tendrá, además, pendientes transversales y longitudinales que garanticen el correcto drenaje superficial.

5.4.1.2 210.4.1.2 TRANSICIONES DE CORTE A TERRAPLÉN Y VICEVERSA

Se cuidarán especialmente estas zonas de contacto, en las que la excavación se deberá ampliar hasta que el terraplén penetre en ella en toda su sección. En la transición de corte a terraplén y

viceversa se deberán construir escalones, con el ancho adecuado para el correcto trabajo de los equipos de construcción, de tal forma que se eliminen totalmente eventuales planos de contacto inclinados, que constituyan riesgo de inestabilidad en el terraplén. Tales escalones se deberán construir de acuerdo con los planos del proyecto o las instrucciones del Interventor.

5.4.1.3 210.4.1.3 ENSANCHE O MODIFICACIÓN DEL ALINEAMIENTO DE CALZADAS EXISTENTES

En los proyectos de mejoramiento de vías en donde el afirmado existente se ha de conservar, los procedimientos que utilice el Constructor deberán permitir la ejecución de los trabajos de ensanche o modificación del alineamiento, evitando la contaminación del afirmado con materiales arcillosos, orgánicos o vegetales. Los materiales excavados deberán ser cargados y transportados hasta los sitios de utilización o disposición aprobados por el Interventor.

Así mismo, el Constructor deberá garantizar el tránsito y conservar la superficie de rodadura existente.

Si el proyecto exige el ensanche del afirmado existente, las fajas laterales se excavarán hasta el nivel de subrasante, dándole a ésta, posteriormente, el tratamiento indicado en el numeral 210.4.1.1 de esta especificación.

En las zonas de ensanche de terraplenes, el talud existente se deberá cortar en forma escalonada de acuerdo con lo que establezcan los documentos del proyecto y las indicaciones del Interventor.

5.4.1.4 210.4.1.4 TALUDES

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie y contrarrestar cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como plantaciones superficiales, revestimientos, etc., bien porque estén previstas en el proyecto o porque sean ordenadas por el Interventor, estos trabajos se deberán realizar inmediatamente después de la excavación del talud.

En el caso de que los taludes presenten deterioro antes del recibo definitivo de las obras, el Constructor eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las correcciones complementarias ordenadas por el Interventor. Si dicho deterioro es imputable a una mala ejecución de las excavaciones, el Constructor será responsable por los daños ocasionados y, por lo tanto, las correcciones se efectuarán a su costa.

5.4.2 210.4.2 Excavación de canales

La construcción de los canales, zanjas de drenaje, zanjas interceptoras y acequias, así como el mejoramiento de obras similares y cauces naturales se deberá efectuar de acuerdo con los alineamientos, secciones y cotas indicados en los planos o determinados por el Interventor. En general, en esta clase de obras la pendiente longitudinal no deberá ser menor de 0.25%, salvo que el Interventor dé una autorización en contrario por escrito. Las excavaciones serán iniciadas por el extremo aguas abajo de la obra.

Toda desviación de las cotas y secciones especificadas, especialmente si causa estancamiento del agua o erosión, deberá ser subsanada por el Constructor, a entera satisfacción del Interventor, y sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

5.4.3 210.4.3 Utilización de materiales excavados y disposición de sobrantes

Todos los materiales provenientes de las excavaciones de la explanación o canales que sean utilizables y, según los planos y especificaciones o a juicio del Interventor, necesarios para la construcción o protección de terraplenes, pedraplenes u otras partes de las obras proyectadas, se deberán utilizar en ellos. El Constructor no podrá disponer de los materiales provenientes de las excavaciones ni retirarlos para fines distintos a los del contrato, sin autorización previa del Interventor.

Los materiales provenientes del descapote se deberán almacenar para su uso posterior en sitios accesibles y de manera aceptable para el Interventor; estos materiales se deberán usar preferentemente para el recubrimiento de los taludes de los terraplenes terminados.

Los materiales sobrantes de la excavación deberán ser colocados de acuerdo con las instrucciones del Interventor y en zonas aprobadas por éste; se usarán de preferencia para el tendido de los taludes de terraplenes o para emparejar las zonas laterales de la vía. Se dispondrán en tal forma que no ocasionen ningún perjuicio al drenaje de la carretera o a los terrenos que ocupen, a la visibilidad en la vía ni a la estabilidad de los taludes o del terreno al lado y debajo de la carretera. Todos los materiales sobrantes se deberán extender y emparejar de tal modo que permitan el drenaje de las aguas alejándolas de la vía, sin estancamiento y sin causar erosión, y se deberán conformar para presentar una buena apariencia. Cuando los materiales sobrantes no se puedan emplear en las obras del proyecto, se deberán transportar y disponer en vertederos conforme a lo indicado en los planos del proyecto, las especificaciones particulares o las instrucciones del Interventor y se deberá atender especialmente lo indicado en el Artículo 106 “Aspectos Ambientales” de estas especificaciones.

Los materiales aprovechables de la excavación de canales y obras similares, se deberán utilizar en los terraplenes del proyecto, extender o acordonar a lo largo de los cauces excavados, o disponer según lo determine el Interventor, a su entera satisfacción.

5.4.4 210.4.4 Excavación en zonas de préstamo

Los materiales adicionales que se requieran para la terminación de las obras proyectadas o indicadas por el Interventor, se obtendrán mediante el ensanche de las excavaciones del proyecto si ello es posible y está autorizado, o de zonas de préstamo, previamente aprobadas por el Interventor.

En la excavación de préstamos se seguirá todo lo pertinente a los procedimientos de ejecución de las excavaciones de la explanación y canales.

5.4.5 210.4.5 Hallazgos arqueológicos, paleontológicos y de minerales de interés comercial o científico

En caso de algún descubrimiento de ruinas prehistóricas, sitios de asentamientos indígenas o de época colonial, reliquias, fósiles, meteoritos u otros objetos de interés arqueológico, paleontológico o minerales de interés comercial o científico durante la ejecución de las obras, el Constructor tomará de inmediato medidas para suspender transitoriamente los trabajos en el sitio del descubrimiento y notificará al Interventor, quien dará aviso al Instituto Nacional de Vías y a la autoridad oficial que tenga a cargo la responsabilidad de investigar y evaluar dichos hallazgos. El Constructor, a pedido del Interventor, colaborará en su protección.

Cuando la investigación y evaluación de los hallazgos arqueológicos, paleontológicos y de minerales de interés comercial o científico retrase el avance de la obra, el Interventor deberá efectuar en conjunto con el Constructor, los ajustes pertinentes en el programa de trabajo.

5.4.6 210.4.6 Limpieza final

Al terminar los trabajos de excavación, el Constructor deberá limpiar y conformar las zonas laterales de la vía, las de préstamo y las de disposición de sobrantes, de acuerdo con lo que establezca el plan ambiental y las indicaciones del Interventor.

5.4.7 210.4.7 Referencias topográficas

Durante la ejecución de la excavación para explanación, canales y préstamos, el Constructor deberá mantener, sin alteración, todas las referencias topográficas y las marcas especiales para limitar las áreas de trabajo.

5.4.8 210.4.8 Limitaciones en la ejecución

Los trabajos de excavación de la explanación, canales y préstamos se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

5.4.9 210.4.9 Manejo ambiental

Todas las labores de excavación de la explanación, canales y préstamos se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

En particular, se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Cuando se estén efectuando las excavaciones, se deberá tener cuidado para que no se presenten depresiones y hundimientos que afecten el normal escurrimiento de las aguas superficiales.
- Los materiales sobrantes de las excavaciones se deberán disponer conforme lo establece el numeral 210.4.3 del presente Artículo.
- Si está previsto el revestimiento vegetal de los taludes con material de descapote, éste se deberá efectuar inmediatamente después de culminada la excavación.
- El material de descapote de las zonas de préstamo deberá ser cuidadosamente conservado para colocarlo de nuevo sobre el área excavada, reintegrándolo al paisaje.

5.5 210.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

5.5.1 210.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Constructor disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Constructor.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Constructor.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.

- Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas excavadas.
- Comprobar que toda superficie para base de terraplén o subrasante mejorada quede limpia y libre de materia orgánica.
- Verificar la compactación del fondo de la excavación, cuando corresponda.
- Medir los volúmenes de trabajo ejecutado por el Constructor en acuerdo a la presente especificación.

5.5.2 210.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

5.5.2.1 210.5.2.1 ACABADO

El trabajo de excavación se dará por terminado cuando el alineamiento, el perfil y la sección estén de acuerdo con los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la excavación, no será menor que la distancia señalada en los planos o modificada por el Interventor.

La cota de cualquier punto de la subrasante conformada y terminada no deberá variar en más de tres centímetros (3 cm) con respecto a la cota proyectada, medida verticalmente hacia abajo y, en ningún caso, la cota de subrasante podrá superar la cota del proyecto.

Las cotas de fondo de las cunetas, zanjas y canales no deberán diferir en más de tres centímetros (3 cm) de las proyectadas.

5.5.2.2 210.5.2.2 COMPACTACIÓN DEL FONDO DE LA EXCAVACIÓN

La compactación del fondo de la excavación, en el caso establecido taxativamente en el aparte 210.4.1.1 de esta especificación, se verificará de acuerdo con los criterios establecidos para la corona de terraplenes en el Artículo 220, “Terraplenes”, de este documento.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, a plena satisfacción del Interventor.

5.6 210.6 MEDIDA

La unidad de medida será el metro cúbico (m3), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado en su posición original.

Si el cómputo de la fracción decimal es igual o mayor a cinco décimas (≥ 0.5), la aproximación al metro cúbico (m3) completo se hará por exceso y si es menor a cinco décimas (< 0.5) se hará por defecto.

Todas las excavaciones para explanación, canales y préstamos serán medidas por volumen ejecutado, con base en las áreas de corte de las secciones transversales del proyecto, original o modificado, verificadas por el Interventor antes y después de ser ejecutado el trabajo de excavación.

Si el Constructor, en virtud de la continuación con los trabajos previstos, modifica el perfil de la excavación antes de que el Interventor realice la medición, se deberá a venir a lo que unilateralmente éste determine.
No se medirán las excavaciones que el Constructor haya efectuado por negligencia o por conveniencia por fuera de las líneas de pago del proyecto o las autorizadas por el Interventor. Si dicha sobre-excavación se efectúa en la subrasante o en una calzada existente, el Constructor deberá rellenar y compactar los respectivos espacios, a su costa y usando materiales y procedimientos aceptados por el Interventor.

En las zonas de préstamo, solamente se medirán en su posición original los materiales efectivamente utilizados en la construcción de terraplenes y pedraplenes; alternativamente, se podrá establecer la medición de los volúmenes de materiales de préstamo utilizados, en su posición final en la vía, reduciéndolos a su posición original mediante relación de densidades secas determinadas por el Interventor, teniendo en cuenta la corrección de partículas gruesas establecida por la norma INV E-228, siempre que ella se requiera.

No se medirán ni se autorizarán pagos para los volúmenes de material removido de derrumbes, durante los trabajos de excavación de taludes cuando, a juicio del Interventor, ellos fueren causados por procedimientos inadecuados o por negligencia del Constructor.

5.7 210.7 FORMA DE PAGO

El trabajo de excavación se pagará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto o las instrucciones del Interventor, para la respectiva clase de excavación ejecutada satisfactoriamente y aceptada por éste.

El precio unitario para la excavación deberá cubrir todos los costos por concepto de excavación, remoción, cargue, acarreo libre, y descargue en la zona de utilización o desecho. Se deberá considerar la mano de obra, equipos, herramientas utilizadas y los costos de administración, imprevistos y utilidad del Constructor.

Deberá cubrir, además, los costos de conformación de la subrasante y su compactación cuando corresponda, según se indica en el numeral 210.4.1.1; la conformación de las zonas laterales y las de préstamo y disposición de sobrantes; los costos de perforación en roca, precortes, explosivos y voladuras; la excavación de zanjas u obras similares y el mejoramiento de esas mismas obras o de cauces naturales; y la limpieza final.

El Constructor deberá considerar, en relación con los explosivos, todos los costos que implican su adquisición, transporte, escoltas, almacenamiento, vigilancia, manejo y control, hasta el sitio e instante de utilización.

En las zonas del proyecto donde se deba realizar trabajo de descapote, el precio unitario deberá cubrir el almacenamiento de los materiales necesarios para las obras; y, cuando ellos se acordonen a lo largo de futuros terraplenes, su posterior traslado y extensión sobre los taludes de éstos, así como el traslado y extensión sobre los taludes de los cortes donde esté proyectada su utilización.

Si el material excavado es roca, el precio unitario deberá cubrir su eventual almacenamiento para uso posterior, en las cantidades y sitios señalados por el Interventor. De los volúmenes de excavación se descontarán, para fines de pago, aquellos que se empleen en la construcción de mamposterías; concretos; filtros; y subbases, bases y capas de rodadura tanto de pavimentos asfálticos como de pavimentos rígidos.

En los proyectos de ensanche o de modificación del alineamiento de calzadas existentes, donde se debe garantizar el tránsito, el Constructor deberá considerar en su precio unitario la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos, así como todos los costos por concepto de la conservación de la superficie de rodadura existente.

El precio unitario para excavación de préstamos deberá cubrir todos los costos de desmonte, limpieza y descapote, entendiéndose en este caso como descapote la remoción necesaria de material para acceder al estrato apto de las zonas de préstamo; la excavación, cargue, acarreo libre y descargue de los materiales de préstamo efectivamente utilizados en la construcción de terraplenes o pedraplenes; y los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación y de alquiler de las fuentes de materiales de préstamo.

No habrá pago por las excavaciones y disposición o desecho de los materiales no utilizados que hayan sido obtenidos en las zonas de préstamo.

El transporte de los materiales provenientes de las excavaciones a una distancia mayor a cien metros (100 m) de acarreo libre se medirá y pagará de acuerdo con el Artículo 900, "Transporte de materiales provenientes de excavaciones y derrumbes".

ÍTEM DE PAGO

Alternativa I

210.1.1 Excavación sin clasificar de la explanación y canales	Metro cúbico (m3)
210.1.2 Excavación sin clasificar de préstamos	Metro cúbico (m3)

Alternativa II

210.2.1 Excavación en roca de la explanación y canales	Metro cúbico (m3)
210.2.2 Excavación en material común de la explanación y canales	Metro cúbico (m3)
210.2.3 Excavación en roca de préstamos	Metro cúbico (m3)
210.2.4 Excavación en material común de préstamos	Metro cúbico (m3)

6 INV ARTICULO 900 TRANSPORTE DE MATERIALES PROVENIENTES DE EXCAVACIONES Y DERRUMBES

6.1 900.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el transporte de los materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos, y el transporte de los materiales provenientes de derrumbes.

Esta especificación no es aplicable al transporte de líquidos, productos manufacturados, elementos industriales, ni al de agregados pétreos, mezclas asfálticas, materiales para la construcción de los pavimentos rígidos, obras de concreto hidráulico y de drenaje.

6.2 900.2 MATERIALES

6.2.1 900.2.1 Materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos

Hacen parte de este grupo los materiales provenientes de las excavaciones requeridas para la explanación, canales y préstamos, para su utilización o desecho, a que hace referencia el Artículo 210 de las presentes especificaciones.

Incluye, también, los materiales provenientes de la remoción de la capa vegetal o descapote y otros materiales blandos, orgánicos y objetables, provenientes de las áreas en donde se vayan a realizar las excavaciones de la explanación, terraplenes y pedraplenes.

6.2.2 900.2.2 Materiales provenientes de derrumbes

Hacen parte de este grupo los materiales provenientes del desplazamiento de taludes o del terreno natural, depositados sobre una vía existente o en construcción, a que hace referencia el Artículo 211, "Remoción de derrumbes", de las presentes especificaciones.

6.3 900.3 EQUIPO

Los vehículos para el transporte de materiales estarán sujetos a la aprobación del Interventor y deberán ser suficientes para garantizar el cumplimiento de las exigencias de esta especificación y del programa de trabajo. Deberán estar provistos de los elementos necesarios para evitar contaminación o cualquier alteración perjudicial del material transportado y su caída sobre las vías empleadas para el transporte.

Todos los vehículos para el transporte de materiales deberán cumplir con las disposiciones legales vigentes referentes al control de la contaminación ambiental.

Ningún vehículo de los utilizados por el Constructor para transporte por las vías de uso público de los materiales provenientes de excavaciones y derrumbes podrá exceder las dimensiones y las cargas admisibles por eje y totales fijadas por las disposiciones legales vigentes al respecto.

6.4 900.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

6.4.1 900.4.1 Transporte de los materiales

La actividad de la presente especificación implica solamente el transporte de los materiales a los sitios de utilización o desecho, según corresponda, de acuerdo con el proyecto y las indicaciones del Interventor, quien determinará cuál es el recorrido más corto y seguro para efectos de medida del trabajo realizado.

6.4.2 900.4.2 Manejo Ambiental

Todas las determinaciones referentes al transporte de materiales provenientes de excavaciones y derrumbes deberán ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones vigentes sobre el particular.

En particular, se deberá prestar atención al correcto funcionamiento del equipo de transporte en materia medioambiental y a la correcta utilización de los lugares de vertido de los desperdicios generados por las unidades de obra a las cuales se hace referencia en este Artículo.

6.5 900.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

6.5.1 900.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de los vehículos de transporte.
- Comprobar que las ruedas del equipo de transporte que circule sobre las diferentes capas de pavimento se mantengan limpias.
- Exigir al Constructor la limpieza de la superficie en caso de contaminación atribuible a la circulación de los vehículos empleados para el transporte de los materiales. Si la limpieza no fuere suficiente, el Constructor deberá remover la capa correspondiente y reconstruirla de acuerdo con la respectiva especificación, a su costa.
- Verificar el cumplimiento de todas las medidas requeridas sobre seguridad y medio ambiente para el transporte de materiales.
- Determinar la ruta para el transporte al sitio de utilización o desecho de los materiales, siguiendo el recorrido más corto y seguro posible.
- Exigir el cumplimiento de las normas ambientales para el transporte de materiales.

6.5.2 900.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El Interventor sólo medirá el transporte de materiales autorizados de acuerdo con esta especificación, los planos del proyecto y sus instrucciones. Si el Constructor utiliza para el transporte una ruta diferente y más larga que la aprobada por el Interventor, éste solamente computará la distancia más corta que se haya definido previamente.

6.6 900.6 MEDIDA

Las unidades de medida para el transporte de materiales provenientes de excavaciones y derrumbes, serán las siguientes:

a. Materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos.

Para el transporte de materiales a una distancia entre cien metros (100 m) y mil metros (1.000 m), la unidad de medida será el metro cúbico-Estación (m3-E). La medida corresponderá al número de metros cúbicos, aproximado al entero, de material transportado medido en su posición original y multiplicada por la distancia de transporte, en estaciones de cien metros (100 m), con aproximación al décimo de estación.

Cuando los materiales deban ser transportados a una distancia mayor de mil metros (1.000 m), la unidad de medida será el metro cúbico-kilómetro (m3-km). La medida corresponderá al número de metros cúbicos, aproximado al metro cúbico completo, medido en su posición original, y multiplicado por la distancia de transporte expresada en kilómetros, con aproximación al décimo de kilómetro.

Cuando la medida del volumen por pagar dé como resultado una fracción igual o superior a medio metro cúbico (≥0.5m3), la aproximación al entero se realizará por exceso; en caso contrario, ella se efectuara por defecto. En relación con la distancia, si la medida de ésta da lugar a una fracción igual o superior a cinco centésimas de estación (≥ 0.05E), la aproximación será a la décima de estación por exceso y si la fracción es menor, la aproximación será por defecto. Si la distancia es medida en kilómetros y su resultado da lugar a una fracción igual o superior a cinco centésimas de kilómetro (≥0.05Km), la aproximación se realizará a la décima superior; en caso contrario, se aproximará a la décima inferior. El producto del volumen por la distancia se aproximará al entero, aplicando el mismo criterio descrito en este párrafo para el redondeo del volumen.

La distancia de transporte será la existente entre el centro de gravedad de las excavaciones y el centro de gravedad de los sitios de utilización o disposición, menos cien metros (100 m) de distancia de acarreo libre.

Para el caso de materiales que se utilicen en la construcción y deban ser compactados, su volumen se calculará a partir del volumen de material colocado y compactado, en su posición final, multiplicado por la relación entre las densidades secas del material compactado y del material en su posición original. Esta relación será determinada por el Interventor mediante ensayos representativos de densidades en el terreno, efectuando las correcciones por presencia de partículas gruesas, según la norma de ensayo INV E-228, siempre que corresponda ejecutarla.

Por densidad seca en su posición original se entenderá la que presente el material en el banco en el cual es explotado, razón por la cual no se podrá considerar como tal la densidad seca que presente el material en estado suelto sobre el camión o en acopios.

b. Materiales provenientes de derrumbes

La unidad de medida para el transporte de materiales provenientes de derrumbes será el metro cúbico-kilómetro (m3-km).

La medida corresponderá al número de metros cúbicos completos, medidos en estado suelto según se indica en el Artículo 211 de estas especificaciones y multiplicado por la distancia de transporte expresada en kilómetros, con aproximación al décimo de kilómetro.

En relación con la distancia, si la medida de ésta da lugar a una fracción igual o superior a cinco centésimas de kilómetro (≥0.05Km), la aproximación se realizará a la décima superior; en caso contrario, se aproximará a la décima inferior. El producto del volumen por la distancia se aproximará al entero. Cuando la medida del transporte de materiales por pagar dé como resultado una fracción igual o superior a medio metro cúbico-kilómetro (≥0.5 metro3-km), la aproximación al entero se realizará por exceso; en caso contrario, ella se efectuara por defecto.

La distancia de transporte será la existente entre el centro de gravedad del sitio de extracción del derrumbe y el centro de gravedad de los sitios de disposición final, menos cien metros (100 m) de distancia de acarreo libre.

6.7 900.7 FORMA DE PAGO

El pago de las cantidades de transporte de materiales determinadas en la forma indicada anteriormente, se hará al precio unitario pactado en el contrato, por unidad de medida, conforme a lo establecido en este Artículo y a las instrucciones del Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de mano de obra, equipo, herramientas, acarreo y, en general, todo costo relacionado para ejecutar correctamente los trabajos aquí contemplados.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

El precio unitario no incluirá los costos por concepto de los diferentes cargues, descargues y disposición del material, los cuales se encuentran incluidos en los precios unitarios de los ítem correspondientes.

Cualquier otro transporte no contemplado en este Artículo deberá ser incluido en el precio unitario del ítem respectivo.

ÍTEM DE PAGO

900.1 Transporte de materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos, entre cien metros (100 m) y mil metros (1.000 m) de distancia.
Metro cúbico-Estación (m3-E)

900.2 Transporte de materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos para distancias mayores de mil metros (1.000 m) Metro cúbico-kilómetro (m3-km)

900.3 Transporte de materiales provenientes de derrumbes Metro cúbico-kilómetro (m3-km)

7 INV ARTICULO 610 RELLENOS PARA ESTRUCTURAS

7.1 610.1 DESCRIPCIÓN

7.1.1 610.1.1 Generalidades

Este trabajo consiste en la colocación en capas, humedecimiento o secamiento, conformación y compactación de los materiales adecuados provenientes de la misma excavación, de los cortes o de otras fuentes, para rellenos a lo largo de estructuras de concreto y alcantarillas, previa la ejecución de las obras de drenaje y subdrenaje contempladas en el proyecto o autorizadas por el Interventor.

Incluye, además, la construcción de capas filtrantes por detrás de los estribos, muros de contención y otras obras de arte, en los sitios y con las dimensiones señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor, en aquellos casos en los cuales dichas operaciones no formen parte de otra actividad de las presentes especificaciones o de una especificación particular.

7.1.2 610.1.2 Partes de los rellenos

En los rellenos para estructuras se distinguirán las mismas partes que en los terraplenes, según el numeral 220.1.2 del Artículo 220 de estas especificaciones.

7.2 610.2 MATERIALES

Se utilizarán los mismos materiales que en las partes correspondientes de los terraplenes, según se establece en el numeral 220.2 del Artículo 220 de estas especificaciones.

Para la construcción de las capas filtrantes, el material granular filtrante deberá cumplir con alguna de las granulometrías que se indican en la Tabla 610.1 y, además, deberá satisfacer los requisitos de calidad establecidos para subbase granular en el Artículo 300 del presente documento...

Tabla 1. 610.1
Franjas granulométricas para material filtrante

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA		
Normal	Alterno	RE-1	RE-2	RE-3
150 mm	6"	100	-	-
100 mm	4"	90 - 100	-	-
75 mm	3"	80 - 100	100	-
50 mm	2"	70 - 95	-	100
25.0 mm	1"	60 - 80	91 - 97	70 – 90
12.5 mm	1/2"	40 - 70	-	55 – 80
9.5 mm	3/8" N° 4	-	79 - 90	-
4.75 mm	N° 10	10 - 20	66 - 80	35 – 65
2.00 mm	N° 30	0	-	25 – 50
600 µm	N° 100	-	0 - 40	15 – 30
150 µm	N° 200	-	0 - 8	0 – 3
75 µm		-	-	0 - 2

7.3 610.3 EQUIPO

Los equipos para la extensión, el humedecimiento y la compactación de los rellenos para estructuras, deberán ser los apropiados para garantizar la ejecución de los trabajos de acuerdo con los exigencias del presente Artículo.

7.4 610.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

7.4.1 610.4.1 Generalidades

El Constructor deberá notificar al Interventor, con suficiente antelación al comienzo de la ejecución de los rellenos, para que éste realice los trabajos topográficos necesarios y verifique la calidad del suelo de cimentación, las características de los materiales por emplear y los lugares donde ellos serán colocados.

Antes de iniciar los trabajos, las obras de concreto o alcantarillas contra las cuales se colocarán los rellenos, deberán contar con la aprobación del Interventor.

Cuando el relleno se vaya a colocar contra una estructura de concreto, sólo se permitirá su colocación después de catorce (14) días de fundido el concreto, o hasta que la resistencia de éste alcance el doble del valor del esfuerzo de trabajo impuesto por la carga diseño.

Los rellenos estructurales para alcantarillas de tubería podrán ser iniciados inmediatamente después de que el mortero de la junta haya endurecido lo suficiente para que no sufra ningún daño a causa de estos trabajos.

Siempre que el relleno se haya de asentar sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subterránea, previamente se deberán desviar las primeras y captar y conducir las últimas fuera del área donde se vaya a construir el relleno, labores que se efectuarán de acuerdo con los Artículos 600, "Excavaciones Varias" y 673 "Subdrenes con geotextil y material granular", de las presentes especificaciones, respectivamente.

Todo relleno colocado antes de que lo autorice el Interventor, deberá ser retirado por el Constructor, a su costa.

7.4.2 610.4.2 Preparación de la superficie base de los rellenos

El terreno base del relleno deberá estar libre de vegetación, tierra orgánica, materiales de desecho de construcción u otros materiales objetables, y deberá ser preparado de acuerdo con lo señalado en el numeral 220.4.2 del Artículo 220, "Terraplenes", de estas especificaciones.

7.4.3 610.4.3 Extensión y compactación del material

Los materiales de relleno se extenderán en capas sensiblemente horizontales y de espesor uniforme, el cual deberá ser lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido.

Cuando el relleno se deba depositar sobre agua, las exigencias de compactación para las capas sólo se aplicarán una vez que se haya obtenido un espesor de un metro (1.0m) de material relativamente seco.

Los rellenos alrededor de pilas y alcantarillas se deberán depositar simultáneamente a ambos lados de la estructura y aproximadamente a la misma elevación. Los rellenos al respaldo de estribos, muros y otras estructuras se realizarán de manera que no se pongan en peligro la integridad y la estabilidad de dichas obras, empleando procedimientos propuestos por el Constructor y aprobados por el Interventor.

Cuando no se contemple la colocación de material filtrante al respaldo de la estructura, se deberá colocar grava o roca triturada en las cercanías de los orificios de drenaje, para evitar presiones excesivas y segregación del material de relleno.

Durante la ejecución de los trabajos, la superficie de las diferentes capas deberá tener la pendiente transversal adecuada, que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión.

Una vez extendida la capa, se procederá a su humedecimiento, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en la obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan en los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, el Constructor deberá tomar las medidas adecuadas, pudiendo proceder a la desecación por aireación o a la adición y mezcla de materiales secos u otras sustancias apropiadas, aceptadas por el Interventor.

Obtenida la humedad apropiada, se procederá a la compactación mecánica de la capa. En áreas inaccesibles a los equipos mecánicos, se autorizará el empleo de compactadores manuales que permitan obtener los mismos niveles de densidad del resto de la capa. La compactación se deberá continuar hasta lograr los niveles de densidad exigidos en el numeral 610.5 del presente Artículo.

La construcción de los rellenos se deberá hacer con el cuidado necesario para evitar presiones y daños a las estructuras contra las cuales se colocan.

7.4.4 610.4.4 Capas filtrantes

Cuando se contemple la colocación de capas filtrantes detrás de estribos, muros y otras obras de arte, ellas se deberán colocar y compactar antes o simultáneamente con los demás materiales de relleno, tomando la precaución de que éstos no contaminen a aquéllos.

7.4.5 610.4.5 Acabado

Al concluir cada jornada de trabajo, la superficie de la última capa deberá estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas lluvias, sin peligro de erosión.

7.4.6 610.4.6 Limitaciones en la ejecución

Los rellenos para estructuras sólo se llevarán a cabo cuando no haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra y la temperatura ambiente, a la sombra, no sea inferior a dos grados Celsius (2oC).

Los trabajos de rellenos para estructuras se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

7.4.7 610.4.7 Manejo ambiental

Todas las labores de rellenos para estructuras se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

7.5 610.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

7.5.1 610.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Constructor.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Verificar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables.
- Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos en el numeral 610.2 del presente Artículo.
- Realizar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Verificar la densidad de cada capa compactada. Este control se realizará en el espesor de cada capa realmente construida, de acuerdo con el proceso constructivo aprobado.
- Controlar que la ejecución del relleno contra cualquier parte de una estructura, solamente se comience cuando aquella adquiera la resistencia especificada.
- Medir, para efectos de pago, los volúmenes de relleno y material filtrante colocados por el Constructor en acuerdo a la presente especificación.

7.5.2 610.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

7.5.2.1 610.5.2.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

La calidad de los materiales de relleno se establecerá de conformidad con los ensayos indicados en el numeral 220.5.2.1 del Artículo 220 de este documento.

Sin embargo, teniendo en cuenta que los volúmenes de rellenos para estructuras suelen ser inferiores a los requeridos para terraplenes, queda a juicio del Interventor el establecimiento de la frecuencia de ejecución de las diversas pruebas de calidad.

7.5.2.2 610.5.2.2 CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO

Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista.

La cota de cualquier punto de la subrasante en rellenos para estructuras, no deberá variar más de treinta milímetros (30 mm) de la proyectada, medida verticalmente hacia abajo y, en ningún caso, la cota de subrasante podrá superar la cota del proyecto.

En las obras concluidas no se admitirá ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas superficiales.

En adición a lo anterior, el Interventor deberá adelantar las siguientes comprobaciones:

a. Compactación

Los niveles de densidad por alcanzar en las diversas capas del relleno son los mismos que se indican en el inciso 220.5.2.2.a del Artículo 220 de estas especificaciones. El número de pruebas por ejecutar para realizar el control, será definido por el Interventor.

La compactación de las capas filtrantes se considerará satisfactoria cuando éstas presenten, a juicio del Interventor, una capacidad de filtración suficiente y, además, su densidad sea razonablemente similar a la densidad del relleno adjunto.

b. Protección de la superficie del relleno

Al respecto, se aplica el mismo criterio indicado en el inciso 220.5.2.2.c del Artículo 220, en relación con la protección de la corona de terraplenes.

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias, deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

7.6 610.6 MEDIDA

La unidad de medida para los volúmenes de rellenos y capas filtrantes será el metro cúbico (m3), aproximado al décimo de metro cúbico, de material compactado, aceptado por el Interventor, en su posición final.

Si el volumen medido de relleno aprobado contiene una fracción de metro cúbico igual o superior a cinco centésimas (≥0.05m3), la aproximación se realizará a la décima superior; en caso contrario, se aproximará a la décima inferior.

Los volúmenes serán determinados por el método de áreas promedias de secciones transversales del proyecto localizado, en su posición final, verificadas por el Interventor antes y después de ser ejecutados los trabajos.

No habrá medida ni pago para los rellenos y capas filtrantes por fuera de las líneas del proyecto o de las establecidas por el Interventor, efectuados por el Constructor, ya sea por negligencia o por conveniencia para la operación de sus equipos.

Tampoco se medirán los rellenos y capas filtrantes que haga el Constructor en sus caminos de construcción y obras auxiliares que no formen parte del proyecto.

7.7 610.7 FORMA DE PAGO

El trabajo de rellenos para estructuras se pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el Interventor.

Todo relleno con material filtrante se pagará al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente y aceptada por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de construcción o adecuación de las vías de acceso a las fuentes de materiales, la extracción, preparación y suministro de los materiales, así como su cargue, transportes, descargue, almacenamiento, colocación, humedecimiento o secamiento, compactación y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de los rellenos para estructuras y las capas filtrantes, de acuerdo con los planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones del Interventor.

No se pagará el suministro de materiales de relleno para estructuras que hayan sido obtenidos de las excavaciones de la explanación, canales y préstamos ni de las excavaciones varias del contrato, según los Artículos 210 y 600 de estas especificaciones.

El precio unitario deberá incluir, además, los costos de adecuación de las fuentes de materiales al término de los trabajos para recuperar sus características hidrológicas superficiales, así como los de señalización preventiva de la vía y ordenamiento del tránsito automotor durante el período de ejecución de los trabajos.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

Los costos por concepto de preparación de las superficies sobre las cuales se construirán los rellenos y capas filtrantes, se reconocerán de acuerdo con el Artículo 220, "Terraplenes" o el Artículo 600, "Excavaciones varias", de las presentes especificaciones, el que resulte aplicable según las características de la obra que se construye. Si ninguno de estos Artículos forma parte del contrato, los costos de la preparación de la superficie existente deberán quedar incluidos dentro del precio unitario de los rellenos objeto del presente Artículo.

ÍTEM DE PAGO

610.1 Rellenos para estructuras	Metro cúbico (m3)
610.2 Rellenos con material filtrante	Metro cúbico (m3)

8 INV ARTÍCULO 630 CONCRETO ESTRUCTURAL

8.1 630.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro de materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabados de los concretos de cemento Portland, utilizados para la construcción de puentes, estructuras de drenaje, muros de contención y estructuras en general, de acuerdo con los planos y demás documentos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

No se consideran los pavimentos de concreto hidráulico, los cuales se encuentran contemplados en el Artículo 500 de estas especificaciones.

8.2 630.2 MATERIALES

8.2.1 630.2.1 Cemento

El cemento utilizado será Portland, de marca aprobada oficialmente, el cual deberá cumplir lo indicado en el Artículo 501 de estas especificaciones. Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se empleará el denominado Tipo I.

8.2.2 630.2.2 Agregados

8.2.2.1 630.2.2.1 AGREGADO FINO

Se considera como tal, a la fracción que pase el tamiz de 4.75 mm (No.4). Provendrá de arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias siderúrgicas u otro producto que resulte adecuado a juicio del Interventor. El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del treinta por ciento (30%) del agregado fino.

El agregado fino deberá cumplir con los requisitos que se indican en la Tabla 630.1 y su gradación se deberá ajustar a la indicada en la Tabla 630.2.

En ningún caso, el agregado fino podrá tener más de cuarenta y cinco por ciento (45%) de material retenido entre dos tamices consecutivos.

Durante el período de construcción no se permitirán variaciones mayores de dos décimas (0.2) en el módulo de finura, con respecto al valor correspondiente a la curva adoptada para la fórmula de trabajo.

Tabla 2. 630.1
Requisitos del agregado fino para concreto estructural

ENSAYO		NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
Durabilidad			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de sodio	E-220	10
	- Sulfato de magnesio	E-220	15
Limpieza			
Límite líquido, % máximo		E-125	-
Índice de plasticidad		E-126	No plástico
Equivalente de arena, % mínimo		E-133	60
Valor de azul de metileno, máximo		E-235	5
Terrones de arcilla y partículas deleznables, % máximo		E-211	1
Partículas livianas, % máximo		E-221	0.5
Material que pasa el tamiz de 75 mm (No.200), % máximo		E-214	5
Contenido de materia orgánica			
Color más oscuro permisible		INV E-212	Igual a muestra patrón
Características químicas			
Contenido de sulfatos, expresado como SO4, % máximo		INV E-233	1.2
Absorción			
Absorción de agua, % máximo		INV E-222	4

Tabla 3. 630.2
Granulometría del agregado fino para concreto estructural

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA
NORMAL	ALTERNO	
9.5 mm	3/8”	100
4.75 mm	No.4	95 – 100
2.36 mm	No.8	50 – 85
1.18 mm	No.16	25 – 60

600 µm	No.30	10 – 30
300 µm	No.50	2 – 10
150 µm	No.100	

8.2.2.2 630.2.2.2 AGREGADO GRUESO

Para el objeto del presente Artículo se denominará agregado grueso la porción del agregado retenida en el tamiz 4.75 mm (No.4). Dicho agregado deberá proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas; sus fragmentos deberán ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan afectar adversamente la calidad de la mezcla. No se permitirá la utilización de agregado grueso proveniente de escorias de alto horno.

El agregado grueso deberá cumplir con los requisitos que se indican en la Tabla 630.3 y su gradación deberá ajustarse a alguna de las indicadas en la Tabla 630.4. La gradación por utilizar será la especificada en los documentos del proyecto, cuyo tamaño máximo usar, dependerá de la estructura de que se trate, la separación del refuerzo y la clase de concreto especificado.

Tabla 4. 630.3
Requisitos del agregado grueso para concreto estructural

ENSAYO		NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
Dureza			
Desgaste Los Ángeles	- En seco, 500 revoluciones, % máximo	E-218	40
	- En seco, 100 revoluciones, % máximo		8
	- Después de 48 horas de inmersión, 500 revoluciones, % máximo (1)		60
	- Relación húmedo/seco, 500 revoluciones, máximo		2
Durabilidad			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo (1)	- Sulfato de sodio	E-220	12
	- Sulfato de magnesio		18
Limpieza			
Terrones de arcilla y partículas deleznables, % máximo		E-211	0.25
Partículas livianas, % máximo		E-221	1.0
Geometría de las partículas			
Índice de aplanamiento, % máximo		E-230	25
Índice de alargamiento, % máximo			25
Características químicas			
Contenido de sulfatos, expresado como SO4, % máximo		E-233	1.0

Nota:
(1) En caso de no cumplirse esta condición, el agregado se podrá aceptar siempre que habiendo sido empleado para preparar concretos de características similares, expuestos a condiciones ambientales parecidas durante largo tiempo, haya dado pruebas de comportamiento satisfactorio.

Tabla 5. 630.4
Bandas granulométricas de agregado grueso para concreto estructural

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA (% PASA)						
Normal	Alterno	AG-1	AG-2	AG-3	AG-4	AG-5	AG-6	AG-7
63 mm	2,5 ''	-	-	-	-	100	-	100
50 mm	2 ''	-	-	-	100	95-100	100	95-100
37.5mm	1 1/2 ''	-	-	100	95-100	-	90-100	35-70
25.0mm	1 ''	-	100	95-100	-	35-70	20-55	0-15
19.0mm	3/4 ''	100	95-100	-	35-70	-	0-15	-
12.5mm	1/2 ''	90-100	-	25-60	-	10-30	-	0-5
9.5 mm	3/8 ''	40-70	20-55	-	10-30	-	0-5	-
4.75mm	No.4	0-15	0-10	0-10	0-5	0-5	-	-
2.36mm	No.8	0-5	0-5	0-5	-	-	-	-

La curva granulométrica obtenida al mezclar los agregados grueso y fino en el diseño y construcción del concreto, deberá ser continua y asemejarse a las teóricas obtenidas al aplicar las fórmulas de Fuller o Bolomey.

8.2.2.3 630.2.2.3 REACTIVIDAD

Los agregados fino y grueso no podrán presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento. Se considera que el agregado es potencialmente reactivo, si al determinar su concentración de SiO2 y la reducción de alcalinidad R, mediante la norma INV E-234, se obtienen los siguientes resultados:

$SiO_2 > R$ cuando $R \geq 70$

$SiO_2 > 35 + 0.5\,R$ cuando $R < 70$

Si en la mezcla se emplean arenas provenientes de escorias siderúrgicas, se comprobará que no contengan silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

Si el agregado califica como potencialmente reactivo con base en los criterios anteriores, no debe ser utilizado en la producción de concretos, a no ser que se demuestre que no es nocivo para el concreto con base en evaluaciones complementarias, como las indicadas en el apéndice

de la especificación ASTM C 33, en especial las que hacen referencia a las normas ASTM C 227 y C 342.

8.2.2.4 630.2.2.4 AGREGADO CICLÓPEO

El agregado ciclópeo será roca triturada o canto rodado de buena calidad. El agregado será preferiblemente angular y su forma tenderá a ser cúbica. La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no será mayor que dos a uno (2:1).

El tamaño máximo admisible del agregado ciclópeo dependerá del espesor y volumen de la estructura de la cual formará parte. En cabezales, aletas y obras similares con espesor no mayor de ochenta centímetros (80 cm), se admitirán agregados ciclópeos con dimensión máxima de treinta centímetros (30 cm). En estructuras de mayor espesor se podrán emplear agregados de mayor volumen, previa autorización del Interventor y con las limitaciones establecidas en el numeral 630.4.8 del presente Artículo.

El material constitutivo del agregado ciclópeo no podrá presentar un desgaste mayor de cincuenta por ciento (50%), al ser sometido a la prueba de Los Ángeles, gradación E, según la norma de ensayo INV E-219.

8.2.3 630.2.3 Agua

El agua por emplear en las mezclas de concreto deberá estar limpia y libre de impurezas perjudiciales, tales como aceite, ácidos, álcalis y materia orgánica. Se considera adecuada el agua que cumpla los requisitos establecidos en el numeral 500.2.1.3 del Artículo 500.

8.2.4 630.2.4 Aditivos

Se podrán usar aditivos de reconocida calidad, para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares de la estructura por construir. Su empleo se deberá definir por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin perturbar las propiedades restantes de la mezcla.

Los aditivos y adiciones deberán estar libres de sustancias que, por su naturaleza o cantidad, afecten la resistencia o la durabilidad del hormigón, armaduras, aceros de alta resistencia u otros elementos insertados.

Especialmente se deberá cuidar de utilizar aditivos, que por su alto contenido de cloruros, pudieran acelerar la corrosión del acero de alta resistencia para el concreto pre-tensado o post-tensado.

Los aditivos reductores de agua y para control de fraguado deberán cumplir los requisitos de la norma ASTM C-494; los inclusores de aire cumplirán las exigencias de la norma ASTM C-260 y los puzolánicos habrán de satisfacer las exigencias de la norma ASTM C-618.

El uso del aditivo, así haya sido aprobado por el Interventor, será responsabilidad directa del Constructor.

8.2.5 630.2.5 Productos para el curado del concreto

El curado del concreto podrá llevarse a cabo por medio de:

- Humedad.
- Productos químicos: Compuestos líquidos que forman una película sobre la superficie del concreto.
- Láminas para cubrir el concreto.

En el caso de productos químicos se empleará un producto de reconocida calidad que, aplicado mediante aspersión sobre la superficie genere una película que garantice el correcto curado de este.

Debe ser de un color claro para reflejar la luz y debe permitir la verificación de la homogeneidad del vaciado de la mezcla. La efectividad de los productos de curado debe demostrarse mediante experiencias previas exitosas o ensayos al inicio de la colocación del concreto. Debe cumplir con la norma ASTM C-309, tipo 2 clases B, o clase A solo si la base es de parafina.

Las membranas de curado pueden ser de polietileno blanco o de papel de curado que cumplan con la norma ASTM C171.

8.2.6 630.2.6 Clases de concreto

Para su empleo en las distintas clases de obra y de acuerdo con su resistencia mínima a la compresión, determinada según la norma INV E-410, se establecen las siguientes clases de concreto, según Tabla 630.5.

Tabla 6. 630.5
Clases de concreto estructural

CLASE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA COMPRESIÓN A 28 DÍAS	USO Y OBSERVACIONES

	(MPa)	(kg/cm2)	
A	35	350	Concreto pretensado y postensado
B	32	320	Concreto pretensado y postensado
C	28	280	Concreto reforzado
D	21	210	Concreto reforzado
E	17.5	175	Concreto reforzado
F	14	140	Concreto simple
G	14	140	Concreto ciclópeo. (Se compone de concreto simple clase F, y agregado ciclópeo en una proporción de 40%, como máximo, del volumen total).

8.3 630.3 EQUIPO

Los principales equipos y herramientas requeridos para la elaboración de concretos y la construcción de estructuras con dicho material, son los siguientes:

8.3.1 630.3.1 Equipo para la elaboración de agregados y la fabricación del concreto

Al respecto, resulta aplicable el contenido de los numerales 500.3.1 y 500.3.2 del Artículo 500 de estas especificaciones. Se permite, además, el empleo de mezcladoras estacionarias en el lugar de la obra, cuya capacidad no deberá exceder de tres metros cúbicos (3 m3).

La mezcla manual sólo se podrá efectuar, previa autorización del Interventor, para estructuras pequeñas de muy baja resistencia o en casos de emergencia que requieran un reducido volumen de concreto. En tal caso, las cochadas no podrán ser mayores de un cuarto de metro cúbico (0.25 m3) y se deberá colocar un 20% adicional de cemento, en peso, sobre el requerido según el diseño de la mezcla.

8.3.2 630.3.2 Elementos de transporte

La utilización de cualquier sistema de transporte o de conducción del concreto deberá contar con la aprobación del Interventor. Dicha aprobación no deberá ser considerada como definitiva por el Constructor y se da bajo la condición de que el uso del sistema de conducción o transporte se suspenda inmediatamente, si el asentamiento o la segregación de la mezcla exceden los límites especificados.

Cuando la distancia de transporte sea mayor de trescientos metros (300 m), no se podrán emplear sistemas de bombeo, sin la aprobación del Interventor. Cuando el concreto se vaya a transportar en vehículos a distancias superiores a seiscientos metros (600 m), el transporte se deberá efectuar en camiones mezcladores.

8.3.3 630.3.3 Formaleta y obra falsa

El Constructor deberá suministrar e instalar todas las formaletas necesarias para confinar y dar forma al concreto, de acuerdo con las líneas mostradas en los planos u ordenadas por el Interventor. Las formaletas podrán ser de madera o metálicas y se deberán poder ensamblar firmemente y tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes u otras desviaciones de las líneas y contornos que muestran los planos, ni se pueda escapar el mortero.

Las formaletas de madera podrán ser de tabla cepillada o de triplex, y deberán tener un espesor uniforme.

La obra falsa o armazones provisionales deberán ser construidos sobre cimientos suficientemente resistentes para soportar las cargas sin asentamientos perjudiciales. Toda la obra falsa deberá ser diseñada y construida con la solidez necesaria que le permita soportar, sin sufrir deformación apreciable, las cargas a que estará sometida, las cuales deberán incluir, además del peso de la superestructura, las correspondientes a las formaletas, arriostramientos, pistas de tráfico y demás cargas que le puedan ser impuestas durante la construcción. La obra falsa deberá ser convenientemente apuntalada y amarrada para prevenir distorsiones y movimientos que puedan producir vibraciones y deformaciones en la formaleta de la superestructura.

8.3.4 630.3.4 Elementos para la colocación del concreto

El Constructor deberá disponer de los medios de colocación del concreto que permitan una buena regulación de la cantidad de mezcla depositada, para evitar salpicaduras, segregación y choques contra las formaletas o el refuerzo.

8.3.5 630.3.5 Vibradores

Los vibradores para compactación del concreto deberán ser de tipo interno, y deberán operar a una frecuencia no menor de seis mil (6.000) ciclos por minuto y ser de una intensidad suficiente para producir la plasticidad y adecuada consolidación del concreto, pero sin llegar a causar la segregación de los materiales.

Para fundiciones delgadas, donde las formaletas estén especialmente diseñadas para resistir la vibración, se podrán emplear vibradores externos de formaleta.

8.3.6 630.3.6 Equipos varios

El Constructor deberá disponer de elementos para usos varios, entre ellos los necesarios para la ejecución de juntas, la corrección superficial del concreto terminado, la aplicación de productos de curado, equipos para limpieza, etc.

8.4 630.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

8.4.1 630.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Al respecto, resulta aplicable lo descrito en el numeral 500.4.1 del Artículo 500 de la norma INV.

8.4.2 630.4.2 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

La dosificación del concreto determinará las proporciones en que deben combinarse los diferentes materiales componentes como son: agregados, cemento, agua y eventualmente, aditivos, de modo de obtener un concreto que cumpla con la resistencia, manejabilidad, durabilidad y restantes exigencias requeridas por las especificaciones particulares del proyecto, las presentes especificaciones y las dadas por el Interventor.

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Constructor deberá suministrar al Interventor, para su verificación, muestras representativas de los agregados, cemento, agua y eventuales aditivos por utilizar, avaladas por los resultados de ensayos de laboratorio que garanticen la conveniencia de emplearlos en el diseño de la mezcla.

Una vez el Interventor realice las comprobaciones que considere necesarias y dé su aprobación a los materiales cuando resulten satisfactorios de acuerdo con lo que establece la presente especificación, el Constructor diseñará la mezcla y definirá una fórmula de trabajo, la cual someterá a consideración del Interventor. Dicha fórmula señalará:

- Las proporciones en que se deben mezclar los agregados disponibles y la gradación media a que da lugar dicha mezcla, por los tamices correspondientes a la granulometría aceptada, así como la franja de tolerancia dentro de la cual es válida la fórmula propuesta.
- Las dosificaciones de cemento, agregados grueso y fino y aditivos en polvo, en peso por metro cúbico de concreto. La cantidad de agua y aditivos líquidos se podrá dar por peso o por volumen. Cuando se contabilice el cemento por bolsas, la dosificación se hará en función de un número entero de bolsas.

- La consistencia del concreto, la cual se deberá encontrar dentro de los límites indicados en la
- Tabla 630.6, al medirla según norma de ensayo INV E-404.
- La resistencia a compresión de la mezcla a siete (7) y veintiocho (28) días de curado, según la norma INV E-410.

Tabla 7. 630.6
Límites de asentamiento del concreto

TIPO DE TRABAJO	ASENTAMIENTO NOMINAL (mm)	ASENTAMIENTO MÁXIMO (mm)
Elementos construidos con formaletas, secciones de más de 30 cm de espesor	10-30	50
Elementos construidos con formaletas, secciones de 30 cm de espesor o menos	10-40	50
Pilas fundidas en sitio	50-80	90
Concreto colocado bajo agua	50-80	90

La fórmula de trabajo se deberá reconsiderar cada vez que varíe alguno de los siguientes factores:

- El tipo, clase o categoría del cemento o su marca
- El tipo, absorción y tamaño máximo del agregado grueso
- El módulo de finura del agregado fino en más de dos décimas (0.2)
- La gradación del agregado combinado en una magnitud tal que ella se salga de la tolerancia fijada.
- La naturaleza o la proporción de los aditivos
- El método de puesta en obra del concreto

El Constructor deberá considerar que el concreto deberá ser dosificado y elaborado para asegurar una resistencia a compresión promedio lo suficientemente elevada, que minimice la frecuencia de los resultados de pruebas por debajo del valor de resistencia a compresión especificada en los planos del proyecto. Los planos deberán indicar claramente la resistencia a la compresión para la cual se ha diseñado cada parte de la estructura.

Al efectuar las cochadas de tanteo en el laboratorio para el diseño de la mezcla, las muestras para los ensayos de resistencia deberán ser preparadas y curadas de acuerdo con la norma INV E-402 y ensayadas según la norma de ensayo INV E-410. Se deberá establecer una curva que muestre la variación de la relación agua/cemento (o el contenido de cemento) y la resistencia a compresión a veintiocho (28) días. La curva se deberá basar en no menos de tres (3) puntos y preferiblemente cinco (5), que representen cochadas que den lugar a resistencias a compresión por encima y por debajo de la requerida. Cada punto deberá representar el promedio de por lo menos tres (3) cilindros ensayados a veintiocho (28) días.

La máxima relación agua/cemento permisible (o el contenido mínimo de cemento) para el concreto a ser empleado en la estructura, será la mostrada por la curva, que produzca la resistencia promedio requerida que exceda suficientemente la resistencia de diseño del elemento, según lo indica la Tabla 630.7.

Tabla 8. 630.7
Resistencia promedio requerida a la compresión

RESISTENCIA DE DISEÑO A LA COMPRESIÓN (f´c)		RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA A LA COMPRESIÓN	
MPa	kg/cm2	MPa	kg/cm2
< 21	< 210	f´c + 7	f´c +70
21 – 35	210 - 350	f´c + 8.5	f´c + 85
> 35	> 350	f´c + 10	f´c + 100

Si la estructura de concreto va a estar sometida a condiciones de trabajo muy rigurosas, la relación agua/cemento no podrá exceder de 0.50 si va a estar expuesta al agua dulce, ni de 0.45 para exposiciones al agua de mar o a concentraciones perjudiciales que contengan sulfatos.

Cuando se especifique concreto con inclusor de aire, el cual deberá ser de clase aprobada según se indica en el numeral 630.2.4, la cantidad de aditivo utilizado deberá producir el contenido de aire incluido que muestra la Tabla 630.8.

Tabla 9. 630.8
Requisitos sobre aire incluido

RESISTENCIA DE DISEÑO A 28 DÍAS	USOS	PORCENTAJE AIRE

MPa	kg/cm2		INCLUIDO
28 - 35	280 – 350	concreto normal	6-8
28 - 35	280 - 350	concreto pre esforzado	2-5
14 - 28	140 - 280	concreto normal	3-6

La cantidad de aire incluido se determinará según la norma de ensayo INV E-406.
La aprobación que dé el Interventor al diseño de la mezcla no implica necesariamente la aceptación posterior de las obras de concreto que se construyan con base en dicho diseño, ni exime al Constructor de su responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de las especificaciones y los planos. La aceptación de las obras para fines de pago dependerá de su correcta ejecución y de la obtención de la resistencia a compresión mínima especificada para la respectiva clase de concreto, resistencia que será comprobada con base en las mezclas realmente incorporadas en tales obras.

Dentro del diseño de la mezcla no se permitirá ningún cambio sin autorización del Interventor.

8.4.3 630.4.3 Preparación de la zona de los trabajos

La excavación necesaria para las cimentaciones de las estructuras de concreto y su preparación para la cimentación, incluyendo su limpieza y apuntalamiento, cuando sea necesario, se deberá efectuar conforme se estipula en el Artículo 600 “Excavaciones varias” de estas especificaciones. Cualquier deterioro ocurrido después de terminada la excavación, deberá ser subsanado por el Constructor, empleando procedimientos aceptables para el Interventor.

8.4.4 630.4.4 Formaleteado y obra falsa

Todas las formaletas en las cuales sea necesario confinar y soportar la mezcla de concreto mientras se endurece, deberán ser diseñadas por el Constructor y aprobadas por Interventor. Las formaletas deberán ser diseñadas de tal manera, que permitan la colocación y consolidación adecuada de la mezcla en su posición final y su fácil inspección; así mismo, deberán ser suficientemente herméticas para impedir pérdidas del mortero de la mezcla.

La aprobación del diseño de las formaletas por parte del Interventor, no exime al Constructor de su responsabilidad respecto de la seguridad, calidad del trabajo y cumplimiento de todas las especificaciones.

Las formaletas, tanto de madera como metálicas, se ensamblarán firmemente y deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto sin distorsiones. Antes de iniciar la colocación del concreto, se deberán limpiar de impurezas, incrustaciones de mortero y cualquier

otro material extraño. Su superficie interna se deberá cubrir con aceite u otro producto que evite la adherencia, que no manche la superficie del concreto y no sea absorbido por éste.

Las abrazaderas que se utilicen para sostener las formaletas y que queden embebidas en el concreto, deberán ser pernos de acero provistos de rosca, tuercas y acoples adecuados, que permitan retirar los extremos exteriores sin producir daños en las superficies del concreto. Todos los huecos resultantes del retiro de las abrazaderas, se deberán llenar con un mortero de consistencia seca.

No se podrá colocar concreto dentro de las formaletas, si éstas no han sido inspeccionadas y aprobadas por el Interventor.

Las formaletas se podrán remover parcial o totalmente tan pronto como la mezcla haya adquirido la resistencia suficiente, comprobada mediante ensayos, para sostener su propio peso y el peso de cualquier otra carga.

Toda obra falsa o cimbra para la construcción de puentes u obras similares, deberá ser diseñada por el Constructor, quien someterá el diseño a consideración del Interventor. En el diseño se deberán tener en cuenta las cargas muertas y vivas a las que estará sometida la obra falsa durante y después de la colocación del concreto. Las eventuales deflexiones de la obra falsa, debido a las cargas, se deberán compensar mediante contra flechas, de tal forma que la estructura terminada se ajuste a los niveles indicados en los planos.

En la construcción de cimbras para arcos, se deberán proveer los medios adecuados que permitan un descenso gradual de los centros hasta obtener el auto soporte del arco. Las cimbras se colocarán sobre gatos aprobados para levantar y corregir cualquier asentamiento leve que pueda ocurrir una vez iniciada la colocación del concreto.

8.4.5 630.4.5 Fabricación de la mezcla

8.4.5.1 630.4.5.1 ALMACENAMIENTO DE LOS AGREGADOS

Cada tipo de agregado se acopiará por pilas separadas, las cuales se deberán mantener libres de tierra o de elementos extraños y dispuestos de tal forma que se evite al máximo la segregación de los agregados.

Los sitios de almacenamiento de los agregados podrán realizarse sobre patios pavimentados construidos para este fin. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos. En todos los casos, los acopios deberán ser cubiertos.

Los acopios se construirán por capas de espesor no mayor a metro y medio (1.50 m) y no por montones cónicos.

8.4.5.2 630.4.5.2 SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO

Al respecto se aplica lo prescrito en el numeral 500.4.5.2 del Artículo 500 de este documento.

8.4.5.3 630.4.5.3 ALMACENAMIENTO DE ADITIVOS

En relación con el almacenamiento de aditivos, rige lo indicado en el numeral 500.4.5.3 del Artículo 500 de la norma INV.

8.4.5.4 630.4.5.4 ELABORACIÓN DE LA MEZCLA

Cuando la mezcla se produce en una planta central, sobre camiones mezcladores o por una combinación de estos procedimientos, el trabajo se deberá efectuar de acuerdo con los requisitos aplicables de la especificación ASTM C-94.

8.4.5.4.1 630.4.5.4.1 Mezclado en plantas estacionarias en el lugar de la obra

Salvo indicación en contrario del Interventor, la mezcladora se cargará primero con una parte no superior a la mitad (1/2) del agua requerida para la cochada; a continuación se añadirán simultáneamente el agregado fino y el cemento y, posteriormente, el agregado grueso, completándose luego la dosificación de agua durante un lapso que no deberá ser inferior a cinco segundos (5 s), ni superior a la tercera parte (1/3) del tiempo total de mezclado, contado a partir del instante de introducir el cemento y los agregados.

La mezcla se hará a la velocidad recomendada por el fabricante de la máquina y el tiempo de mezclado deberá ser superior a uno y medio minutos (1.5 min), contados a partir del momento en que todos los materiales están dentro del tambor mezclador y hasta el instante en que se inicie la descarga. Se podrá reducir este tiempo, solamente si se demuestra que la mezcla es satisfactoria. En todo caso, el tiempo de mezclado no deberá exceder de 5 minutos.

Como norma general, los aditivos se añadirán a la mezcla disueltos en una parte del agua de mezclado.

Antes de cargar nuevamente la mezcladora, se vaciará totalmente su contenido. En ningún caso, se permitirá el remezclado de concretos que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, agregados y agua.

Cuando la mezcladora haya estado detenida por más de treinta (30) minutos, deberá ser limpiada perfectamente antes de verter materiales en ella. Así mismo, se requiere su limpieza total, antes de comenzar la fabricación de concreto con otro tipo de cemento.

Cuando la mezcla se elabore en mezcladoras al pie de la obra, el Constructor, con la supervisión del Interventor, transformará las cantidades correspondientes a la fórmula de trabajo en unidades volumétricas. El Interventor verificará que existen los elementos de dosificación precisos para obtener una mezcla de la calidad deseada.

8.4.5.4.2 630.4.5.4.2 Mezclado en planta central

Debe ajustarse, en todo lo pertinente, a lo indicado en el numeral anterior para la mezcla en mezcladoras estacionarias.

8.4.5.4.3 630.4.5.4.3 Mezclado en camiones mezcladores (mixer)

Cuando se emplee un camión mezclador para mezclado completo, en tránsito o al llegar a la obra, cada bachada deberá ser mezclada por no menos de setenta (70) ni más de cien (100) revoluciones de tambor o paletas a la velocidad de rotación fijada por el fabricante del equipo. El tiempo adicional de mezcla, cuando sea requerido, se debe completar a la velocidad de agitación especificada por el fabricante.
Todos los materiales incluyendo el agua, deben estar dentro del tambor mezclador antes de iniciar el mezclado propiamente dicho y accionar el contador de revoluciones. El mezclado debe iniciar dentro de los treinta (30) minutos siguientes al instante en que el cemento es puesto en contacto con los agregados dentro del tambor.

Cuando los agregados estén húmedos, haya agua dentro del tambor, la temperatura ambiente exceda de treinta grados Celsius (30 °C), se use un cemento de alta resistencia o se empleen aditivos aceleradores de fraguado, el tiempo citado en el párrafo anterior se deberá reducir a quince (15) minutos.

Cuando se trate de mezclado parcial en planta central, el tiempo de mezcla en la mezcladora estacionaria de la planta central se podrá reducir a treinta (30) segundos, completando el mezclado en el camión mezclador en tránsito, en la forma indicada en este numeral.

Los camiones mezcladores no se deberán cargar a más del 63% del volumen del tambor para mezclado completo en tránsito o al llegar a la obra, ni a más del 70% del volumen del tambor, cuando haya mezclado parcial en la planta central.

8.4.5.4.4 630.4.5.4.4 Mezclado manual

La mezcla manual solo se podrá efectuar si el Interventor lo autoriza por escrito, para estructuras secundarias o en casos de emergencia que requieran un volumen de concreto muy pequeño.

El mezclado manual se deberá hacer en bachadas no mayores de un cuarto de metro cúbico (0.25 m3), sobre una superficie lisa e impermeable.

Las cantidades de agregados se deberán medir en cajones de tamaños apropiados. El agregado fino y el cemento se deben mezclar cuidadosamente por medio de palas mientras estén secos, hasta que la mezcla tenga un color uniforme, después de lo cual se forma un cráter en el cual se incorpora el agua en la cantidad necesaria para obtener un mortero de consistencia adecuada. El material de la parte exterior del anillo del cráter se palea entonces hacia el centro y se da vueltas a toda la masa cortándola en secciones, hasta que se logre una consistencia uniforme.

Se humedece completamente el agregado grueso y se añade al mortero dando vueltas y revolviendo toda la masa cuando menos seis (6) veces, hasta que todas las partículas de este agregado queden perfectamente cubiertas por el mortero y la mezcla tenga color y apariencia uniformes.

Las cargas mezcladas a mano no se podrán emplear para concreto colocado debajo del agua.

8.4.5.4.5 630.4.5.4.5 Re ablandamiento del concreto

No se deberá hacer ningún re ablandamiento del concreto, agregándole agua o por otros medios, excepto que con la autorización escrita del Interventor podrá añadirse agua adicional de mezcla al concreto transportado en camiones mezcladores o agitadores, siempre que dicho concreto, a su descarga, cumpla todos los requisitos exigidos, ni se excedan los tiempos de mezcla y transporte especificados en este Artículo.

8.4.6 630.4.6 Descarga, transporte y entrega de la mezcla

El concreto, al ser descargado de mezcladoras estacionarias, deberá tener la consistencia, trabajabilidad y uniformidad requeridas para la obra.

Cuando se empleen camiones mezcladores o agitadores, la descarga de la mezcla, el transporte, la entrega y colocación del concreto deberán ser completados en un tiempo máximo de una y media (1 1/2) horas, desde el momento en que el cemento se añade a los agregados, salvo que el Interventor fije un plazo diferente según las condiciones climáticas, el uso de aditivos o las características del equipo de transporte.

El concreto descargado de camiones mezcladores o de camiones agitadores, debe ser entregado con la consistencia, trabajabilidad y uniformidad requeridos para la obra. La velocidad de descarga del concreto premezclado debe ser controlada por la velocidad de rotación del tambor en la dirección de la descarga con la canaleta o compuerta de descarga completamente abierta. Si es necesario agregar agua adicional a la mezcla para alcanzar o mantener el asentamiento especificado, sin exceder la relación agua/cemento requerida, se debe mezclar nuevamente el contenido del tambor, por un mínimo de veinte (20) revoluciones a la velocidad de mezclado, antes de proceder a la descarga del concreto.

El concreto puede ser transportado en camiones tipo volqueta, u otro equipo provisto de agitadores, si los documentos del proyecto lo admiten o el Interventor aprueba por escrito esta posibilidad. En tal caso, los recipientes deberán ser metálicos, lisos en su interior, con las esquinas redondeadas, equipados con compuertas para controlar la descarga y provistos de cobertores adecuados para proteger el concreto contra la intemperie. El concreto transportado en estos equipos debe ser mezclado previamente y debe ser entregado con la consistencia y uniformidad requeridas. La descarga en el punto de entrega debe ser completada en cuarenta y cinco minutos (45 min) desde que el cemento sea puesto en contacto con los agregados, lapso que el Interventor podrá variar según las condiciones climáticas del lugar o el uso de aditivos.
A su entrega en la obra, el Interventor rechazará todo concreto que haya desarrollado algún endurecimiento inicial, así como aquel que no sea entregado dentro del límite de tiempo aprobado o no tenga el asentamiento dentro de los límites especificados.

El concreto que por cualquier causa haya sido rechazado por el Interventor, deberá ser retirado de la obra y reemplazado por el Constructor, a su costa, por un concreto satisfactorio.

8.4.7 630.4.7 Preparación para la colocación del concreto

Por lo menos cuarenta y ocho (48) horas antes de colocar concreto en cualquier lugar de la obra, el Constructor notificará por escrito al Interventor al respecto, para que éste verifique y apruebe los sitios de colocación.

La colocación no podrá comenzar, mientras el Interventor no haya aprobado el encofrado, el refuerzo, las partes embebidas y la preparación de las superficies que han de quedar contra el concreto. Dichas superficies deberán encontrarse completamente libres de suciedad, lodo, desechos, grasa, aceite, partículas sueltas y cualquier otra sustancia perjudicial. La limpieza puede incluir el lavado por medio de chorros de agua y aire, excepto para superficies de suelo o relleno, para las cuales este método puede no ser el adecuado.

Se deberá eliminar toda agua estancada o libre de las superficies sobre las cuales se va a colocar la mezcla y controlar que durante la colocación de la mezcla y el fraguado, no se mezcle agua que pueda lavar o dañar el concreto fresco.

Las fundaciones en suelo contra las cuales se coloque el concreto, deberán ser humedecidas completamente, o recubrirse con una delgada capa de concreto, si así lo exige el Interventor.

8.4.8 630.4.8 Colocación del concreto

8.4.8.1 630.4.8.1 REQUISITOS GENERALES

Esta operación se deberá efectuar en presencia del Interventor, salvo en determinados sitios específicos autorizados previamente por éste.

El concreto no se podrá colocar en instantes de lluvia, a no ser que el Constructor suministre cubiertas que, a juicio del Interventor, sean adecuadas para proteger el concreto desde su colocación hasta su fraguado.

Todo el concreto debe ser vaciado en horas de luz solar y su colocación en cualquier parte de la obra no se debe iniciar si no es posible completarla en dichas condiciones, a menos que se disponga de un adecuado sistema de iluminación, aprobado por el Interventor.

El concreto no se debe exponer a la acción del agua antes del fraguado final, excepto lo que se dispone en el numeral 630.4.9, de este Artículo, para el concreto depositado bajo agua. El concreto se deberá colocar en seco y durante su colocación o después de ella no deberá ser expuesto a la acción de aguas o suelos que contengan soluciones alcalinas, hasta pasado un periodo por lo menos de tres (3) días, o de agua salada hasta los siete (7) días. Durante este lapso, el concreto se deberá proteger bombeando el agua perjudicial fuera de las formaletas y ataguías.

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando contra las formaletas o el refuerzo. Por ningún motivo se permitirá la caída libre del concreto desde alturas superiores a uno y medio metros (1.50 m).

Al verter el hormigón, se removerá enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas; cuidando especialmente los sitios en que se reúna gran cantidad de ellas, y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de la armadura.

En todos los casos que sea difícil colocar el concreto junto a las formaletas debido a las obstrucciones producidas por el acero de refuerzo o por cualquier otra condición, se deberá procurar el contacto apropiado entre el concreto y las caras interiores de las formaletas,

vibrando estas últimas por medio de golpes en sus superficies exteriores con mazos de caucho o madera o por medio de vibradores de formaleta.

En caso de usar equipos inclinados (canoas, canaletas) deben tener una longitud máxima de 7 m, manteniendo un flujo continuo a una velocidad uniforme del hormigón con pendientes, según el asentamiento del concreto, Norma de ensayo INV E-404, no sobrepasando los valores de la Tabla 630.9.

Tabla 10. 630.9
Pendientes máximas de equipos según el asentamiento de concreto

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (mm)	PENDIENTE (V:H)
10 a 80	1 : 2
80 a 120	1 : 3

No se permitirá la colocación de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Tampoco se permitirá la colocación de la mezcla fresca sobre concreto total o parcialmente endurecido, sin que las superficies de contacto hayan sido preparadas como juntas, según se describe en el numeral 630.4.11.

El Constructor deberá tener la precaución de no mover los extremos del refuerzo que sobresalga del concreto, por lo menos durante las primeras veinticuatro (24) horas luego de colocado el concreto.

A menos que los documentos del proyecto o el Interventor indiquen algo en contrario por el tipo de obra, el concreto se deberá colocar en capas continuas horizontales cuyo espesor no exceda de treinta centímetros (0.3 m).

Las descargas deberán sucederse una tras otra, debiendo cada una de ellas colocarse y compactarse antes de que la precedente haya alcanzado el fraguado inicial, para que no quede una separación entre las mismas. La superficie superior de cada capa de concreto se debe dejar algo áspera para lograr una liga eficiente con la capa subsiguiente. Cada capa superior deberá ser compactada de forma que se evite la formación de una junta de construcción entre ella y la capa inferior.

Las capas que se completen en un día de trabajo o que hayan sido colocadas poco antes de interrumpir temporalmente las operaciones, se deben limpiar de cualquier material objetable tan pronto como las superficies sean lo suficientemente firmes para retener su forma. En ningún caso se suspenderá o interrumpirá temporalmente el trabajo dentro de los cuarenta y cinco centímetros (45 cm) abajo de la parte superior de cualquier superficie, a menos que los

detalles de la obra tengan en cuenta un coronamiento de menos de dicho espesor, en cuyo caso, la junta de construcción se puede hacer en la parte inferior de dicho coronamiento.

El método y la manera de colocar el concreto se deberán regular de forma que todas las juntas de construcción se coloquen en las zonas de bajo esfuerzo cortante y, en lo posible, en sitios que no sean visibles.

8.4.8.2 630.4.8.2 COLOCACIÓN POR BOMBEO

La colocación del concreto por bombeo puede ser permitida dependiendo de la adaptabilidad del método a usar en la obra. El equipo se deberá disponer de manera que las vibraciones derivadas de su operación no deterioren el concreto recién colocado.

Al emplear bombeo mecánico, la operación de la bomba deberá ser tal, que se produzca una corriente continua del concreto, sin bolsas de aire. Cuando se terminen las operaciones de bombeo, en caso de que se vaya a usar el concreto que quede en las tuberías, éste se debe expeler de tal manera que no se contamine o se produzcan segregaciones.

Al emplear bombeo neumático, el equipo de bombeo se debe colocar la más cerca posible del depósito de concreto. Las líneas de descarga deberán ser horizontales o inclinadas hacia arriba respecto de la máquina de bombeo.

Cuando se utilice equipo de bombeo, siempre se deberá disponer de los medios alternativos para continuar la operación de colocación del concreto en caso de que se dañe la bomba. El bombeo deberá continuar hasta que el extremo de la tubería de descarga quede completamente por fuera de la mezcla recién colocada.

Los equipos de bombeo deberán ser limpiados cuidadosamente después de cada periodo de operación.

8.4.8.3 630.4.8.3 COLOCACIÓN DEL AGREGADO CICLÓPEO

La colocación del agregado ciclópeo para el concreto clase G, se deberá ajustar al siguiente procedimiento.

La piedra limpia y húmeda, se deberá colocar cuidadosamente a mano, sin dejarla caer por gravedad en la mezcla de concreto simple, para no causar daño a las formaletas, a las alcantarillas en el caso de cabezales o al concreto adyacente parcialmente fraguado.

En estructuras cuyo espesor sea inferior a ochenta centímetros (80 cm), la distancia libre entre piedras o entre una piedra y la superficie de la estructura, no será inferior a diez centímetros

(10cm). En estructuras de mayor espesor, la distancia mínima se aumentará a quince centímetros (15 cm). En estribos y pilas no se podrá usar agregado ciclópeo en los últimos cincuenta centímetros (50 cm) debajo del asiento de la superestructura o placa.

Si se interrumpe la fundición, al dejar una junta de construcción se deben dejar piedras sobresaliendo no menos de diez centímetros (10 cm) para formar una llave. Antes de continuar el vaciado del concreto se deberá limpiar la superficie donde se colocará el concreto fresco y humedecerse la misma con agua limpia.

El concreto ciclópeo no se deberá usar en estructuras cuya altura sea menor de sesenta centímetros (60 cm) y/o en las que el espesor sea inferior a treinta centímetros (30 cm).
La proporción máxima del agregado ciclópeo será el cuarenta por ciento (40%) del volumen total de concreto.

8.4.9 630.4.9 Colocación del concreto bajo agua

El concreto no deberá ser colocado bajo agua, excepto cuando así se especifique en los planos o lo autorice el Interventor, quien efectuará una supervisión directa de los trabajos. En tal caso, el concreto tendrá una resistencia no menor de la exigida para la clase D y contendrá un diez por ciento (10%) de exceso de cemento, en peso, respecto del obtenido en el diseño de la mezcla.

Dicho concreto se deberá colocar cuidadosamente en su lugar, en una masa compacta, por medio de un tremie u otro método aprobado por el Interventor. Todo el concreto bajo el agua se deberá depositar en una operación continua.

No se deberá colocar concreto dentro de corrientes de agua y las formaletas diseñadas para retenerlo bajo el agua, deberán ser impermeables. El concreto se deberá colocar de tal manera, que se logren superficies aproximadamente horizontales, y que cada capa se deposite antes de que la precedente haya alcanzado su fraguado inicial, con el fin de asegurar la adecuada unión entre las mismas.

8.4.10 630.4.10 Vibración

El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración interna, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos. Durante la consolidación, el vibrador se deberá operar a intervalos regulares y frecuentes, en posición casi vertical y con su cabeza sumergida profundamente dentro de la mezcla.

Para lograr la compactación de cada capa antes de que se deposite la siguiente sin demorar la descarga, se debe usar un número suficiente de vibradores para consolidar el concreto que se está recibiendo, dentro de los quince (15) minutos siguientes a su colocación dentro de las formaletas. Para evitar demoras en el caso de averías, se debe disponer de un (1) vibrador auxiliar en el sitio de la obra para fundiciones individuales hasta de cincuenta metros cúbicos (50 m3) y dos (2) vibradores auxiliares para fundiciones de mayor volumen.

Las vibraciones se deben aplicar en el punto de descarga y donde haya concreto depositado poco antes. Los vibradores no deberán ser empujados rápidamente, sino que se permitirá que ellos mismos se abran camino dentro de la masa de concreto y se retirarán lentamente para evitar la formación de cavidades.

La vibración deberá ser tal, que el concreto fluya alrededor del refuerzo y otros elementos que deban quedar embebidos en el concreto y llegue hasta las esquinas de las formaletas.

La vibración no debe ser aplicada sobre el refuerzo, ni forzarse a secciones o capas de concreto que hayan endurecido a tal grado que el concreto no pueda volverse plástico por su re vibración.

No se deberá colocar una nueva capa de concreto, si la precedente no está debidamente consolidada.

La vibración no deberá ser usada para transportar mezcla dentro de las formaletas, ni se deberá aplicar directamente a éstas o al acero de refuerzo, especialmente si ello afecta masas de mezcla recientemente fraguada.

Con el fin de obtener un concreto debidamente compactado, carente de cavidades, hormigueros y similares, la vibración mecánica deberá ser completada con la compactación manual que sea necesaria a lo largo de las superficies de las formaletas y en las esquinas y puntos donde sea difícil obtener una vibración adecuada.

Las dimensiones de las agujas de los vibradores de inmersión y, en general, los tiempos de vibrado deberán ser cuidadosamente controlados, de manera de obtener las densidades máximas sin sobrevibrar.

8.4.11 630.4.11 Juntas

Se deberán construir juntas de construcción, contracción y dilatación, con las características y en los sitios indicados en los planos de la obra o donde lo indique el Interventor. El Constructor no podrá introducir juntas adicionales o modificar el diseño de localización de las indicadas en los planos o aprobadas por el Interventor, sin la autorización de éste. En superficies expuestas, las

juntas deberán ser horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique lo contrario.

En general, se deberá dar un acabado pulido a las superficies de concreto en las juntas y se deberán utilizar para las mismas los rellenos, sellos o retenedores indicados en los planos.

8.4.12 630.4.12 Agujeros para drenaje

Los agujeros para drenaje o alivio se deberán construir de la manera y en los lugares señalados en los planos. Los dispositivos de salida, bocas o respiraderos para igualar la presión hidrostática se deberán colocar más abajo que las aguas mínimas y también de acuerdo con lo indicado en los planos.

Los moldes para practicar agujeros a través del concreto pueden ser de tubería metálica, plástica o de concreto, cajas de metal o de madera. Si se usan moldes de madera, ellos deberán ser removidos después de colocado el concreto.

8.4.13 630.4.13 Remoción de las formaletas y de la obra falsa

El tiempo de remoción de formaletas y obra falsa está condicionado por el tipo y localización de la estructura, el curado, el clima y otros factores que afecten el endurecimiento del concreto.

Si las operaciones de campo no están controladas por pruebas de laboratorio, los valores de la Tabla 630.10 pueden ser empleados como guía para el tiempo mínimo requerido antes de la remoción de formaletas y soportes.

Tabla 11. 630.10
Tiempo mínimo para remoción de formaletas y soportes

TIPO DE OBRA	TIEMPO MÍNIMO PARA REMOCIÓN DE FORMALETAS Y SOPORTES
Estructuras para arcos	14 días
Estructuras bajo vigas	14 días
Soportes bajo losas planas	14 días
Losas de piso	14 días
Placa superior en alcantarillas de cajón	14 días
Superficies de muros verticales	48 horas
Columnas	48 horas
Lados y vigas y todas las demás partes	24 horas

Si las operaciones de campo son controladas por ensayos de resistencia de cilindros de concreto, la remoción de formaletas y demás soportes se podrá efectuar al lograrse las resistencias fijadas en el diseño. Los cilindros de ensayo deberán ser curados bajo condiciones iguales a las más desfavorables de la estructura que representan.

La remoción de formaletas y soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal, que permita al concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su peso propio.

8.4.14 630.4.14 Acabado

Todas las superficies de concreto deberán recibir un acabado inmediatamente después del retiro de las formaletas. El tipo de acabado dependerá de las características de la obra construida.

8.4.14.1 630.4.14.1 ACABADO ORDINARIO

Es el procedimiento usado para la mayoría de las estructuras. Inmediatamente después de remover las formaletas, toda la rebaba y salientes irregulares de la superficie del concreto se deberán cincelar a ras de la superficie. Todos los alambres y varillas que sobresalgan se deberán cortar, cuando menos cinco milímetros (5 mm) bajo la superficie. Todas las cavidades pequeñas se deberán limpiar cuidadosamente, saturarse con agua y rellenarse con un mortero compuesto por una (1) parte de cemento Portland y dos (2) de arena, el cual deberá ser completamente apisonado en su lugar. En caso de cavidades mayores, se aplicará una capa delgada de pasta de cemento puro antes de colocar el mortero de relleno. Todos los remiendos deberán mantenerse húmedos por un período no menor de cinco (5) días.

Para el relleno de cavidades grandes o profundas se deberá incluir agregado grueso en el mortero de relleno.

Las zonas con hormigueros excesivos pueden ser causa de rechazo de la estructura, en cuyo caso el Constructor deberá demoler y reconstruir, a su costa, la parte afectada.

Todas las juntas de construcción y de dilatación en la obra terminada deben dejarse cuidadosamente trabajadas y quedar sin restos de mortero y concreto. El relleno de las juntas deberá quedar con los bordes limpios en toda su longitud.

8.4.14.2 630.4.14.2 ACABADO POR FROTADO DE SUPERFICIE

Tan pronto como se hayan removido las formaletas y lo permita la condición del concreto, se iniciará el frotado, empapando las superficies con agua, y frotándolas luego con una piedra de carborundo de mediana aspereza, esmerilando la superficie hasta formar una pasta.

La operación de frotado se debe continuar hasta que todas las señales dejadas por las formaletas y demás salientes e irregularidades hayan sido removidas y la superficie presente una textura lisa y un color uniforme.

En este proceso no se deberá emplear ninguna lechada de cemento ni enlucido de mortero.

La pasta producida por el frotamiento debe ser cepillada cuidadosamente o ser extendida uniformemente en una capa delgada sobre la superficie, dejándose que vuelva a fraguar. El acabado final se obtiene mediante un segundo frotado con una piedra de carborundo más fina.

Este sistema de acabado es prescriptivo para las barandas de concreto a las cuales hace referencia el Artículo 632 de estas especificaciones, así como en las demás superficies en los cuales se requiera de manera explícita en los documentos del proyecto.

8.4.14.3 630.4.14.3 ACABADO DE PISOS DE PUENTES

Si el piso va a ser cubierto con una capa asfáltica, basta con asegurar que la superficie de concreto sea correctamente nivelada para que presente las pendientes transversales indicadas en los planos del proyecto.

Si el piso del puente se va a usar como capa de rodadura, deberá ser sometido a las operaciones de acabado descritas en el Artículo 500 de estas especificaciones, para los pavimentos de concreto hidráulico.

8.4.14.4 630.4.14.4 ACABADO DE LOSAS DE PISOS

Si los documentos del proyecto no establecen otra cosa diferente, su acabado será como el descrito en el Artículo 500 de estas especificaciones para los pavimentos de concreto hidráulico, exceptuando el texturizado transversal final.

8.4.14.5 630.4.14.5 ACABADO DE ANDENES DE CONCRETO

El concreto colocado y compactado deberá ser alisado con equipo similar al empleado en los pavimentos de concreto hidráulico. Los bordes y las juntas de dilatación deberán acabarse con una herramienta apropiada para ello.

Se deberá garantizar que la textura no sea resbaladiza cuando la superficie esté mojada.

8.4.15 630.4.15 Curado

Inmediatamente después del retiro de las formaletas y del acabado de las superficies, el concreto se someterá a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo prefijado por el Interventor, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climáticas del lugar.

En general, los tratamientos de curado se deberán mantener por un período no menor de catorce (14) días después de terminada la colocación de la mezcla de concreto; en algunas estructuras no masivas, este período podrá ser disminuido, pero en ningún caso será menor de siete (7) días.

Se deben tomar todas las precauciones necesarias para proteger el concreto fresco contra las altas temperaturas y los vientos que puedan causar un secado prematuro y la formación de agrietamientos superficiales. De ser necesario, se colocarán cortinas protectoras contra el viento hasta que el concreto haya endurecido lo suficiente para recibir el tratamiento de curado.

El curado, mediante alguno de los sistemas mencionados en el numeral 630.2.5 de este Artículo, se realizará de conformidad con todo lo que resulte pertinente del Artículo 500, relativo al curado de los pavimentos de concreto hidráulico.

En la eventualidad de que se produzca un sismo durante el proceso de curado, el Constructor deberá tener especial cuidado en efectuar una revisión detallada del concreto colocado y de la estructura luego del sismo, informando al Interventor sobre cualquier daño motivado por el fenómeno. Sin perjuicio de ello, si así lo estimase el Interventor, se realizarán los ensayos que considere convenientes para verificar la calidad del concreto, pudiendo ordenar el retiro de éste si, a su juicio, los ensayos realizados revelaren alteraciones al concreto colocado.

8.4.16 630.4.16 Deterioros

Todo concreto defectuoso o deteriorado deberá ser reparado o removido y reemplazado por el Constructor, según lo requiera el Interventor. Toda mano de obra, equipo y materiales requeridos para la remoción, reparación, reemplazo, acabado y curado del concreto defectuoso, serán suministrados a expensas del Constructor.

8.4.17 630.4.17 Limpieza final

Al terminar la obra, y antes de la aceptación final del trabajo, el Constructor deberá retirar del lugar toda obra falsa, materiales excavados o no utilizados, desechos, basuras y construcciones temporales, restaurando en forma aceptable para el Interventor, toda propiedad, tanto pública como privada, que pudiera haber sido afectada durante la ejecución de este trabajo y dejar el lugar de la estructura limpio y presentable.

8.4.18 630.4.18 Limitaciones en la ejecución

La temperatura de la mezcla de concreto, inmediatamente antes de su colocación, deberá estar entre diez y treinta y dos grados Celsius (10°C – 32°C).

Cuando se pronostique una temperatura inferior a cuatro grados Celsius (4oC) durante el vaciado o en las veinticuatro (24) horas siguientes, la temperatura del concreto no podrá ser inferior a trece grados Celsius (13ºC) cuando se vaya a emplear en secciones de menos de treinta centímetros (30 cm) en cualquiera de sus dimensiones, ni inferior a diez grados Celsius (10ºC) para otras secciones.

La temperatura durante la colocación no deberá exceder de treinta y dos grados Celsius (32ºC), para que no se produzcan pérdidas en el asentamiento, fraguado falso o juntas frías. Cuando la temperatura de las formaletas metálicas o de las armaduras exceda de cincuenta grados Celsius (50ºC), se deberán enfriar mediante rociadura de agua, inmediatamente antes de la colocación del concreto.

La colocación del concreto en horas de la noche o en instantes de lluvia solo se permitirá si se cumplen las condiciones indicadas en el numeral 630.4.8.1 de este Artículo.

8.4.19 630.4.19 Manejo ambiental

Todas las labores de ejecución de obras de concreto estructural se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

8.5 630.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

8.5.1 630.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado previamente, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación, consolidación, ejecución de juntas, acabado y curado de las mezclas.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Efectuar los ensayos necesarios para el control de la mezcla.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y mezcla de concreto durante el período de ejecución de las obras.

- Verificar el cumplimiento de todas las medidas requeridas sobre seguridad y medio ambiente.
- Tomar, de manera cotidiana, muestras de la mezcla elaborada para determinar su resistencia.
- Realizar medidas para determinar las dimensiones de la estructura y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Medir, para efectos de pago, los volúmenes de obra satisfactoriamente ejecutados.

8.5.2 630.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

8.5.2.1 630.5.2.1 CALIDAD DEL CEMENTO

Cada vez que lo considere necesario, el Interventor efectuará los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cemento.

8.5.2.2 630.5.2.2 CALIDAD DEL AGUA

Siempre que se tenga alguna sospecha sobre su calidad, se determinará su pH y los contenidos de materia orgánica, sulfatos y cloruros.

8.5.2.3 630.5.2.3 CALIDAD DE LOS AGREGADOS

Se verificará mediante la ejecución de las mismas pruebas descritas en el numeral 500.5.2.3 del Artículo 500 de este documento. En cuanto a la frecuencia de ejecución, ella se deja al criterio del Interventor, de acuerdo con la magnitud de la obra bajo control. De dicha decisión, se deberá dejar constancia escrita.

8.5.2.4 630.5.2.4 CALIDAD DE LOS ADITIVOS Y DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS DE CURADO

El Interventor deberá solicitar certificaciones a los proveedores de estos productos, donde garanticen su calidad y conveniencia de utilización.

8.5.2.5 630.5.2.5 CALIDAD DE LA MEZCLA

a. dosificación

La mezcla se deberá efectuar en las proporciones establecidas en la fórmula de trabajo, admitiéndose las siguientes variaciones en el peso de sus componentes (respecto a su propio peso):

Agua, cemento y aditivos	± 1%
Agregado fino	± 2%
Agregado grueso hasta de 38 mm	± 2%

Agregado grueso mayor de 38 mm ± 3%

La tolerancia del agua de mezclado se deberá medir con la tolerancia especificada, corregida según la condición de humedad de los agregados y la cantidad de aditivo líquido, si se usa.

Las mezclas dosificadas por fuera de estos límites, serán rechazadas por el Interventor.

b. Consistencia

El Interventor controlará la consistencia de cada carga entregada, para lo cual tomará una muestra representativa de ella que someterá al ensayo de asentamiento (INV E-404), cuyo resultado deberá encontrarse dentro de los límites mencionados en el numeral 630.4.2 de esta especificación. En caso de no cumplirse este requisito, se rechazará la carga correspondiente. Por ningún motivo se permitirá la adición de agua al concreto elaborado para incrementar su asentamiento.

c. Resistencia

El concreto por evaluar se agrupará por lotes, entendiendo por lote el volumen de concreto de una misma clase, elaborado con la misma fórmula de trabajo, representado por un conjunto de muestras que se someterán a evaluación en forma parcial, como se describe a continuación.

Una parcialidad del lote estará constituida por el menor volumen resultante entre (i) cincuenta metros cúbicos (50 m3) y (ii) el volumen de concreto colocado en una jornada de trabajo.

De dicha parcialidad se tomará una muestra compuesta por cuatro (4) especimenes según el método descrito en la norma de ensayo INV E-401, con los cuales se fabricarán probetas cilíndricas según la norma INV E-402, para someterlas a ensayos de resistencia a compresión (INV E-410). De ellas, se fallarán dos (2) a siete (7) días y dos (2) a veintiocho (28) días, luego de ser sometidas al curado normalizado. Los valores de resistencia a siete (7) días sólo se emplearán para verificar la regularidad de la calidad de la producción del concreto, mientras que los obtenidos a veintiocho (28) días se emplearán para la comprobación de la resistencia del concreto.

El promedio de la resistencia a compresión de los dos (2) especimenes tomados simultáneamente de una misma cochada, se considerará como el resultado de un ensayo (fi).

La resistencia de cada parcialidad del lote será considerada satisfactoria, si se cumplen simultáneamente las siguientes condiciones:

a) $fi \geq (f'c - k1)$ donde:

b) $fm \geq f'c$

- fi : Resultado de un ensayo de resistencia a compresión a los veintiocho (28) días, en MPa.
- f´c: Resistencia característica a compresión a los veintiocho (28) días, indicada en los planos del proyecto y utilizada para el diseño estructural de la obra, en MPa.
- k1: Constante de evaluación. Para concretos con resistencia a la compresión a los veintiocho (28) días (f'c) menor o igual a veinte (20) MPa, K1 = 2.6 MPa. ; para concretos con resistencia a la compresión a los veintiocho (28) días (f'c) superior a veinte (20) MPa, K1=3.5 MPa.
- FM: Valor promedio de resistencia a compresión a los veintiocho (28) días de tres (3) ensayos consecutivos (MPa). Cuando se trate de la primera muestra, su resultado se considerará como promedio y cuando se trate de la segunda, se tomará el promedio de ellas dos.

El resultado de los cálculos de resistencia del concreto, en MPa, deberá ser aproximado a la décima. Cuando la fracción centesimal del resultado sea igual o superior a cinco centésimas (≥ 0.05) la aproximación se hará por exceso. Si es menor, se hará por defecto.

Si en algún momento una o las dos exigencias recién indicadas son incumplidas, el Interventor ordenará una revisión de la parte de la estructura que esté en duda, utilizando métodos idóneos para detectar las zonas más débiles y requerirá que el Constructor, a su costa, tome núcleos de dichas zonas, en acuerdo a la norma INV E-418.

Se deberán tomar tres (3) núcleos por cada valor inconforme. Si el concreto de la estructura va a permanecer seco en condiciones de servicio, los testigos se secarán al aire durante siete (7) días a una temperatura entre dieciséis y veintisiete grados Celsius (16ºC - 27ºC) y luego se probarán secos. Si el concreto de la estructura se va a encontrar húmedo en condiciones de servicio, los núcleos se sumergirán en agua por cuarenta y ocho (48) horas y se fallarán a continuación.

Se considerará aceptable la resistencia del concreto de la zona representada por los núcleos, si el promedio de la resistencia a compresión de los tres (3) núcleos, corregida por la esbeltez, es al menos igual al ochenta y cinco por ciento (85%) de la resistencia especificada en los planos (f'c), siempre que ningún núcleo tenga menos del setenta y cinco por ciento (75%) de dicha resistencia.

Si los criterios de aceptación anteriores no se cumplen, el Constructor podrá solicitar que, a sus expensas, se hagan pruebas de carga en la parte dudosa de la estructura conforme lo especifica

el reglamento ACI. Si estas pruebas dan un resultado satisfactorio, se aceptará el concreto en discusión. En caso contrario, el Constructor deberá adoptar las medidas correctivas que solicite el Interventor, las cuales podrán incluir la demolición parcial o total de la estructura, si fuere necesario, y su posterior reconstrucción, a costa del Constructor, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

Siempre que se produzcan rechazos se deberá reiniciar el promedio de las medias móviles (fm) para las evaluaciones subsiguientes.

8.5.2.6 630.5.2.6 CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO

a. Desviaciones máximas admisibles en las dimensiones laterales

- Vigas pretensadas y postensado -0.5 cm a +1.0 cm

- Vigas, columnas, placas, pilas, muros y
Estructuras similares de concreto reforzado -1.0 cm a +2.0 cm

- Muros, estribos y cimientos -2.0 cm a +5.0 cm

b. Desplazamiento
El desplazamiento de las obras, con respecto a la localización indicada en los planos, no podrá ser mayor que la desviación máxima positiva (+) indicada para las desviaciones en el inciso
630.5.2.6. A.

c. Otras tolerancias

- Espesores de placas -1.0 cm a +2.0 cm

- Cotas superiores de placas y andenes -1.0 cm a +1.0 cm

- Recubrimiento del refuerzo ±10%

- Espaciamiento entre varillas -2.0 cm a +2.0 cm

d. Regularidad de la superficie

La superficie no podrá presentar irregularidades que superen los límites que se indican a continuación, al colocar sobre la superficie una regla de tres metros (3 m).

- Placas y andenes 0.4 cm

- Otras superficies de concreto simple o reforzado 1.0 cm

- Muros de concreto ciclópeo 2.0 cm

e. Curado

Toda fundida de concreto que no sea correctamente curada, puede ser rechazada por el Interventor. Si se trata de una superficie de contacto con fundidas subsecuentes de concreto, deficientemente curada, el Interventor podrá exigir la remoción de una capa hasta de cinco centímetros (5 cm) de espesor, por cuenta del Constructor, y su consecuente reposición con una mezcla satisfactoria, correctamente curada.

Todo concreto donde los materiales, mezclas y producto terminado excedan las tolerancias de esta especificación deberá ser corregido por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las indicaciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

8.6 630.6 MEDIDA

La unidad de medida del concreto estructural será el metro cúbico (m3), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, debidamente acabada y curada y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El volumen se determinará multiplicando la longitud horizontal, medida a lo largo de la estructura, por el ancho y espesor especificados en los planos o modificados por el Interventor. No se medirá, para los fines de pago, ninguna obra ejecutada por fuera de las dimensiones o líneas establecidas en los documentos del proyecto u ordenadas por el Interventor.

Si al efectuar la medición el volumen contiene una fracción igual o superior a cinco centésimas de metro cúbico (≥0.05m3), la aproximación se realizará a la décima superior; en caso contrario, se aproximará a la décima inferior.

De los volúmenes calculados se deducirán los correspondientes a las tuberías de drenaje y elementos de acero, excepto los ocupados por el acero de refuerzo y de pre-esfuerzo.

8.7 630.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación y alquiler de las fuentes de las cuales se extraerán los agregados pétreos, así como el descapote y la preparación de las zonas por explotar y la adecuación paisajística de las fuentes para recuperar sus características hidrológicas superficiales al terminar la explotación.

Deberá cubrir, también todos los costos de construcción o mejoramiento de las vías de acceso a las fuentes, los de la explotación de ellas; la selección, trituración, y eventual lavado y clasificación de los materiales pétreos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargues, transportes, descargues y mezclas de todos los materiales constitutivos de la mezcla cuya fórmula de trabajo se haya aprobado, excepto los aditivos si su empleo está previsto en los documentos del proyecto o ha sido solicitado por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos por concepto de patentes utilizadas por el Constructor; suministro, instalación y operación de los equipos; la preparación de la superficie de las excavaciones, si no está contemplada en el Artículo 600, el suministro de materiales y accesorios para las formaletas y la obra falsa y su construcción y remoción; el diseño y la elaboración de las mezclas de concreto, su cargue, transporte al sitio de la obra; colocación y vibrado; suministro y aplicación del producto para el curado del concreto terminado, la ejecución de juntas y de agujeros para drenaje, el acabado, la limpieza final de la zona de las obras y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

También, deberá incluir el costo de la señalización preventiva y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos, y los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

Solamente habrá pago separado por los aditivos, cuando su uso esté previsto en los documentos del proyecto o sea solicitado por el Interventor. En tal caso, el pago se cubrirá conforme lo establezca la especificación particular respectiva. No habrá pago por concepto de aditivos que el Constructor use por su conveniencia.

Las obras de concreto que estén cubiertas por otro ítem de pago, tampoco se consideran incluidas en el presente Artículo.

El acero de refuerzo se medirá y pagará de acuerdo con el Artículo 640, “Suministro de acero de refuerzo”, y el de pre esfuerzo de acuerdo con el Artículo 641, “Suministro de acero de pre esfuerzo”, de estas especificaciones.

ÍTEM DE PAGO

630.1 Concreto Clase A	Metro cúbico (m3)
630.2 Concreto Clase B	Metro cúbico (m3)
630.3 Concreto Clase C	Metro cúbico (m3)
630 4 Concreto Clase D	Metro cúbico (m3)
630.5 Concreto Clase E	Metro cúbico (m3)
630.6 Concreto Clase F	Metro cúbico (m3)
630.7 Concreto Clase G	Metro cúbico (m3)

9 INV ARTICULO 640 ACERO DE REFUERZO

9.1 640.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación de barras de acero en estructuras de concreto, en concordancia con los planos del

proyecto, de esta especificación y de las instrucciones y recomendaciones dadas por el Interventor.

9.2 640.2 MATERIALES

9.2.1 640.2.1 Barras de refuerzo

Deberán cumplir con las que sean pertinentes de las siguientes normas, según se establezcan en los planos del proyecto: NTC 161, 248 y 2289; AASHTO M-31 y ASTM A-706.

El refuerzo liso solo se permite en estribos, refuerzo de retracción y temperatura o refuerzo en espiral y no puede utilizarse como refuerzo longitudinal a flexión. No se permite acero liso en refuerzo longitudinal ni transversal de elementos que sean parte del sistema de resistencia sísmica, exceptuando en las espirales.

9.2.2 640.2.2 Mallas electrosoldadas

Los alambres para mallas y las mallas en sí deberán cumplir con las siguientes normas, según se establezcan en los planos del proyecto: NTC 1925 y 2310; ASTM A-185 y A-497; AASHTO M-32, M-55, M-221 y M-225.

En mallas de alambre liso, las intersecciones soldadas no deben estar espaciadas a más de 300 mm, ni a más de 400 mm en mallas de alambre corrugado, excepto cuando las mallas se utilizan como estribos.

9.2.3 640.2.3 Masas teóricas de las barras de refuerzo

Para efectos de la comprobación de la designación y pago de las barras, se considerarán las masas unitarias que se indican en las Tablas 640.1 y 640.2

Los números de designación, son iguales al número de octavos de pulgada del diámetro nominal de referencia.
La letra M indica que son diámetros nominales en milímetros (mm).

Tabla 12.
Tabla 13. 640.1
Masa de las barras por unidad de longitud
(Diámetros basados en octavos de pulgada)

BARRA No.	DIÁMETRO NOMINAL	MASA (kg/m)

(mm)		(pulgadas)	
2	6.4	¼	0.25
3	9.5	3/8	0.56
4	12.7	½	1.00
5	15.7	5/8	1.55
6	19.1	¾	2.24
7	22.2	7/8	3.04
8	25.4	1	3.97
9	28.7	1 1/8	5.06
10	32.3	1 ¼	6.41
11	35.8	1 3/8	7.91
14	43.0	1 ¾	11.38
18	57.3	2 ¼	20.24

Tabla 14. 640.2
Masa de las barras por unidad de longitud
(Diámetros basados en milímetros)

BARRA	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	MASA (kg/m)
6M	6.0	0.22
8M	8.0	0.39
10M	10.0	0.62
12M	12.0	0.89
16M	16.0	1.58
18M	18.0	2.00
20M	20.0	2.47
22M	22.0	2.98
25M	25.0	3.85
32M	32.0	6.31
45M	45.0	12.48
55M	55.0	18.64

9.3 640.3 EQUIPO

Se requiere de equipo adecuado para el corte y doblado de las barras de refuerzo.

Si se autoriza el empleo de soldadura, el Constructor deberá disponer del equipo apropiado para dicha labor.

Se requieren, además, elementos que permitan asegurar correctamente el refuerzo en su posición, así como herramientas menores.

9.4 640.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

9.4.1 640.4.1 Planos y despiece

Antes de cortar el material según las formas indicadas en los planos, el Constructor deberá verificar las listas de despiece y los diagramas de doblado. Si los planos no los muestran, las listas y diagramas deberán ser preparados por el Constructor para la aprobación del Interventor, pero tal aprobación no exime a aquel de su responsabilidad por la exactitud de los mismos. En este caso, el Constructor deberá contemplar el costo de la elaboración de las listas y diagramas mencionados, en los precios de su oferta.

Si el Constructor desea replantear una junta de construcción en cualquier parte de una estructura para la cual el Interventor le haya suministrado planos de refuerzo y listas de despiece, y dicho replanteo es aprobado por el Interventor, el Constructor deberá revisar, a sus expensas, los planos y listas de despiece que correspondan a la junta propuesta, y someter las modificaciones respectivas para aprobación del Interventor, al menos treinta (30) días antes de la fecha prevista para el corte y doblamiento del refuerzo para dicha parte de la obra. Si por cualquier razón el Constructor no cumple con este replanteo, la junta y el refuerzo correspondiente deberán ser dejados sin modificación alguna, según se muestre en los planos suministrados por el Interventor.

9.4.2 640.4.2 Suministro y almacenamiento

Todo envío de acero de refuerzo que llegue al sitio de la obra o al lugar donde vaya a ser doblado, deberá estar identificado con etiquetas en las cuales se indiquen la fábrica, el grado del acero y el lote o colada correspondiente.

El acero deberá ser almacenado en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y deberá ser protegido, hasta donde sea posible, contra daños mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos.

9.4.3 640.4.3 Doblamiento

Las barras de refuerzo deberán ser dobladas en frío, de acuerdo con las listas de despiece aprobadas por el Interventor. Los diámetros mínimos de doblamiento, medidos en el interior de la barra, con excepción de flejes y estribos, no deben ser menores de los indicados en la Tabla 640.3.

Tabla 15. 640.3
Diámetro mínimo de doblamiento

NÚMERO DE BARRA	DIÁMETRO MÍNIMO
2 a 8 6M a 25M	6 diámetros de la barra
9 a 11 32M	8 diámetros de la barra
14 y 18 45M y 55M	10 diámetros de la barra

El diámetro mínimo de doblamiento para estribos de barras No. 5 y 16M o menores no debe ser menos de cuatro (4) veces el diámetro. Para barras mayores a la No. 5 y 16M se doblarán con los diámetros mínimos establecidos en la Tabla 640.3.

El doblamiento de las barras se realizará en frío y a una velocidad moderada. Deberá evitarse el doblado de barras a temperaturas inferiores de cinco grados centígrados (5º C).

9.4.4 640.4.4 Colocación y amarre

Todo acero de refuerzo al ser colocado en la obra y antes de la fundición del concreto, deberá estar libre de polvo, escamas de óxido, rebabas, pintura, aceite, grasa o cualquier otro tipo de suciedad que pueda afectar la adherencia del acero en el concreto. Todo mortero seco deberá ser quitado del acero.

Las varillas deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos, y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto. La posición del refuerzo dentro de las formaletas deberá ser mantenida por medio de tirantes, bloques, silletas de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado. Los bloques deberán ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas. Las silletas de metal que entren en contacto con la superficie exterior del concreto, deberán ser galvanizadas. No se permitirá el uso de guijarros, fragmentos de piedra o ladrillos quebrantados, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras se deberán amarrar con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de 300 mm, para lo cual se amarrarán alternadamente. El alambre usado para el amarre deberá ser del tipo negro calibre número diez y ocho (No. 18). No se permitirá la soldadura en las intersecciones de las barras de refuerzo.

Si el refuerzo de malla se suministra en rollos para ser usados en superficies planas, la malla deberá ser enderezada en láminas planas, antes de su colocación.

En estructuras cuyo objeto y alcance estén contemplados por las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98, las barras de refuerzo deberán quedar colocadas de tal manera, que la distancia libre entre barras paralelas colocadas en una fila, no sea menor que el diámetro de la barra, no menor de veinticinco milímetros (25 mm), ni menor de uno con treinta y tres (1.33) veces el tamaño máximo del agregado grueso.

Cuando se coloquen dos o más filas de barras, las de las filas superiores deberán colocarse directamente encima de las de la fila inferior y la separación libre entre filas no deberá ser menor de veinticinco milímetros (25 mm).

En estructuras cobijadas por el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes-1995, las barras de refuerzo deberán quedar colocadas de tal manera, que la distancia libre entre barras paralelas colocadas en una fila o capa, no sea menor que uno con cinco (1.5) veces el diámetro de la barra, no menor de treinta y ocho milímetros (38 mm), ni menor de uno con cinco (1.5) veces el tamaño máximo del agregado grueso.

Cuando se coloquen dos o más filas (o capas) de barras, las barras superiores deberán colocarse directamente encima de las inferiores y la separación libre entre filas no deberá ser menor de treinta

Y cinco milímetros (35 mm), no menor que el diámetro de la barra, ni menor de uno con treinta y tres (1.33) veces el tamaño del agregado grueso.

Estos requisitos se deberán cumplir también en la separación libre entre un empalme por traslapo y otros empalmes u otras barras.

Además, se deberán obtener los recubrimientos mínimos especificados en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98 y el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes-1995.

El Interventor deberá revisar y aprobar el refuerzo de todas las partes de las estructuras, antes de que el Constructor inicie la colocación del concreto.

9.4.5 640.4.5 Traslapos y uniones

Los traslapos de las barras de refuerzo deberán cumplir los requisitos de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98 y el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes-1995 y se efectuarán en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique el Interventor, debiendo ser localizados de acuerdo con las juntas del concreto.

El Constructor podrá introducir traslapos y uniones adicionales, en sitios diferentes a los mostrados en los planos, siempre y cuando dichas modificaciones sean aprobadas por el Interventor, que los traslapos y uniones en barras adyacentes queden alternados según lo exija éste, y que el costo del refuerzo adicional requerido sea asumido por el Constructor.

En los traslapos, las barras deberán quedar colocadas en contacto entre sí, amarrándose con alambre, de tal manera, que mantengan la alineación y su espaciamiento, dentro de las distancias libres mínimas especificadas, en relación a las demás varillas y a las superficies del concreto.

El Constructor podrá reemplazar las uniones traslapadas por uniones soldadas empleando soldadura que cumpla las normas de la American Welding Society, AWS D1.4. En tal caso, los soldadores y los procedimientos deberán ser precalificados por el Interventor de acuerdo con los requisitos de la AWS y las juntas soldadas deberán ser revisadas radiográficamente o por otro método no destructivo que esté contemplado por la práctica. El costo de este reemplazo y el de las pruebas de revisión del trabajo así ejecutado, correrán por cuenta del Constructor.

Las láminas de malla o parrillas de varillas deberán traslaparse suficientemente entre sí, para mantener una resistencia uniforme y se deberán asegurar en los extremos y bordes. El traslapo de borde deberá ser, como mínimo, igual a un (1) espaciamiento en ancho.

9.4.6 640.4.6 Cuantías del refuerzo

Se deben cumplir en toda sección de un elemento estructural con las disposiciones de cuantías máximas y mínimas establecidas en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98 y el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes-1995

9.4.7 640.4.7 Sustituciones

La sustitución de cuantías de refuerzo sólo se podrá efectuar con autorización del Interventor. En tal caso, el acero sustituido deberá tener un área y perímetro equivalentes o mayores que el área y perímetro de diseño sin exceder los límites establecidos en el numeral 640.4.6 de esta especificación.

9.4.8 640.4.8 Manejo ambiental

El suministro, almacenamiento, transporte e instalación del acero de refuerzo efectivamente colocado en la estructura, así como el manejo de los desperdicios ocasionados, deberá realizarse en un todo de acuerdo con la normatividad ambiental vigente.

9.5 640.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

9.5.1 640.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Constructor.
- Solicitar al Constructor copia certificada de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante a muestras representativas de cada suministro de barras de acero.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Verificar que el corte, doblado, colocación y cuantía del refuerzo se efectúen de acuerdo con los planos, con esta especificación y con sus instrucciones.
- Vigilar la regularidad del suministro del acero durante el período de ejecución de los trabajos.
- Verificar que cuando se sustituya el refuerzo indicado en los planos, se utilice acero de área y perímetro iguales o superiores a los de diseño.
- Efectuar las medidas correspondientes para el pago del acero de refuerzo correctamente suministrado y colocado.

9.5.2 640.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

9.5.2.1 640.5.2.1 CALIDAD DEL ACERO

Las barras y mallas de refuerzo deberán ser ensayadas en fábrica y sus resultados deberán satisfacer los requerimientos de las normas correspondientes de ICONTEC, AASHTO o ASTM relacionadas en el numeral640.2.

El Constructor deberá suministrar al Interventor una certificación de los resultados de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante para el lote correspondiente en cada envío de refuerzo a la obra. En caso de que el Constructor no cumpla con este requisito, el Interventor ordenará, a expensas de aquel, la ejecución de todos los ensayos que considere necesarios sobre el refuerzo, antes de aceptar su utilización.

Cuando se autorice el empleo de soldadura para las uniones, su calidad y la del trabajo ejecutado se verificarán de acuerdo con lo indicado en el numeral 640.4.5.

Las varillas que tengan fisuras o hendiduras en los puntos de flexión, serán rechazadas.

9.5.2.2 640.5.2.2 CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO

Se aceptarán las siguientes tolerancias en la colocación del acero de refuerzo:

a. Desviación en el espesor de recubrimiento:

Con recubrimiento menor o igual a cincuenta milímetros (≤ 50 mm): cinco milímetros (5 mm).
Con recubrimiento superior a cincuenta milímetros (> 50 mm): diez milímetros (10 mm).

b. Desviación en los espaciamientos prescritos: Se deberá cumplir lo indicado en el numeral 640.4.4.

c. Área
No se permitirá la colocación de acero con áreas y perímetros inferiores a los de diseño.

Todo defecto de calidad o de instalación que exceda las tolerancias de esta especificación, deberá ser corregido por el Constructor, a su costa, de acuerdo con procedimientos aceptados por el Interventor y a plena satisfacción de éste.

9.6 640.6 MEDIDA

La unidad de medida será el kilogramo (kg), aproximado al décimo de kilogramo, de acero de refuerzo para estructuras de concreto realmente suministrado y colocado en obra y debidamente aceptado por el Interventor.

Cuando el cómputo de la fracción decimal resulte mayor o igual a cinco centésimas de kilogramo (≥0.05 kg), la aproximación se realizará por exceso y si resulta menor a cinco centésimas de kilogramo (<0.05 kg), la aproximación se realizará por defecto.

La medida no incluye el peso de soportes, separadores, silletas de alambre o elementos similares utilizados para mantener el refuerzo en su sitio; ni los empalmes adicionales a los indicados en los planos, que hayan sido autorizados por el Interventor, para conveniencia del Constructor.

Tampoco se medirá el acero específicamente estipulado para pago en otros renglones del contrato.

Si se sustituyen barras a solicitud del Constructor y como resultado de ello se usa más acero del que se ha especificado, no se medirá la cantidad adicional.

La medida para barras se basará en la masa computada para los tamaños y longitudes de barras utilizadas, usando las masas unitarias indicadas en las Tablas 640.1 y 640.2.

La medida para malla de alambre será el producto del área en metros cuadrados de malla efectivamente incorporada y aceptada en la obra por su masa real en kilogramos por metro cuadrado (kg/m2), aproximada al kilogramo completo.

Cuando el cómputo de la fracción decimal resulte mayor o igual a medio kilogramo (≥0.5 kg), la aproximación se realizará por exceso y si resulta menor a medio kilogramo (<0.5 kg), la aproximación se realizará por defecto.

No se medirán cantidades en exceso de las indicadas en los planos del proyecto o las ordenadas por el Interventor.

9.7 640.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, ensayos, transportes, almacenamiento, corte, desperdicios, doblamiento, limpieza, colocación y fijación del refuerzo y por toda mano de obra, materiales, patentes, equipos e imprevistos necesarios para terminar correctamente el trabajo, de acuerdo con los planos, con esta especificación y con las instrucciones del Interventor.

El precio unitario deberá incluir, también, todos los costos por concepto de elaboración de listas de despiece y diagramas de doblado cuando ellos no hayan sido suministrados, por el suministro e instalación de abrazaderas, separadores, silletas de alambre o cualquier otro elemento utilizado para sostener y mantener el refuerzo en su sitio, así como los de la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos y todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

No habrá lugar a pago separado por el acero de refuerzo para concreto colocado con el propósito de reemplazar estructuras de concreto que se deterioren o queden defectuosas o en el concreto que el Constructor haya utilizado para su conveniencia con o sin autorización del Interventor. Tampoco se pagará por separado el acero cuyo pago se haya estipulado en otras unidades de obra del Contrato, ni por los trabajos de soldadura que se autoricen para uniones soldadas en reemplazo de uniones traslapadas.

Además, deberá incluir la administración, los imprevistos y la utilidad del Constructor.

ÍTEM DE PAGO

640.1 Acero de refuerzo fy	MPa	Kilogramo (kg)
640.2 Malla de refuerzo fy	MPa	Kilogramo (kg)

10 2P TUBERIA PVC PERFORADA D=4”

10.1 DEFINICIÓN Y GENERALIDADES

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de TUBERIA PVC CORRUGADA Y PERFORADA de diámetro 4”, de acuerdo con las dimensiones y demás indicaciones de los planos del proyecto, con las especificaciones del proveedor o como lo establezca el Interventor.

10.2 MATERIALES

Se utilizará TUBERIA PVC CORRUGADA Y PERFORADA de diámetro 4”, para drenaje de filtros, acorde a lo especificado en planos del proyecto.

10.3 EQUIPO

El equipo necesario para la instalación de la Tubería corrugada perforada de diámetro 4”, será el especificado por el proveedor.

10.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

La tubería corrugada perforada d=4” se instalará acorde a los planos, especificaciones del proveedor e indicaciones del interventor.

El encamado, acostillado y relleno inicial de la tubería con Material filtrante limpio se realizará por etapas, de tal suerte que el material filtrante circundante permita el correcto funcionamiento de la tubería.

10.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

10.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Que la tubería corrugada perforada D=4” cumpla con las especificaciones exigidas, y que esta no presente roturas, aplastamientos o deformaciones, en caso de desperfectos será rechazada.
- El constructor deberá entregar al interventor las especificaciones del material suministradas por el fabricante o proveedor.

- Verificar que los trabajos se ejecuten de acuerdo con lo que establece la presente especificación.

- El interventor verificará que el tramo final de la tubería esté correctamente conectada a un sistema colector de agua o en un sitio donde no se generen daños futuros por erosión o socavación.

Medir, para efectos de pago, tubería corrugada perforada d=4" ejecutada de acuerdo con esta especificación.

10.6 MEDIDA

La unidad de medida para tubería será el METRO LINEAL (M.L.), aproximado al décimo de metro lineal de tubería corrugada perforada D=4", medido en el terreno y aceptado por el Interventor.

No se medirá ningún trabajo por fuera de los límites autorizados por el Interventor.

10.7 FORMA DE PAGO

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de suministro, almacenamiento, transporte e instalación de TUBERIA CORRUGADA PERFORADA D=4", de acuerdo con las dimensiones y demás indicaciones de los planos del proyecto o como lo establezca el
Interventor.

Además se considerará la señalización preventiva de la vía y el control del tránsito durante la ejecución de los trabajos cuando se requiera y en general todo costo relacionado con la correcta ejecución del trabajo especificado. Además, deberá incluir la administración, los imprevistos y la utilidad del Constructor.

ÍTEM DE PAGO
2P TUBERIA PERFORADA D=4" UNIDAD: Metro Lineal (M.L.)

11 230 INV-MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE

11.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la eventual disgregación del material de la subrasante existente, el retiro o adición de materiales, la mezcla, humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final, de acuerdo con la presente especificación, y con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

11.2 MATERIALES

Los materiales de adición deberán presentar una calidad tal, que la capa de subrasante mejorada cumpla los requisitos exigidos para los suelos seleccionados, en el numeral 220.2 del Artículo 220 de la norma INV.

11.3 EQUIPO

Al respecto, se aplica todo lo descrito en el numeral 220.3 de la norma INV.

11.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

11.4.1 Generalidades

Los trabajos de mejoramiento de subrasante se deberán efectuar según procedimientos puestos a consideración del Interventor y aprobados por éste. Su avance físico se deberá ajustar al programa de trabajo.

Si los trabajos de mejoramiento de la subrasante afectaren el tránsito normal en la vía o en sus intersecciones y cruces con otras vías, el Constructor será responsable de tomar las medidas para mantenerlo adecuadamente.

11.4.2 Mejoramiento de la subrasante involucrando el suelo existente

En el caso de que los documentos del proyecto prevean la construcción de la subrasante mejorada involucrando los materiales de la subrasante existente, éstos se disgregarán en las zonas y con la profundidad establecida en los planos, empleando procedimientos aceptables para el Interventor.

Si el proceso implica el retiro de parte del material existente, éste se cargará y transportará a las zonas aprobadas de disposición de sobrantes donde será descargado y dispuesto a satisfacción del Interventor.

El suelo de aporte para el mejoramiento se aplicará en los sitios indicados en los documentos del proyecto o definidos por el Interventor, en cantidad tal, que se garantice que la mezcla con el suelo existente cumpla las exigencias del numeral 230.2, en el espesor señalado en los planos o ajustado por el Interventor.

Los materiales disgregados y los de adición, se humedecerán o airearán hasta alcanzar la humedad apropiada y, previa la eliminación de partículas mayores de setenta y cinco milímetros (75 mm), si las hubiere, se compactarán hasta obtener los niveles de densidad establecidos para la corona del terraplén en el numeral 220.5.2 del Artículo 220.

11.4.3 Mejoramiento de la subrasante empleando únicamente material adicionado

Cuando los documentos del proyecto prevean la construcción de la subrasante mejorada solamente con material adicionado, cuyas características han de corresponder a las de los denominados suelos seleccionados en el numeral 220.2 del Artículo 220, se pueden presentar dos situaciones, sea que la capa se construya directamente sobre el suelo natural existente o que

éste deba ser excavado previamente en el espesor indicado en los documentos del proyecto y reemplazado por el material de adición.

En el primer caso, para conseguir la debida trabazón entre el material de adición y el suelo existente, éste se deberá escarificar, conformar y compactar a la densidad correspondiente al 95% del proctor modificado según norma INV E-142, en una profundidad de quince centímetros (15 cm). Una vez el Interventor considere que el suelo de soporte está debidamente preparado, autorizará la colocación de los materiales para la subrasante mejorada, en espesores que garanticen la obtención de los niveles de densidad exigidos en el numeral 230.5.2.2, empleando el equipo de compactación adecuado. Dichos materiales se humedecerán o airearán, según sea necesario, para alcanzar la humedad apropiada de compactación, procediéndose luego a su densificación.

En el caso de que la construcción de la subrasante mejorada con material totalmente adicionado implique la remoción total del suelo existente, ésta se efectuará en el espesor previsto en los planos en acuerdo con el procedimiento descrito en el numeral 9.4.1.1 del Artículo 210, "Excavación de la explanación, canales y préstamos" del presente documento. Una vez alcanzado el nivel previsto en la excavación y conformado y compactado el suelo como se describe en el numeral 9.4.1.1 recién mencionado, se procederá a la colocación en capas, humedecimiento o aireación y compactación de los materiales para la subrasante mejorada, tal como se describió en el párrafo anterior, hasta alcanzar las cotas exigidas.

La construcción de la subrasante mejorada deberá incluir, en todos los casos, la conformación o reconstrucción de las cunetas, las cuales deberán recibir un perfilado final de acuerdo con los alineamientos, pendientes y secciones transversales indicados en los planos o señalados por el Interventor.

11.4.4 Limitaciones en la ejecución

Los trabajos de mejoramiento de subrasantes sólo se efectuarán cuando no haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra y la temperatura ambiente, a la sombra, sea cuando menos de dos grados Celsius (2oC).

Los trabajos de mejoramiento de la subrasante se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

Se deberá prohibir la acción de todo tipo de tránsito sobre las capas en ejecución, hasta que se haya completado su compactación. Si ello no resulta posible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas se distribuirá de manera que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

11.4.5 Manejo ambiental

En relación con este tópico se consideran aplicables las recomendaciones del numeral 220.4.8 del Artículo 220 "Terraplenes", de la norma INV Además, se deberá prohibir el tránsito desordenado de los equipos de obra fuera de la banca de la carretera, con el fin de evitar daños innecesarios a la vegetación.

11.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

11.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Constructor.

- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.

- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.

- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos.

-Verificar la compactación de todas las capas de suelo que forman parte de la actividad especificada.

-Realizar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

11.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

11.5.2.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

Al respecto resulta aplicable lo descrito en el numeral 220.5.2.1 del Artículo 220, teniendo en cuenta que en todos los casos, sea que el material adicionado se mezcle con la subrasante existente o no, el producto que en definitiva constituya la subrasante mejorada deberá cumplir

los requisitos exigidos en el numeral 220.2 del Artículo 220, para los denominados suelos seleccionados.

11.5.2.2 CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO

La subrasante mejorada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. El Interventor deberá verificar, además, que:

-La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa no sea inferior a la señalada en los planos o la definida por él.

-La cota de cualquier punto de la subrasante mejorada, conformada y compactada, no varíe en más de treinta milímetros (30 mm) de la cota proyectada, aceptándose tolerancia solamente por abajo.

Así mismo, adelantará las siguientes comprobaciones:

a. Compactación

Para efectos de la verificación de la compactación de las diferentes capas de la subrasante mejorada, se define como "lote", que se aceptará o rechazará en conjunto, el menor volumen que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- Quinientos metros lineales (500 m) de subrasante mejorada en el ancho total de una calzada.

-Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m2) de subrasante mejorada.

-El volumen construido con el mismo material, proveniente del mismo corte o préstamo y colocado y compactado con los mismos equipos, en una jornada de trabajo.

Los sitios para la determinación de la densidad seca en el terreno de cada capa se elegirán al azar, según la norma de ensayo INV E-730 "Selección al azar de sitios para la toma de muestras", pero de manera que se realice al menos una prueba por hectómetro. Se deberán efectuar, como mínimo, cinco (5) ensayos por lote.

Para el control de la compactación de una capa de subrasante mejorada, la densidad seca en el terreno promedio de la muestra que representa al lote (Dm), se deberá comparar con la máxima (De), obtenida sobre una muestra representativa del mismo material.

Si $Dm - (k \times s) \geq 0.95\ De$ se acepta el lote Si $Dm - (k \times s) < 0.95\ De$ se rechaza el lote Siendo:

Dm: Valor promedio de los resultados de los ensayos de densidad seca en el terreno que integran la muestra que representa al lote.

$$D = \sum D_{im} \qquad n$$

Di: Resultado de un ensayo

n : Número de ensayos de densidad seca en el terreno que integran la muestra

k : Factor que establece el límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90%, se encuentra la densidad seca en el terreno del lote. Este factor depende del número de ensayos (n) que integran la muestra y su valor se indica en la Tabla4.

Tabla 16. Valores del factor k

n	5	6	7	8	9	10
k	0.685	0.602	0.544	0.500	0.465	0.437

s : Desviación estándar de la muestra

$$s = \frac{\sum (Di - D_m)}{n - 1}$$

De: Valor máximo de la densidad seca del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 y corregido por presencia de partículas gruesas, siempre que el material lo requiera, Según la norma de ensayo INV E-228.

La densidad seca de la capa compactada podrá ser determinada por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162 y E-164, que permita hacer la corrección por presencia de partículas gruesas.

Las verificaciones de compactación se deberán efectuar en todo el espesor de la capa que se está controlando.

Los lotes que no alcancen las condiciones mínimas de compactación exigidas en este numeral, deberán ser rehumedecidos cuando sea necesario y recompactados nuevamente hasta obtener un valor aceptable de la densidad seca.

b. Espesor

Sobre la base del lote escogido para el control de la compactación y en los mismos puntos de verificación, se determinará el espesor promedio de la capa compactada (em), el cual no podrá ser inferior al espesor de diseño (ed).
Em ≥ ed

Además, el valor obtenido en cada determinación individual (ei) deberá ser, como mínimo, igual al noventa por ciento (90%) del espesor de diseño, admitiéndose un (1) solo valor por debajo de dicho límite, siempre que este último valor sea igual o mayor al ochenta y cinco por ciento (85%) del espesor de diseño. Si la exigencia incluida en este párrafo no se cumple, el Constructor deberá escarificar la capa en un espesor mínimo de cien milímetros (100 mm), añadir el material necesario de las mismas características y recompactar y terminar la capa conforme lo exige el presente Artículo.
Si el espesor medio resulta inferior al espesor de diseño, pero ningún valor individual es inferior al noventa por ciento (90%) del espesor de diseño, el Interventor podrá admitir el espesor construido, siempre que el Constructor se comprometa, por escrito, a compensar la merma con el espesor adicional necesario de la capa superior, sin que ello implique ningún incremento en los costos para el Instituto Nacional de Vías. Si el Constructor no suscribe este compromiso, se procederá como en el párrafo anterior.

c. Lisura

El Interventor comprobará la uniformidad de la superficie de la obra ejecutada, en todos los sitios que considere conveniente hacerlo, empleando para ello una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a quince milímetros (15 mm), para cualquier punto que no esté afectado por un cambio de pendiente. Cualquier área donde se detecten irregularidades que excedan esta tolerancia será delimitada por el Interventor, y el Constructor deberá corregirla con reducción o adición de material en capas de poco espesor, en cuyo caso, para asegurar buena adherencia, será obligatorio escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada, hasta alcanzar los niveles de compactación exigidos en el presente Artículo.

d. Protección de la subrasante mejorada

El Constructor deberá responder por la conservación de la subrasante mejorada hasta que se coloque la capa superior y corregirá, a su costa, cualquier daño que ocurra en ella después de terminada, no atribuible a fuerza mayor o caso fortuito.

Todas las áreas de subrasante mejorada donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de la presente especificación, deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

11.6 MEDIDA

Para el caso de que el mejoramiento de la subrasante involucre el suelo existente, la unidad de medida será el metro cuadrado (m2), aproximado al entero, de subrasante mejorada en las áreas y espesores señalados en los planos o indicados por el Interventor, a plena satisfacción de éste.

Si el cómputo de la fracción decimal es igual o mayor a cinco décimas (≥ 0.5), la aproximación al metro cuadrado (m2) completo se hará por exceso y si es menor a cinco décimas (< 0.5) se hará por defecto.
Para el caso del mejoramiento de la subrasante empleando únicamente material adicionado, la unidad de medida será el metro cúbico (m3), aproximado al entero, de subrasante mejorada, recibida a satisfacción por el Interventor. En este caso, el volumen se determinará con base en las áreas de las secciones transversales del proyecto localizado, verificadas por el Interventor antes y después de la construcción de la subrasante mejorada.

Si el cómputo de la fracción decimal es igual o mayor a cinco décimas (≥ 0.5), la aproximación al metro cúbico (m3) completo se hará por exceso y si es menor a cinco décimas (< 0.5) se hará por defecto.

No habrá medida ni pago para los mejoramientos de subrasante por fuera de las líneas del proyecto o de las establecidas por el Interventor, que haya efectuado el Constructor por negligencia, o por conveniencia para la operación de sus equipos.

11.7 FORMA DE PAGO

El trabajo de mejoramiento de la subrasante se pagará al precio unitario pactado en el contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir los costos de disgregación del material, la extracción y disposición del material inadecuado, la adición del material necesario para obtener las cotas proyectadas de subrasante y cunetas, su humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final; herramientas, equipo, mano de obra, cargues, descargues, tanto de material de adición como de los materiales removidos que no sean utilizables y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados, incluyendo los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

Habrá pago separado para el suministro y transporte del material de adición, así como para el transporte del material inadecuado, de acuerdo con los Artículos 210, "Excavación de la

explanación, canales y préstamos; y 900, "Transporte de materiales provenientes de excavaciones y derrumbes".

ÍTEM DE PAGO

230 INV Mejoramiento de la subrasante involucrando el suelo existente Metro cuadrado m2)

12 INV ARTICULO 661 TUBERÍA DE CONCRETO REFORZADO

12.1 661.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo y colocación de tubería de concreto reforzado, con los diámetros, armaduras, alineamientos, cotas y pendientes mostrados en los planos u ordenados por el Interventor; comprende, además, el suministro de los materiales para las juntas y su colocación; las conexiones a cabezales u obras existentes o nuevas, y la remoción y disposición de los materiales sobrantes.

12.2 661.2 MATERIALES

12.2.1 661.2.1 Tubería

La tubería que suministre el Constructor deberá cumplir los requisitos de materiales, diseño y manufactura establecidos en la especificación AASHTO M-170M y NTC 401. La clase de tubería y su diámetro interno, se deberán indicar en los planos del proyecto. Los extremos de los tubos y el diseño de las juntas deberán ser tales, que se garantice un encaje adecuado entre secciones continuas, de manera que brinden un conducto continuo y libre de irregularidades en la línea de flujo.

El concreto deberá ser de la clase C definida en el Artículo 630.

Los requisitos de resistencia al agrietamiento y rotura que deben cumplir los tubos son los especificados en la norma NTC 401.

12.2.2 661.2.2 Material para solado y atraque

El solado y el atraque se construirán con material para sub-base granular, cuyas características deberán satisfacer lo establecido en el numeral 300.2 del Artículo 300 y en el numeral 320.2 del Artículo 320.

12.2.3 661.2.3 Sello para juntas

Las juntas para las uniones de los tubos se sellarán con empaques flexibles que cumplan la especificación AASHTO M-198 y/o NTC 1328, mortero o lechada de cemento. Si se emplea mortero, éste deberá ser una mezcla volumétrica de una (1) parte de cemento Portland y tres (3) de arena aprobada, con el agua necesaria para obtener una mezcla seca pero trabajable.

12.3 661.3 EQUIPO

Básicamente, se requieren los mismos elementos mencionados en el numeral 660.3 del Artículo 660, así como herramientas adecuadas para la correcta colocación del refuerzo.

12.4 661.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

12.4.1 661.4.1 Preparación y excavación del terreno base

El terreno base se preparará de acuerdo con lo indicado en el numeral 660.4.1 del Artículo 660. Cuando la tubería se vaya a colocar en una zanja excavada, el ancho de ésta deberá ser igual al diámetro más exterior de los tubos más sesenta centímetros (60 cm), salvo que el Interventor o los planos ordenen un valor diferente.

12.4.2 661.4.2 Solado

Sobre el terreno natural o el relleno preparado se colocará una capa o solado de material granular, que cumplan con las características de material para subbase, de quince centímetros (15) de espesor compactado, y un ancho igual al diámetro más exterior de la tubería más sesenta centímetros (60 cm). La superficie acabada de dicha capa deberá coincidir con las cotas especificadas del fondo exterior de la tubería y su compactación mínima será del noventa y cinco por ciento (95%) de la densidad máxima del ensayo modificado de compactación (INV E-142). En caso de que se requiera, se efectuará la corrección previa por presencia de partículas gruesas, según establece la norma de ensayo INV E-228.

12.4.3 661.4.3 Colocación de la tubería

La tubería se colocará sobre el relleno de material granular conformado y terminado, comenzando en el extremo de descarga, con el extremo de la ranura o campana colocado en la dirección del nivel ascendente y con todo el fondo de la tubería ajustado con los alineamientos, las cotas y la posición que indiquen los planos.

En las instalaciones múltiples de tubería, la línea central de cada una deberá ser paralela a las demás. Si los planos no indican otra cosa, la distancia libre entre dos (2) líneas de tubería deberá ser igual a medio (1/2) diámetro, y nunca inferior a seiscientos milímetros (600 mm).

Cualquier tubo que no quede correctamente alineado o que presente asentamiento excesivo después de su colocación, deberá ser removido y vuelto a colocar correctamente, sin derecho a pago adicional.

12.4.4 661.4.4 Juntas

Las juntas se sellarán de acuerdo con materiales y procedimientos adecuados para el tipo de tubería usada, tal como lo contemplen los planos del proyecto. Si se emplea mortero o lechada de cemento, se aplicarán las indicaciones establecidas en el numeral 660.4.4 del Artículo 660.

12.4.5 661.4.5 Atraque

Una vez colocada y asentada la tubería sobre el lecho de material granular, éste se deberá aumentar y compactar en capas a los lados de la tubería y hacia arriba, al mismo nivel de densidad exigido para el solado, hasta una altura no menor a un sexto (1/6) del diámetro exterior de ella.

Si las juntas de la tubería se han sellado con lechada o mortero, el atraque sólo se efectuará cuando el sello haya endurecido lo suficiente para que no sea fácilmente dañado.

12.4.6 661.4.6 Relleno

El relleno posterior a lo largo de la tubería satisfactoriamente colocada, se hará de acuerdo con lo especificado en el Artículo 610 “Rellenos para estructuras”.

12.4.7 661.4.7 Limpieza

Terminados los trabajos, el Constructor deberá limpiar la zona de las obras y retirar los materiales sobrantes, transportarlos y disponerlos en sitios aceptados por el Interventor, de acuerdo con procedimientos aprobados por éste.

12.4.8 661.4.8 Manejo ambiental

Todas las labores y trabajos que se lleven a cabo se realizaran teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

12.5 661.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

12.5.1 661.5.1 Controles

El Interventor adelantará los mismos controles generales indicados en el numeral 660.5.1 del Artículo 660.

12.5.2 661.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

12.5.2.1 661.5.2.1 CALIDAD DE LA TUBERÍA

El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de tubos que presenten:

- Fracturas o grietas que atraviesen la pared, excepto una grieta en el extremo que no exceda el espesor de la junta.
- Defectos que indiquen dosificación, mezcla o moldeo inadecuados.
- Defectos superficiales tales como hormigueros o textura abierta.
- Extremos dañados que impidan la construcción de juntas aceptable.
- Cualquier grieta continua que tenga un ancho superficial de tres décimas de milímetro o mayor (≥ 0.3 mm) y se extienda por una longitud de trescientos milímetros o más (≥ 300 mm), independientemente de su posición en el tubo.

El Constructor deberá suministrar, sin costo para el Instituto Nacional de Vías, el número requerido de tubos para los ensayos. Los cuáles serán elegidos al azar y corresponderán a tubos que no serían rechazados bajo las exigencias de esta especificación. El número de tubos no excederá del dos por ciento (2 %) del total necesario en la obra para cada diámetro.
El Constructor deberá presentar al Interventor una certificación con los resultados de los ensayos de calidad efectuados por el fabricante al lote de tubos del cual forman parte los suministrados a la obra. Esta certificación en ningún caso será motivo suficiente para la aceptación, por parte del Interventor, de dichos tubos.

Los tubos se someterán al ensayo de resistencia al aplastamiento según la norma de ensayo INV E-601 y la carga necesaria para producir una grieta de tres décimas de milímetro (0.3 mm) o la carga última, no podrá ser inferior a la prescrita en la tabla que corresponda de la especificación AASHTO M-170M y/o NTC 401 para cada una de las clases existentes. La tubería será aceptable bajo los ensayos de resistencia, si todas las muestras probadas cumplen los requisitos. En caso contrario, el Constructor, a su costa, suministrará para reensayo dos (2) muestras adicionales por cada muestra que haya fallado y la tubería se considerará aceptable solamente cuando todas las muestras reensayadas cumplan los requisitos de resistencia.

De cada tubo satisfactorio por resistencia se tomará una muestra para el ensayo de absorción según la norma INV E-602, la cual deberá tener una masa mínima de un kilogramo (1 kg), estará libre de estillamientos y grietas visibles y representará el espesor total del tubo. Si ningún valor de absorción excede de nueve por ciento (9%), el lote se considerará satisfactorio. Si la absorción de algún tubo supera dicho límite, se tomará otra muestra del mismo tubo y su resultado reemplazará al anterior. Si el valor vuelve a superar el límite admisible, se rechazará el lote representado por el conjunto de tubos ensayados.

Los tubos que hayan sido sometidos solamente al ensayo de la formación de la grieta de 0.3 mm y que satisfagan los requisitos a la carga de grieta de 0.3 mm, deben aceptarse para el uso. Para tal efecto el fabricante deberá suministrar al Constructor el protocolo de prueba correspondiente.

En adición a las pruebas anteriores, y en el evento de que los tubos sean fabricados directamente en la obra en instalaciones adecuadas para ello, el Interventor efectuará ensayos de compresión, según la norma INV E-410, para verificar el cumplimiento de la resistencia de diseño. Los cilindros se curarán de la misma manera que los tubos. La resistencia promedio de todos los cilindros (Rc, m) deberá ser igual o mayor que la resistencia de diseño (Rd). El número de cilindros será determinado por el Interventor en función de la producción diaria de tubos.

$$Rc, m \geq Rd$$

Simultáneamente, no más del diez por ciento (10%) de los cilindros podrá tener resistencia inferior a la especificada y ninguno podrá presentar una resistencia menor al ochenta por ciento (80%) de ésta.

Si el anterior requisito se incumple, se podrán tomar núcleos de paredes de los tubos representados por dicho concreto si la armadura lo permite, y la resistencia de cada núcleo deberá ser por lo menos igual a la de diseño. Si algún núcleo no satisface este requisito, se tomará otro del mismo tubo y se repetirá la prueba. Si el resultado de ésta tampoco es satisfactorio, se rechazará el tubo.

Los orificios que dejen los núcleos en los tubos finalmente aceptados, deberán ser rellenados y adecuadamente sellados, sin costo para el Instituto Nacional de Vías, de manera tal, que la sección y aspecto del tubo resulten satisfactorios para el Interventor.

12.5.2.2 661.5.2.2 TOLERANCIAS PERMITIDAS EN LAS DIMENSIONES DE LOS TUBOS DE CONCRETO REFORZADO

Las tolerancias permitidas se indican en la Tabla 661.1. Se admitirán tubos con variaciones localizadas de espesor, por fuera de estos límites, si cumplen los requisitos de los ensayos físicos indicados en el numeral 660.5.2.1.

Tabla 17. 661.1

Tolerancias permitidas en las dimensiones de los tubos de concreto reforzados.

DIÁMETRO NOMINAL INTERNO	VARIACIÓN (+ ó -) PERMITIDA EN EL DIÁMETRO NOMINAL	VARIACIÓN (+ ó -) PERMITIDA EN EL ESPESOR DE PARED	DISMINUCIÓN PERMITIDA EN LONGITUD DEL	VARIACIÓN PERMITIDA EN LA LONGITUD DE DOS LADOS OPUESTOS
600	1.5%	El valor que resulte mayor entre 5 % del espesor de pared especificado o de diseño y 5 mm. Espesores de pared mayores a los requeridos en el diseño no serán causa de rechazo de los tubos.	No deberá ser superior a 10 mm por metro de longitud de tubo con un máximo total de 13 mm para cualquier longitud de tubo. Todo con respecto de la longitud de tubo especificada por el fabricante.	No deberá ser superior a 6 mm para tuberías de hasta 600 mm de diámetro, y no más de 10 mm por metro de longitud para los diámetros mayores, hasta un valor máximo de 16 mm en cualquier Longitud de tubo de hasta 2150 mm de diámetro interno; y un máximo de 19 mm para diámetros internos mayores.
685				
700				
760				
800				
840				
900				
1000				
1100				
1200				
1300				
1400				
1500				
1600				
1700				
1800				
1900				
2000				
2150				
2300				
2450				
2600	1.0%			
2750				
2900				
3050				
3200				
3350				
3500				
3650				

Para diámetros diferentes, deberá consultarse la Tabla 6 de la especificación AASHTO M-170M.

Tubos que presenten variaciones de espesor de pared localizadas, en exceso de las recién mencionadas, se aceptarán si cumplen las exigencias de resistencia al aplastamiento y mínima cobertura del refuerzo.

12.5.2.3 661.5.2.3 TOLERANCIAS EN EL REFUERZO

a. Posición

La máxima variación admisible en la posición del refuerzo, será el mayor valor entre más o menos diez por ciento (± 10%) del espesor de diseño de la pared o más o menos trece milímetros (± 13 mm). Sin embargo, se aceptarán tubos por fuera de esta tolerancia si las muestras representativas de ellos han satisfecho el ensayo de resistencia al aplastamiento. No obstante, en ningún caso se aceptarán tubos cuya armadura tenga un recubrimiento inferior a trece milímetros (13 mm) en la pared interna o en la externa, excepto, en la superficie de acople en las juntas.

b. Área de refuerzo

Se considerará que el refuerzo satisface los requerimientos de diseño si el área, computada sobre la base del área nominal de las varillas empleadas, iguala o excede los requerimientos de la respectiva tabla de diseño de la especificación AASHTO M-170M y/o NTC 401.

Cuando se usen canastas interior y exterior, el diseño de la canasta interior puede tener, como mínimo, el ochenta y cinco por ciento (85%) del área de diseño elíptica, y la canasta exterior el sesenta y cuatro por ciento (64%) de la misma, siempre y cuando la suma de las dos (2) áreas no resulte inferior al ciento cincuenta y tres por ciento (153%) del área de diseño elíptica.

12.5.2.4 661.5.2.4 MATERIAL DE SOLADO Y ATRAQUE

En relación con su calidad, se deberán cumplir los requisitos de las pruebas descritas en el numeral 320.5.2.1 del Artículo 320.

En cuanto a la compactación, el número de verificaciones será establecido por el Interventor y ninguna de ellas podrá presentar un resultado inferior al indicado en el numeral 661.4.2, so pena de impedir la continuación de los trabajos.

12.5.2.5 661.5.2.5 CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO

La tubería será objeto de rechazo si en tramos rectos presenta variaciones de alineamiento superiores a diez milímetros por metro (10 mm/m).

El Interventor tampoco aceptará los trabajos si, a su juicio, las juntas están deficientemente elaboradas.

Todos los materiales defectuosos y los desperfectos en los trabajos ejecutados deberán ser reemplazados y subsanados por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

12.6 661.6 MEDIDA

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de tubería de concreto reforzado suministrada y colocada de acuerdo con los planos, esta especificación y las indicaciones del Interventor, a plena satisfacción de éste.

La medida se hará entre las caras exteriores de los extremos de la tubería o los cabezales, según el caso, a lo largo del eje longitudinal y siguiendo la pendiente de la tubería.

Si la fracción centesimal de metro lineal es igual o superior cinco centésimas de metro (≥ 0.05 m) la aproximación al decímetro se hará por exceso y en caso contrario se hará por defecto.

No se medirá, para efectos de pago, ninguna longitud de tubería colocada por fuera de los límites autorizados por el Interventor.

12.7 661.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato, según el diámetro interno de la tubería, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto del suministro de los materiales requeridos para construir los tubos, incluido el acero de refuerzo, la elaboración y curado de los tubos, su transporte y correcta colocación; el suministro de los materiales requeridos para las juntas y la elaboración de éstas; el suministro, colocación y compactación de los materiales granulares requeridos para el solado y el atraque; las conexiones de cabezales, cajas de entrada y aletas; la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de las obras; la limpieza de la zona de los trabajos; el transporte y disposición de los materiales sobrantes y, en general, todos los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

También se deben considerar los costos de administración, imprevistos y utilidad del Constructor.

Se exceptúan los costos derivados de las operaciones de desmonte y limpieza (Artículo 200), los de los eventuales rellenos para el apoyo del solado (Artículo 220), los de la excavación (Artículos 210 ó 600), los de los rellenos de las zanjas (Artículo 610) distintos al de material granular para solado y atraque, y la construcción de cabezales, cajas de entrada y aletas (Artículo 630).

ÍTEM DE PAGO

661.1 Tubería de concreto reforzado de	mm de diámetro interior	Metro lineal (m)

13 INV ARTICULO 673 SUBDRENES CON GEOTEXTIL Y MATERIAL GRANULAR

13.1 673.1 DESCRIPCIÓN

Esta especificación se refiere al uso de geotextil y material granular en la construcción de subdrenes, en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor. La colocación de un geotextil en contacto con el suelo permite el paso del agua, a largo plazo, dentro del sistema de drenaje subsuperficial reteniendo el suelo adyacente. Las características del geotextil para filtración serán función de la gradación del suelo del sitio y de las condiciones hidráulicas del mismo.

El presente Artículo establece los criterios y procedimientos para garantizar la calidad del geotextil y su supervivencia frente a los esfuerzos producidos durante la instalación, de conformidad con los planos del proyecto o las instrucciones del Interventor.

13.2 673.2 MATERIALES

13.2.1 673.2.1 Geotextil

Se deberán usar geotextiles elaborados con fibras sintéticas, del tipo No Tejidos o Tejidos 1. El geotextil escogido en el diseño deberá tener capacidad para dejar pasar el agua, reteniendo el suelo del sitio. El geotextil a utilizar deberá poseer las siguientes propiedades mecánicas, hidráulicas y de filtración.

13.2.1.1 673.2.1.1 PROPIEDADES MECÁNICAS

Las propiedades de resistencia de los geotextiles dependen de los requerimientos de supervivencia y de las condiciones y procedimientos de instalación. En la tabla 673.1 se indican los requisitos mecánicos que deberá cumplir el geotextil.

13.2.1.2 673.2.1.2 PROPIEDADES HIDRÁULICAS Y DE FILTRACIÓN

En la Tabla 673.2 se especifican las propiedades hidráulicas y de filtración que deberá tener el geotextil que se utilice en la construcción de subdrenes.

13.2.2 673.2.2 Material granular filtrante

Podrá provenir de la trituración de roca o ser de cantos rodados, o una mezcla de ambos, y estará constituido por fragmentos duros y resistentes a la acción de los agentes del intemperismo.

Además, deberá cumplir con los siguientes requisitos:

1 La construcción de los geotextiles tejidos no puede ser con hilos o cintas de forma plana.

Tabla 18. 673.1
Requerimiento mínimo de las propiedades mecánicas del geotextil
(Medidas en el sentido más débil del geotextil)

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO INV	VMPR(Nota 1) GEOTEXTILES TEJIDOS	VMPR(Nota 1) GEOTEXTILES NO TEJIDOS
Elongación	E-901	< 50%	50%
Resistencia a la tensión Grab (N) valor	E-901	1100	700
Resistencia a la costura (N) valor	E-901	990	630
Resistencia a la penetración con pistón de 50mm de diámetro (N) valor mínimo	E-913	2200	1375
Resistencia al rasgado trapezoidal (N) valor mínimo (Nota 2)	E-903	400	250

Nota 1. VMPR es el "Valor mínimo promedio por rollo". El promedio de los resultados de los ensayos practicados a cualquier rollo del lote que se esté analizando, deberá ser mayor o igual al valor presentado en la Tabla 21 673.1

Nota 2. El VMPR para la resistencia al rasgado trapezoidal de los geotextiles tejidos monofilamento deberá ser de 250 N.

Tabla 19. 673.2

Requerimientos mínimos de las propiedades hidráulicas del geotextil

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO INV	VALOR MÍNIMO PROMEDIO POR ROLLO (VMPR)		
		PORCENTAJE DE SUELO PASA TAMIZ No. 200 (0.075		
		< 15	15 a 50	>50
Permitividad	E-905	0.5 s-1	0.2 s-1	0.1 s-1

Tamaño de abertura	E-907	0.43 mm (Tamiz No.40)	0.25 mm (Tamiz No.60)	0.22 mm (Tamiz No.70)
Estabilidad ultravioleta	E-910	50% después de 500 horas de exposición		

(1) El porcentaje de suelo que pasa el tamiz No. 200 corresponde a la fracción de la granulometría (INV E-123) del suelo aguas arriba del geotextil.

(2) Los valores del Tamaño de abertura aparente (TAA) representan el valor máximo promedio por rollo. Para suelos cohesivos con un índice de plasticidad mayor a siete (7), el valor máximo promedio por rollo de Tamaño de abertura aparente deberá ser de treinta centésimas de milímetro (0.30 mm).

13.2.2.1 673.2.2.1 GRANULOMETRÍA

El material drenante deberá estar constituido por partículas con tamaños comprendidos entre el tamiz de setenta y cinco milímetros (3") y el tamiz de diecinueve milímetros (3/4"). No se requiere ninguna gradación especial, permitiéndose el uso de fragmentos de un solo tamaño. Las partículas podrán ser angulares o redondeadas o una combinación de ellas.

13.2.2.2 673.2.2.2 CALIDAD DE LAS PARTÍCULAS MINERALES

El material deberá estar libre de partículas finas y de material orgánico. En la Tabla 673.3 se indican los requisitos que deberá cumplir el material granular para filtros.

Tabla 20. 673.3
Requisitos del material granular para filtros

ENSAYO	**NORMA DE ENSAYO INV**	**VALOR**
Desgaste Los Ángeles. (%)	E-219	" 40
Pérdidas en el ensayo de solidez (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 "12 "18

Índice de desleimiento-durabilidad	E-236	”2
Contenido de materia orgánica (%)	E-121	Cero

13.3 673.3 EQUIPO

Se deberá disponer de los equipos necesarios para colocar el geotextil y para explotar, triturar, procesar, cargar, transportar, colocar y compactar el material drenante. También para colocar y compactar el material que sellará el filtro.

13.4 673.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

13.4.1 673.4.1 Generalidades

El Interventor exigirá al Constructor que los trabajos se efectúen con una adecuada programación entre las actividades de apertura de la excavación y de construcción del subdrén, de manera que aquella quede expuesta el menor tiempo posible para evitar que el material in-situ alrededor de la excavación pierda sus condiciones iniciales y a la vez se disminuyan los riesgos contraídos con terceros durante la ejecución de la obra.

Será responsabilidad del Constructor la colocación de elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, la cual deberá ser visible durante las veinticuatro (24) horas del día.

13.4.2 673.4.2 Preparación del terreno

La construcción del subdrén sólo será autorizada por el Interventor cuando la excavación haya sido terminada, de acuerdo con las dimensiones, las pendientes, las cotas y las rasantes indicadas en los planos del proyecto o las ordenadas por el Interventor. La excavación se deberá ejecutar de acuerdo con lo indicado en el Artículo 600 “Excavaciones Varias” de estas especificaciones

13.4.3 673.4.3 Condiciones normales de instalación del geotextil

El geotextil se deberá colocar cubriendo totalmente la parte inferior y las paredes laterales de la excavación, evitando que se produzcan arrugas y asegurando el contacto con el suelo. Se deberá dejar por encima la cantidad de geotextil suficiente para que, una vez se acomode el material drenante, se cubra en su totalidad con un traslapo mínimo de treinta centímetros (0.30 m) o mediante la realización de una costura industrial. Los tramos sucesivos de geotextil se traslaparán longitudinalmente cuarenta y cinco centímetros (0.45 m) como mínimo y se deberá traslapar o coser el geotextil aguas arriba sobre el geotextil aguas abajo.

No se permitirá que el geotextil quede expuesto, sin cubrir, por un lapso mayor a tres (3) días.

13.4.4 673.4.4 Elaboración de costuras

Para obtener una adecuada calidad en las costuras realizadas en campo, se deberán atender los siguientes aspectos:

- El tipo de hilo deberá ser kevlar, aramida, polietileno, poliéster o polipropileno. No se permitirán hilos elaborados totalmente con fibras naturales, ni hilos de nylon. Cuando se propongan hilos compuestos por fibras sintéticas y fibras naturales, no se permitirán aquellos que tengan diez por ciento (10%) o más, en peso, de fibras naturales. Tampoco se permitirán costuras elaboradas con alambres.
- El tipo de puntada podrá ser simple (Tipo 101) o de doble hilo, también llamada de seguridad (Tipo 401).
- La densidad de la puntada deberá ser, como mínimo, de ciento cincuenta a doscientas (150 – 200) puntadas por metro lineal.
- La tensión del hilo se deberá ajustar en el campo de tal forma que no corte el geotextil, pero que sea suficiente para asegurar una unión permanente entre las superficies a coser. Si se hace la costura a mano, se deberán tener los cuidados necesarios para que al pasar el hilo, el rozamiento no "funda" las fibras del geotextil.
- Dependiendo del tipo de geotextil y del nivel de esfuerzos a que se va a solicitar, el tipo de costura se podrá realizar en diferentes configuraciones y con una o varias líneas de costura, siempre y cuando se asegure la correcta transferencia de la tensión.
- La resistencia a la tensión de la unión, de acuerdo a la norma INV E-901, deberá ser, como mínimo, el 90% de la resistencia a la tensión Grab del geotextil que se está cociendo, medida de acuerdo a la norma de ensayo INV E-901.

13.4.5 673.4.5 Colocación del material granular filtrante

El material drenante, cuya explotación y elaboración se realizará conforme se indica en el numeral 500.4.1 del Artículo 500 de estas especificaciones, se colocará dentro de la zanja en capas con el espesor autorizado por el Interventor y empleando un método que no dé lugar a daños en el geotextil o en las paredes de la excavación. La compactación del material drenante se deberá realizar utilizando procedimientos apropiados, buscando el acomodamiento de las partículas.

Para las condiciones normales de instalación, la altura máxima de caída del material no deberá exceder un metro (1 m).

El relleno se llevará a cabo hasta la altura indicada en los planos o la autorizada por el Interventor.

13.4.6 673.4.6 Cobertura del filtro

Completado el relleno del filtro con material drenante, éste se cubrirá totalmente con el geotextil haciendo los traslapos o las costuras según los numerales 673.4.3 y 673.4.4 de este Artículo. El geotextil se cubrirá inmediatamente con un material que cumpla las características del material de subbase granular especificado en el Artículo 320 de estas especificaciones, colocando y compactando capas sucesivas de espesor no mayor a veinte centímetros (20 cm), hasta la altura requerida en los planos o la ordenada por el Interventor. La densidad seca del material de cobertura, una vez compactado, deberá ser igual o mayor al noventa y cinco por ciento (95%) de la densidad seca máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado, según la norma INV E-142.

13.4.7 673.4.7 Control del tránsito

El Constructor deberá instalar, a su costa, todos los elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, los cuales deberán garantizar la permanente seguridad del tránsito de vehículos y equipos de construcción.

13.4.8 673.4.8 Limitaciones en la ejecución

Por ningún motivo se permitirá adelantar los trabajos objeto del presente Artículo cuando la temperatura ambiente sea inferior a cinco grados Celsius (5oC) o haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

Los trabajos se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquél. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

13.4.9 673.4.9 Manejo ambiental

Todas las labores de fabricación de subdrenes con geotextil y material granular se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los documentos o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

13.4.10 673.4.10 Reparaciones

Todos los defectos que se presenten en excavación de la zanja; en la extensión, en los traslapos, en las costuras, en los cortes o en los dobleces del geotextil; en la colocación y compactación tanto del material filtrante como de cobertura; así como los que se deriven de un incorrecto control del tránsito

recién terminados los trabajos, deberán ser corregidos por el Constructor, de acuerdo con las instrucciones del Interventor, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

13.5 673.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

13.5.1 673.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.
- Verificar que las excavaciones tengan las dimensiones y pendientes señaladas en los planos o las ordenadas por él, ates de autorizar la construcción del filtro.
- Comprobar que los materiales a utilizar cumplan con los requisitos exigidos por la presente especificación.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados durante el período de ejecución de la obra.

- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado, en cuanto a la elaboración y colocación de los agregados, la colocación del geotextil y la colocación de la capa de cobertura del subdrén.
- Supervisar la correcta disposición de los materiales sobrantes en los sitios definidos para éste fin.
- Comprobar que durante el transporte y el almacenamiento, los geotextiles tengan los empaques que los protejan de la acción de los rayos ultravioleta, agua, barro, polvo, y otros materiales que puedan afectar sus propiedades
- Verificar que cada rollo de geotextil tenga en forma clara la información del fabricante, el número del lote y la referencia del producto, así como la composición química del mismo.
- Efectuar ensayos de control sobre el geotextil, en un laboratorio independiente al del fabricante, y al material granular filtrante. Los ensayos de control relacionados con el geotextil, se deberán hacer de conformidad con lo establecido en las normas INV E-908 e INV E-909.
- Medir, para efectos de pago, las cantidades de obra ejecutadas a satisfacción.

13.5.2 673.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

13.5.2.1 673.5.2.1 CALIDAD DEL GEOTEXTIL

Por cada lote de rollos que llegue a la obra, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación expedida por el fabricante del geotextil, donde se establezca el nombre del producto, la composición química relevante de los filamentos o cintas y toda la información que describa al geotextil, así como los resultados de los ensayos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer todas las condiciones establecidas en las Tablas 673.1673.2 del presente Artículo.

El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de geotextil que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante. Dicha constancia no evitará, en ningún caso, la ejecución de ensayos de comprobación por parte del Interventor, ni implica necesariamente la aceptación de la entrega.

Además, el Interventor deberá escoger al azar un número de rollos equivalente a la raíz cúbica del número total de rollos que conformen el lote. Se evaluarán rollos estándar con un área entre cuatrocientos y seiscientos metros cuadrados (400 y 600 m2) cada uno. En el caso de rollos con áreas diferentes, el total de metros cuadrados se deberá convertir a unidades de rollos equivalentes de quinientos metros cuadrados (500 m2).

De cada rollo se deberán descartar las dos primeras vueltas de geotextil para el muestreo. Posteriormente, se deberá tomar una muestra, como mínimo de un metro lineal (1 m.l.) por el ancho correspondiente al rollo, verificando que esté totalmente seca y limpia. El número de especimenes se determinará de conformidad con las normas de ensayo INV E-908 e INV E-909. Tales especimenes, debidamente identificados (número de lote, referencia del producto, etc.), se deberán empacar y enviar a un laboratorio distinto al del fabricante, para que les sean realizadas las pruebas especificadas en las Tablas 673.1 y 673.2 del presente Artículo.

En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos en la Tablas 673.1 y 673.2 de este Artículo. Por ningún motivo se aceptarán geotextiles rasgados, agujereados o usados.

13.5.2.2 673.5.2.2 CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR FILTRANTE

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinará el desgaste en la máquina de Los ángeles (INV E-219) y las pérdidas en el ensayo de solidez (INV E-220. Los resultados deberán

satisfacer las exigencias indicadas en el numeral 673.2.2 de este Artículo. Si el material no cumple con la totalidad de los requisitos será rechazado.

Durante la etapa de producción, el Interventor examinará las descargas de los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica y tamaños superiores o inferiores al máximo y al mínimo especificados.

13.6 673.6 MEDIDA

13.6.1 673.6.1 Geotextil

La unidad de medida del geotextil será el metro cuadrado (m2), aproximado a la décima de metro cuadrado, de geotextil medido en obra, colocado de acuerdo con los planos y esta especificación y debidamente aceptado por el Interventor. No se medirán los traslapos.

Cuando el cómputo de la fracción centesimal de la obra aceptada resulte mayor o igual a cinco centésimas de metro cuadrado (•0.05 m2) la aproximación a la décima se realizará por exceso y cuando sea menor de cinco centésimas de metro cuadrado (<0.05 m2) la aproximación se realizará por defecto.

13.6.2 673.6.2 Material granular filtrante

La unidad de medida del material granular filtrante será el metro cúbico (m3), aproximado a la décima de metro cúbico, de material suministrado y colocado en obra, debidamente aceptado por el Interventor. El volumen se determinará multiplicando la longitud de la zanja, medida a lo largo del eje del subdrén, por el ancho de la misma y por la altura de colocación del material filtrante indicados en los planos del proyecto o autorizados por el Interventor.

Cuando el cómputo de la fracción centesimal del volumen de la obra aceptada resulte mayor o igual a cinco centésimas de metro cúbico (•0.05 m3) la aproximación a la décima se realizará por exceso y cuando sea menor de cinco centésimas de metro cúbico (<0.05 m3) la aproximación se realizará por defecto.

13.6.3 673.6.3 Material de cobertura

La unidad de medida del material de cobertura será el metro cúbico (m3), aproximado a la décima de metro cúbico, de material suministrado y colocado en obra, debidamente aceptado por el Interventor. El volumen se determinará multiplicando la longitud de la zanja, medida a

lo largo del eje del subdrén, por el ancho de la misma y por la altura de colocación del material de cobertura indicados en los planos del proyecto o autorizados por el Interventor.

Cuando el cómputo de la fracción centesimal del volumen de la obra aceptada resulte mayor o igual a cinco centésimas de metro cúbico (•0.05 m3) la aproximación a la décima se realizará por exceso y cuando sea menor de cinco centésimas de metro cúbico (<0.05 m3) la aproximación se realizará por defecto.

13.7 673.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con los planos y esta especificación, y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario del ítem "673.1 Material granular filtrante" deberá incluir los costos del suministro, equipos y mano de obra para la adecuada colocación y compactación del material en la zanja del subdrén; la obtención de permisos de explotación del material; la extracción y eventual trituración y/o lavado; la clasificación del material; cargues; transportes; descargues; almacenamiento; la adecuada disposición de los materiales sobrantes de todo el proceso de fabricación del subdrén; la señalización y el control del tránsito durante la etapa de construcción y en general todos los costos necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra correspondiente a ésta especificación. Además, deberá incluir la administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

El precio unitario del ítem "673.2 Geotextil" deberá incluir el suministro del geotextil en obra, su almacenamiento, transportes, colocación, costuras; tralapos y desperdicios. Además, deberá incluir la administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

El precio unitario del ítem "673.3 Material de cobertura" deberá incluir todos los conceptos de costo enunciados para el ítem "673.1 Material granular filtrante", excepto la disposición de los materiales sobrantes de todo el proceso de fabricación del subdrén y la señalización y control del tránsito durante la etapa de construcción, conceptos ya incluidos en el ítem 673.1.

Se excluyen del precio unitario de los ítems anteriores la excavación de las zanjas, la cual se pagará de acuerdo con el Artículo 600 "Excavaciones varias" de estas especificaciones.

ÍTEM DE PAGO

673.1 Material granular filtrante	Metro cúbico (m3)
673.2 Geotextil	Metro cuadrado (m2)
673.3 Material de cobertura	Metro cúbico (m3)

14 INV ARTICULO 671 CUNETAS REVESTIDAS EN CONCRETO

14.1 671.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el transporte, suministro, elaboración, manejo, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción de cunetas de concreto prefabricadas o fundidas en el lugar. También incluye las operaciones de alineamiento, excavación, conformación de la sección, suministro del material de relleno necesario y compactación del suelo de soporte. Las cotas de cimentación, las dimensiones, tipos y formas de las cunetas revestidas de concreto

deberán ser las indicadas en los planos del proyecto u ordenadas por el Interventor. Este Artículo se refiere a la construcción de cunetas de concreto reforzado.

14.2 671.2 MATERIALES

14.2.1 671.2.1 Concreto

El concreto para la construcción de las cunetas revestidas, sea que estas se fundan en el sitio o sean prefabricadas, será de tipo F especificado en el Articulo 630, "Concreto estructural", de estas especificaciones y tendrá una resistencia mínima a la compresión simple de 3000 P.S.I. (lb/pulg3)

14.2.2 671.2.2 Piezas prefabricadas

Cada pieza prefabricada tendrá una longitud no menor de un metro (1 m) y sus dimensiones serán las señaladas en los planos del proyecto, sobre las cuales se admiten las tolerancias que se indican:

Tabla 21. 671.1
Tolerancia para las dimensiones de las piezas prefabricadas

DIMENSIÓN	TOLERANCIA (mm)
Espesor	±2
Ancho	±5
Longitud	±5

14.2.3 671.2.3 Material de relleno para el acondicionamiento de la superficie

Todos los materiales de relleno requeridos para el adecuado soporte de las cunetas, serán seleccionados de los cortes adyacentes o de las fuentes de materiales, según lo establezcan los documentos del proyecto, y deberán cumplir con la condición de seleccionados, según el Artículo 220 "Terraplenes", de estas especificaciones.

14.2.4 671.2.4 Sellante de juntas

Para el sello de las juntas transversales de las cunetas fundidas en el lugar y todas las longitudinales entre el pavimento y la cuneta se empleara el material indicado en los documentos del proyecto, el cual podrá ser de uno de los siguientes tipos:

- Relleno pre moldeado bituminoso, de acuerdo con la especificación AASHTO M 33.
- Relleno pre moldeado no bituminoso, resiliente y no exprimible, de los tipos I, II, o III de acuerdo con la especificación AASHTO M 33, a no ser que los documentos del proyecto establezcan otra cosa.
- Relleno pre moldeado de fibra impregnada de bitumen, resiliente y no exprimible, de acuerdo con la especificación AASHTO M 213.
- Sello pre moldeado elastomérico para juntas, de acuerdo con la especificación AASHTO M 220.671.2.5 Pegante entre piezas prefabricadas de concreto

En el caso de cunetas con piezas prefabricadas, la unión entre ellas se podrá efectuar con mortero, formado por una (1) parte de cemento Portland y tres (3) partes, en masa, de un agregado fino que cumpla los requisitos de la especificación AASHTO M 45 y cuya granulometria se ajuste a lo indicado en la Tabla 671.2.35.

Tabla 22. 671.2
Granulometría del agregado fino para mortero

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA
mm	ALTERNO	
4.75	No. 4	100
2.36	No. 8	95 – 100
0.150	No. 100	0 – 25
0.075	No. 200	0 – 10

14.3 671.3 EQUIPO

Al respecto, es aplicable todo lo que resulta pertinente del numeral 630.3 del Artículo 630, “Concreto estructural”. En caso de que el acondicionamiento de la superficie se efectué con cargo al presente Artículo, se deberá disponer de elementos para su conformación, para la excavación, cargue y transporte de los materiales, así como equipos manuales de compactación.

14.4 671.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

14.4.1 671.4.1 Acondicionamiento de la cuneta en tierra

El Constructor deberá acondicionar la cuneta en tierra, de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas indicadas en los planos del proyecto o establecidas por el Interventor.

Los procedimientos requeridos para cumplir con esta actividad podrán incluir la excavación, cargue, transporte y disposición en sitios aprobados de los materiales no utilizables, así como la conformación de los utilizables y el suministro, colocación y compactación de los materiales de relleno que se requieran, a juicio del Interventor, para obtener la sección típica prevista.

Cuando el terreno natural sobre el cual se vaya a colocar o construir la cuenta no cumpla la condición de suelo tolerable, será necesario colocar una capa de suelo seleccionado según lo especificado en el Artículo 220, "Terraplenes" de estas especificaciones, mínimo de diez centímetros (15 cm), convenientemente nivelada y compactada, de acuerdo con el mismo Artículo. Durante la construcción de las cunetas se adoptaran las medidas oportunas para evitar erosiones y cambio de características en el lecho constituido para la cuneta en tierra. A estos efectos, el tiempo que el lecho pueda permanecer sin revestir se limitara a lo imprescindible para la puesta en obra del concreto y, en ningún caso será superior a ocho (8) días.

14.4.2 671.4.2 Elaboración del concreto

El Constructor deberá obtener los materiales y diseñar la mezcla de concreto, elaborarla con la resistencia exigida, transportarla y entregarla, conforme se establece en el numeral 630.4 del Artículo 630, "Concreto estructural", de estas especificaciones.

14.4.3 671.4.3 Cunetas fundidas en el lugar

14.4.3.1 671.4.3.1 COLOCACIÓN DE FORMALETAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS FUNDIDAS EN OBRA

Acondicionadas las cunetas en tierra, el Constructor instalara las formaletas de manera de garantizar que las cunetas queden construidas con las secciones y espesores señalados en los planos u ordenados por el Interventor.

14.4.3.2 671.4.3.2 CONSTRUCCIÓN DE LA CUNETA

Previo el retiro de cualquier materia extraña o suelta que se encuentre sobre la superficie de la cuneta en tierra, se humedecerá la superficie de la cuenta en tierra y se procederá a colocar el concreto comenzando por el extremo inferior de la cuneta y avanzando en sentido ascendente de la misma y verificando que su espesor sea, como mínimo, diez centímetros (10 cm) o el señalado en los planos si este es mayor.

El concreto deberá ser compactado y curado conforme lo establecen los numerales 630.4.10 y 630.4.15 respectivamente, del Artículo 630, "Concreto estructural" de estas especificaciones.

El Constructor deberá nivelar cuidadosamente las superficies expuestas para que la cuneta quede con las verdaderas formas y dimensiones indicadas en los planos. Las pequeñas deficiencias superficiales deberá corregirlas mediante la aplicación de un mortero de cemento de un tipo aprobado por el Interventor.

Tanto si es fundida en sitio como prefabricada, la cuneta deberá quedar en permanente contacto en toda su área con el suelo de fundación.

14.4.3.3 671.4.3.3 REMOCIÓN DE LAS FORMALETAS

Si las operaciones de campo están controladas por ensayos de resistencia a compresión de cilindros, la remoción de formaletas se realizara cuando se alcance la resistencia fijada en el diseño. En caso contrario, el Interventor establecerá el plazo para ello, el cual no podrá ser menor de cuarenta y ocho horas (48h).

14.4.3.4 671.4.3.4 CURADO

El curado de la cuneta de concreto fundida en el lugar se realizara atendiendo las instrucciones contenidas en el numeral 630.4.15, del Artículo 630, "Concreto estructural" de estas especificaciones.

14.4.4 671.4.4 Cunetas de piezas prefabricadas

En el caso de que la cuneta se construya uniendo elementos prefabricados, no se aceptaran piezas para la instalación que se encuentren con astilla duras, fisuras, grietas, defectos, imperfectos o roturas. Para tal fin, el Constructor deberá garantizar que el transporte, el almacenamiento, el acopio, y su manipulación sean adecuados sin que las piezas sufran tensiones de más del cincuenta por ciento (50%) de su resistencia característica en ese proceso.

Las piezas de las cunetas prefabricadas se deberán colocar perfectamente alineadas, tan próximas entre sí como sea posible, y con la rasante de la fundación a las cotas previstas.

14.4.5 671.4.5 Juntas Durante la construcción de cunetas fundidas en el lugar

Se deberán dejar juntas de contracción a intervalos no mayores de tres metros (3 m) y con la abertura que indiquen los planos u ordene el Interventor. Sus bordes serán verticales y

normales al alineamiento de la cuneta. Cuando las cunetas se construyan adosadas a un pavimento rígido, las juntas deberán coincidir con las juntas transversales del pavimento.

En las uniones de las cunetas con las cajas de entrada de las alcantarillas se ejecutaran juntas de dilatación, cuyo espesor estará comprendido entre quince y veinte milímetros (15 - 20 mm). Después del curado del concreto las juntas se deberán limpiar, colocando posteriormente los materiales de relleno, sellado y protección que figuren en el proyecto. Las juntas verticales de unión de las piezas prefabricadas se deberán rellenar, cuidadosamente, con un mortero de las características señaladas en el numeral 671.2.5. Las juntas longitudinales entre el pavimento y la cuneta deberán rellenarse con el producto sellante previsto en los planos, el cual deberá corresponder a uno de los tipos mencionados en el numeral 671.2.4. El empleo de un producto de otras características implicara la elaboración de una especificación particular.

14.4.6 671.4.6 Limpieza final

Al terminar la obra y antes de la aceptación definitiva del trabajo, el Constructor deberá retirar del sitio de las obras todos los materiales excavados o no utilizados, desechos, sobrantes, basuras y cualquier otro elemento de similar característica, restaurando en forma aceptable para el Interventor toda propiedad pública o privada que pudiera haber sido afectada durante la ejecución de este trabajo, y dejando el lugar limpio y presentable.

14.4.7 671.4.7 Limitaciones en la ejecución

Rigen las mismas indicadas en el numeral 630.4.18 del Artículo 630, “Concreto estructural”, de estas especificaciones.

14.4.8 671.4.8 Manejo ambiental

Todas las determinaciones referentes a los trabajos de cunetas revestidas en concreto deberán ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones vigentes sobre el particular.

Entre otros, se deberán atender los siguientes procedimientos:
Todo material sobrante o proveniente de excavaciones deberá ser retirado de las proximidades de las cunetas, transportado y depositado en vertederos autorizados, donde no contamine cursos ni láminas de agua.

En los puntos de desagüe se deberán disponer las obras de protección requeridas, de manera de evitar procesos de erosión.

14.5 671.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

14.5.1 671.5.1 Controles

En adición a los descritos en el numeral 630.5.1 del Artículo 630, el Interventor deberá exigir que las cunetas en tierra queden correctamente acondicionadas, antes de colocar la formaleta y verter el concreto o colocar la cuneta prefabricada.

Para las cunetas prefabricadas se deberán comprobar, en el momento del recibo de las mismas, su geometría y sus dimensiones.

Se cuidara la terminación de las superficies, no permitiéndose irregularidades mayores de quince milímetros (15 mm), medidas con respecto a una regla de tres metros perfectamente alineada y derecha.

14.5.2 671.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

En relación con la calidad del cemento, agua, agregados y eventuales aditivos y productos químicos de curado, se aplicaran los criterios expuestos en los numerales
630.5.2.1, 630.5.2.2, 630.5.2.3 y 630.5.2.4, respectivamente, del Artículo 630, "Concreto estructural".

En relación con la calidad de la mezcla, se aplicara lo descrito en el numeral 630.5.2.5 del mismo Artículo excepto lo pertinente a la ejecución de pruebas de carga a expensas del Constructor. En consecuencia, si en caso de discusión, la resistencia de los núcleos tomados de la obra ejecutada no resulta satisfactoria, el Interventor rechazara las piezas o el tramo representado por dichos núcleos.

En el caso de las piezas prefabricadas se impedirá su colocación y en el caso que la cuneta haya sido fundida en el lugar el Constructor deberá demoler la obra ejecutada, remover los escombros, cargarlos, transportarlos y depositarlos en sitios aprobados y mediante procedimientos satisfactorios para el Interventor, y reconstruirá la cuneta en acuerdo al presente Artículo, operaciones que deberá realizar sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

En cuanto a la calidad del producto terminado, el Interventor solo aceptara cunetas cuya forma corresponda a la indicada en los planos y cuyas dimensiones no difieran de las señaladas en los planos o autorizadas por el por encima de las tolerancias indicadas en el presente Artículo.

Se aceptara que exista en el espesor de una cuneta fundida en el lugar una tolerancia de un centímetro (1 cm) por defecto, en tanto que las tolerancias para las piezas prefabricadas serán las indicadas en la Tabla 671.1.

En relación con las juntas, estas deberán encontrarse adecuadamente selladas con el producto aprobado, para que el interventor manifieste su conformidad con esta parte del trabajo.

El Interventor se abstendrá de aceptar cunetas terminadas con depresiones excesivas, traslapos desiguales o variaciones apreciables en la sección, que impidan el normal escurrimiento de las aguas superficiales. Las deficiencias superficiales de las cunetas fundidas en el lugar que, a su juicio sean pequeñas, serán corregidas por el Constructor, a su costa, conforme se indica en el numeral 671.4.3.2.

14.6 671.6 MEDIDA

14.6.1 671.6.1 Cunetas fundidas en el lugar

La unidad de medida será el metro cubico (m3), aproximado al décimo de metro cubico, de cuneta satisfactoriamente elaborada y terminada, de acuerdo con la sección transversal, cotas y alineamientos indicados en los planos o determinados por el Interventor.

El volumen se determinara multiplicando el área por el espesor de construcción señalados en los planos u ordenados por el Interventor, en los tramos donde el trabajo haya sido aceptado por este.

Dentro de la medida se deberán incluir, también, los descoles y bajantes de agua revestidos en concreto, correctamente construidos. Cuando el volumen medido de cuneta aceptada tenga una fracción mayor o igual a cinco centésimas de metro cubico (≥0.05m3), la aproximación se realizara a la décima superior; en caso contrario, se aproximara a la décima inferior.

14.6.2 671.6.2 Cunetas de piezas prefabricadas

En el caso de cunetas prefabricadas, la unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al entero, de cuneta satisfactoriamente elaborada y terminada, de acuerdo con la sección transversal, cotas y alineamientos indicados en los planos o determinados por el Interventor.

Si la longitud aceptada contiene una fracción igual o superior a medio metro lineal (≥0.5m), se aproximara al entero superior; en caso contrario, se redondeara por defecto.

El Interventor no autorizara el pago de trabajos efectuados por fuera de los límites especificados, ni el de cunetas cuyas dimensiones o resistencia sean inferiores a las de diseño.

14.7 671.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación, y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de explotación, suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales apropiados de relleno necesarios para el acondicionamiento previo de la superficie; la elaboración, suministro, colocación y retiro de formaletas cuando corresponda; la explotación de agregados, incluidos todos los permisos y derechos para ello; el suministro de todos los materiales necesarios para elaborar la mezcla de concreto, su diseño, elaboración, descargue, transporte, entrega, colocación, vibrado y curado; la manufactura, transporte, entrega en obra y correcta instalación de las piezas prefabricadas de concreto; la ejecución de las juntas, incluyendo el suministro y colocación del material sellante; el suministro de materiales, elaboración y colocación del mortero requerido para las pequeñas correcciones superficiales y para la unión de las piezas prefabricadas; la señalización preventiva de la vía durante la ejecución de los trabajos; la limpieza final del sitios de las obras; todo equipo y mano de obra requeridos para la elaboración y terminación de las cunetas y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

En relación con la conformación de las cunetas en tierra, se considera cubierta por el Artículo 210, “Excavación de la explanación, canales y préstamos”, o por el Artículo 310, “Conformación de la calzada existente”, de estas especificaciones y, por lo tanto, no habrá

Lugar a pago separado por dicho concepto, salvo que una o ambas actividades no estén comprendidas en el mismo contrato, caso en el cual su costo se deberá incluir dentro del precio unitario de la cuneta revestida en concreto. En el caso de los descoles, la preparación de la superficie quedara cubierta por el Artículo 600, “Excavaciones Varias”.

ÍTEM DE PAGO
671.1 Cuneta de concreto fundida en el lugar Metro cubico (m3)
671.2 Cuneta prefabricada de concreto Metro lineal (ml)

15 INV ARTICULO 330 BASE GRANULAR

15.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación, humedecimiento o aireación, extensión y conformación, compactación y terminado de material de base granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos y demás documentos del proyecto o establecidos por el Interventor.

Para los efectos de estas especificaciones, se denomina base granular a la capa granular localizada entre la subbase granular y las capas asfálticas en los pavimentos asfálticos, sin perjuicio de que los documentos del proyecto le señalen otra utilización.

15.2 MATERIALES

Los agregados para la construcción de la base granular deberán satisfacer los requisitos indicados en el numeral 300.2 del Artículo 300 para dichos materiales. Además, se deberán ajustar a alguna de las franjas granulométricas que se indican en la Tabla 32 Los documentos del proyecto indicarán la franja por utilizar.

Tabla 23. Franjas granulométricas del material de base granular

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA	
NORMAL	ALTERNO	BG-1	BG-2
37.5 mm	1 1/2"	100	-
25.0 mm	1	70-100	100
19.0 mm	3/4"	60-90	70-100
9.5 mm	3/8" No.4	45-75	50-80
4.75 mm	No.10	30-60	35-65
2.0 mm	No.40	20-45	20-45
425 µm	No.200	10-30	10-30
75 µm		5-15	5-15

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Constructor deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

Dentro de la franja elegida, el Constructor propondrá al Interventor una "Fórmula de Trabajo" a la cual se deberá ajustar durante la construcción de la capa, con las tolerancias que se indican en la Tabla 33, pero sin permitir que la curva se salga de la franja adoptada.

Tabla 24. Tolerancias granulométricas

TAMIZ	TOLERANCIA EN PUNTOS DE PORCENTAJE SOBRE EL PESO SECO DE LOS AGREGADOS
% pasa tamiz de 9.5 mm (3/8") y mayores	± 7 %

% pasa tamices de 4.75 mm (Nº 4) a 425µm (Nº 40)	± 6 %
% pasa tamiz 75 µm (No. 200)	± 3 %

Además, la relación entre el porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) y el porcentaje que pasa el tamiz de 425 µm (No. 40), no deberá exceder de 2/3 y el tamaño máximo nominal no deberá exceder de 1/3 del espesor de la capa compactada.

15.3 EQUIPO

Rigen las condiciones generales establecidas en los numerales 300.3 y 311.3 de los Artículos 300 y 311, respectivamente, de la norma INV.

15.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

15.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Rige lo indicado en el numeral 300.4.1 del Artículo 300 de la norma INV.

15.4.2 Preparación de la superficie existente

El Interventor sólo autorizará la colocación de material de base granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la compactación apropiada y las cotas y secciones indicadas en los planos o definidas por él, con las tolerancias establecidas. Además, deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en la especificación de la capa de la cual forma parte, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el Constructor hará las correcciones necesarias, a satisfacción del Interventor.

15.4.3 Fase de experimentación

Rige lo indicado en el numeral 300.4.2 del Artículo 300 de la norma INV.

15.4.4 Transporte, almacenamiento y colocación del material

Todo transporte de materiales sobre las vías públicas se deberá realizar en vehículos aprobados para circular sobre las carreteras nacionales, los cuales deberán cumplir la reglamentación

vigente sobre pesos y dimensiones del Ministerio de Transporte, así como las normas sobre protección ambiental, expedidas por la entidad que tenga la jurisdicción respectiva.

Los vehículos deberán contar con dispositivos para depositar los materiales de tal modo que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente. Cualquier contaminación que se presentare, deberá ser subsanada por el Constructor, a su costa, antes de proseguir el trabajo.

Siempre que los materiales para la construcción de base granular requieran almacenamiento, se deberán atender los cuidados señalados en el numeral 300.4.3 del Artículo 300 de la norma INV.

15.4.5 Extensión y conformación del material

El material se deberá disponer en un cordón de sección uniforme donde el Interventor verificará su homogeneidad. Si la capa de base granular se va a construir mediante la combinación de dos (2) o más materiales, éstos se deberán mezclar en un patio fuera de la vía, por cuanto su mezcla dentro del área del proyecto no está permitida. En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad óptima de compactación, el Constructor empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje el material con una humedad uniforme. Éste, después de humedecido o aireado, se extenderá en todo el ancho previsto en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación.

En todo caso, la cantidad de material extendido deberá ser tal, que el espesor de la capa compactada no resulte inferior a cien milímetros (100 mm) ni superior a doscientos milímetros (200 mm). Si el espesor de base compactada por construir es superior a doscientos milímetros (200 mm), el material se deberá colocar en dos o más capas, procurándose que el espesor de ellas sea sensiblemente igual y nunca inferior a cien milímetros (100 mm). El material extendido deberá mostrar una distribución granulométrica uniforme, sin segregaciones evidentes. El Interventor no permitirá la colocación de la capa siguiente, antes de verificar y aprobar la compactación de la precedente.

En operaciones de bacheo o en aplicaciones en áreas reducidas, el Constructor propondrá al Interventor los métodos de extensión que garanticen la uniformidad y calidad de la capa.

15.4.6 Compactación

Una vez que el material extendido de la base granular tenga la humedad apropiada, se conformará ajustándose razonablemente a los alineamientos y secciones típicas del proyecto y se compactará con el equipo aprobado por el Interventor, hasta alcanzar la densidad seca especificada.

Aquellas zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en tal forma que la densidad seca que se alcance no sea inferior a la obtenida en el resto de la capa.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de la mitad del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

15.4.7 Terminado

Una vez terminada la compactación, el Constructor perfilará la superficie de la capa, ajustándola a los perfiles longitudinales y transversales del proyecto.

15.4.8 Apertura al tránsito

Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tránsito mientras no se haya completado la compactación. Si ello no es factible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas, se distribuirá de forma que no se concentren ahuellamientos sobre la superficie. El Constructor deberá responder por los daños producidos por esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos con arreglo a las indicaciones del Interventor.

15.4.9 Limitaciones en la ejecución

No se permitirá la extensión de ninguna capa de material de base granular mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente. Tampoco se podrá ejecutar la base granular en momentos en que haya lluvia o fundado temor que ella ocurra, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2oC).

Los trabajos de construcción de la base granular se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

15.4.10 Conservación

El Constructor deberá conservar la capa de base granular en las condiciones en las cuales le fue aceptada por el Interventor hasta el momento de ser recubierta por la capa inmediatamente superior, aun cuando aquella sea librada parcial o totalmente al tránsito público. Durante dicho lapso, el Constructor deberá reparar, a su costa, todos los daños que se produzcan en la base granular y restablecer el mismo estado en el cual ella se aceptó.

15.4.11 Manejo ambiental

Rige lo indicado en el numeral 300.4.8 del Artículo 300 de la norma INV.

15.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

15.5.1 Controles

Se aplica lo indicado en el numeral 300.5.1 del Artículo 300 de la norma INV.

15.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

15.5.2.1 CALIDAD DE LOS AGREGADOS

a. Control de procedencia

De cada fuente de agregados pétreos y para cualquier volumen previsto se tomarán cuatro (4) muestras representativas para realizar los ensayos especificados en la Tabla 300.1 del Artículo 300, "Disposiciones generales para la ejecución de afirmados, subbases granulares y bases granulares y estabilizadas". Los resultados de dichos ensayos deberán satisfacer, en su totalidad, las exigencias indicadas en el numeral 300.2 del Artículo 300, so pena del rechazo de los materiales deficientes.

El ensayo para determinar el valor de azul de metileno sobre el agregado combinado sólo será necesario si el valor del equivalente de arena es inferior a treinta por ciento (30%), pero es igual o superior a veinticinco por ciento (25%).

Durante esta etapa el Interventor deberá comprobar, además, que el material del descapote de la fuente sea retirado correctamente y que todas las vetas de material granular inadecuado sean descartadas.

b. Control de producción

Durante la etapa de producción, el Interventor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. Así mismo, ordenará que se acopien por aparte aquellos que presenten una anomalía evidente de aspecto, como distinta coloración, plasticidad o segregación.

Además realizará las verificaciones periódicas de la calidad de los agregados, establecidas en la Tabla 34

Tabla 25. Verificaciones periódicas de calidad de los materiales

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	FRECUENCIA
Granulometría	E-213	Una (1) vez por jornada
Límite líquido	E-125	Una (1) vez por jornada
Índice de plasticidad	E-126	Una (1) vez por jornada
Equivalente de arena	E-133	Una (1) vez por semana
Valor de azul	E-235	Una (1) vez por semana *
Densidad seca máxima	E-142	Una (1) vez por semana

* Si corresponde ejecutarlo

El Interventor podrá reducir la frecuencia de los ensayos a la mitad de lo indicado en la Tabla 31, siempre que considere que los materiales son suficientemente homogéneos o si en el control de recibo de la obra terminada hubiese aceptado sin objeción diez (10) lotes consecutivos.

En el caso de mezcla de dos (2) o más materiales, los controles se realizarán sobre el material mezclado y con la fórmula de trabajo aprobada para el proyecto.

Siempre que el Interventor considere que las características del material que está siendo explotado en una fuente han cambiado, se deberán repetir todos los ensayos especificados en la Tabla 29 adoptar los correctivos que sean necesarios.

Por ningún motivo se permitirá el empleo de materiales que no satisfagan los requisitos de calidad indicados en la Tabla 29 y en el numeral 21.2 de esta especificación.

En la eventualidad de que el resultado de alguna prueba sea insatisfactorio, se tomaran dos (2) muestras adicionales del material y se repetirá la prueba. Los resultados de ambos ensayos deberán ser satisfactorios o, de lo contrario, el Interventor no autorizará la utilización del material al cual representen dichos ensayos.

15.5.2.2 CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO A. TERMINADO

La capa de base granular terminada deberá presentar una superficie uniforme, sin agrietamientos, baches, laminaciones ni segregaciones. Si el Interventor considera que es necesario realizar

correcciones por este concepto, delimitará el área afectada y el Constructor deberá escarificarla en un espesor de cien milímetros (100 mm) y, después de efectuar las correcciones necesarias, mezclará y compactará de nuevo hasta que tanto el área delimitada como las adyacentes cumplan todos los requisitos exigidos en el presente Artículo.

La capa de base granular terminada deberá ajustarse a las rasantes y a las pendientes establecidas en los documentos del proyecto, sin que existan zonas donde se retenga el agua superficial. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la berma no será inferior a la señalada en los planos o la definida por el Interventor. Las variaciones de las cotas, respecto de las establecidas en el proyecto, no podrán exceder de +0.0 mm y -20.0 mm.

Si se detectan zonas con un nivel inferior a la tolerancia indicada, ellas se deberán escarificar en un espesor mínimo de cien milímetros (100 mm), para enseguida agregar material de base, humedecer, mezclar, recompactar y terminar la superficie hasta lograr la densidad seca y las cotas exigidas por la presente especificación. Alternativamente, el Interventor las podrá aceptar, siempre que el Constructor se comprometa, por escrito, a compensar la merma con el espesor adicional necesario de la capa superior, sin que ello implique ningún incremento en los costos para el Instituto Nacional de Vías.

Las áreas que presenten un nivel superior a la tolerancia especificada deberán ser rebajadas, humedecidas, compactadas y terminadas nuevamente, hasta cumplir con las cotas y el espesor establecido en los documentos del proyecto y con las exigencias de la presente especificación.

b. Compactación

Para efectos de la verificación de la compactación de la capa de base granular, se define como "lote", que se aceptará o rechazará en conjunto, el menor volumen que resulte de aplicar los siguientes criterios:

-Quinientos metros lineales (500 m) de capa compactada en el ancho total de la base granular

-Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m2) de base granular compactada

-El volumen construido en una jornada de trabajo.

Los sitios para la determinación de la densidad seca en el terreno de cada capa se elegirán al azar, según la norma de ensayo INV E-730 "Selección al azar de sitios para la toma de muestras", pero de manera que se realice al menos una prueba por hectómetro. Se deberán efectuar, como mínimo, cinco (5) ensayos por lote.

Para el control de la compactación de una capa de base granular, la densidad seca en el terreno promedio de la muestra que representa al lote (Dm), se deberá comparar con la máxima (De), obtenida sobre una muestra representativa del mismo material.

Si $Dm - (k \times s) \geq De$ se acepta el lote

Si $Dm - (k \times s) < De$ se rechaza el lote

Siendo:

Dm: Valor promedio de los resultados de los ensayos de densidad seca en el terreno que integran la muestra que representa al lote.

$$D = \frac{\sum D_{i\,m}}{n}$$

Di: Resultado de un ensayo.

n : Número de ensayos de densidad seca en el terreno que integran la muestra.

k : Factor que establece el límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad de 90%, se encuentra la densidad seca en el terreno del lote. Este factor depende del número de ensayos (n) que integran la muestra y su valor se indica en la Tabla 35

Tabla 26. Valores del factor k

n	5	6	7	8	9	10
k	0.685	0.602	0.544	0.500	0.465	0.437

s : Desviación estándar de la muestra.

$$s = \frac{\sum (D_i - D_m)}{n - 1}$$

De: Valor máximo de la densidad seca del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 y corregido por presencia de partículas gruesas, siempre que el material lo requiera, según la norma de ensayo INV E-228.

La densidad seca de la capa compactada podrá ser determinada por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162 y E-164, que permita hacer la corrección por presencia de partículas gruesas.

Las verificaciones de compactación se deberán efectuar en todo el espesor de la capa que se está controlando.

Los lotes que no alcancen las condiciones mínimas de compactación exigidas en este numeral, deberán ser escarificados, homogenizados, llevados a la humedad adecuada y compactados nuevamente hasta obtener el valor de densidad seca especificado.

c. Espesor

Sobre la base del lote escogido para el control de la compactación y en los mismos puntos de verificación, se determinará el espesor promedio de la capa compactada (em), el cual no podrá ser inferior al espesor de diseño (ed).

$$em \geq ed$$

Además, el valor obtenido en cada determinación individual (ei) deberá ser, como mínimo, igual al noventa por ciento (90%) del espesor de diseño, admitiéndose un (1) solo valor por debajo de dicho límite, siempre que este último valor sea igual o mayor al ochenta y cinco por ciento (85%) del espesor de diseño. Si la exigencia incluida en este párrafo no se cumple, el Constructor deberá escarificar la capa en un espesor mínimo de cien milímetros (100 mm), añadir el material necesario de las mismas características y recompactar y terminar la capa conforme lo exige el presente Artículo.

Si el espesor medio resulta inferior al espesor de diseño, pero ningún valor individual es inferior al noventa por ciento (90%) del espesor de diseño, el Interventor podrá admitir el espesor construido, siempre que el Constructor se comprometa, por escrito, a compensar la merma con

el espesor adicional necesario de la capa superior, sin que ello implique ningún incremento en los costos para el Instituto Nacional de Vías. Si el Constructor no suscribe este compromiso, se procederá como en el párrafo anterior.

d. Lisura

El Interventor comprobará la uniformidad de la superficie de la obra ejecutada, en todos los sitios que considere conveniente hacerlo, empleando para ello una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a quince milímetros (15 mm), para cualquier punto que no esté afectado por un cambio de pendiente. Cualquier área donde se detecten irregularidades que excedan esta tolerancia será delimitada por el Interventor, y el Constructor deberá corregirla con reducción o adición de material en capas de poco espesor, en cuyo caso, para asegurar buena adherencia, será obligatorio escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada, hasta alcanzar los niveles de compactación exigidos en el presente Artículo.

e. Zonas de bacheos

En las zonas de bacheos se deberán satisfacer las mismas exigencias de terminado, compactación, espesor y lisura incluidas en los incisos a, b, c y d de este numeral, pero queda a juicio del Interventor la decisión sobre la frecuencia de las pruebas, la cual dependerá del tamaño de las áreas tratadas.

f. Conservación de las propiedades de los agregados

Los agregados no deberán sufrir una degradación excesiva con motivo de su manejo y compactación en obra. Para verificarlo, el Interventor tomará, cada semana, muestras representativas del material colocado y compactado durante la semana previa, las cuales someterá a los ensayos que se indican en la Tabla 330.5. Los resultados de estos ensayos deberán satisfacer las exigencias indicadas en el numeral 300.2 del Artículo 300 y en el numeral 330.2 del presente Artículo. Si no las cumplen, se suspenderá inmediatamente el empleo del material y se delimitará el área donde se haya utilizado, la cual deberá ser demolida y reconstruida por el Constructor, a su entera costa, empleando un material de base granular apropiado y que conserve sus propiedades según se especifica en el presente inciso.

Tabla 27. Ensayos para verificar la conservación de las propiedades de los agregados

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV
Granulometría	E-213
Límite líquido	E-125
Índice de plasticidad	E-126
Equivalente de arena	E-133

Valor de azul *	E-235

* Si corresponde ejecutarlo

g. Correcciones por variaciones en el diseño o por causas no imputables al Constructor

Cuando sea necesario efectuar correcciones a la capa de base granular por modificaciones en el diseño estructural o por fuerza mayor u otras causas inequívocamente no imputables al Constructor, el Interventor delimitará el área afectada y ordenará las correcciones necesarias, por cuyo trabajo autorizará el pago al Constructor, al respectivo precio unitario del contrato.

h. Medidas de deflexión

El Interventor verificará la solidez de la estructura construida al nivel de base granular, realizando medidas de deflexión con la viga Benkelman, de acuerdo con la norma de ensayo INV E-795. Los resultados de las medidas, que se realizarán en tresbolillo cada veinte metros (20 m), no constituirán base para aceptación o rechazo de la base granular construida, sino que servirán al Instituto Nacional de Vías para verificar la homogeneidad de la estructura que se construye y realizar los ajustes que pudieran resultar necesarios al diseño estructural del pavimento.

15.6 MEDIDA

Rige lo descrito en el numeral 300.6.1 del Artículo 300. En el caso de bacheos con material granular de base, se aplicará lo descrito en el numeral 300.6.2 del mismo Artículo.

15.7 FORMA DE PAGO

Rige lo que resulte pertinente del numeral 300.7.1 del Artículo 300 de la norma INV.

ÍTEM DE PAGO

330.1 Base granular Metro cúbico (m3)

16 INV ARICULO 420 RIEGO DE IMPRIMACIÓN

16.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, eventual calentamiento y aplicación uniforme de una emulsión asfáltica o un asfalto líquido sobre una superficie granular terminada, previamente a la extensión de una capa asfáltica o un tratamiento bituminoso. El riego también podrá aplicarse a bermas construidas en material granular y a sus taludes. El trabajo incluye también, eventualmente, el suministro y la aplicación de un agregado fino para la protección de la superficie imprimada.

16.2 MATERIALES

16.2.1 Material bituminoso

El ligante bituminoso por emplear será una emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta tipo CRL-0, la cual deberá cumplir las condiciones indicadas en el numeral 400.2.4 del Artículo 400 de la norma INV.

También se podrá emplear una emulsión catiónica de rotura lenta tipo CRL-1 la cual, para su aplicación, deberá diluirse en agua hasta que tenga una concentración aproximada de cuarenta por ciento (40%), la cual deberá cumplir las condiciones indicadas en el numeral 400.2.4 del Artículo 400 de la norma INV.

El material bituminoso para riegos de imprimación también podrá ser un asfalto líquido que cumpla las exigencias indicadas en el numeral 400.2.6 del Artículo 400 de la norma INV.

Los documentos del proyecto indicarán cuál de los tipos de material bituminoso deberá ser utilizado.

16.2.2 Agregado de protección

El agregado que eventualmente se deba colocar para la protección de la superficie imprimada, será arena natural, arena de trituración o una mezcla de ambas, la cual estará exenta de polvo, terrones de arcilla u otros materiales objetables. Sus características deberán ser las mismas que se exigen a los agregados para el sello de arena asfalto, según los Artículos 400 y 432 de la norma INV.

16.3 EQUIPO

Además de lo que se indica a continuación, rige lo descrito en el numeral 400.3 del Artículo 400. Para los trabajos de imprimación se requieren elementos mecánicos de limpieza, carrotanques, irrigadores de asfalto y, eventualmente, distribuidores mecánicos de agregados. El equipo para la limpieza previa de la superficie donde se aplicará el riego de imprimación, estará constituido por una barredora mecánica de tipo rotatorio y/o una sopladora mecánica, autopropulsadas o arrastradas por tractor, equipos que se utilizarán siempre que las autoridades ambientales autoricen su empleo. Como equipo adicional, se podrán utilizar compresores, escobas, y demás implementos que el Interventor autorice y que cumplan las disposiciones ambientales vigentes.

El carrotanque irrigador deberá cumplir exigencias mínimas que garanticen la aplicación uniforme y constante del producto asfáltico para imprimación, a la temperatura apropiada, sin que lo afecten la carga, la pendiente de la vía o la dirección del vehículo. Sus dispositivos de irrigación deberán proporcionar una distribución transversal adecuada del ligante. El vehículo deberá estar provisto de un velocímetro calibrado en metros por segundo (m/s), o pies por segundo (pie/s), visible al conductor, para mantener la velocidad constante y necesaria que permita la aplicación uniforme del asfalto en sentido longitudinal.

El carrotanque deberá aplicar el producto asfáltico a presión y para ello deberá disponer de una bomba de impulsión, accionada por motor y provista de un indicador de presión. También, deberá estar provisto de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensible no se podrá encontrar cerca de un elemento calentador.

Para áreas inaccesibles al equipo irrigador y para retoques y aplicaciones mínimas, se usará una caldera regadora portátil, con sus elementos de irrigación a presión, o una extensión del carrotanque con una boquilla de expansión que permita un riego uniforme. Por ningún motivo se permitirá el empleo de regaderas u otros dispositivos de aplicación manual por gravedad.

Para la aplicación del agregado de protección se emplearán distribuidores mecánicos, acoplados a un camión o autopropulsados, que permitan la aplicación homogénea de la arena. Cuando y donde el Interventor lo considere prudente, podrá permitir la aplicación manual del agregado de protección.

16.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

16.4.1 Preparación de la superficie existente

Antes de autorizar los trabajos de imprimación, el Interventor comprobará que la superficie sobre la cual se va a efectuar el riego cumpla con todos los requisitos especificados en cuanto a conformación, compactación y acabado de la capa a la cual corresponda y que ella no se haya reblandecido por exceso de humedad.

En caso de que sobre la superficie por imprimar se observen fallas o imperfecciones, el Constructor procederá a corregirlas a entera satisfacción del Interventor.

La superficie que ha de recibir la imprimación se limpiará cuidadosamente de polvo, barro seco, suciedad y cualquier material suelto que pueda ser perjudicial, utilizando el equipo de limpieza aprobado. En lugares inaccesibles a los equipos mecánicos, se permitirá el uso de escobas manuales.

16.4.2 Determinación de la dosificación del ligante

La dosificación definitiva del ligante la establecerá el Interventor como resultado de la aplicación de los riegos iniciales y será, salvo instrucción en contrario, aquella que sea capaz de absorber la capa que se imprima, en un lapso de veinticuatro (24) horas. Dicha cantidad nunca será inferior a quinientos gramos por metro cuadrado (500 g/m2) de ligante residual.

16.4.3 Aplicación del ligante bituminoso

La superficie deberá ser humedecida, sin llegar a la saturación, previamente al riego de imprimación.

La aplicación del ligante se hará de manera uniforme, tanto longitudinal como transversalmente, evitando la duplicación en las juntas transversales, para lo cual se colocarán tiras de papel u otro material adecuado en las zonas de iniciación o terminación del trabajo, de manera que el riego comience y termine sobre éstas.

La temperatura de aplicación deberá ser tal, que la viscosidad del producto asfáltico se encuentre entre cinco y veinte segundos Saybolt-Furol (5 sSF - 20 sSF).

Antes de iniciar cada jornada de trabajo, se deberá verificar la uniformidad del riego. Si fuere necesario, se calentarán las boquillas de irrigación antes de cada descarga. La bomba y la barra de distribución se deberán limpiar al término de la jornada.

En las zonas donde se presenten insuficiencias o excesos de material bituminoso, el Constructor corregirá la anormalidad mediante la adición de ligante o agregado de protección, respectivamente, a satisfacción del Interventor y sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

En los casos en que, por las condiciones de la obra, se deba efectuar el riego por franjas, deberá existir una pequeña superposición del mismo a lo largo de la junta longitudinal.

No se permitirá transitar sobre la superficie imprimada ni la colocación de capas de rodadura, base asfáltica o tratamientos, hasta que lo autorice el Interventor.

Elementos tales como sardineles, árboles, vallas y similares, susceptibles de ser manchados por el ligante, deberán ser protegidos adecuadamente por parte del Constructor, antes de aplicar el riego.

16.4.4 Determinación de la dosificación del agregado de protección

La dosificación del agregado de protección será la mínima necesaria para absorber los excesos de ligante o para garantizar la protección de la imprimación, cuando la capa imprimada deba soportar la acción del tránsito automotor. En ningún caso, la cantidad de agregado excederá de seis litros por metro cuadrado (6 l/m2).

La dosificación definitiva del agregado de protección la establecerá el Interventor como resultado de la aplicación de las pruebas iniciales realizadas en la obra.

16.4.5 Extensión del agregado de protección

La extensión eventual del agregado de protección se realizará por instrucción del Interventor, cuando sea necesario permitir la circulación del tránsito automotor sobre la imprimación o donde se advierta que parte de ella no ha sido absorbida veinticuatro horas (24 h) después de aplicado el ligante.

El agregado se extenderá con el equipo aprobado y su humedad, en el momento de la aplicación, no podrá exceder de cuatro por ciento (4 %).

Se deberá evitar el contacto de las ruedas del distribuidor del agregado con el riego de imprimación sin cubrir. En caso de extender el agregado sobre una franja imprimada sin que lo hubiera sido la adyacente, se dejará sin cubrir una zona de aquella de unos quince a veinte centímetros (15-20 cm), junto a la zona que se encuentra sin imprimar.

16.4.6 Control del tránsito

Se prohibirá todo tipo de tránsito sobre la superficie imprimada mientras no haya sido absorbido todo el ligante o, en caso de que se haya extendido el agregado de protección, dentro de las cuatro horas (4 h) siguientes a la aplicación de éste. Una vez permitida la circulación, la velocidad de los vehículos no deberá exceder de treinta kilómetros por hora (30 km/h).

16.4.7 Limitaciones en la ejecución

Por ningún motivo se permitirá la aplicación de riegos de imprimación cuando la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie sean inferiores a cinco grados Celsius (5oC) o haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra.

La aplicación del riego de imprimación deberá estar coordinada con la puesta en obra de la capa superpuesta a él, de manera que el ligante no haya perdido su efectividad como elemento de unión. Cuando el Interventor lo estime necesario, se aplicará otro riego de imprimación, cuyo costo será asumido por el Constructor, si la pérdida de efectividad del riego anterior es imputable a éste.

Los trabajos de aplicación del riego de imprimación se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquél. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

16.4.8 Manejo ambiental

Al respecto, rige todo lo que resulte aplicable del numeral 400.4.7 del Artículo 400 de estas especificaciones.

16.4.9 Reparaciones

Todo daño de la superficie imprimada atribuible a descuido, falta de previsión o negligencia del Constructor, deberá ser reparado por éste, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías y a entera satisfacción del Interventor.

16.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

16.5.1 Controles

Rige todo lo que resulte aplicable del numeral 400.5.1 del Artículo 400 de la norma INV.

16.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

16.5.2.1 CALIDAD DEL PRODUCTO ASFÁLTICO

A la llegada de cada carrotanque al sitio de los trabajos, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación expedida por el fabricante de la emulsión asfáltica o del asfalto líquido, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, así como los resultados de ensayos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer todas las condiciones establecidas en los numerales 400.2.4 o 400.2.6 del Artículo 400 de la norma INV, dependiendo de si el producto asfáltico es una emulsión o un asfalto líquido. El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de emulsión asfáltica o asfalto líquido que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante. Dicha constancia no evitará, en ningún caso, la ejecución de ensayos de comprobación por parte del Interventor, ni implica necesariamente la aceptación de la entrega.

Además, sobre muestras representativas de las diversas entregas, el Interventor efectuará las verificaciones exigidas en el numeral 411.5.2 del Artículo 411 si se trata de una emulsión asfáltica o en el numeral 416.5.2 del Artículo 416 si es un asfalto líquido. En todos los casos, guardará una muestra para ensayos ulteriores de contraste, cuando el Constructor o el fabricante manifiesten inconformidad con los resultados iniciales.

En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos en la Tabla 400.5 o en la Tabla 400.7 del Artículo 400 de la norma INV, según se trate de una emulsión asfáltica o un asfalto líquido, respectivamente.

16.5.2.2 CALIDAD DEL AGREGADO DE PROTECCIÓN

Rige lo indicado en el numeral 432.5.2.2 del Artículo 432 “Sellos de arena-asfalto” de la norma INV.

16.5.2.3 DOSIFICACIÓN

Se considerará como lote, que será aceptado o rechazado en su integridad, el de menor área que resulte de aplicar los tres (3) siguientes criterios:

- Quinientos metros lineales (500 m) de calzada imprimada.

- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m2) de calzada imprimada.

- La superficie imprimada en un día de trabajo.

Las dosificaciones del asfalto y del agregado de protección, cuando la utilización de éste último sea ordenada por el Interventor, se comprobarán mediante el pesaje de bandejas metálicas u hojas de papel resistente, colocadas durante la aplicación del ligante o la extensión del agregado

en no menos de cinco (5) puntos del área considerada como lote, ubicados al azar según la norma de ensayo INV E-730 pero de manera que se realice al menos una prueba por hectómetro.

Las tasas medias de aplicación de ligante residual (TML) y de agregados (TMA) por lote, no podrán variar en más de quince por ciento (15%) de las autorizadas por el Interventor (TEL y TEA).

$0.85\ TEL \leq TML \leq 1.15\ TEL$

$0.85\ TEA \leq TMA \leq 1.15\ TEA$

El Interventor se abstendrá de aceptar lotes imprimados donde la dosificación media de ligante o agregados esté por fuera del rango especificado. Tampoco se aceptará un lote donde más de un punto de ensayo presente un resultado por fuera del límite citado. El Interventor determinará las medidas por adoptar cuando se presenten estos incumplimientos.

El costo de los materiales, equipos y operaciones requeridos para la corrección de defectos o excesos en el riego de imprimación y/o en el agregado de protección, deberá ser asumido por el Constructor.

16.6 MEDIDA

Se aplica lo que establece el numeral 400.6.1 del Artículo 400 de la norma INV.

16.7 FORMA DE PAGO

Rige lo pertinente del numeral 400.7.1 del Artículo 400. En ningún caso habrá pago separado por el suministro y extensión del agregado de protección.

ÍTEM DE PAGO
420 INV Riego de imprimación con emulsión asfáltica Metro cuadrado (m2)

17 INV ARTICULO 450 INV NMEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CONCRETO (ASFÁLTICO Y MEZCLA DE ALTO MÓDULO)

17.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación y compactación, de una o más capas de mezcla asfáltica, preparada y colocada en caliente, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos o determinados por el Interventor.

Este Artículo se refiere a las mezclas asfálticas en caliente de tipo denso (MDC), semidenso (MSC) y grueso (MGC), diferenciadas por su granulometría de aplicación, como se define más adelante. Así mismo, comprende las mezclas en caliente de alto módulo (MAM), entendiendo por tales aquéllas cuyo módulo resiliente, medido por medio de la norma de ensayo INV E–749, a la temperatura y frecuencia definidas para el proyecto, sea igual o superior a diez mil megapascales (10.000 MPa).

El presente Artículo no comprende la "Mezcla Abierta en Caliente", la "Mezcla Discontinua en Caliente para Capa de Rodadura", ni la "Mezcla Drenante", las cuales son objeto de los Artículos 451, 452 y 453, respectivamente, de las presentes especificaciones. Tampoco incluye las mezclas de "Reciclado en Caliente de Pavimento Asfáltico", las cuales son consideradas en el Artículo 462.

Para los efectos del presente Artículo, las capas de mezcla asfáltica en caliente se denominarán rodadura, intermedia y base, según la posición descendente que ocupen dentro de la estructura del pavimento.

Los documentos del proyecto establecerán los tipos y calidades de las capas asfálticas que componen la estructura. Si la estructura tiene solamente una (1) capa asfáltica, ésta será rodadura; si tiene dos (2) capas asfálticas, éstas serán rodadura e intermedia; si tiene tres (3) o más capas asfálticas, la o las subyacentes a la intermedia recibirán el nombre de base.

17.2 MATERIALES

17.2.1 Agregados pétreos y llenante mineral

Los agregados pétreos y el llenante mineral para la elaboración de las mezclas en caliente cubiertas por este Artículo deberán satisfacer los requisitos de calidad impuestos para ellos en el numeral 400.2.1 del Artículo 400 de la norma INV.

Los agregados pétreos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que presumiblemente se puedan dar en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del pavimento, o contaminar corrientes de agua.

El Constructor, como responsable de los materiales que suministre para la ejecución de los trabajos, deberá realizar todos los ensayos necesarios para establecer la calidad e inalterabilidad de los agregados por utilizar, independiente y complementariamente de los que taxativamente se exigen en estas especificaciones.

Los agregados pétreos empleados para la ejecución asfáltica en caliente deberán poseer una naturaleza tal, que al aplicársele una película del material asfáltico por utilizar en el trabajo, ésta no se desprenda por la acción combinada del agua y del tránsito. Sólo se podrá admitir el empleo de agregados con características hidrófilas, si se añade algún aditivo de comprobada eficacia para proporcionar una adhesividad satisfactoria con el asfalto, medida en los términos que se establecen en este Artículo.

El equivalente de arena que se exige en la Tabla 34 será el del agregado finalmente obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones (incluido el llenante mineral), según las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo y antes de pasar por el secador de la planta mezcladora. En caso de que no se cumpla el valor mínimo señalado en la Tabla 400.1, el agregado se aceptará si su equivalente de arena, medido en las mismas condiciones, es superior a 40 % y, simultáneamente, el valor de azul de metileno, determinado mediante la norma de ensayo INV E-235, es inferior a diez (10).

El agregado fino deberá proceder en su totalidad de la trituración de piedra de cantera o de grava natural, o parcialmente de fuentes naturales de arena. La proporción de arena natural no podrá exceder del quince por ciento (15 %) de la masa total del agregado combinado, cuando el tránsito de diseño en el carril de diseño sea NT3, ni exceder de veinticinco por ciento (25 %) para tránsitos de menor intensidad. En todo caso, la proporción de agregado fino no triturado, no podrá exceder la del agregado fino triturado.

El llenante mineral podrá proceder de los agregados pétreos, separándose de ellos por medio de los ciclones de la planta mezcladora, o aportarse a la mezcla por separado de aquellos como un producto comercial o especialmente preparado para este fin. La proporción de llenante mineral de aporte deberá ser, como mínimo, la indicada en la Tabla 37, excluido el que inevitablemente quede adherido a los agregados. Este último, no podrá exceder de dos por ciento (2%) de la masa de la mezcla, salvo que el Interventor confirme que cumple las mismas condiciones que el exigido como aporte.

Tabla 28. Proporción de llenante mineral de aporte
(% en masa de la llenante total, excluido el adherido a los agregados)

Tipo de capa	NT1	NT2	NT3
Rodadura	-	25	50
Intermedia	-	25	50
Base	-	-	25

La granulometría del agregado obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones, incluido el llenante mineral, deberá estar comprendida dentro de alguna de las franjas fijadas en la Tabla 38 El análisis granulométrico se deberá efectuar de acuerdo con la norma INV E–213.

Tabla 29. Franjas granulométricas para mezclas asfálticas en caliente

TIPO DE MEZCLA		**TAMIZ (mm / U.S. Standard)**									
		37.5	**25.0**	**19.0**	**12.5**	**9.5**	**4.75**	**2.00**	**0.425**	**0.180**	**0.075**
		1½”	**1”**	**3/4”**	**1/2”**	**3/8”**	**No. 4**	**No. 10**	**No. 40**	**No.80**	**No.200**
		% PASA									
Densa	MDC-1		100	80 - 95	67 - 85	60 - 77	43 - 59	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 – 8
	MDC-2			100	80 - 95	70 - 88	49 - 65	29 - 45	14 - 25	8 – 17	4 – 8
	MDC-3					100	65 - 87	43 - 61	16 - 29	9 - 19	5 – 10
Semidensa	MSC-1		100	80 - 95	65 - 80	55 - 70	40 - 55	24 - 38	9 - 20	6 - 12	3 - 7
	MSC-2			100	80 - 95	65 - 80	40 - 55	24 - 38	9 - 20	6 - 12	3 - 7
Gruesa	MGC-0	100	75 - 95	65 - 85	47 –67	40 - 60	28 - 46	17 - 32	7 - 17	4 - 11	2 - 6
	MGC-1		100	75 - 95	55 - 75	40 - 60	28 - 46	17 - 32	7 - 17	4 - 11	2 - 6
Alto módulo	MAM		100	80 - 95	65 - 80	55 - 70	40 - 55	24 - 38	10 - 20	8 - 14	6 - 9

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Constructor deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme, sensiblemente paralela a los límites de la franja por utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior del tamiz adyacente y viceversa.

El tipo de mezcla asfáltica en caliente por emplear en función del tipo y espesor compacto de la capa asfáltica, se definirá en los documentos del proyecto, siguiendo los criterios de la Tabla 39

Tabla 30. Tipo de mezcla por utilizar en función del tipo y espesor compacto de la capa

TIPO DE CAPA	ESPESOR COMPACTO (mm)	TIPO DE MEZCLA
Rodadura	30 – 40 40 – 60 > 60	MDC-3 MDC-2 – MSC-2 MDC-1 – MDC-2 – MSC-2
Intermedia	> 50	MDC-1 – MSC-1
Base	> 75	MSC-1 – MGC-0 – MGC-1
Alto módulo	60 – 130	MAM
Bacheos	50 – 75 > 75	MSC-1 – MGC-1 MSC-1 – MGC-0 – MGC-1

17.2.2 Material bituminoso

El material bituminoso para elaborar la mezcla en caliente será seleccionado en función de las características climáticas de la zona y las condiciones de operación de la vía. Cuando se emplee cemento asfáltico convencional, corresponderá a los tipos indicados en la Tabla 400.2 del Artículo 400. Su calidad deberá estar conforme a lo establecido en la Tabla 400.3 del mismo Artículo de la norma INV.

El cemento asfáltico modificado con polímeros sólo se podrá utilizar en vías cuyo tránsito de diseño sea NT3, en las condiciones indicadas en la Tabla 400.2 del Artículo 400 de la norma INV.

17.2.3 Aditivos mejoradores de la adherencia entre los agregados y el asfalto

Cuando se requieran, se deberán ajustar a lo descrito en el numeral 400.2.7 del Artículo 400 y en el Artículo 412 de las presentes especificaciones. La dosificación y dispersión homogénea del aditivo, deberán tener la aprobación del Interventor.

El Constructor deberá garantizar que su incorporación no producirá ningún efecto nocivo a los agregados, al ligante asfáltico o a la mezcla. Cualquier efecto adverso en el comportamiento del pavimento que se derive del empleo del aditivo, será de responsabilidad exclusiva del Constructor, quien deberá efectuar todas las reparaciones que requiera la mezcla compactada, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor.

17.2.4 Aditivos para modificar la reología

En caso de incorporar productos modificadores de la reología de una mezcla en caliente elaborada con cemento asfáltico convencional, fibras por ejemplo, los estudios técnicos del proyecto determinarán su dosificación, así como la del ligante utilizado, de manera que el comportamiento de la mezcla sea semejante al que se obtendría al emplear un cemento asfáltico modificado con polímeros.

17.3 EQUIPO

Al respecto, se aplica lo indicado en el numeral 400.3 del Artículo 400. En relación con el detalle del equipo necesario para la ejecución de los trabajos, se tendrá en cuenta lo que se indica a continuación.

17.3.1 Equipo para la elaboración de los agregados triturados

Rige lo indicado en el numeral 440.3.1 del Artículo 440 de la norma INV.

17.3.2 Planta mezcladora

17.3.2.1 REQUISITOS PARA TODAS LAS PLANTAS

La mezcla de concreto asfáltico o de alto módulo se fabricará en plantas adecuadas de tipo discontinuo o de tambor secador-mezclador, capaces de manejar simultáneamente en frío el número de agregados que exija la fórmula de trabajo adoptada.

Las plantas productoras de mezcla asfáltica deberán cumplir con lo establecido en la reglamentación vigente sobre protección y control de calidad del aire y para su funcionamiento en la obra se deberá presentar al Instituto Nacional de Vías la correspondiente autorización, expedida por la entidad nacional o regional encargada de otorgar tales permisos.

La capacidad mínima de producción de la planta estará señalada en el Pliego de Condiciones y ella dependerá de las características de la obra por ejecutar.

Las tolvas para agregados en frío deberán tener paredes resistentes y estancas, bocas de anchura suficiente para que su alimentación se efectúe correctamente, y cuya separación sea efectiva para evitar intercontaminaciones; su número mínimo será función del número de fracciones de agregado que exija la fórmula de trabajo adoptada pero, en todo caso, no será inferior a tres (3) para las plantas discontinuas y cuatro (4) para las de tambor secador-mezclador, dos de las cuales se asignarán al agregado fino. Estas tolvas deberán estar provistas de dispositivos ajustables de dosificación a su salida, que puedan ser ajustados y mantenidos en cualquier posición.

La planta estará dotada de un tambor secador que permita el secado correcto de los agregados y su calentamiento a la temperatura adecuada para la fabricación de la mezcla, según el ligante asfáltico utilizado, extrayendo de ellos una proporción de polvo mineral tal, que su dosificación se ajuste a lo establecido en la fórmula de trabajo. El sistema extractor deberá evitar la emisión de polvo mineral a la atmósfera y el vertido de lodos a cauces o instalaciones sanitarias, de acuerdo con la legislación ambiental y sanitaria vigente.

El combustible empleado para la producción de la mezcla será propano, butano, gas natural o fuel oil de los grados 1, 2, 4 ó 5. Los dos últimos (grados 4 y 5) deben cumplir los requisitos de la norma ASTM D 396. Se permite el empleo de aceites combustibles reciclados, siempre que cumplan los requisitos de la norma ASTM D 6448. El Constructor deberá certificar que cada carga de aceite combustible satisface los requisitos de la especificación ASTM aplicable. La producción de la mezcla se deberá detener si hay signos de avería en el sistema de combustión, si ocurre una combustión incompleta o se observa contaminación en los agregados o en la mezcla, y sólo se podrá reiniciar cuando, a juicio del Interventor, el problema quede satisfactoriamente resuelto.

La planta deberá poseer un dispositivo que permita la toma de muestras de agregados pétreos secos, antes de su mezcla con el ligante asfáltico, para verificar su limpieza.

La planta deberá disponer de sistemas independientes para el almacenamiento y para la dosificación del llenante mineral recuperado y de aporte, los cuales deberán estar adecuadamente protegidos contra la humedad.

El sistema de almacenamiento, calefacción y alimentación del ligante bituminoso deberá poder permitir su recirculación y su calentamiento a la temperatura de empleo, de forma que se garantice que no se producen sobrecalentamientos localizados y que no se sobrepasan las temperaturas máximas admisibles de dicho producto. Todas las tuberías, bombas, tanques, etc., deberán estar provistos de calefactores o aislamientos. La descarga de retorno del ligante a los tanques de almacenamiento será siempre sumergida. Se dispondrán termómetros, especialmente en la boca de salida al mezclador y en la entrada del tanque de almacenamiento. El sistema de circulación deberá estar provisto de dispositivos para tomar muestras y para comprobar la calibración del dosificador.

En caso de que se incorporen aditivos a la mezcla, la instalación deberá poseer un sistema de dosificación exacta de los mismos.

Si la planta posee un silo para el almacenamiento de la mezcla elaborada, su capacidad deberá garantizar el flujo normal de los vehículos de transporte, así como que en las cuarenta y ocho

(48) horas siguientes a la fabricación, la mezcla acopiada no haya perdido ninguna de sus características, en especial la homogeneidad del conjunto y las propiedades del ligante. El silo de almacenamiento deberá contar con una tolva de compensación u otro elemento de descarga en su parte superior, cuya ubicación y funcionamiento sean correctos, de manera que eviten la segregación de la mezcla que se va a almacenar.

17.3.2.2 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LAS PLANTAS DE TIPO DISCONTINUO

Las plantas deberán estar dotadas de un sistema de clasificación de los agregados en caliente, de capacidad adecuada a la producción del mezclador, en un número de fracciones no inferior a tres (3) y de tolvas de almacenamiento de las mismas, cuyas paredes serán resistentes y de altura suficiente para evitar intercontaminaciones. Dichas tolvas en caliente deberán tener un rebosadero, para evitar que el exceso de contenido se vierta en las contiguas o afecte el funcionamiento del sistema de clasificación; de un dispositivo de alarma, claramente perceptible por el operador, que avise cuando el nivel de la tolva baje del que proporcione la cantidad calibrada y de un dispositivo para la toma de muestras de las fracciones almacenadas.

La instalación deberá estar provista de indicadores de la temperatura de los agregados, situados a la salida del secador y en las tolvas en caliente.

La precisión de los dispositivos de dosificación por peso de los agregados en caliente deberá ser superior al medio por ciento (±0.5%). Los dispositivos de dosificación ponderal del llenante y del ligante deberán tener una precisión superior al tres por mil (± 0.3%).

El ligante asfáltico se distribuirá uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlan su entrada no permitirán fugas ni goteos. El sistema dosificador del ligante deberá disponer de dispositivos para su calibración a la temperatura y presión de trabajo.

Si se previera la incorporación de aditivos a la mezcla, la planta deberá poder dosificarlos con precisión suficiente, a juicio del Interventor.

La operación de la planta deberá ser totalmente automática.

17.3.2.3 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LAS PLANTAS DE TAMBOR SECADOR- MEZCLADOR

El sistema de dosificación de los agregados deberá ser ponderal y tener en cuenta su humedad, para corregir la dosificación en función de ella. La rata de alimentación deberá ser monitoreada continuamente por la báscula de la banda transportadora u otro dispositivo sincronizado con el mecanismo de alimentación del asfalto.

El tambor deberá calentar, cubrir y mezclar uniformemente los materiales, evitando cualquier sobrecalentamiento que pueda afectar adversamente las características y el comportamiento de la mezcla.

El dispositivo medidor del asfalto deberá controlar adecuadamente la rata de ligante que se incorpora a la mezcla y responder instantáneamente a cualquier variación en la rata de alimentación de los agregados. La difusión del asfalto deberá ser homogénea y de manera que no exista ningún riesgo de contacto con la llama ni de someter al ligante a temperaturas inadecuadas.

Se deberá instalar un pirómetro en el extremo de descarga del mezclador, para verificar la temperatura de la mezcla. La producción de la planta se deberá limitar a la velocidad requerida para obtener una envuelta correcta de los agregados, cumpliendo con los requisitos de temperatura del ligante según se haya determinado al establecer la fórmula de trabajo.

17.3.3 Equipo para el transporte de agregados y mezclas

Tanto los agregados como las mezclas se transportarán en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Cuando se vaya a transportar mezcla, la superficie interna del platón deberá ser tratada con un producto cuya composición y cantidad deberán ser aprobadas por el Interventor, con el fin de evitar la adherencia de la mezcla a ella. La forma y la altura del platón serán tales, que durante el vertido en la pavimentadora, la volqueta sólo toque a ésta a través de los rodillos previstos para ello.

Las volquetas deberán estar siempre provistas de una lona o un cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir emisiones contaminantes.

En relación con las volquetas, el Constructor deberá tener en cuenta y cumplir todas las disposiciones sobre tránsito automotor y medio ambiente, emanadas por las autoridades competentes, en especial el Ministerio de Transporte y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

17.3.4 Equipo para la transferencia de la mezcla (Shuttle buggy)

Este equipo, cuyo empleo es de carácter opcional, tiene por finalidad reducir la segregación y transferir la mezcla de las volquetas a la tolva de la máquina pavimentadora, sin que aquellas entren en contacto con ésta, ni circulen sobre superficies con riegos de imprimación o liga.

17.3.5 Equipo para la extensión de la mezcla

La extensión y terminación de los concretos asfálticos producidos en planta se hará con pavimentadoras autopropulsadas, de las mismas características que las descritas en el numeral 440.3.5 del Artículo 440. Adicionalmente, deberán estar dotadas de un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal.

17.3.6 Equipo de compactación

Se deberán utilizar compactadores autopropulsados de rodillos metálicos, estáticos o vibratorios, de neumáticos o mixtos. El equipo de compactación será aprobado por el Interventor, a la vista de los resultados obtenidos en la fase de experimentación. Como mínimo, se deberán poner a disposición de los trabajos un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos o mixto y uno (1) de llantas neumáticas.

Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y estar dotados de inversores de marcha suaves; además, estarán dotados de dispositivos para la limpieza de los rodillos o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario.

Los compactadores de rodillos metálicos no deberán presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios dispondrán de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslapo de las huellas delanteras y traseras y, en caso necesario, faldones de lona protectora contra el enfriamiento de los neumáticos.

Las presiones lineales estáticas o dinámicas, y las presiones de contacto de los diversos compactadores, serán las necesarias para conseguir la compacidad adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, pero sin producir roturas del agregado ni arrollamiento de la mezcla a las temperaturas de compactación.

Se permitirá el uso de otros equipos de tamaño y diseño adecuados para la labor por realizar, para efectuar la compactación en lugares inaccesibles a los equipos normales de compactación.

17.3.7 Equipo accesorio

Estará constituido por elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que su uso esté autorizado por las autoridades ambientales. Así mismo, se requieren herramientas menores para efectuar correcciones localizadas durante la extensión de la mezcla, termómetros y cámara infrarroja para controlar su temperatura, etc.

17.4 EJECUCION DE LOS TRABAJOS

17.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Rige lo indicado en el numeral 400.4.1 del Artículo 400 de la norma INV.

17.4.2 Diseño de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

17.4.2.1 GENERALIDADES

Rige todo lo que resulte aplicable en el numeral 400.4.2 del Artículo 400 de la norma INV.

17.4.2.2 DISEÑO

Las mezclas en caliente objeto del presente Artículo se diseñarán, salvo justificación en contrario, por el método Marshall, efectuando el ensayo de estabilidad y flujo en acuerdo con la norma de ensayo INV E–748 y utilizando los procedimientos de cálculo establecidos en la norma de ensayo INV E-799. En todos los casos, se evaluarán las propiedades de empaquetamiento de los agregados en la mezcla, mediante el método Bailey.

Los criterios para la definición preliminar del porcentaje óptimo de asfalto de la mezcla, son los indicados en la Tabla 40.

El diseño preliminar de la fórmula de trabajo, obtenida a partir de los requisitos establecidos en la Tabla 40 deberá ser sometido a una primera comprobación, con base en los criterios de la Tabla 41

Tabla 31. Criterios de diseño de la mezcla asfáltica en caliente por el método Marshall

CARACTERÍSTICA		NORMA DE ENSAYO INV	MEZCLAS DENSAS, SEMIDENSAS Y GRUESAS			MEZCLA DE ALTO MÓDULO
			CATEGORÍA DE TRÁNSITO			
			NT1	NT2	NT3	
Compactación (golpes/cara)		E-748	50	75	75	75
Estabilidad mínima (kg)		E–748	500	750	900	1500
Flujo (mm)		E-748	2 – 4	2 – 4	2 – 3.5	2 – 3
	Rodadura	E–736 o	3 – 5	3 – 5	4 – 6	–
	Intermedia		4 – 8	4 – 8	4 – 7	4 – 6

Vacíos con aire(Va)*,	Base	E-799	–	5 – 9	5 – 8	–
Vacíos en los agregados minerales (VAM), %	Mezclas 0	E-799	13	13	13	–
	Mezclas 1		14	14	14	14
	Mezclas 2		15	15	15	–
	Mezclas 3		16	16	16	–
% de vacíos llenos de asfalto (VFA) (Volumen de asfalto efectivo / Vacíos en los agregados minerales) x 100		E-799	65 – 80	65 – 78	65 – 75	63 – 75
Relación Llenante/ Asfalto efectivo, en peso		E-799	0.8 – 1.2			1.2 – 1.4
Concentración de llenante, valor máximo		E – 745	Valor crítico			

* Para bacheos en capas de 50 a 75 mm de espesor se exigirán los requisitos de vacíos con aire de "intermedia" y para los de capas de más de 75 mm se exigirán los requisitos para "base". Si se llegase a efectuar un bacheo con mezcla asfáltica en caliente en espesor mayor de 75 mm en una vía cuyo tránsito de proyecto es NT1, se aplicará el criterio de vacíos con aire para las capas de "base" con tránsito NT2 (5%-
9%).

Tabla 32. Criterios de comprobación del diseño volumétrico de la fórmula de trabajo

CARACTERÍSTICA	**MEZCLAS DENSAS, SEMIDENSAS Y GRUESAS**			**MEZCLA DE ALTO MÓDULO**
	CATEGORÍA DE TRÁNSITO			
	NT1	**NT2**	**NT3**	
Relación Estabilidad / Flujo (kg/mm)	200 a 400	300 a 500	300 a 600	-

Satisfechos los requisitos establecidos en las Tablas 450.4 y 450.5, se deberá comprobar la adhesividad entre el agregado pétreo y el ligante asfáltico, caracterizando la Mezcla con el contenido óptimo de ligante mediante el ensayo descrito en la norma INV E-725, para verificar su sensibilidad al agua. La resistencia promedio a tracción indirecta de las probetas sometidas a curado húmedo deberá ser, cuando menos, ochenta por ciento (80%) del valor promedio alcanzado por las probetas curadas en condición seca. Si no se alcanza este valor, se deberá

incrementar la adhesividad, empleando un aditivo mejorador de adherencia y/o una llenante mineral apropiada.

Para capas de rodadura e intermedia en vías de tránsito NT3 y para mezclas de alto módulo, la mezcla definida como óptima al efectuar el diseño Marshall, ajustada por la comprobación de adhesividad si es el caso, deberá ser verificada con la medida de su resistencia a la deformación plástica, mediante la pista de ensayo de laboratorio, según la norma de ensayo INV E–756. La velocidad de deformación en el intervalo comprendido entre ciento cinco (105) y ciento veinte (120) minutos, no podrá ser mayor de 15 m/min para mezclas que se vayan a emplear en zonas donde la temperatura media anual sea superior a veinticuatro grados Celsius (24°C), ni mayor de 20 m/min para regiones con temperaturas hasta de veinticuatro grados Celsius (24° C). Si este requisito no se cumple, se deberán efectuar los ajustes necesarios en el diseño de la mezcla, hasta cumplirlo.

Para el control de la resistencia de la mezcla a la deformación plástica se podrán emplear otros métodos de pista de ensayo de laboratorio contemplados en la norma europea EN–12697–22, caso en el cual los criterios de aceptación se deberán definir con base en especificaciones internacionales de comprobada aceptación.

Como complemento del diseño, se deberá presentar el espesor promedio de la película de asfalto que cubre los agregados, cuyo cálculo se realizará conforme se indica en la norma INV E–741.

17.4.2.3 MÓDULO RESILIENTE

Para las mezclas de alto módulo, la mezcla definida como óptima deberá ser verificada con la medida de su módulo resiliente. El valor del módulo, determinado según la norma de ensayo INV E–749 a la temperatura y frecuencia de aplicación de carga definidas para el proyecto, deberá ser mínimo de diez mil megapascales (10.000 MPa), para probetas compactadas con 75 golpes por cara. Las probetas que se sometan a este ensayo deberán ser elaboradas con una mezcla sometida a envejecimiento previo según la norma de ensayo AASHTO R-30. Si este valor de módulo no se cumple, será necesario rediseñar la mezcla hasta lograr su cumplimiento.

Alternativamente, el módulo podrá ser determinado mediante alguno de los procedimientos de ensayo definidos en la norma europea EN–12697–26, caso en el cual el valor obtenido debe ser equivalente al de diez mil megapascales (10.000 MPa), definido para la norma INV E–749; en este caso, se deberán utilizar equivalencias internacionalmente comprobadas entre los resultados de los ensayos. En este caso, las probetas deberán ser elaboradas en las mismas condiciones descritas en el párrafo anterior.

17.4.2.4 LEYES DE FATIGA

Las mezclas óptimas diseñadas con el método Marshall deberán ser verificadas con la medida de sus leyes de fatiga, aplicando el procedimiento de ensayo definido en la norma INV E-784 u otros de reconocida aceptación, como los descritos en la norma europea EN-12697–24. Los ensayos se realizarán bajo condiciones de densidad, temperatura y frecuencia representativas de las condiciones reales de operación del pavimento. Las probetas que se sometan a este ensayo deberán ser elaboradas con una mezcla sometida a envejecimiento previo según la norma de ensayo AASHTO R-30.

Aunque los resultados de los ensayos de fatiga no tienen por finalidad la aceptación o el rechazo de la mezcla por parte del Interventor, el Constructor deberá asegurarse de que las leyes de fatiga de las mezclas que elabore sean adecuadas para las necesidades de tránsito del proyecto donde se utilizará, por cuanto será de su entera y única responsabilidad cualquier deterioro prematuro atribuible exclusivamente a la fatiga de las capas asfálticas, durante el período de garantía de estabilidad de la obra

17.4.2.5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA LA FISURACIÓN DESCENDENTE DE LAS CAPAS ASFÁLTICAS (TOP-DOWN CRACKING)

Adicionalmente a todos los requerimientos para el diseño de la mezcla, señalados en los numerales precedentes, el Constructor deberá adoptar todas las previsiones técnicas y operativas necesarias que permitan la prevención del desarrollo de fisuras y grietas descendentes (top-down cracking) en las capas asfálticas. Todo deterioro por este concepto que se produzca durante el período de garantía de estabilidad de la obra se considerará de su responsabilidad, debiendo proceder a su corrección, a satisfacción completa del Instituto Nacional de Vías.

17.4.2.6 AJUSTE DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

La fórmula de trabajo establecida en el laboratorio se podrá ajustar con los resultados de las pruebas realizadas durante la fase de experimentación. Igualmente, si durante la ejecución de las obras varían la procedencia o las características de alguno de los componentes de la mezcla o se rebasan las tolerancias granulométricas establecidas en este Artículo, se requerirá el estudio de una nueva fórmula de trabajo.

17.4.3 Preparación de la superficie existente

La mezcla no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor. Todas las irregularidades que excedan de las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deberán ser corregidas de acuerdo con lo establecido en ella.

Si la extensión de la mezcla necesita riegos previos de imprimación o de liga, ellos se realizarán conforme lo establecen los Artículos 420 y 421, respectivamente, de la norma INV. Antes de aplicar la mezcla, se verificará que haya ocurrido el curado del riego previo, no debiendo quedar restos de fluidificante ni de agua en la superficie. Si hubiera transcurrido mucho tiempo desde la aplicación del riego, se comprobará que su capacidad de liga con la mezcla no se haya mermado en forma perjudicial; si ello ha sucedido, el Constructor deberá efectuar un riego adicional de adherencia, en la cuantía que fije el Interventor. Si la pérdida de efectividad del riego anterior es imputable al Constructor, el nuevo riego deberá realizarlo a su costa.

Las excavaciones para bacheo, así como las operaciones de relleno con los materiales adecuados para restablecer el nivel actual, se ejecutarán de acuerdo con las indicaciones del Artículo 465 para la excavación y de los Artículos que correspondan a los materiales empleados en el relleno de la misma.

Si la superficie sobre la cual se va a colocar la mezcla corresponde a un pavimento asfáltico antiguo que, de acuerdo con los estudios del proyecto o el criterio del Interventor, requiere un fresado previo, éste se realizará conforme se establece en el Artículo 460 de la norma INV.

17.4.4 Fase de experimentación

Rige lo indicado en el numeral 400.4.3 del Artículo 400 de la norma INV.

17.4.5 Aprovisionamiento de los agregados

Los agregados se suministrarán fraccionados y se manejarán separados hasta su introducción en las tolvas en frío. El número de fracciones deberá ser tal que sea posible, con la instalación que se utilice, cumplir las tolerancias exigidas en la granulometría de la mezcla. Cada fracción será suficientemente homogénea y deberá poderse acopiar y manejar sin peligro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación. Cuando la mezcla asfáltica se vaya a elaborar en una planta del tipo tambor secador- mezclador no se permitirá, por ningún motivo, realizar una predosificación de las fracciones de los agregados pétreos, antes de su vertimiento en las tolvas de agregados en frío de la planta.

Cada fracción del agregado se acopiará separada de las demás, para evitar intercontaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos. Los acopios se construirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (1.5 m), y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro, los agregados se acopiarán por separado, hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un agregado.

17.4.6 Fabricación de la mezcla asfáltica

La carga de las tolvas en frío se realizará de forma que éstas contengan más del cincuenta por ciento (50%) de su capacidad, pero sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones. La alimentación del agregado fino se realizará en dos (2) tolvas, así éste sea de un tipo único.

Las aberturas de salida de las tolvas en frío se regularán en forma tal, que la mezcla de todos los agregados se ajuste a la fórmula de obra de la alimentación en frío. El caudal total de esta mezcla en frío se regulará de acuerdo con la producción prevista, debiéndose mantener constante la alimentación del secador.

Los agregados se calentarán antes de su mezcla con el asfalto. El secador se regulará de forma que la combustión sea completa, indicada por la ausencia de humo negro en el escape de la chimenea. Siempre que se presenten signos de avería en el sistema de combustión, si ocurre combustión incompleta o se advierte alguna contaminación por combustible en los agregados o en la mezcla, se detendrá la producción hasta que se identifiquen y corrijan las causas del problema.

Si el polvo mineral recogido en los colectores cumple las condiciones exigidas al llenante y su utilización está prevista, se podrá introducir en la mezcla; en caso contrario, se deberá eliminar. El tiro de aire en el secador se deberá regular de forma adecuada, para que la cantidad y la granulometría de la llenante recuperada sean uniformes. La dosificación la llenante de recuperación y/o el de aporte se hará de manera independiente de los agregados y entre sí.

En las plantas de tipo discontinuo, se deberá comprobar que la unidad clasificadora en caliente proporcione a las tolvas en caliente agregados homogéneos; en caso contrario, se tomarán las medidas necesarias para corregir la heterogeneidad.

Los agregados preparados como se ha indicado anteriormente, y eventualmente el llenante mineral seco, se pesarán exactamente y se transportarán al mezclador en las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo. Después de haber introducido en el mezclador los agregados y el llenante, se agregará automáticamente el material bituminoso calculado para cada bachada, el cual se deberá encontrar a la temperatura adecuada, y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado.

La temperatura del material bituminoso en el instante de la mezcla depende de la relación viscosidad – temperatura, siendo una temperatura conveniente aquella a la cual el ligante presenta una viscosidad entre ciento cincuenta y trescientos centistokes (150–300 cSt),

siendo preferible que se encuentre entre ciento cincuenta y ciento noventa centistokes (150–190 cSt).

El volumen de materiales en el mezclador no será tan grande que sobrepase los extremos de las paletas, cuando éstas se encuentren en posición vertical, siendo recomendable que no supere los dos tercios (2/3) de su altura, de forma que se logre una envuelta completa y uniforme para los tiempos de mezclado establecidos en la fórmula de trabajo.

Todos los tamaños del agregado deberán estar uniformemente distribuidos en la mezcla recién elaborada y sus partículas total y homogéneamente cubiertas de ligante. La temperatura de la mezcla recién elaborada no excederá de la fijada durante la definición de la fórmula de trabajo.
En caso de utilizar adiciones al ligante o a la mezcla, se cuidará su correcta dosificación y su distribución homogénea, así como la conservación de sus características iniciales durante el proceso de fabricación.

Se rechazarán todas las mezclas heterogéneas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma, o las que presenten indicios de contaminación ó humedad. En este último caso, se retirarán los agregados de las correspondientes tolvas en caliente. También, se rechazarán aquellas mezclas en las que la envuelta no sea perfecta.

Siempre que se emplee un silo para el almacenamiento de la mezcla elaborada, ésta se deberá verter dentro de aquél tomando las precauciones necesarias para que no se ocasione segregación. En el instante de la descarga del silo a las volquetas, se procurará realizarla con la mayor rapidez, con el fin de disminuir la posibilidad de segregación en los platones de las volquetas, ya que de esta manera se reduce la acción de rodamiento de la mezcla cuando fluye hacia ellos. En ese momento se deberá verificar la temperatura, con el fin de impedir el despacho a la obra de mezclas con temperaturas inferiores a las definidas como apropiadas para la extensión y para la compactación durante la fase de experimentación.

17.4.7 Transporte de la mezcla

La mezcla se transportará a la obra en volquetas carpadas, hasta una hora del día en que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con luz solar. Sólo se permitirá el trabajo en horas de la noche si, a juicio del Interventor, existe una iluminación artificial que permita la extensión y la compactación de manera adecuada, según se establece en el numeral 450.4.15.

Durante el transporte de la mezcla se deberán tomar las precauciones necesarias para que al descargarla en el equipo de transferencia o en la máquina pavimentadora, su temperatura no sea inferior a la mínima que se determine como aceptable durante la fase de experimentación.

Antes de abordar cualquier vía pavimentada, se deberán limpiar perfectamente las llantas de los vehículos destinados al transporte de la mezcla. Los vehículos de transporte de mezcla deberán mantener al día los permisos de tránsito y ambientales requeridos y sus cargas por eje y totales se deberán encontrar dentro de los límites fijados por la resolución vigente del Ministerio de Transporte.

17.4.8 Transferencia de la mezcla

Si el Constructor dispone de una máquina para la transferencia de la mezcla asfáltica (shuttle buggy), la volqueta descargará la mezcla en la tolva de almacenamiento de la máquina, cuyas bandas transportadoras se encargarán de alimentar la pavimentadora, sin que ésta sea tocada por las llantas de la volqueta, favoreciendo de esta manera la regularidad superficial.

17.4.9 Extensión de la mezcla

La mezcla recibida de la volqueta o de la máquina de transferencia será extendida por la máquina pavimentadora, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos o determinados por el Interventor.

A menos que el Interventor expida una instrucción en contrario, la extensión se realizará en franjas longitudinales y comenzará a partir del borde de la calzada en las zonas por pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones peraltadas. La mezcla se colocará en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales y para conseguir la mayor continuidad en las operaciones de extendido, teniendo en cuenta el ancho de la sección, las necesidades del tránsito, las características de la pavimentadora y la producción de la planta.

Siempre que resulte posible, después de haber extendido y compactado una franja, la adyacente deberá ser extendida mientras el borde de la anterior aun se encuentre caliente y en condiciones de ser compactado, con el fin de evitar la ejecución de una junta longitudinal.

La pavimentadora se regulará de manera que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin arrastres ni segregaciones, y con un espesor tal que, luego de compactada, se ajuste a la rasante y a la sección transversal indicada en los planos, con las tolerancias establecidas en la presente especificación. Por ningún motivo se permitirá el empleo de máquinas pavimentadoras que dejen marcas o depresiones en la superficie u otros defectos permanentes en ella.

Tampoco se permitirá la segregación de la mezcla. Si ella ocurre, la extensión de la mezcla deberá ser suspendida inmediatamente, hasta que su causa sea determinada y corregida.

Toda área segregada que no sea corregida antes de la compactación, deberá ser removida y reemplazada con material apropiado, a expensas del Constructor.

La extensión de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la pavimentadora a la producción de la planta de fabricación, de manera que aquélla sufra el menor número posible de detenciones.

En caso de trabajo intermitente, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender en la tolva o bajo la pavimentadora no baje de la especificada para el inicio de la compactación; de lo contrario, dicha mezcla se descartará y se deberá ejecutar una junta transversal. Tras la pavimentadora se deberá disponer un número suficiente de obreros especializados, agregando mezcla caliente y enrasándola, según se precise, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajuste enteramente a las condiciones impuestas en esta especificación.

En los sitios en los que a juicio del Interventor no resulte posible el empleo de máquinas pavimentadoras, la mezcla se podrá extender a mano. La mezcla se descargará fuera de la zona que se vaya a pavimentar, y se distribuirá en los lugares correspondientes por medio de palas y rastrillos calientes, en una capa uniforme y de espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a los planos o a las instrucciones del Interventor, con las tolerancias establecidas en la presente especificación.

17.4.10 Compactación de la mezcla

La compactación se realizará según el plan aprobado por el Interventor como resultado de la fase de experimentación. Deberá comenzar, una vez extendida la mezcla, a la temperatura más alta posible con que ella pueda soportar la carga a que se somete, sin que se produzcan agrietamientos o desplazamientos indebidos.

La compactación se realizará longitudinalmente de manera continua y sistemática. Deberá empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindrado avanzará del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma aprobada por el Interventor, hasta que la superficie total haya sido compactada. Si la extensión de la mezcla se ha realizado por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15 cm) de la anterior.

Los rodillos deberán llevar su rueda motriz del lado cercano a la pavimentadora, excepto en los casos que autorice el Interventor, y sus cambios de dirección se harán sobre la mezcla ya compactada. Los elementos de compactación deberán estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos. No se permitirán, sin embargo, excesos de agua.

Se tendrá cuidado al compactar para no desplazar los bordes de la mezcla extendida; aquellos que formarán los bordes exteriores del pavimento terminado, serán chaflanados ligeramente.

La compactación se deberá realizar de manera continua durante la jornada de trabajo y se complementará con el trabajo manual mínimo necesario para la corrección de todas las irregularidades que se puedan presentar.

La compactación se continuará mientras la mezcla se encuentre en condiciones de ser compactada hasta alcanzar los niveles de densidad prescritos en este Artículo y se concluirá con un apisonado final con un equipo liso que borre las huellas dejadas por los compactadores precedentes.

Se deberá verificar la temperatura de la mezcla al inicio y al final del proceso de compactación.

17.4.11 Juntas de trabajo

Además de lo indicado en el numeral 440.4.11 del Artículo 440, la junta longitudinal se deberá calentar luego de la rotura de la emulsión del riego de liga, previamente a la extensión de la siguiente franja contra ella.

17.4.12 Apertura al tránsito

Alcanzada la densidad exigida, el tramo pavimentado se podrá abrir al tránsito tan pronto la capa alcance la temperatura ambiente en todo su espesor. Por ningún motivo se permitirá la acción de cualquier tipo de tránsito sobre las capas en ejecución.

17.4.13 Limitaciones en la ejecución

No se permitirá la extensión de ninguna capa de mezcla asfáltica en caliente, mientras no haya sido realizada la nivelación y se haya comprobado y aprobado el grado de compactación de la capa precedente.

Tampoco se permitirán la extensión ni la compactación de la mezcla en momentos de lluvia, ni cuando haya fundado temor de que ella ocurra o cuando la temperatura ambiente a la sombra y la del pavimento sean inferiores a cinco grados Celsius (5°C). Si el espesor de la capa por extender, ya compactada, es menor de cincuenta milímetros (50 mm), dichas temperaturas no podrán ser inferiores a ocho grados Celsius (8°C).

Los trabajos de construcción de la mezcla asfáltica en caliente se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquél. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

17.4.14 Manejo ambiental

Al respecto, rige todo lo que resulte aplicable del numeral 400.4.7 del Artículo 400 de estas especificaciones.

17.4.15 Reparaciones

Rige lo especificado en el numeral 440.4.17 del Artículo 440 de la norma INV.

17.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

17.5.1 Controles

Rige lo que resulte aplicable del numeral 400.5.1 del Artículo 400 de la norma INV.

17.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

17.5.2.1 CALIDAD DEL CEMENTO ASFÁLTICO

A la llegada de cada carrotanque con cemento asfáltico convencional o cemento asfáltico modificado con polímeros para mezcla en caliente al sitio de los trabajos, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación original, expedida por el fabricante del producto, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, el tipo de asfalto, así como los resultados de los ensayos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer las condiciones especificadas en el numeral 400.2.2 (cemento asfáltico) o en el numeral 400.2.3 (cemento asfáltico modificado con polímeros), según el caso, del Artículo 400 de la norma INV.

El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de cemento asfáltico convencional o modificado con polímeros, que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante. Además, mediante muestras representativas de cada entrega, efectuará las verificaciones exigidas en el numeral 410.5.2 del Artículo 410 de estas especificaciones, cuando

se trate de un cemento asfáltico convencional o en el numeral 414.5.2 del Artículo 414, cuando se trate de un cemento asfáltico modificado con polímeros. En todos los casos, guardará una muestra para ensayos ulteriores de contraste, cuando el Constructor o el fabricante manifiesten inconformidad con los resultados iniciales.

En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos en las Tablas 400.3 o 400.4 del Artículo 400 de la norma INV.

17.5.2.2 CALIDAD DE LOS AGREGADOS PÉTREOS Y DEL LLENANTE MINERAL

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y a cada fracción de ellas se le deberán realizar los ensayos que sean pertinentes de aquellos que se encuentran indicados en la Tabla 400.1 del Artículo 400 de estas especificaciones.

Así mismo, para cada procedencia del llenante mineral y para cualquier volumen previsto, se tomarán dos (2) muestras y sobre ellas se determinará la densidad aparente, según la norma INV E-225.

Los resultados de estas pruebas deberán satisfacer las exigencias indicadas en el numeral 400.2.1 del Artículo 400, so pena de rechazo de los materiales defectuosos.

Durante la etapa de producción, el Interventor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. También, ordenará acopiar por separado aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, partículas alargadas o aplanadas, y plasticidad, y vigilará la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores.

Además, efectuará las verificaciones de calidad indicadas en la Tabla 39 para los agregados grueso y fino.

Tabla 33. Ensayos de verificación sobre los agregados para mezclas en caliente

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	FRECUENCIA
Composición		
Granulometría	E–213	1 por jornada
Dureza		

Desgaste Los Ángeles (Gradación A)	E–218	1 por mes
Micro-Deval	E–238	1 por mes
10% de Finos	E–224	1 por mes
Durabilidad		
Pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de sodio o magnesio	E–220	1 por mes
Limpieza		
Índice de plasticidad	E–125 y E–126	1 por jornada
Equivalente de arena	E–133	1 por semana
Valor de azul de metileno	E–235	Nota 1
Contenido de impurezas	E–237	1 por semana
Geometría de las partículas		
Partículas fracturadas mecánicamente	E–227	1 por jornada
Angularidad del agregado fino	E–239	1 por jornada
Partículas planas y alargadas	E–240	1 por semana
Gravedad específica		
Gravedad específica y absorción	E–222 y E–223	1 por mes
Resistencia al pulimento		
Coeficiente de pulimento acelerado (capa de rodadura)	E–232	Cuando cambie la procedencia de los agregados

Nota 1 :Si el resultado de la prueba de equivalente de arena no satisface la exigencia de la Tabla 400.1 del Artículo 400 de la norma INV, pero es igual o superior a 40%, se deberá determinar el valor de azul de metileno y este resultado deberá ser menor o igual a diez (10).

Si existe incorporación independiente de llenante mineral, sobre él se efectuarán las siguientes determinaciones:

- Densidad aparente (norma de ensayo INV E-225), al menos una (1) vez a la semana y siempre que cambie la procedencia del llenante.

- Granulometría (norma de ensayo INV E-123), una (1) prueba por suministro.

El Interventor podrá reducir la frecuencia de los ensayos a la mitad de lo indicado en la Tabla 39, siempre que considere que los materiales son suficientemente homogéneos o si en el control de recibo de la obra terminada hubiese aceptado sin objeción diez (10) lotes consecutivos.

En ningún caso se permitirá el empleo de agregados minerales que no satisfagan los requisitos pertinentes del numeral 450.2.1 del presente Artículo. En la eventualidad de que alguna prueba dé lugar a un resultado insatisfactorio, se tomarán dos muestras adicionales del material y se repetirá la prueba. Los resultados de ambos ensayos de comprobación deberán ser satisfactorios o, de lo contrario, el Interventor no autorizará la utilización del material al cual representen dichos ensayos.

17.5.2.3 COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA

A la salida del mezclador o del silo de almacenamiento, sobre cada vehículo de transporte, el Interventor controlará el aspecto de la mezcla y medirá su temperatura. Rechazará todas las mezclas segregadas, carbonizadas o sobrecalentadas, así como las mezclas con espuma, aquella cuya envuelta no sea homogénea y las que presenten indicios de humedad o de contaminación por combustibles. En este último caso y cuando la planta sea del tipo discontinuo, se deberán retirar los agregados de las correspondientes tolvas en caliente.

Cuantitativamente, el Interventor realizará los siguientes controles:

a. Contenido de asfalto

Al respecto, se aplicarán los mismos criterios establecidos en el inciso “a” del numeral 23.5.2.4 del Artículo 440 de las presentes especificaciones.

Para efectos del control, se considerará como lote el volumen de material que resulte de aplicar los criterios indicados en el numeral 23.5.2.5.

b. Granulometría de los agregados

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados según la norma de ensayo INV E-782. La curva granulométrica de cada ensayo individual deberá ser sensiblemente paralela a los límites de la franja adoptada, ajustándose a la fórmula de trabajo con las tolerancias que se indican en la Tabla 43, pero sin permitir que la curva se salga de la franja.

Tabla 34. Tolerancias granulométricas de los agregados para mezclas densas, demidensas y gruesas en caliente y mezclas de alto módulo

TAMIZ	TOLERANCIA EN PUNTOS DE % SOBRE EL PESO SECO DE LOS AGREGADOS
4.75 mm (No.4) y mayores	± 4%
2.00 mm (No.10) 425 m (No.40) 180 m (No.80)	± 3%
75 m (No.200)	± 1%

En caso de que los valores obtenidos excedan las tolerancias, pero no salgan de la franja, el Constructor deberá preparar en el laboratorio una mezcla con la gradación defectuosa y el porcentaje medio de asfalto de la mezcla elaborada con este agregado. Ella se someterá a todas las pruebas de valoración descritas en el numeral 450.4.2 de esta especificación. Si los requisitos allí indicados no se cumplen en su totalidad, se rechazará el lote.

17.5.2.4 CALIDAD DE LA MEZCLA

a. Vacíos con aire de probetas compactadas

Con un mínimo de dos (2) muestras de la mezcla elaborada, se compactarán probetas (dos por muestra), a la temperatura apropiada según el asfalto empleado en la mezcla, para verificar en el laboratorio su estabilidad y flujo en el ensayo Marshall (INV E-748).

A dichas probetas se les determinarán previamente los vacíos con aire. El valor promedio de los vacíos con aire de las cuatro (4) probetas deberá encontrarse en el rango establecido en la Tabla 36 sin que ningún valor individual pueda alejarse en más de medio por ciento (0.5%) de los límites del rango.

El incumplimiento de alguna de estas exigencias implica el rechazo del lote representado por las muestras, sin que sea necesario hacer verificaciones de estabilidad y flujo.

Si el requisito de vacíos con aire se cumple, se procederá a determinar la estabilidad y el flujo de las cuatro (4) probetas.

b. Estabilidad

La estabilidad media de las cuatro (4) probetas (Em) deberá ser, como mínimo, igual al noventa por ciento (90%) de la estabilidad de la mezcla de la fórmula de trabajo (Et).

Em 0.9 Et

Ningún valor individual (Ei) podrá exceder en más de veinticinco por ciento (25%) el valor de estabilidad de la fórmula de trabajo (Et), ni encontrarse por debajo del valor mínimo establecido en la Tabla 36 de este Artículo.

Ei 1.25 Et
Ei Valor mínimo establecido en la Tabla 36

Además, la estabilidad de cada probeta (Ei) deberá ser igual o superior al ochenta por ciento (80%) del valor medio de estabilidad (Em), admitiéndose sólo un valor individual por debajo de ese límite.

Ei 0.8 Em

El incumplimiento de al menos una de estas exigencias implica el rechazo del lote representado por las muestras.

c. Flujo

El flujo medio de las probetas sometidas al ensayo de estabilidad (Fm) deberá encontrarse entre el ochenta por ciento (80%) y el ciento veinte por ciento (120%) del valor obtenido en la mezcla aprobada como fórmula de trabajo (Ft), pero no se permitirá que su valor se encuentre por fuera de los límites establecidos en la Tabla 450.4 del presente Artículo.

0.80 Ft Fm 1.20 Ft

Si el flujo medio se encuentra dentro del rango establecido en la Tabla 450.4, pero no satisface la exigencia recién indicada en relación con el valor obtenido al determinar la fórmula de trabajo, el Interventor decidirá, al compararlo con las estabilidades, si el lote debe ser rechazado o aceptado.

d. Relación estabilidad / flujo

Se calculará esta relación para las cuatro (4) probetas elaboradas para el control de estabilidad y flujo en cada lote.

Los valores obtenidos se deberán encontrar dentro de los límites establecidos en la Tabla 450.5, según el tránsito de diseño de la vía para la cual se está elaborando la mezcla. Si al menos uno de los valores calculados queda por fuera de dichos límites, se rechazará el lote, así los valores individuales de estabilidad y de flujo sean satisfactorios.

e. Susceptibilidad a la humedad

Cada vez que el Interventor lo considere conveniente, de acuerdo con el aspecto y comportamiento de la mezcla colocada, se verificará en el laboratorio la susceptibilidad de la mezcla compactada a la acción del agua, empleando el ensayo de tracción indirecta descrito en la norma de ensayo INV E–725.

Al efecto, se moldearán seis (6) probetas con la mezcla que se está elaborando, tres (3) de las cuales se curarán en seco y tres (3) bajo condición húmeda, determinándose la resistencia promedio de cada grupo como lo establece la norma. La resistencia del grupo curado en húmedo deberá ser, cuando menos, ochenta por ciento (80%) de la resistencia del grupo curado en seco, para que se considere que la mezcla es resistente a la humedad.

El incumplimiento de este requisito implicará la realización del ensayo sobre núcleos tomados de los diferentes lotes cuya mezcla considere el Interventor que puede presentar este problema (seis núcleos por lote, tres curados en seco y tres bajo condición húmeda). Los lotes de material que no cumplan con el requisito serán rechazados. Además, los trabajos se deberán suspender hasta que se estudien e implementen las medidas que garanticen el cumplimiento de este requisito, las cuales pueden comprender desde la incorporación de un aditivo hasta la definición de una nueva fórmula de trabajo y un nuevo diseño de la mezcla.

f. Contenido de agua

Siempre que la apariencia de la mezcla indique la posible presencia de agua en ella, se determinará el contenido de agua en la mezcla asfáltica, según la norma de ensayo INV E–755.

El contenido de agua en cualquier mezcla asfáltica en caliente no podrá ser mayor que medio por ciento (0.5%). Los volúmenes de mezcla que no cumplan con este requisito serán rechazados.

g. Módulo resiliente

Sobre las mezclas asfálticas de alto módulo, se deberá determinar el módulo resiliente, según la norma de ensayo INV E–749. La prueba deberá ser realizada por duplicado, sobre probetas tipo Marshall, compactadas con 75 golpes por cara, a la temperatura y frecuencia indicadas en el numeral 450.4.2.3. El valor promedio obtenido deberá ser, como mínimo, de diez mil megapascales (10.000 MPa).

Alternativamente, el módulo podrá ser medido mediante alguno de los procedimientos de ensayo definidos en la norma europea EN–12697–26, conservando las condiciones de

elaboración de probetas, la frecuencia y la temperatura de ensayo; el valor de módulo obtenido deberá ser equivalente al de diez mil megapascales (10.000 MPa), definido para la norma INV E–749. En este caso, se deberán utilizar ecuaciones de equivalencia debidamente comprobadas entre los resultados de los ensayos.

Este control se realizará a razón de un juego de ensayos por (i) cada quinientos metros cúbicos (500 m3) de mezcla compactada o por (ii) el volumen total compactado, si la obra contempla la construcción de un volumen total inferior a dicha cantidad.

En el caso de estas verificaciones, el Interventor deberá conservar suficientes probetas adicionales para ulteriores ensayos de contraste, los cuales se realizarán en caso de que los resultados de las pruebas iniciales indiquen que no se cumple el valor mínimo de diez mil megapascales (10.000MPa), bajo las condiciones de ensayo recién descritas.

Los ensayos de contraste se realizarán sobre un número de probetas no inferior al doble de las utilizadas para la primera verificación y el valor promedio del módulo resiliente de ellas deberá ser mayor de diez mil megapascales (10.000 MPa). Si este valor mínimo no se cumple, el volumen de mezcla objeto del control será rechazado y el Constructor deberá fresarlo y retirarlo, a su costa, y reemplazarlo por otro de calidad satisfactoria. El material fresado será propiedad del Constructor.

Si las especificaciones particulares establecen requisitos sobre módulos resilientes para otras mezclas del proyecto, se deberá seguir un proceso de verificación similar al mencionado para las mezclas de alto módulo.

17.5.2.5 CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO

Se considerará como “lote” que se aceptará o rechazará en bloque, la menor área construida que resulte de los siguientes criterios, para una sola capa de mezcla asfáltica en caliente:

-Quinientos metros lineales (500m) de mezcla en caliente colocada en todo el ancho de la calzada.

-Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m2) de mezcla en caliente colocada.

- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.

Específicamente para la determinación del Índice Internacional de Rugosidad (IRI), la definición de “lote” será como se indica en el inciso e. del numeral 23.5.2.6 del Artículo 440 de la norma INV.

La capa terminada de mezcla asfáltica en caliente deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se esté construyendo, excluyendo sus chaflanes, no podrá ser menor que la señalada en los planos o la determinada por el Interventor.

La cota de cualquier punto de la mezcla asfáltica compactada en capas de base, no deberá variar en más de quince milímetros (15 mm) de la proyectada y la variación no podrá exceder de diez milímetros (10 mm) cuando se trate de capas intermedia y de rodadura.

Además, el Interventor estará obligado a efectuar las siguientes verificaciones:

a. Compactación

La determinación de la densidad de la capa compactada se realizará, como mínimo, en cinco (5) sitios por lote. Tales sitios, para la toma de muestras o las mediciones in situ, se elegirán al azar según la norma de ensayo INV E–730, pero de manera que se realice al menos una prueba por hectómetro.

La densidad de la capa compactada se deberá referir a la densidad máxima teórica (Dmm), determinada sobre una muestra representativa de la mezcla del lote y medida según la norma de ensayo INV E-735, "Gravedad específica y densidad máxima teórica de mezclas asfálticas para pavimentos", como se indica a continuación:

Si Dm – (k x s) P x Dmm se acepta el lote.

Si Dm – (k x s) < P x Dmm se rechaza el lote.

Siendo:

Dm: Valor promedio de los resultados de los ensayos de densidad de la capa compactada, que integran la muestra que representa al lote.

D D i
M n
Di: Resultado de un ensayo.

N: Número de ensayos que integran la muestra.

k : Factor que establece el límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad de 90%, se encuentra la densidad de la capa compactada. El valor de k correspondiente al número de ensayos (n) que integran la muestra, se indica en la Tabla 44.

Tabla 35. Valores del factor k

N	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
K	0.685	0.602	0.544	0.500	0.465	0.437

S: Desviación estándar de la muestra.

(D D)2
S i m
N 1

P: Proporción de la densidad máxima teórica de la mezcla utilizada para el control de la compactación. Este valor se indica en la Tabla 45

Tabla 36. Parámetro P para el control de compactación

TIPO DE CAPA	**VALOR DEL PARÁMETRO P**		
	NT1	**NT2**	**NT3**
Rodadura	0.94	0.94	0.93
Intermedia	0.92	0.92	0.92
Base	-	0.91	0.91
Alto módulo	-	-	0.93

Dmm: Densidad máxima teórica de la mezcla asfáltica representativa del lote que se controla, determinada mediante la norma de ensayo INV E-735.

La toma de muestras testigo se hará de acuerdo con la norma INV E–758 y las densidades se determinarán por alguno de los métodos indicados en las normas INV E–733, E–734 y E–746. Sólo se aceptará la determinación de la densidad de la capa compactada por medio de

densímetros nucleares (INV E-746), si se garantiza, sin lugar a ninguna duda, que la medición del aparato abarca, única y exclusivamente, el espesor total de la capa que se está verificando.

En caso de rechazo, la capa de mezcla densa en caliente correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y repuesta a satisfacción del Interventor, todo ello a cargo y costa del Constructor.

b. Espesor

Sobre la base del lote escogido para el control de la compactación y en los mismos puntos de verificación, se determinará el espesor promedio de la capa compactada (em), el cual no podrá ser inferior al espesor de diseño (ed).

Em ed

Además, el valor obtenido en cada determinación individual (ei) deberá ser, como mínimo, igual al noventa por ciento (90%) del espesor de diseño, admitiéndose un (1) solo valor por debajo de dicho límite, siempre que este último valor sea igual o mayor al ochenta y cinco por ciento (85%) del espesor de diseño.

Ei 0.9 ed

Si alguno de estos requisitos se incumple, se procederá como se indica a continuación:

- Para capas de rodadura

El Constructor procederá a fresar y remover la capa y reponerla en el espesor adecuado o, alternativamente y si no existen problemas de gálibo o de sobrecargas estructurales, a la colocación de una capa adicional del mismo tipo de mezcla de cincuenta milímetros (50mm) de espesor compacto, cumpliendo todos los requisitos de calidad de esta especificación. El riego de liga que se deba colocar para adherir las capas deberá ejecutarlo en acuerdo con el Artículo 421 de estas especificaciones. Todas las operaciones descritas en este párrafo serán de cargo exclusivo del Constructor. Si la capa adicional no cumple alguno de los requisitos de este Artículo, deberá ser fresada y repuesta con una nueva de calidad satisfactoria, actividades que correrán a cargo y cuenta del Constructor y no implicarán erogación alguna para el Instituto Nacional de Vías.

- Para capas intermedias

Si el espesor promedio del lote es inferior al noventa por ciento del espesor de diseño (em< 0.9 ed), la capa que constituye el lote se rechazará y deberá ser levantada mediante fresado y repuesta en el espesor adecuado, a satisfacción del Interventor. Todos los costos que esto implique serán de cargo del Constructor.

Si el espesor promedio del lote es igual o mayor al noventa por ciento del espesor de diseño (em 0.9 ed) y no existen deficiencias de lisura en la capa terminada, se autorizará compensar la deficiencia de espesor con el espesor adicional correspondiente en la capa de rodadura, por cuenta única del Constructor. Si la deficiencia ocurre en una capa elaborada con una mezcla de alto módulo, la compensación no se realizará en un espesor igual al de la misma, sino el que resulte al verificar el dimensionamiento de la estructura, con el mismo método empleado en el diseño original. Si el Constructor no acoge por escrito estas determinaciones, se procederá como en el párrafo anterior.

- Para capas de base

Si el espesor promedio del lote es inferior al ochenta por ciento del espesor de diseño (em <0.80 ed), la capa que constituye el lote se rechazará y deberá ser levantada mediante fresado y repuesta en el espesor adecuado, a satisfacción del Interventor. Todos los costos que esto implique serán de cargo del Constructor.

Si el espesor promedio del lote es igual o mayor al ochenta por ciento del espesor de diseño (em 0.80 ed) y no existen deficiencias de lisura en la capa terminada, se autorizará compensar la deficiencia de espesor con el espesor adicional correspondiente en la capa superior, por cuenta única del Constructor. Si el Constructor no acoge por escrito esta determinación, se procederá como en el párrafo anterior.

c. Segregación térmica

El Constructor deberá entregar al Interventor un registro fotográfico, tomado con cámara infrarroja, de las temperaturas de extensión y compactación de toda la mezcla colocada, debidamente referenciado.

Estas fotografías, que serán incluidas en el Informe Final de Interventoría, servirán al Instituto Nacional de Vías como antecedente técnico si se presentan deterioros del pavimento durante el periodo de garantía, como consecuencia de la segregación térmica durante la construcción de las capas asfálticas.

d. Lisura, resistencia al deslizamiento, regularidad superficial, construcción de capas de renivelación, correcciones por variaciones en el diseño o por causas no imputables al Constructor y medidas de deflexión

En relación con estos aspectos, resultan aplicables, en todo, los requisitos establecidos en el literal c., d., e., f., g., y h. respectivamente, del numeral 440.5.2.6 del Artículo 440 de estas especificaciones, teniendo en cuenta que las mezclas asfálticas por reponer o adicionar con motivo de los rechazos, deberán ser en caliente, en acuerdo a las exigencias del presente Artículo.

Todas las áreas de mezcla asfáltica en caliente colocada y compactada, donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de esta especificación, así como aquéllas en que se presente retención de agua en la superficie, deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

17.6 MEDIDA

Rige lo descrito en el numeral 400.6.2 del Artículo 400. Para bacheos, se aplicará lo especificado en el numeral 400.6.3 del mismo Artículo.

17.7 FORMA DE PAGO

Rige lo descrito en el numeral 400.7.2 del Artículo 400 de la norma INV.

ÍTEM DE PAGO

450 INV MEZCLA DENSA EN CALIENTE TIPO MDC-2

18 INV ARTICLO 700 LÍNEAS DE DEMARCACIÓN Y MARCAS VIALES

18.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y aplicación de pintura de tráfico o resina termoplástica de aplicación en caliente, reflectorizada con microesferas de vidrio para líneas y marcas viales sobre un pavimento, de acuerdo con las dimensiones y colores que indiquen los planos del proyecto o establezca el Interventor.

18.2 MATERIALES

Se podrán utilizar pinturas de aplicación en frío, resinas termoplásticas, materiales prefabricados de larga duración o plásticos de dos componentes de aplicación en frío. La selección del material para utilizar para un caso específico se hará de acuerdo al criterio descrito en el numeral 700.4.1 de este Artículo.

18.2.1 Pintura de aplicación en frío

Se considerará que la pintura se clasifica en dos grupos: (i) de base de agua y (ii) de base de solventes.

El agua utilizada para la disolución de la pintura, deberá poseer la condiciones mínimas especificadas por el fabricante; los solventes utilizados en pinturas deberán cumplir con la cantidad máxima indicada en la NTC 1102 de benceno, metanol, y compuestos organoclorados.

Todo envase de pintura deberá estar rotulado según los requerimientos mínimos de la norma NTC1360-1.

18.2.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LA PINTURA LÍQUIDA

a. Color y estabilidad

Blanco o amarillo, que cumplan con los requerimientos de color y patrones indicados en la norma NTC 1360-1 o la Tabla 46.

Tabla 37. Valores de color de pintura para demarcación de aplicación en frío

CARACTERÍSTIC A	COLOR	
	AMARILLO	BLANCO
L	mínimo 70	mínimo 80
a	entre 15 y 26	entre -0.3 y -2.2
b	mínimo 72	entre 2 y 6

El cambio de color debe cumplir para pinturas blancas que $\Delta E \leq 6$, y para pinturas amarillas que $\Delta E \leq 10$, cuando el tiempo de ensayo sea de 300 horas para ambos casos. La medición del color debe ser efectuada de acuerdo a la norma ASTM D 1535, la determinación de la estabilidad del

color después de realizar el ensayo de acuerdo a la norma ASTM G 53, y se calcula la diferencia de color de acuerdo con la norma ASTM D 2244.

b. Composición

- Pigmento: entre cincuenta y sesenta por ciento (50% - 60%), en masa.

- Agentes de unión: entre cuarenta y cincuenta por ciento (40% - 50%), en masa.

- Ligante: copolímero acrílico de bajo peso molecular y liberación rápida de solventes.

Se podrán emplear otras composiciones, siempre y cuando las pinturas acabadas cumplan las exigencias de la presente especificación.

c. Tiempo de secado

-Al tráfico: máximo treinta (30) minutos, sin transferencia de pintura a ninguna de las llantas de un vehículo.

-No "pick up": tiempo menor o igual a quince (15) minutos para capas de treinta y ocho centésimas de milímetro (0.38 mm) (15 mils), a una temperatura de veinte más o menos dos grados Celsius (20 oC ± 2oC) y una humedad relativa de sesenta más o menos cinco por ciento (60%± 5%).

Se considera tiempo de secado no "pick up" cuando una película de pintura ha llegado a una fase donde no se adhiere a la cubierta de un neumático que pase sobre ella; el ensayo se hace de acuerdo con el método de la norma ASTM D-711.

d. Viscosidad

Deberá estar comprendida entre setenta y cinco y noventa y cinco (70 y 95) unidades Krebs, a una temperatura de veinticinco grados Celsius (25 oC). Esta determinación se hará según la norma NTC 559.

e. Contenido de agua

Para pinturas en base de solventes diferente al agua, no mayor del medio por ciento (0.5%) en masa, para pinturas en disolución.

f. Masa unitaria

La masa unitaria de la pintura a una temperatura de veinticinco grados Celsius (25 ºC) deberá corresponder a la indicada por el fabricante, no podrá variar en más de 0.05 g/ml de la especificada. El ensayo se realizará de acuerdo con la norma NTC 561.

g. Conservación en el envase.

La pintura seleccionada para homologación, al cabo de seis (6) meses de la fecha de fabricación, habiendo permanecido al interior y con temperatura entre cinco y treinta y cinco grados Celsius (5
ºC y 35 ºC), no mostrará sedimentación excesiva en envase lleno y recientemente abierto. Se deberá poder redispersar a un estado homogéneo por agitación con espátula, después de lo cual no presentará coágulos, natas, depósitos duros, ni separación de color. En todo cuñete o envase de pintura deberá aparecer la marca del fabricante y la fecha de producción. Nunca se aplicarán pinturas con más de un año de elaboración o sin etiqueta de fecha de producción.

h. Estabilidad en envase lleno

La pintura no aumentará su consistencia o viscosidad en más de diez (10) unidades Krebs para pinturas en base en agua y en más de cinco (5) unidades Krebs para pinturas en base en solventes.

El ensayo que se utilizará para evaluar esta variación, será el indicado en la norma NTC 845.

i. Estabilidad a la dilución

La pintura permanecerá estable y homogénea no originándose coagulaciones ni precipitados, cuando se diluya una muestra de ochenta y cinco centímetros cúbicos (85 cm3) de la misma con quince centímetros cúbicos (15 cm3) de toluol o del disolvente indicado por el fabricante, si explícitamente éste así lo indica.

Los ensayos de estabilidad se realizarán según la norma MELC 12.77

j. Propiedades de aplicación

La pintura será formulada y procesada específicamente para ser usada como ligante de microesferas, en tal forma que se produzca el máximo de adhesión, refracción y reflexión.

Cualquier acción capilar de la pintura deberá ser lo suficientemente pequeña para no producir cubrimiento total de las esferas de mayor tamaño.

La pintura deberá ser de aplicación fácil y uniforme mediante equipos mecánicos de demarcación y deberá tener excelentes propiedades de cubrimiento, según la norma MELC 12.03.

k. Finura

La pintura deberá ser bien mezclada durante el período de manufactura y los pigmentos que se incorporen serán adecuadamente pulverizados, con una finura de dispersión en unidades Hegman de tres (3), de acuerdo a la norma NTC 557.

l. Contenido de dióxido de titanio

La pintura de color blanco deberá tener, como mínimo, un diez por ciento (10%) de contenido en masa de pigmento de dióxido de titanio, determinado según la norma NTC 1323. El porcentaje en masa de dióxido de titanio no diferirá en más de dos por ciento (±2%) del valor indicado por el fabricante.

m. Contenido en sólidos. (Materia no volátil)

El porcentaje en volumen o masa de materia no volátil no podrá ser menor de lo indicado en la Tabla 47. La determinación se realizará de acuerdo con las normas NTC 1786 y NTC 1227, respectivamente.

Tabla 38. Contenido mínimo de sólidos

PINTURA	CONTENIDO DE SÓLIDOS EN VOLUMEN (VOL./VOL.)	CONTENIDO DE SÓLIDOS EN MASA (MASA/MASA)
Base agua	≥ 60%	≥ 70%
Base solvente	≥ 50%	≥ 60%
Norma de ensayo	NTC 1786	NTC 1227

El porcentaje en masa de materia no volátil no diferirá en más de dos por ciento (±2%) del valor indicado por el fabricante.

n. Contenido en ligante

Realizado el ensayo según la norma UNE 48-238, el porcentaje en masa de ligante no diferirá en más de dos por ciento (±2%) del valor indicado por el fabricante.

18.2.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PINTURA SECA

a. Aspecto

Después de aplicada la pintura en una lámina de vidrio y dejándola secar durante veinticuatro (24) horas a veinte más o menos dos grados Celsius (20ºC ± 2ºC) y sesenta más o menos cinco por ciento (60% ± 5%) de humedad relativa, tendrá aspecto uniforme, sin granos, ni desigualdades en el tono del color y con brillo satinado (cáscara de huevo).

b. Color

Al secarse sobre la superficie de un pavimento, la pintura no deberá oscurecerse con la acción del sol, ni presentar decoloración apreciable con el tiempo.

Una película delgada de pintura esparcida en una placa de vidrio y dejada secar completamente, no deberá oscurecerse, ni tampoco decolorarse cuando se la someta a la acción de los rayos ultravioletas por un período de sesenta (60) minutos.

c. Flexibilidad

La pintura aplicada en espesor de ocho centésimas de milímetro (0.08 mm), no deberá presentar desprendimiento ni agrietamiento al doblar la muestra sobre un eje de nueve y medio milímetros (9.5 mm) de diámetro, veinticuatro horas (24 h) después de aplicada y mantenida en este lapso de manera horizontal a una temperatura de veinticinco grados Celsius (25 ºC) y una humedad relativa de cincuenta por ciento (50%).

d. Adherencia

Al secarse sobre el pavimento de una vía, cuarenta y ocho (48) horas después de aplicada, la pintura deberá constituir una capa con fuerte adherencia, sin desprenderse cuando se trate de levantar con la uña.

e. Sangrado

La relación de contraste será mínimo de 0.9, y el ensayo se hará de acuerdo con las normas ASTM D 868 y D 969.

f. Resistencia a la inmersión en agua

Al preparar una muestra de pintura de acuerdo con las normas NTC 1114, ASTM D 870 y ASTM D1647, y después de veinticuatro (24) horas de inmersión a temperatura ambiente, ésta no deberá presentar ningún cuarteamiento, desprendimiento, hinchazón, decoloración o arrugas.

g. Resistencia a los álcalis

Al aplicar la pintura con un espesor de película seca de quince centésimas de milímetro (0.15 mm), sobre una placa de vidrio preparada adecuadamente para tal efecto, dejándola secar durante setenta y dos (72) horas a una temperatura de veinte más o menos dos grados Celsius (20 ºC ± 2 ºC), y sesenta más o menos cinco por ciento de humedad relativa (60% ± 5%), colocándola luego en una solución saturada de hidróxido de calcio y después de dieciocho (18) horas de inmersión a temperatura ambiente y de dos (2) horas de recuperación fuera de ésta, no deberá presentar cuarteamiento, ampollamiento, perforaciones diminutas (punta de alfiler), desprendimientos, arrugas, ni decoloración.

h. Resistencia a la abrasión

Una capa de pintura húmeda de seis décimas de milímetro (0.6 mm.), al secarse, deberá resistir, como mínimo, la caída libre de cien decímetros cúbicos (100 dm3) para pinturas en base de agua u ochenta decímetros cúbicos (80 dm3) para pinturas en base de solventes del abrasivo dióxido de aluminio, desde una altura de noventa y un centímetros con cuarenta y cuatro centésimas (91.44 cm) sin que se produzca en ella una zona desgastada de forma elíptica de cuatro milímetros (4 mm) de diámetro o mayor. El ensayo se realiza de acuerdo con la norma IRAM 1221.

18.2.2 Resina termoplástica

a. Color

Blanco o amarillo, definidos por las coordenadas cromáticas del Sistema Colorimétrico Estándar CIE 1931, según la Tabla 48.

Tabla 39. Coordenadas cromáticas de color para resina termoplástica

COLOR	COORDENADAS CROMÁTICAS								FACTOR DE LUMINANCIA	
	1		2		3		4		Demar-cación	Labora-torio
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
Blanco	0.355	0.355	0.305	0.305	0.285	0.325	0.335	0.375	> 0.30	> 84
Amarillo	0.494	0.427	0.545	0.455	0.465	0.535	0.427	0.483	> 0.20	> 40

b. Composición

La composición de las resinas termoplásticas blanca y amarilla deberá cumplir con lo relacionado en la Tabla 49

Tabla 40. Composición de resinas termoplásticas blanca y amarilla

ELEMENTO	COLOR	
	BLANCO	AMARILLO
Aglutinante	18% mínimo	18% mínimo
Dióxido de titanio	10% mínimo	0
Microesferas de premezclado	25% mínimo	25% mínimo
Pigmento amarillo	0	4% mínimo

c. Masa unitaria

La masa unitaria del material después de su fusión, será de dos, más o menos dos décimas de kilogramo por litro (2.0 + 0.2 kg/l). La determinación se hará de acuerdo con las normas MELC12.132 o ASTM D 70.

d. Punto de reblandecimiento

El punto de reblandecimiento, determinado por el método de anillo y bola, según la norma INV E-712, no será inferior a ciento cinco grados Celsius (105 ºC).

e. Resistencia al flujo

La disminución en la altura del cono de material termoplástico, después de haber sido sometido a sesenta, más o menos dos grados Celsius (60 ºC ± 2 ºC) durante veinticuatro (24) horas, no será mayor del dos por ciento (2%), según las normas UNE 135-223 o MELC 12.131.

f. Temperatura de inflamación

El material termoplástico se funde en un baño de aceite a ciento ochenta grados Celsius (180 ºC), homogeneizándolo mediante agitación durante al menos dos (2) horas. Una vez lograda la perfecta homogeneidad y fluidez de la muestra, se vierte en el vaso abierto de Cleveland de

manera que la parte inferior de su menisco quede a un (1) centímetro de la marca de llenado, con el fin de prevenir desbordamientos del material durante el posterior calentamiento en la realización del ensayo. Si se añade un exceso de muestra se puede eliminar con una espátula o cucharilla en caliente.

Realizado el ensayo en el vaso abierto de Cleveland, según las normas MELC 12.133, UNE 104-281 o ASTM D 92, la temperatura de inflamación no será inferior a doscientos cincuenta grados Celsius (250 ºC).

g. Factor de luminancia

Empleando un observador patrón 2º, geometría de medida 45/O y una fuente de luz de distribución espectral como la dada por el iluminante D65, el valor del factor de luminancia (B) será al menos de ochenta centésimas (0.80) para el color blanco y cuarenta centésimas (0.40) para el color amarillo (normas UNE 48-073/2 o ISO 7724/2 o ASTM E97).

h. Estabilidad al calor

El valor del factor de luminancia después de mantener el material a doscientos más o menos dos grados Celsius (200ºC ± 2 ºC) durante seis (6) horas con agitación continua, no variará en más de 3 centésimas (0.03). (Norma BS 3262-1)

i. Envejecimiento artificial acelerado
Se preparan dos probetas aplicando una película de material mediante un extendedor adecuado, a un rendimiento aproximado de dos mil seiscientos gramos por metro cuadrado (2.600 g/m^2), sobre un recipiente de aluminio de ciento cincuenta milímetros (150 mm) por setenta y cinco milímetros (75 mm), por seiscientos veinticinco milímetros (625 mm), previamente desengrasado con disolvente; se dejan secar durante siete (7) días, en posición horizontal a veintitrés más o menos cinco grados Celsius (23ºC ± 5 ºC) y cincuenta más o menos cinco por ciento (50% ± 5%) de humedad relativa, protegidas de la radiación solar y del polvo, midiéndose inmediatamente antes de comenzar este ensayo, su color y factor de luminancia sobre la superficie exterior de la película (norma ASTM G-53). Realizado el ensayo durante ciento sesenta y ocho (168) horas, en ciclos de ocho (8) horas de radiación UV de longitud de onda comprendida entre doscientos ochenta (280) nm y trescientos diez y seis (316) nm a sesenta más o menos tres grados Celsius (60ºC ± 3 ºC) y cuatro (4) horas de condensación a cincuenta más o menos dos grados Celsius (50ºC± 2 ºC), no se deberá producir un aumento o disminución en el factor de luminancia superior a cinco centésimas respecto al valor original. Por otra parte, el material aplicado después del ensayo y observado dos (2) horas después de su aplicación, no presentará defecto superficial alguno. (Normas UNE 48-251 o ASTM D 4587).

j. Resistencia a la abrasión

Aplicado el material con un rendimiento tal que permita obtener un espesor de un milímetro (1 mm) y ensayada la muestra con un abrasímetro Taber con ruedas calibradas tipo H-22, con una masa de quinientos gramos (500 g) y en húmedo, no se deberá producir una pérdida de masa mayor de doscientos cincuenta miligramos (250 mg) al cabo de cien (100) revoluciones.

18.2.3 Microesfera de vidrio

18.2.3.1 CARACTERÍSTICAS

a. Naturaleza

La microesfera de vidrio deberá ser de tal naturaleza, que permita su incorporación a la pintura inmediatamente después de aplicada, de modo que su superficie se pueda adherir firmemente a la película de pintura y su retrorreflexión sea satisfactoria para las líneas y demás marcas viales.

b. Microesferas defectuosas

Las microesferas deberán ser transparentes e incoloras, libres de defectos y de material extraño, no deberán tener ninguna lechosidad, ni contener nubes ni burbujas de aire que puedan afectar su funcionamiento; un máximo de tres por ciento (3%) podrán estar rayadas, quebradas o con partículas de vidrio angulares, en una muestra de diez gramos (10 g) al ser extendida formando una capa delgada sobre un papel bond blanco y tomando tres (3) muestras de cien (100) microesferas al azar, examinadas con un microscopio con aumento 20X, provisto de un analizador de luz polarizada. El porcentaje de microesferas defectuosas se calculará a partir del promedio de los resultados de tres (3) ensayos.

La cantidad máxima de microesferas de vidrio defectuosas (ovoides, deformadas, con bolsas gaseosas, con germinados) deberá ser del veinticinco por ciento (25%). La determinación se hará de acuerdo con la norma UNE 135-282-94.

c. Composición

Las microesferas de vidrio deberán contener un mínimo de sesenta y cinco por ciento (65%) de sílice y estar libres de plomo, excepto como impureza no superior a tres por ciento (3%), en masa, de la cantidad total.

d. Índice de refracción

El índice de refracción de las microesferas de vidrio se determina usando el método de inmersión en líquido con una fuente de luz blanca, a una temperatura de veinticinco grados Celsius (25ºC). Las microesferas deberán tener un índice de refracción mínimo de uno y medio (1.50). La medición se hará de acuerdo con la norma MELC 12.31

e. Densidad

La densidad de las microesferas de vidrio estará en el rango entre dos gramos con tres décimas y dos gramos con seis décimas por centímetro cúbico (2.3 a 2.6 g/cm3).

f. Granulometría

La granulometría de las microesferas de vidrio deberá estar dentro de los límites dados en las Tablas 50 y 51.

Tabla 41. Límites de granulometría de esferas de postmezclado o tipo drop – on para pintura y resina termoplástica

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA (%)	
NORMAL	ALTERNO	TIPO A	TIPO B
1180 µm	No. 16	100	-
850 µm	No. 20	75 – 95	100
600 µm	No. 30	65 – 95	75 – 95
425 µm	No. 40	-	30 – 60
300 µm	No. 50	15 – 35	10 – 25
180 µm	No. 80	-	0 – 5
150 µm	No. 100	0 – 5	-

Nota: Tipo B, para pintura de aplicación en frío.

Tabla 42. Límites de granulometría de esferas de premezclado o tipo premix, para resina termoplástica

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA (%)
NORMAL	ALTERNO	
1180 µm	No. 16	97 – 100
850 µm	No. 20	90 – 100
450 µm	No. 40	0 – 20

Si los documentos del proyecto lo consideran o si el Constructor propone una granulometría particular para obtener los valores de reflectividad exigidos, se puede emplear una granulometría diferente, con la autorización del Interventor, previos los análisis de resultados de pruebas de campo y laboratorio.

g. Resistencia a la fractura

La microesfera de vidrio deberá presentar una resistencia mínima a la fractura así:

- Para las microesferas de vidrio retenidas en el tamiz de 600 µm (No.30), ciento setenta y ocho Newton (178.0 N).

- Para las microesferas que pasen el tamiz de 600 µm (No.30) y queden retenidas en el tamiz de 425 µm (No.40): ciento treinta y tres Newton y cinco décimas (133.5 N).

h. Resistencia a la humedad

Las microesferas deberán fluir libremente al ser ensayadas con el siguiente procedimiento: En una probeta de cincuenta centímetros cúbicos (50 cm3) se colocan cien gramos (100 g) de microesferas y luego se vierte cuidadosamente agua destilada hasta cubrirlas con una lámina de dos y medio centímetros (2.50 cm), dejando reposar el sistema durante cinco (5) minutos.

Luego, se vierten las microesferas en un embudo de cristal de doce centímetros y siete décimas (12.7 cm) de diámetro, con un cañón de diez centímetros (10 cm) de longitud, orificios de entrada y salida de once centímetros y una décima (11.1 cm) de diámetro. Puede ser necesario golpear levemente el embudo para iniciar el flujo de las microesferas.

i. Embalaje e identificación

La microesfera de vidrio se deberá empacar en bolsas plásticas o de papel. Cada saco contendrá veinticinco kilogramos (25 kg). Cada saco deberá contener en la parte externa la siguiente información:

- Tipo de microesfera de vidrio

- Nombre y dirección del fabricante

- Fecha de fabricación

- Identificación de fabricación (Número de lote)

- Indicación de los tratamientos químicos especiales en caso de tenerlos

- Cantidad contenida en el saco en kilogramos

- Recomendaciones sobre bodegaje y arrume máximo

18.2.3.2 PROPIEDADES DE APLICACIÓN

Cuando se apliquen las microesferas de vidrio sobre la pintura, para convertirla en reflexiva por el sistema de postmezclado, con dosificaciones aproximadas de trescientos setenta gramos por metro cuadrado (370 g/m2) de microesferas y seiscientos sesenta g gramos por metro cuadrado (660 g/m2) de pintura, las microesferas de vidrio fluirán libremente de la máquina dosificadora y la retrorreflexión deberá ser satisfactoria para la señalización, de acuerdo al numeral 24.5.2.3 de este Artículo.

18.2.4 Otros tipos de materiales

Los requisitos sobre características, dosificación, instalación o ejecución de los trabajos, control y recibo de otros tipos de materiales como plásticos en frío y cintas preformadas, empleados en la demarcación de calles y carreteras, serán los establecidos en la NTC 4744, o normas que apliquen en cada caso específico y deberán ser objeto de una especificación particular.

18.3 EQUIPO

La pintura de líneas y la realización de marcas viales se deberán realizar con un equipo que cumpla con lo especificado en la norma NTC 4744, en lo referente a este particular y en cada uno de sus puntos.

Se deberá disponer, además, de un camión con capacidad igual o superior a cinco (5) toneladas, adecuado para el transporte de los materiales hasta los frentes de trabajo, lo mismo que las señales verticales de tránsito, conos y barricadas necesarias para informar a los usuarios sobre el cierre de la vía o para restringir la velocidad de circulación cuando se pinta con vía abierta.

18.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

18.4.1 Selección del material de demarcación por utilizar

Se utilizarán resinas termoplásticas o materiales prefabricados de larga duración o plásticos de dos componentes de aplicación en frío, en la demarcación de carreteras con superficie de calzada en buen estado y tránsito promedio diario superior a cinco mil vehículos (>5000 veh).

Igualmente, se deberán utilizar estos materiales en las líneas centrales, en carreteras de tipo montañoso en buen estado, con tránsito promedio diario superior a dos mil quinientos vehículos (>2500 veh). Las demás demarcaciones se harán con pinturas de aplicación en frío.

18.4.2 Preparación de la superficie

La superficie que va a recibir el material de demarcación deberá estar seca y libre de polvo, grasa, aceite y otras sustancias extrañas que afecten la adherencia del recubrimiento. La limpieza se efectuará por cualquier procedimiento que resulte aceptable para el Interventor.

Si la superficie presenta defectos o huecos notables, se corregirán los primeros y se rellenarán los segundos con materiales de la misma naturaleza que los de aquella, antes de proceder a la aplicación de la pintura.

Cuando las líneas o marcas viales vayan a ser realizadas sobre un pavimento de concreto hidráulico, se deberán eliminar de la zona de colocación todos aquellos materiales utilizados en el proceso de curado del concreto, que aún se encuentren sobre la superficie.

El material de demarcación se aplicará sobre superficies rugosas que faciliten su adherencia; por lo tanto, aquellas superficies excesivamente lisas de morteros o concretos se tratarán previamente mediante chorros de arena, frotamiento en seco con piedra abrasiva de arenilla gruesa o solución de ácido clorhídrico al cinco por ciento (5%), seguida de posterior lavado con agua.

Las superficies de morteros o concretos hidráulicos que presenten eflorescencias, se humedecerán con agua aplicando a continuación, con una brocha, una solución de ácido clorhídrico al veinte por ciento (20%) y frotando, pasados cinco (5) minutos, con un cepillo de cerdas de acero, lavando a continuación con bastante agua para remover el ácido.

Antes de iniciar las operaciones de demarcación, el Constructor efectuará un cuidadoso replanteo que garantice, con los medios de demarcación de que disponga, una perfecta terminación. En caso de no tener un mejor sistema de referencia, se deberá crear una guía de referencia con puntos de 30 mm de diámetro espaciados preferiblemente cada 0.50 metros y máximo entre 5 y 10 metros, en curva y recta respectivamente, los cuales se realizarán con la misma pintura con la que se ejecutará el trabajo.

Cuando la demarcación vaya a ser aplicada sobre superficies previamente pintadas o demarcadas, el Constructor propondrá el tipo de tratamiento que ejecutará sobre ellas para garantizar la adherencia con el material nuevo, el cual se deberá someter a estudio y aceptación por parte del Interventor. Si es necesario retirar la pintura o cualquier otro material antiguo,

éste deberá ser raspado o fresado por un medio aprobado por el Interventor, barriéndose a continuación el material desprendido.

En el caso de los pavimentos de concreto si el factor de luminancia del pavimento fuese superior a quince centésimas (0.15), evaluado de acuerdo con la norma UNE-E-1436, se deberá rebordear la línea por aplicar con un material apropiado de color negro, a ambos lados y con un ancho aproximadamente igual a la mitad (1/2) del correspondiente a la línea de demarcación.

18.4.3 Dosificación

18.4.3.1 PINTURA DE APLICACIÓN EN FRÍO

La pintura se deberá aplicar longitudinalmente a lo largo de la vía, en un ancho de doce centímetros (12 cm), empleándose entre cincuenta y tres y cincuenta y seis (53 y 56) litros de pintura por kilómetro de línea efectiva aplicada, obteniéndose un espesor húmedo de treinta y ocho centésimas de milímetro (0.38 mm) (15 mils) y la microesfera a razón de ochocientos cuarenta gramos por litro (840 g/l) de pintura.

El Constructor someterá a estudio y aprobación del Interventor, el sistema de aplicación de la microesfera de vidrio; ésta se puede aplicar a presión o por gravedad, teniéndose en cuenta que la contracción que se presenta en el ancho de la lámina de la microesfera, cuando se aplica de la segunda forma, no sea menor que el ancho de la línea a demarcar, que la cantidad de microesfera sea homogénea en todo el ancho de la línea, que en ningún momento debe haber deficiencia en los extremos, ni exceso en la parte central de la línea y que cuando se aplica línea intermitente, caiga microesfera en toda la longitud de ella.

Cuando la microesfera se aplica a presión, se deberá regular la fuerza del compresor de manera tal, que se permita la mayor cantidad de este producto atrapada sobre la pintura húmeda.

18.4.3.2 RESINA TERMOPLÁSTICA

La resina termoplástica se debe aplicar por extrusión o pulverización longitudinalmente a lo largo de la vía y empleando entre seiscientos venticinco y seiscientos setenta y cinco gramos (625g -675g) por línea aplicada, para obtener un espesor seco de dos milímetros y 3 décimas de milímetro (2.3mm) (90 mils) y la microesfera a razón de novecientos más o menos cincuenta gramos por metro cuadrado (900 ± 50 g/m2) de termoplástico aplicado. Esta dosificación variara proporcionalmente de acuerdo con el ancho de la línea y el espesor de la película.

18.4.4 Cierre de la vía al tránsito

El Constructor, en coordinación con la Policía de Carreteras, llevará a cabo los cierres de la vía que sean necesarios, para garantizar la seguridad de las operaciones de aplicación y el tiempo de secado de la pintura, efectuando la señalización temporal requerida, de manera aceptable para el Interventor. Cuando el volumen de tráfico es superior a mil vehículos por día (>1000 vehículos por día) y se va a restringir la circulación, se deberán programar, en coordinación con la Oficina de Comunicaciones del Instituto Nacional de Vías, cierres máximos de dos (2) horas con intermedios de una (1) hora de circulación normal e informar por medios de comunicación hablados y escritos sobre esta situación, tres (3) días hábiles antes de iniciar las labores.

18.4.5 Aplicación de los materiales

18.4.5.1 PINTURA DE APLICACIÓN EN FRÍO

La pintura y las microesferas de vidrio se deberán suministrar ya preparadas y +listas para su empleo y no se les deberá agregar ni quitar ningún componente en el sitio de los trabajos.

Únicamente podrán ser usados los tipos de disolventes especificados por el fabricante de la pintura de tráfico. Es admisible un máximo de tres por ciento (3%) en volumen, para permitir un fácil fluido de la pintura por las pistolas, y nunca se entenderá como un rendidor de ella.

La pintura deberá aplicarse de manera homogénea y de tal manera, que no haya exceso ni deficiencias en ningún punto y formando una película uniforme sin arrugas, ampollas, ni bolsas de aire.

La microesfera se deberá dispersar uniformemente en la película de pintura fresca, la cual deberá ligarla de manera de lograr la máxima adhesión y agarre de las esferas, pero sin afectar los grados de refracción y reflexión de éstas.

18.4.5.2 RESINA TERMOPLÁSTICA

Para la resina termoplástica se deberá tener en cuenta que ésta y las microesferas de vidrio se deberán suministrar ya preparadas y listas para su empleo y no se les deberá agregar ni quitar ningún componente en el sitio de los trabajos.

La resina termoplástica se deberá aplicar de manera homogénea, de tal forma que no haya excesos ni deficiencias en ningún punto, formando una película uniforme sin arrugas, ampollas, ni bolsas de aire.

La microesfera de vidrio se deberá dispersar uniformemente sobre la película de resina en estado líquido, la cual deberá ligarla de manera que se logre la máxima adhesión y agarre de las esferas, pero sin afectar los grados de refracción y reflexión de éstas.

18.4.5.3 CONSIDERACIONES ADICIONALES

Toda demarcación que no resulte satisfactoria para el Interventor en cuanto a acabado, alineamiento longitudinal y reflectividad deberá ser corregida o removida por el Constructor mediante fresado o algún otro procedimiento apropiado, sin costo para el Instituto Nacional de Vías. En ningún evento se deberá utilizar pintura negra de tráfico. Igual tratamiento se deberá dar a toda la demarcación colocada en forma diferente a los planos o las instrucciones del Interventor y que, a juicio de éste, pueda generar confusión o inseguridad a los usuarios de la vía.

El Constructor deberá remover, a su costa, toda pintura, resina termoplástica o cualquier otro material utilizado que presente problemas de adherencia con la superficie.

18.4.6 Limitaciones en la ejecución

No se permitirá la aplicación de pintura en instantes de lluvia, ni cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea inferior a cinco grados Celsius (5ºC).

No se permitirá la aplicación de resina termoplástica en instantes de lluvia, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a doce grados Celsius (12 ºC) o la temperatura del pavimento sea inferior a nueve grados Celsius (9 ºC). Durante el calentamiento del termoplástico, nunca se deberá exceder de doscientos treinta y dos grados Celsius (232 ºC). El material termoplástico se podrá recalentar, como máximo tres (3) veces.

Nunca se deberá mantener el material termoplástico por encima de doscientos cuatro grados Celsius (204 ºC) durante más de seis horas. Cuando se aplique material termoplástico sobre concreto hidráulico o sobre un pavimento asfáltico con agregados expuestos, se deberá aplicar previamente, un imprimante para mejorar el enlace de unión entre el pavimento y el termoplástico.

No se deberá aplicar termoplástico cuando haya humedad en el pavimento. Para determinar su existencia, se deberá hacer la siguiente prueba: pegar en la superficie del pavimento con cinta de enmascarar o cualquier otro tipo de cinta, un trozo de plástico delgado de aproximadamente cincuenta centímetros cuadrados (50 cm^2), teniendo cuidado de sellar todos los bordes. Después de quince (15) minutos se examinan el plástico y la vía y si hay agua condensada en alguno de ellos, se considerará que el pavimento está húmedo.

Tampoco se podrán aplicar elementos de demarcación cuando, a juicio del Interventor, el viento sea muy fuerte, igual o superior a 25 kilómetros por hora (≥ 25 Km/h), a menos que el Constructor utilice barreras u otros dispositivos que disminuyan la velocidad del viento en la

zona de aplicación, y, en el caso de la pintura cuando la temperatura de la superficie a demarcar sea superior a cuarenta grados Celsius (> 40 ºC), a no ser que el fabricante de la pintura recomiende su aplicación a estas temperaturas.

No se permitirá la colocación de las líneas de demarcación o de marcas viales en áreas agrietadas de pavimento, con desplazamientos o donde existan fallas del material de la base subyacente.

18.4.7 Apertura al tránsito

Las superficies demarcadas deberán ser protegidas contra cualquier tipo de tránsito, hasta el instante en que el recubrimiento se encuentre perfectamente seco. Dicho instante será definido por el Interventor.

18.4.8 Manejo ambiental

Todas las labores de ejecución de líneas de demarcación y marcas viales se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

18.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

18.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.

-Verificar la instalación de la señalización temporal para informar del cierre parcial de la vía o restricción de la velocidad de circulación, cuando la demarcación se hace con vía abierta.

-Comprobar que los materiales cumplan con los requisitos de calidad exigidos en el numeral 24.2.

-Comprobar que los materiales se apliquen uniformemente y en los sitios previstos.

-Verificar la adhesión, acabado y reflectividad de la pintura colocada.

-Verificar como mínimo: (i) el alineamiento de las marcas viales cada dos kilómetros; (ii) el ancho de la línea cada kilómetro, y (iii) la separación entre líneas y ancho de carriles cada cinco kilómetros; o en los sitios que lo considere pertinente el Interventor.

-Verificar el cumplimiento sobre las distancias de prohibido adelantamiento, en curvas verticales y horizontales y en zonas con esta restricción en tramo recto, donde la distancia de visibilidad de adelantamiento sea mayor que la distancia de visibilidad del sector. Para ello, se le deberán indicar claramente al Constructor, las velocidades de operación en cada uno de los sectores, para poder hacer estas mediciones, de acuerdo con lo expresado en el "Manual de Señalización Vial" publicado por el Ministerio de Transporte de Colombia en el año 2004.

-Medir, para efectos de pago, las líneas y marcas ejecutadas correctamente, en un todo de acuerdo a esta especificación.

18.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

18.5.2.1 ACABADO

18.5.2.1.1 Pintura de aplicación en frío

Las líneas serán razonablemente uniformes y libres de irregularidades. La uniformidad se determinará tomando muestras sobre láminas galvanizadas rectangulares de calibre No.16 de diez centímetros (10 cm) por quince centímetros (15 cm), las cuales se colocarán cada quinientos metros (500 m). Cuando se hace la toma de la muestra, se interrumpe la pistola de aplicación de microesfera. Inmediatamente, estando húmeda la pintura, con una galga (micrómetro para medir espesores húmedos de pintura) se medirá el espesor aplicado.

Las cantidades de pintura y microesfera aplicada se determinarán tomando muestras sobre láminas galvanizadas rectangulares de calibre No. 16 de quince centímetros (15cm) por veinticinco centímetros (25 cm), las cuales se colocarán cada cinco mil metros (5000 m).

La muestra de pintura con microesfera seca se colocará dentro de un disolvente que deshaga la pintura. Al tamizar el material disuelto en el tamiz de setenta y cinco micras (75µm), queda atrapada la microesfera aplicada. Conociendo la masa de la lámina galvanizada, la masa total de ésta con pintura y microesfera, la densidad, el contenido de sólidos y el área de pintura en la lámina, se determinará la cantidad real de pintura y microesfera aplicada al realizar las líneas o marcas viales.

La toma de la muestra se realizará cuando el vehículo esté aplicando pintura y microesfera de vidrio a la vez. En seguida, se tomará una muestra de medio litro (0.5 l) de la pintura que está

saliendo por la pistola. De la muestra de pintura líquida se determinarán en el laboratorio la densidad y el contenido de sólidos.

18.5.2.1.2 Resinas termoplásticas

Las cantidades y uniformidad de termoplástico y microesfera aplicada se determinarán tomando muestras sobre láminas galvanizadas rectangulares de calibre No. 16 de quince centímetros (15 cm) por veinticinco centímetros (25 cm), las cuales se colocarán cada cinco mil metros (5000 m).

Se atenderán los demás requisitos establecidos en este Artículo y los especificados en la norma NTC 4744.

18.5.2.2 DIMENSIONES Y TOLERANCIAS

-Las franjas que correspondan a las denominadas marcas longitudinales en el "Manual de señalización vial" publicado por el Ministerio de Transporte de Colombia en el año 2004 deberán tener un ancho mínimo de doce centímetros (12 cm).

-Las demás marcas deberán tener las dimensiones y separaciones que se indiquen en los planos del proyecto, las cuales deberán estar de acuerdo con lo que reglamente el "Manual de señalización vial" publicado por el Ministerio de Transporte de Colombia en el año 2004.

-El espesor mínimo de película húmeda de pintura será de 0.38 mm (15 mils) y para el caso de resinas termoplásticas de 2.3mm (90 mils).

-Las longitudes de segmentos y espacios tendrán una relación de longitudes de 3 a 5. Serán de cuatro metros y medio (4.5 m) y siete metros y medio (7.5 m) respectivamente, en zona rural y de tres metros (3.0 m) y cinco metros (5.0 m) en zona urbana.

-La desviación máxima permitida (flecha), en cualquier tramo en línea recta, será de cinco centímetros (5 cm), en una distancia de cincuenta metros (50 m).

- Se atenderán las demás disposiciones del "Manual de señalización vial", publicado por el Ministerio de Transporte de Colombia en el año 2004 y las de la norma NTC 4744.

18.5.2.3 REFLECTIVIDAD

A las líneas y marcas con pintura o termoplástico, una vez aplicadas, se les medirá la reflectividad y se deben obtener valores mayores o iguales a doscientos (200) milicandelas/m2/lux para pintura amarilla y doscientos cincuenta (250) milicandelas/m2/lux

para pintura blanca en cualquier sitio de la vía demarcada. Estos valores son aplicables para vías con tránsito promedio diario menor o igual a 3000 vehículos (TPD<= 3000 vehículos), siempre y cuando se cuente con un sistema de limpieza y mantenimiento adecuado que no deteriore la demarcación. Para volúmenes de tránsito mayores los valores de reflectancia serán los indicados en los documentos del proyecto.

Se deberá garantizar la reflectividad a largo plazo o luego de seis meses (6 meses) para la pintura o termoplástico. Al efecto, se deberán obtener valores mayores o iguales a ochenta (>=80) milicandelas/m2/lux para pintura amarilla y cien (>=100) milicandelas/m2/lux para pintura blanca en cualquier sitio de la vía demarcada.

La toma de datos se realizará por cada kilómetro de obra ejecutada en tres sitios y por cada línea. Un dato obtenido será el promedio de tres medidas realizadas en la misma línea dentro de una distancia de tres metros (3m), éstas deberán estar dentro del diez por ciento (10%) del promedio de las mismas o de lo contrario se deberán tomar dos o más lecturas adicionales para promediarse y verificar si el promedio está o no dentro de los rangos especificados.

Todas las medidas se tomarán en superficies limpias y secas, y de acuerdo a las recomendaciones del fabricante del equipo con que se realizan las mediciones, el cual suministrará los datos directamente en las unidades anotadas anteriormente.

En el caso que se obtengan valores por debajo del mínimo especificado se harán mediciones cada doscientos metros (250m) para identificar la zona no conforme, para que el Constructor tome las acciones correctivas que correrán a su costa.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas, deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, a plena satisfacción del Interventor.

18.6 MEDIDA

18.6.1 Líneas de demarcación

La unidad de medida de las líneas de demarcación será el metro lineal (m) aproximado al decímetro, de línea de demarcación continua o discontinua efectivamente aplicada sobre la superficie, de acuerdo con los planos del proyecto y esta especificación, a plena satisfacción del Interventor.

Si al medir las líneas de demarcación se obtiene una longitud con una fracción igual o superior a medio decímetro (≥0.5 dm), la aproximación se realizará al decímetro superior; en caso contrario, se aproximará al decímetro inferior.

18.6.2 Marcas viales

La unidad de medida para las demás marcas viales será el metro cuadrado (m2), aproximado a la centésima de metro cuadrado, de superficie realmente pintada, medida en el sitio o terreno y aceptada por el Interventor.

No se medirá ninguna línea de demarcación o marca vial colocada por fuera de los límites autorizados por el Interventor.

18.7 FORMA DE PAGO

El pago de las líneas de demarcación y demás marcas viales se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de suministro, transporte, almacenamiento, desperdicios y aplicación de la pintura en frío o resina termoplástico y la microesfera reflectiva u otros que haya lugar; todos los trabajos e insumos necesarios para preparar las superficies donde se aplicará el material de demarcación utilizado, incluyendo el imprimante si éste fuese necesario; la señalización preventiva de la vía y el control del tránsito durante la ejecución de los trabajos y el lapso posterior que fije el Interventor para la apertura al tránsito y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del trabajo especificado.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor

ÍTEM DE PAGO

700 INV Línea de demarcación	Metro lineal (m)

19 INV ARTICULO 701 TACHAS REFLECTIVAS

19.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y colocación de tachas reflectivas en la superficie del pavimento, utilizando adhesivos adecuados para que resistan el tránsito automotor sin desprenderse, de acuerdo con esta especificación, los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

19.2 MATERIALES

19.2.1 Tachas

Las tachas estarán elaboradas con materiales metálicos, plásticos o similares de alta resistencia y el material reflectivo deberá ser vidrio o acrílico, de forma prismática, o esférica.

Bajo ninguna circunstancia se permitirá el suministro e instalación de tachas cuyo periodo de tiempo, comprendido entre su fabricación y su instalación exceda de seis (6) meses, independientemente de sus condiciones de almacenamiento.

Las tachas deberán cumplir, además, los siguientes requisitos generales:

19.2.1.1 CLASIFICACIÓN

Las tachas retrorreflectivas se clasificarán por el tipo, color y características de sus superficies.

- Tipos de tachas retrorreflectivas

Tipo A: Tacha retrorreflectiva bidireccional de un solo color.
Tipo B: Tacha retrorreflectiva unidireccional de un solo color.
Tipo C: Tacha retrorreflectiva unidireccional de dos colores (con una cara retrorreflectiva roja y con la cara opuesta de superficie blanca no retrorreflectiva).
Tipo D: Tacha retrorreflectiva bidireccional, de dos colores.
- Color de las tachas retrorreflectivas

B: Blanco
A: Amarillo
R: Rojo
AZ: Azul
V: Verde

- Características de superficie

Designación P: Tacha con superficie de lente plástica.

Designación H: Tacha con superficie de lente dura, resistente a la abrasión. Designación

V: Tacha con elemento retrorreflectivo de vidrio.

La clasificación debe incluir: tipo, color y condición de superficie (éste último, solo para el caso de tachas designadas como H), en el orden presentado en los numerales anteriores.

Ejemplo. DRBH, es una tacha bidireccional, roja y blanca, con superficie resistente a la abrasión. Los documentos del proyecto indicarán el tipo de tachas por utilizar.

19.2.1.2 MATERIALES Y DIMENSIONES

-Las tachas deben ser de grado reflector prismático.

-El área retroreflectiva será moldeada con material metil-metacrilato (véase la norma ASTM D788, Grado 8), metil metacrilato modificado para impacto (véase la norma ASTM D788 y la nota 2) o policarbonato (véase la norma ASTM D3935, Grado PC110B34750).

- La altura de la tacha no deberá exceder 20.3 mm (0.8 pulgadas).

-El ancho de la tacha no deberá exceder 130 mm (5.1 pulgadas).

-El ángulo entre la cara y la base de la tacha no será mayor de 45º.

-La base de la tacha deberá estar completamente libre de barniz o sustancias que pudieran reducir su fijación con el adhesivo.

-La base de la tacha deberá ser plana dentro de 1.3 mm (0.05 pulgadas). Si el fondo de la tacha es corrugado, las caras mas salientes de la configuración no se deberán desviar más de 1.3 mm (0.05 pulgadas) de superficie plana.

-Se puede aceptar, otro tipo de construcción siempre y cuando llene los requisitos de desempeño de esta norma.

19.2.1.3 RESISTENCIA A LA ADHESIÓN

Para tachas de fondo plano, la resistencia a la adhesión, medida de acuerdo con el numeral 9.1 de la norma NTC 4745, debe ser mínimo 3.4 Mpa (500 psi).

Las tachas de fondo plano que pasen este ensayo con adhesivo epóxico, se consideran también aceptables para uso con adhesivo bituminoso y termoplástico alquídico.

19.2.1.4 INTENSIDAD LUMINOSA

El coeficiente de intensidad luminosa, medido de conformidad con el numeral 9.2 de la norma NTC 4745, no deberá ser menor a los valores establecidos en la tabla 52

Tabla 43. Coeficiente de intensidad luminosa R1

ENTRADA ÁNGULO β2	ANGULO DE OBSERVACION α	VALOR MINIMO R1 MILICANDELA POR LUX, (mcd/lx)				
		BLANCO	AMARILL O	ROJO	VERDE	AZUL
0º	0.2º	279	167	70	93	26
+20º / -20º	0.2º	112	67	28	37	10
ENTRADA ÁNGULO β2	ANGULO DE OBSERVACION α	VALOR MINIMO R1 CANDELAS POR PIE CANDELA, (cd/piecd)				
		BLANCO	AMARILL O	ROJO	VERDE	AZUL
0º	0.2º	3.0	1.8	0.75	1.0	0.28
+20º / -20º	0.2º	1.2	0.72	0.30	0.4	0.11

Nota. El ángulo de componente de entrada β1 y el ángulo de rotación ε son 0º

19.2.1.5 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Requisito aplicable sólo a tachas con longitud y ancho (ambas) iguales o mayores de diez centímetros (10 cm), cuatro pulgadas (4”).

Cuando se ensayen de acuerdo al numeral 9.3.1, de la norma NTC 4745 las tachas deben soportar una carga de novecientos nueve kilogramos (909 kg) sin romperse y sin sufrir deformación mayor a 3.3 mm (0.13”).

19.2.1.6 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Requisito aplicable solo a tachas con longitud y ancho (ambos) menor de diez centímetros (10 cm), cuatro pulgadas (4”).

Cuando se ensayen de acuerdo al numeral 9.3.2, de la norma NTC 4745 las tachas deben soportar una carga de dos mil setecientos veintisiete kilogramos (2727 kg) sin romperse y sin sufrir deformación mayor a 3.3 mm (0.13”).

19.2.1.7 COLOR

Cuando el retrorreflector es iluminado por una fuente A estándar CIE y cuando es ensayado de acuerdo con la norma ASTM E-811 a 0.2º de ángulo de observación y 0º de ángulo de entrada, el color de la luz retrorreflejada deberá estar dentro de las gamas de colores dadas por las siguientes áreas cuyos puntos de esquinas tienen las siguientes coordenadas y son mostrados en la figura 1 de la norma NTC 4745, correspondiente a la gama de colores.

Blanco

Punto Nº X Y

2	0.453	0.440
3	0.500	0.440
4	0.500	0.380
5	0.440	0.380
6	0.310	0.283
Amarillo		
1	0.545	0.424
2	0.559	0.439
3	0.609	0.390
4	0.597	0.390
Rojo		
1	0.650	0.330
2	0.668	0.330
3	0.734	0.265
4	0.721	0.259
Azul		
1	0.039	0.320
2	0.160	0.320
3	0.160	0.240
4	0.188	0.218
5	0.088	0.142
Verde		
1	0.009	0.733
2	0.288	0.520
3	0.209	0.395
4	0.012	0.494

19.2.1.8 RESISTENCIA DEL LENTE AL AGRIETAMIENTO (REQUISITO APLICABLE SÓLO A TACHAS DESIGNADAS COMO H)

a. Resistencia del lente al impacto

Cuando las tachas designadas como H, se impactan de acuerdo con el numeral 9.5.1de la norma NTC 4745, la cara del lente no deberá mostrar mas de dos grietas radiales con una longitud máxima de 6.4 mm (0.25”). No debe hacer grietas radiales que lleguen al borde de la

superficie de resistencia a la abrasión. Adicionalmente no se deberá presentar ninguna de laminación.

b. Cambios cíclicos de temperatura

Cuando las tachas se sometan a cambios cíclicos de temperatura de acuerdo con el numeral 9.5.2 de la norma NTC 4745 no deberá producirse ninguna grieta o delaminación.

c. Abrasión

Para las tachas designadas como H, se deberá realizar adicionalmente, el ensayo de resistencia a la abrasión, de acuerdo con el numeral 9.2.2 de la norma NTC 4745, en cuatro (4) caras reflectivas que hayan pasado el ensayo establecido en el numeral 9.2.1 de la misma norma. Después de este ensayo se medirá nuevamente el coeficiente de intensidad luminosa, el cual debe mantenerse dentro de los valores establecidos en la tabla 701.1. La falla de más de un espécimen será causa para rechazar el lote completo.

19.2.1.9 MUESTREO

Para tachas designadas como P, el tamaño de muestra deberá se de 20 tachas por cada lote de 10000 unidades o menos, y 40 tachas para lotes mayores de 10000 unidades. Para tachas designadas como H, serán necesarias 10 unidades adicionales. El tamaño del lote no deberá exceder de 25000 unidades.

19.2.1.10 EMPAQUE

Las tachas se deben distribuir en empaques adecuados que garanticen su protección y aseguren una entrega en perfectas condiciones.

Los empaques para despacho deben estar marcados con el nombre y dirección del fabricante, el tipo, el color, la cantidad contenida y el número de identificación del lote.

19.2.2 Adhesivo

El material destinado a adherir la tacha con el pavimento, deberá presentar unas características generales garantizadas por el fabricante, teniendo en cuenta el tipo y estado del pavimento. Este, además, deberá indicar la dosificación con la cual ha de aplicarse el producto. Se podrá emplear material bituminoso y termoplástico o pegante epóxico de dos (2) o más componentes.

El adhesivo deberá asegurar un tiempo de secado que no sobrepase 25 minutos y que las tachas no sufran desplazamientos o movimientos al ser golpeadas por los vehículos, después de transcurridas 12 horas desde su colocación.

El adhesivo no se podrá emplear sin el visto bueno del Interventor.

19.3 EQUIPO

Se deberá disponer del equipo necesario para preparar la superficie del pavimento y para el transporte y colocación de las tachas, así como para la limpieza de la superficie luego de terminados los trabajos.

19.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

19.4.1 Localización

El Constructor deberá localizar las marcas sobre el pavimento de acuerdo con los planos de señalización y las instrucciones del Interventor.

La distancia de colocación de las tachas se debe determinar en función de la velocidad de operación del tramo de la vía, no debe generar contaminación visual o incomodidad al usuario que observaría una o más tachas por cada segundo de recorrido.

En tramos rectos de más de 1 km las tachas se deben instalar máximo cada 36 m en forma continua o cada 48 m en forma de “tres bolillo”.

En tramos rectos de menos de 1 km las tachas se deben instalar máximo cada 24 m en forma continua o cada 36 m en forma de “tres bolillo”.

En curvas, dependiendo del radio de ellas, tanto en el eje como lateralmente las tachas se ubican como se indica en la tabla 53

Tabla 44. Distancia máxima entre tachas ubicadas en curvas

RADIO DE LA CURVA, m	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE TACHAS, m

Menos de 20	6
Entre 20 y menor a 50	8
Entre 50 y menor a 100	12
Entre 100 y menor a 200	18
Mayor a 200	24

En vías bidireccionales y una sola calzada de circulación, tanto en líneas centrales como laterales se deberán emplear tachas con doble cara retrorreflectiva, de color amarillo y blanco.

Sobre "permitidos" o "prohibidos de adelantamiento", la instalación de las tachas en el eje se debe localizar en el centro del espacio sin pintura. En tramos con líneas de demarcación intermitentes no se deben instalar tachas al inicio o al final de cada segmento, sino en el tramo del centro sin pintar. Al repintar se debe tener cuidado de no pintar las mismas.

En vías multicarriles o calzadas con una sola dirección se emplearan unidireccionales blancas o bidireccionales blanca-roja. En el último caso el color blanco guiará a los conductores que circulan correctamente. Nunca se empleará un conjunto de tachas como reductores de velocidad en agujas (obstáculos), la distancia máxima entre tachas será de 2.0 m.

Si durante el planeamiento previo a la instalación se determina que una tacha será puesta en un sitio con defectos de superficie de pavimento o en una junta de construcción del pavimento o dentro de la intersección con una entrada domiciliaria o calle pública como resultado del espaciamiento típico de tachas el sitio propuesto se deberá relocalizar longitudinalmente a suficiente distancia en un punto aprobado por el Interventor.

La distancia de relocalización de la tacha afectada no excederá el 10% del espaciamiento típico. Donde fuere necesario relocalizar la tacha a una distancia mayor del 10% de espaciamiento típico, la tacha afectada se deberá suprimir. La cara reflectora de la tacha deberá estar perpendicular a una línea paralela a la línea central de la vía.

19.4.2 Preparación de la superficie

Si la superficie presenta defectos o huecos notables, se corregirán los primeros y se rellenarán los segundos con materiales de la misma naturaleza que los de aquella, antes de proceder a la aplicación de las tachas.

Los sitios elegidos para la colocación de las tachas se deberán limpiar de polvo, barro, grasa, suciedad y cualquier otro elemento extraño cuya presencia atente contra la correcta adhesión de la tacha al pavimento. Para ello, se podrá emplear cualquier procedimiento que resulte satisfactorio para el Interventor.

Cuando las tachas se vayan a instalar sobre un pavimento de concreto hidráulico, se deberán eliminar de la zona de fijación todos aquellos materiales utilizados en el proceso de curado del concreto, que aún se encuentran sobre la superficie.

19.4.3 Colocación de las tachas

Las tachas se colocarán en los sitios previamente localizados fijándolas con el adhesivo indicado en el numeral 701.2.2. Éste se deberá preparar de acuerdo con las instrucciones del fabricante y su cantidad a utilizar dependerá del estado de la superficie del pavimento.

Si se emplea un adhesivo epóxico, se recomienda no preparar más cantidad de adhesivo del que se pueda utilizar en 10 minutos.

El adhesivo se aplicará con una espátula a la base de la tacha o a la superficie del pavimento, en una cantidad tal, que cubra toda la superficie de contacto sin presentar vacíos, más un leve exceso.

Las tachas se deberán colocar tan pronto como sea posible, con un procedimiento que asegure que, respecto del eje de la vía, no sufrirá desviaciones mayores que 2 mm, medidos en los extremos. Una vez instalada la tacha, se deberá presionar hasta que el pegamento salga por los bordes. Todo exceso de adhesivo se deberá limpiar y retirar inmediatamente. No se aceptará, por ningún motivo, que alguna traza de pegamento quede sobre la cara reflectante de la tacha.

19.4.4 Control del tránsito

Será responsabilidad del Constructor la colocación de toda la señalización preventiva requerida para la ejecución segura de los trabajos, así como el ordenamiento del tránsito automotor durante el tiempo requerido.

Las tachas deberán ser protegidas del tránsito o de cualquier golpe por un tiempo mínimo de 30 minutos después de colocadas. Además, durante el período que dure el proceso de endurecimiento del pegamento, se deberán tomar todas las precauciones necesarias para evitar que el tránsito pase sobre las tachas. Para esto, el Constructor deberá colocar elementos de señalización como conos o barreras para asegurar el procedimiento.

19.4.5 Limpieza final

Una vez colocadas las tachas, el Constructor deberá retirar del sitio de los trabajos todos los equipos, señales y materiales sobrantes, disponiéndolos en lugares que resulten aceptables para el Interventor.

19.4.6 Limitaciones en la instalación

No se permitirá la colocación de tachas en las siguientes condiciones:

- Cuando exista la presencia de lluvia.

- Cuando la temperatura del pavimento o la del aire esté a:

- 0ºC (32ºF) o menos, en caso de utilizar adhesivo epóxico de fijación rápida.

- 10ºC (50ºF) o menos, cuando se utilice epóxico de fijación normal.

- 4.4ºC (40ºF) o menos y máximo 12ºC, cuando se utilice ligante-asfáltico.

- Menos de 9ºC (73.8ºF) cuando se utilice termoplástico alquídico.

- Cuando la humedad relativa del aire sea mayor del 80%.

- Cuando el pavimento no está suficientemente seco en la superficie.

- En pavimentos nuevos con carpeta de concreto asfáltico, hasta que la superficie se haya abierto al tránsito público por un periodo no menor de 14 días continuos.

Tampoco se permitirá la colocación de tachas sobre áreas agrietadas de pavimento, con desplazamientos o donde existan fallas del material de la base subyacente.

Además, se deberán atender todas las limitaciones adicionales que establezcan los fabricantes del adhesivo y de las tachas.

19.4.7 Manejo Ambiental

Todas las determinaciones referentes a la colocación de tachas deberán ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones vigentes.

En particular, se deberá prestar atención al correcto manejo del adhesivo y de los desperdicios generados en el trabajo.

19.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

19.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Constructor.

- Comprobar que todos los materiales cumplan con los requisitos indicados en el numeral25.2

-Impedir que las tachas se coloquen con anterioridad a la aplicación de las líneas de demarcación.

-Verificar que las tachas queden correctamente colocadas y contarlas para efectos de pago Condiciones específicas para el recibo y tolerancias a. Calidad de los materiales
No se admitirán materiales que incumplan las exigencias del numeral 25.2 de este Artículo.

b. Instalación de las tachas

El Interventor sólo aceptará el trabajo, si las tachas han sido colocadas de acuerdo con los planos, la presente especificación y sus instrucciones, y si se encuentran totalmente adheridas a la superficie del pavimento a los treinta (30) días de su colocación.

Todas las deficiencias que presenten los trabajos deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, y a plena satisfacción del Interventor.

19.6 MEDIDA

Las tachas reflectivas se medirán por unidad (u) instalada de acuerdo con los documentos del proyecto y la presente especificación, debidamente aceptadas por el Interventor.

19.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda tacha reflectiva colocada a satisfacción del Interventor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos inherentes al suministro de materiales y equipos; localización y preparación de los sitios de colocación de las tachas; transportes, almacenamiento y colocación del adhesivo y las tachas; señalización temporal y ordenamiento del tránsito; limpieza, remoción, transporte y disposición de desperdicios y, en general, todo costo adicional requerido para la correcta ejecución del trabajo especificado.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

ÍTEM DE PAGO

701 INV Tacha reflectiva	Unidad (u)

20 INV ARTICULO 710 SEÑALES VERTICALES DE TRÁNSITO

20.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de señales verticales de tránsito, conforme lo establezcan los planos del proyecto o lo indique el Interventor.

El diseño de las señales verticales, los mensajes y los colores, deberán estar de acuerdo con lo estipulado en el "Manual de Señalización Vial", publicado por el Ministerio de Transporte de Colombia en el año 2004, y demás normas complementarias.

20.2 MATERIALES

20.2.1 Material reflectivo

El material reflectivo para las señales verticales de tránsito y delineadores que cubre este Artículo, deberá cumplir con las especificaciones contenidas en la Norma Técnica Colombiana NTC-4739.El Interventor exigirá al Constructor las certificaciones de cumplimiento de dicha norma, las cuales deberán ser expedidas por el proveedor del material. Las señales verticales se deberán elaborar en lámina reflectiva Tipo I o de características superiores.

Si el proyecto requiere del empleo de materiales con mayores valores de reflectividad, ello se deberá indicar en una especificación particular.

20.2.2 Material para tableros

Los tableros para todas las señales deberán estar constituidos por lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio, lámina de acero galvanizado o lámina de aluminio.

En las señales informativas de destino (a excepción de la señal SI-05C), de información en ruta y elevadas, se utilizará únicamente la lámina de acero galvanizado. En la parte posterior de todos los tableros de las señales deberá imprimirse el logotipo del Instituto Nacional de Vías, día, mes y año de instalación, el nombre del constructor y el número del contrato.

Los diferentes tipos de materiales se deberán utilizar, de acuerdo con las siguientes consideraciones:

-En lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio o aluminio, para vías localizadas en zonas aledañas a áreas marinas o donde existan problemas de oxidación.

-En lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio, acero galvanizado o aluminio, para vías ubicadas en áreas cuya altura sobre el nivel del mar sea menor de mil metros (<1000 m).

-En lámina de acero galvanizado o aluminio para vías ubicadas en áreas cuya altura sobre el nivel del mar sea igual o superior a mil metros (≥1000 m).

20.2.2.1 LÁMINA DE POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO

El material deberá cumplir los siguientes requisitos:

a. Espesor

Deberá ser de tres milímetros y cuatro décimas más o menos cuatro décimas de milímetro (3.4 mm± 0.4 mm), el cual se verificará como el promedio de las medidas en cuatro sitios del borde de cada lámina, con una separación entre ellos igual a la cuarta parte del perímetro de ésta. La lámina no deberá contener grietas visibles ni arrugas en las superficies, que puedan afectar su comportamiento y alterar las dimensiones. Por lo menos una de las caras de la lámina debe ser completamente lisa.

b. Color

El color deberá ser blanco uniforme.

c. Pandeo

Una lámina de setenta y cinco centímetros (75 cm) de lado se cuelga suspendida de sus cuatro (4) vértices. La deflexión máxima medida en el sitio de cruce de sus dos diagonales perpendicularmente al plano de la lámina no deberá ser mayor de doce milímetros (12 mm). Luego se coloca la lámina suspendida en las mismas condiciones en un horno a ochenta y dos grados Celsius (82 °C) durante cuarenta y ocho (48) horas. La máxima deflexión no deberá exceder de doce milímetros (12 mm). Todas las medidas se deberán tomar cuando la lámina se encuentre a temperatura ambiente.

d. Resistencia al impacto

Láminas cuadradas de setenta y cinco centímetros (75 cm) de lado deberán resistir fuerzas de impacto que podrían agrietar otros plásticos o deformar metales. La lámina apoyada en sus extremos y a una altura de veinte centímetros (20 cm) del piso, deberá resistir el impacto de una esfera de acero de cuatro mil quinientos gramos (4.500 g) en caída libre desde una altura de tres y medio metros (3.5 m), sin resquebrajarse.

e. Estabilidad térmica

Las características de resistencia no deberán ser afectadas apreciablemente en un rango de temperaturas entre menos dieciocho y más cien grados Celsius (-18oC y + 100oC).

f. Resistencia al fuego

Los componentes de la lámina deberán contener aditivos que la hagan menos propensa a prender y propagar llamas, y deberá ser autoextinguible.

g. Protección ante la intemperie

Las láminas deberán estar fabricadas con protección ante la intemperie por ambas caras. Deberán poseer una superficie uniforme químicamente pegada, recubrimiento gelatinoso (Gel-Coat) que no se pueda separar. Para comprobarlo, se sumergirá una muestra de diez centímetros (10 cm) por dos centímetros (2 cm) en una probeta que contenga cloruro de metileno, durante trece (13) minutos, después de lo cual se seca, no debiendo aparecer fibra de vidrio por ninguna de las dos caras.

h. Estabilización

Las láminas deberán estar fabricadas de tal manera, que no liberen constituyentes emigrantes (solventes, monómeros, etc.) con el tiempo. No deberán contener residuos de agentes desmoldeantes en la superficie del laminado, que pudieran interferir en la adherencia de la lámina reflectiva.

i. Tratamiento de la cara frontal

Previamente a la aplicación del material reflectivo, la lámina deberá ser limpiada, desengrasada y secada de toda humedad.

20.2.2.2 LÁMINA DE ACERO GALVANIZADO A. MATERIAL

Lámina de acero galvanizado calibre dieciséis (16), revestida por ambas caras con una capa de zinc, aplicada por inmersión en caliente o por electrólisis.

b. Material base
Lámina de acero laminado en frío.

c. Espesor

De uno y cinco décimas de milímetro, con una tolerancia de más o menos quince centésimas de milímetro (1.5 mm ± 0.15 mm). La medida se podrá efectuar en cualquier parte de la lámina, a una distancia no menor de diez milímetros (10 mm) del borde.

d. Resistencia al doblez

Una probeta cuadrada de cinco centímetros (5 cm) de lado, no sometida a tratamientos térmicos previos, no deberá presentar desprendimiento de zinc, cuando se dobla girando ciento ochenta grados (180°), con una luz igual al espesor de la lámina.

e. Tratamiento cara frontal

Previamente a la aplicación del material reflectivo, la lámina galvanizada deberá ser limpiada y desengrasada; además, deberá estar libre de óxido blanco. El galvanizado deberá tener una superficie de terminado producida con abrasivo grado cien (100) o más fino.

f. Tratamiento cara posterior

Una vez cortada y pulida la lámina, se deberá limpiar y desengrasar, aplicándose seguidamente una pintura base (wash primer o epoxipoliamida), para colocar finalmente una capa de esmalte sintético blanco.

20.2.2.3 LÁMINA DE ALUMINIO A. MATERIAL

Lámina de aluminio de aleaciones 6061-T6, 5052-H38 o extrusiones similares.

b. Espesor

Dos milímetros de espesor, medidos con una tolerancia de más o menos dos décimas de milímetro (2 mm ± 0.2 mm). La medida se podrá efectuar en cualquier parte de la lámina, a una distancia no menor de diez milímetros (10 mm) del borde.

c. Tratamiento cara frontal

Previamente a la aplicación del material reflectivo, la lámina deberá ser limpiada y desengrasada; además, deberá estar libre de óxido blanco. El aluminio deberá tener una superficie de terminado producida con abrasivo grado cien (100) o más fino.

d. Tratamiento cara posterior

Una vez cortada y pulida la lámina, se deberá limpiar y desengrasar, aplicándose seguidamente una pintura base (wash primer o epoxipoliamida), para colocar finalmente una capa de esmalte sintético blanco.

20.2.2.4 CONSIDERACIONES ADICIONALES

Las señales de destino (a excepción de la señal SI-05C) y de información en ruta se fabricarán en lámina galvanizada calibre veinte (20). Las señales elevadas, se elaborarán en lámina galvanizada calibre veintidós (22). A los tableros de estas señales se les realizarán dos (2) dobleces o pestañas de dos centímetros (2 cm) cada una, en sus cuatro bordes, con el objeto de darles mayor rigidez.

20.2.3 Material para postes

Las estructuras de soporte o postes para señales verticales, deberán ser elaborados en perfil en ángulo de hierro de dos pulgadas (2") por dos pulgadas (2") por un cuarto de pulgada (1/4"), con límite de fluencia mínimo de veinticinco kilogramos por milímetro cuadrado (25 kg/mm2) en todos los tipos de señales. El perfil será de primera clase, no permitiéndose hormigueo en ninguna parte de su longitud. No se aceptarán añadiduras ni traslapos en postes y brazos.

Se deberá garantizar la rigidez de las láminas de los tableros correspondientes a las señales preventivas (SP), reglamentarias (SR), de información general, de servicios y turísticas (SI) y delineadores de curva horizontal, fijándolas a la cruceta formada entre el poste y sus brazos, los cuales deberán formar un perfecto plano de apoyo que en todo momento deberá estar en contacto con la lámina.

La soldadura del brazo deberá ser con piquete o suplemento. En señales dobles, la rigidez se deberá garantizar con dos (2) crucetas del mismo tipo citado anteriormente, debidamente soldadas.

Podrán yuxtaponerse los tableros de las señales verticales de tránsito preventivas (SP), reglamentarias (SR) o informativas de identificación, de información general, de servicios y turísticas (SI), en los postes de concreto hidráulico, acero o madera de las redes de energía o teléfonos, siempre y cuando la entidad que instaló los postes autorice su adosamiento.

Para tal efecto, se utilizará una banda de acero inoxidable de media pulgada (1/2") de ancho y tres centésimas de pulgada (0,03") de espesor, asegurada con una hebilla de acero inoxidable. Para el sostén, apoyo o soporte del tablero de la señal se utilizará una ménsula en acero inoxidable de una y media pulgada (1½") de ancho y setenta y cinco milésimas de pulgada (0,075") de espesor, la cual deberá tener aletas que sobresalgan, como mínimo, veinte centímetros (20 cm) a cada lado del eje del poste para rigidizar el tablero en el sentido perpendicular al eje vertical de la señal. Siempre se deberán utilizar dos bandas, con sus correspondientes accesorios, una en la parte superior del tablero y otra en su parte inferior.

20.2.4 Material para los brazos de los postes

En todos los casos, las crucetas deberán ser de ángulo de hierro de dos pulgadas (2") por dos pulgadas (2") por un octavo de pulgada (1/8"), con límite de fluencia mínimo de veinticinco kilogramos por milímetro cuadrado (25 kg/mm2).

20.2.5 Material para anclaje a la fundación

Los postes se deberán diseñar con un anclaje en la parte inferior, soldado en forma de T, con ángulo de hierro de dos pulgadas (2") por dos pulgadas (2") por un octavo de pulgada (1/8"), con un límite de fluencia mínimo de veinticinco kilogramos por milímetro cuadrado (25 kg/mm2).

20.2.6 Recubrimiento de los postes

Los postes, crucetas y anclajes deberán ser recubiertos con pintura anticorrosiva y esmalte blanco.

20.2.7 Soldadura

La soldadura utilizada deberá tener una resistencia mayor al veinticinco por ciento (25%) de la resistencia del acero utilizado para la fabricación de la señal vertical.

20.2.8 Dimensiones de los tableros

Se atenderá, en todo caso, a las disposiciones sobre las dimensiones de tableros mencionadas en el
"Manual de Señalización Vial", publicado por el Ministerio de Transporte de Colombia en el año 2004, en el capítulo referente a señales verticales de tránsito.

20.2.9 Dimensiones de los postes

Se atenderá todas las disposiciones sobre las dimensiones de los postes indicadas en la Tabla 2.3 del Manual de Señalización Vial", publicado por el Ministerio de Transporte de Colombia en el año 2004.

20.2.10 Material para el anclaje

Las señales se instalarán en el piso en un anclaje de concreto simple cuya resistencia a compresión a veintiocho (28) días sea, como mínimo, catorce megapascales (14 MPa) o ciento cuarenta kilogramos por centímetro cuadrado (140 kg/cm2).

Dentro del anclaje se acepta la inclusión de dos (2) capas de cantos de diez centímetros (10 cm) de tamaño máximo, una superior y otra inferior, con el fin de dar rigidez a la señal instalada, mientras fragua el concreto.

20.3 EQUIPO

Se deberá disponer de los equipos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, incluyendo los siguientes elementos:

- Hoyadoras agrícolas, barras de acero y palas

- Llaves fijas o de expansión para tornillos

- Martillo de tamaño tal, que permita doblar los tornillos una vez apretadas las tuercas

- Remachadora

20.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

20.4.1 Ubicación de las señales

20.4.1.1 UBICACIÓN LATERAL

Las señales se instalarán en los sitios que indiquen los planos del proyecto o defina el Interventor. Su colocación se hará al lado derecho de la vía, teniendo en cuenta el sentido de circulación del tránsito, de tal forma que el plano de la señal forme con el eje de la vía un ángulo comprendido entre ochenta y cinco grados (85°) y noventa grados (90°), a las distancias del borde de la calzada indicadas en los planos o en el capitulo de señalización vertical del “Manual de Señalización Vial", publicado por el Ministerio de Transporte de Colombia en el año 2004. Todas las medidas deberán ser realizadas por una comisión de topografía.

No obstante, y con el fin de complementar la señalización, en vías multicarriles se podrán colocar en los dos lados de la vía; así mismo, de no existir completa visibilidad en el lado derecho, se permitirá colocar una señal adicional a la izquierda.

Para las señales elevadas, también se atenderán los requerimientos del “Manual de señalización vial", publicado por el Ministerio de Transporte de Colombia en el año 2004.

La señal SP-40 puede ser colocada al lado izquierdo de la vía en el vértice de algunas curvas, de acuerdo con indicaciones del Interventor.

20.4.1.2 UBICACIÓN LONGITUDINAL

En la sección correspondiente del capítulo de señales verticales de tránsito del "Manual de Señalización Vial", publicado por el Ministerio de Transporte de Colombia, se definen los criterios para la colocación de ellas a lo largo de la vía.

La ubicación de la señal reglamentaria SR-26 (prohibido adelantar), tanto para curva horizontal como vertical, se deberá realizar aplicando lo expresado en el "Manual de Señalización Vial", publicado por el Ministerio de Transporte de Colombia en el año 2004, haciendo mediciones sobre los planos del proyecto o directamente en el terreno utilizando cuerdas de longitudes iguales a la distancia mínima de visibilidad de adelantamiento necesaria para la velocidad de diseño de la vía, encontrándose de esta manera los sitios precisos de los inicios de la prohibición de esta maniobra. Deberá existir una correspondencia entre la demarcación horizontal y la señalización vertical, y el inicio de la línea continua deberá corresponder con la señal SR-26 de prohibido adelantar.

20.4.1.3 ALTURA

La altura de la señal instalada, medida desde el extremo inferior del tablero hasta el nivel de la superficie de rodadura no deberá ser menor de un metro con ochenta centímetros (1,80 m), para aquéllas que se instalen en el área rural. Los delineadores de curva horizontal, se instalarán a una altura aproximada de un metro con cincuenta centímetros (1.50m), medida desde su extremo inferior hasta la cota del borde del pavimento.

En áreas urbanas, la altura de la señal medida desde su extremo inferior hasta la cota del borde del andén no deberá ser menor de dos metros (2.0 m).

Las señales elevadas se deberán colocar sobre estructuras adecuadas, en forma tal que presenten una altura libre mínima de cinco metros (5.0 m) sobre el punto más alto de la rasante de la vía.

20.4.2 Excavación

El Constructor efectuará una excavación cilíndrica de veinticinco centímetros (25 cm) de diámetro y sesenta centímetros (60 cm) de profundidad, para el anclaje de la señal.

Con el fin de evitar que la señal quede a una altura menor a la especificada cuando se instale en zonas donde la carretera transcurre en terraplén, en este caso la excavación sólo se realizará en una profundidad de treinta centímetros (30 cm) pero el Constructor deberá, además, instalar una formaleta de la altura necesaria para que al vaciar el concreto, la señal quede correctamente anclada y presente la altura especificada.

20.4.3 Anclaje de la señal

El anclaje se realizará rellenando la excavación con un concreto que presente las características indicadas en el numeral 710.2.10, del presente Artículo. También, se acepta la inclusión de los cantos a que hace referencia el mismo numeral.

20.4.4 Instalación de la señal

El Constructor instalará la señal de manera que el poste presente absoluta verticalidad y que se obtenga la altura libre mínima indicada en el numeral 26.4.1.3, del presente Artículo.

El tablero se deberá fijar al poste mediante tornillos de dimensiones mínimas de cinco dieciseisavos de pulgada (5/16") por una pulgada (1"), rosca ordinaria, arandelas y tuercas, todo galvanizado, a los cuales se les deberán dar golpes para dañar su rosca y evitar que puedan ser retirados fácilmente. Además, se deberán instalar cuatro (4) remaches a diez centímetros (10 cm) de distancia, medidos desde los tornillos hacia el centro de la cruceta. También se podrán utilizar otros sistemas de aseguramiento que impidan el retiro del tornillo o elemento de fijación.

20.4.5 Consideraciones adicionales

Adicionalmente se atenderá a todas las disposiciones contenidas en el "Manual de Señalización Vial", publicado por el Ministerio de Transporte de Colombia en el año 2004, en el Capítulo "Otros Dispositivos", para el caso de delineadores de curva y delineadores de obstáculos.

20.4.6 Limitaciones en la ejecución

No se permitirá la instalación de señales de tránsito en instantes de lluvia, ni cuando haya agua retenida en la excavación o el fondo de ésta se encuentre muy húmedo, a juicio del Interventor. Toda el agua retenida deberá ser removida antes de efectuar el anclaje e instalar la señal.

20.4.7 Manejo ambiental

Todas las labores referentes al suministro e instalación de señales verticales de tránsito se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

20.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

20.5.1 Controles

-Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.

-Comprobar que todos los materiales cumplan los requisitos exigidos en el numeral 26.2

-Efectuar mediciones de reflectividad con un retrorreflectómetro que mida directamente los valores en las unidades candela/candela-pie/pie^2, indicadas la norma técnica colombiana NTC - 4739.

- Comprobar la correcta instalación de las señales, de acuerdo con este Artículo.

-Contar y medir para efectos de pago, las señales correctamente elaboradas e instaladas.

20.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

20.5.2.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

No se admitirán tolerancias en relación con los requisitos establecidos en el numeral 710.2 para los diversos materiales que conforman las señales y su anclaje.

20.5.2.2 EXCAVACIÓN

La excavación no podrá tener dimensiones inferiores a las establecidas en el numeral 26.4.2.

20.5.2.3 INSPECCIÓN PREVIA

Previo al recibo de las señales, el Interventor hará una inspección en horas nocturnas, con la ayuda de una linterna apoyada en la frente, con la cual se iluminará la señal percibiéndose su calidad y detectándose zonas que no reflectan.

20.5.2.4 INSTALACIÓN

Las señales verticales de tránsito sólo se aceptarán si su instalación está en un todo de acuerdo con las indicaciones de los planos, del Interventor y de lo señalado en el presente Artículo.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser subsanadas por el Constructor, a su costa y a plena satisfacción del Interventor.

20.6 MEDIDA

Las señales verticales de tránsito se medirán por unidad (u), suministrada e instalada de acuerdo con los documentos del proyecto y este Artículo, a plena satisfacción del Interventor.

Las señales de tránsito que hayan sido contratadas por metro cuadrado (m2), se pagarán de acuerdo a esta unidad de medida aproximada a la centésima de metro cuadrado, del área reflectiva del tablero de la señal suministrada e instalada de acuerdo con los documentos del proyecto y este Artículo, a plena satisfacción del Interventor. Cuando al realizar el computo del área aceptada se obtenga una fracción igual o superior a cinco milésimas de metro cuadrado (0.005 m2), la aproximación se hará a la centésima superior y si la fracción es menor al valor señalado la aproximación se hará por defecto.

20.7 FORMA DE PAGO

El pago de las señales verticales de tránsito se hará al respectivo precio unitario del contrato, para todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir los costos de todos los materiales que conforman la señal, su fabricación, desperdicios, almacenamiento y transporte hasta el sitio de instalación; las mediciones topográficas requeridas, la excavación, el transporte y disposición en los sitios que defina el Interventor de los materiales excavados; los cantos, el concreto y las formaletas que eventualmente se requieran para el anclaje, así como todo costo adicional necesario para el correcto cumplimiento de esta especificación.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

ÍTEM DE PAGO

710 INV Señal vertical de tránsito grupo I unidad (u)
710 INV Señal vertical de tránsito grupo IV metro cuadrado (M2)

21 INV ARTICULO 730 DEFENSAS METÁLICAS

21.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de defensas metálicas a lo largo de los bordes de la vía, en los tramos indicados en los planos del proyecto o los establecidos por el Interventor.

21.2 MATERIALES

21.2.1 Lámina

Las barandas de las defensas metálicas serán de lámina de acero corrugado obtenidas por los sistemas de crisol abierto, horno eléctrico o convertidores básicos de oxígeno.

Las láminas deberán ser galvanizadas por inmersión en zinc en estado de fusión o por vía electrolítica, con una cantidad de zinc mínima de quinientos cincuenta gramos por metro cuadrado (550 g/m2), incluyendo ambas caras.

El zinc utilizado deberá cumplir las exigencias de la especificación AASHTO M-120 y deberá ser, por lo menos, igual al grado denominado "Prime Western". Todos los elementos deberán ser galvanizados en caliente según normas NTC 2076, 3320 y ASTM A123.

Los espesores de las láminas con las cuales se fabricarán las defensas, serán los de defensa clase A, de calibre 12 (2.67 mm).

Salvo que los documentos del proyecto o las especificaciones particulares determinen lo contrario, la lámina deberá cumplir todos los requisitos de calidad establecidos en la especificación M-180 de la AASHTO, en especial los de la tabla 54

Tabla 45. Requisitos de lámina para defensas metálicas

CARACTERÍSTICA		VALOR MÍNIMO
Vigas	Tensión mínima de rotura de tracción	490 MPa (49 kg/mm2)
	Límite de fluencia mínimo	350 MPa (35 kg/mm2)
	Alargamiento mínimo de una probeta de 50 mm de longitud por 12.5 mm de ancho y por el espesor de la lámina	12%
Secciones final y de tope	Tensión mínima de rotura de tracción	315 MPa (31.5 kg/mm2)
	Límite de fluencia mínimo	230 MPa (23 kg/mm2)
	Alargamiento mínimo de una probeta de 50 mm de longitud por 12.5 mm de ancho y por el espesor de la lámina	12%

21.2.2 Características de la defensa

La forma de la defensa será curvada del tipo doble onda (perfil W) y sus dimensiones deberán estar de acuerdo con lo indicado en la especificación AASHTO M-180, excepto si los planos del proyecto establecen formas y valores diferentes.

Las defensas que deban instalarse con un radio de curvatura de cuarenta y cinco metros (45 m) o menor, deberán adquirirse con la curvatura aproximada de instalación.

La defensa no necesita ningún revestimiento adicional (pintura o anticorrosivo).

Para la visualización de las defensas en horas nocturnas, en cada poste se adosará un captafaro, el cual debe cumplir con lo expresado en el Artículo 740 de las presentes especificaciones.

21.2.3 Postes de fijación

Podrán ser perfiles estructurales de acero en un todo de acuerdo con las dimensiones y pesos indicados en los planos y respondiendo a las características mecánicas indicadas en ellos, o perfiles de lámina de acero en U o en I, conformada en frío o en caliente, que permita sujetar la baranda por medio de tornillos sin que los agujeros dejen secciones debilitadas, que cumplan con las normas ASTM A36 o A588 y cuyos módulos resistentes cumplan las siguientes condiciones:

W (cm3) W (cm3) > 560cm6

$5 < Wx\ Wy < 10$

Los postes de fijación deberán ser galvanizados por inmersión en zinc en estado de fusión o por vía electrolítica, con una cantidad de zinc no menor a quinientos cincuenta gramos por metro cuadrado (550 g/m2).

Su longitud deberá ser de un metro con ochenta centímetros (1.80 m), salvo que los documentos del proyecto establezcan un valor diferente.

21.2.4 Elementos de fijación

Se proveerán tornillos de dos tipos, los cuales presentarán una resistencia mínima a la rotura por tracción de 490 MPa (49 kg/mm2).

Los tornillos para empalme de tramos sucesivos de defensa serán de dieciséis milímetros (16 mm) de diámetro y treinta y dos milímetros (32 mm) de longitud, con cabeza redonda, plana y cuello ovalado, con peso aproximado de ocho punto seis kilogramos (8.6 Kg) por cada cien (100) unidades.

Los tornillos de unión de la lámina al poste serán de dieciséis milímetros (16 mm) de diámetro y longitud apropiada según el poste por utilizar. Estos tornillos se instalarán con arandelas de acero, de espesor no inferior a cuatro milímetros y ocho décimas (4.8 mm) con agujero alargado, las cuales irán colocadas entre la cabeza del tornillo y la baranda. Tanto los tornillos como las tuercas y las arandelas deberán ser galvanizados conforme se indica en la especificación AASHTO M-232.

Los tornillos y las tuercas deberán igualar o exceder los requerimientos de la especificación ASTM A-307.

21.3 EQUIPO

Se deberá disponer del equipo necesario para la correcta y oportuna ejecución de los trabajos especificados, incluyendo barras de acero, palas, llaves fijas o de expansión y pisones manuales.

21.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

21.4.1 Localización

Si los planos o el Interventor no lo indican de otra manera, los postes deberán ser colocados a una distancia mínima de noventa centímetros (90 cm) del borde de la capa de rodadura o del borde considerado en vías sin pavimentar y su separación centro a centro no excederá de tres metros y ochenta centímetros (3.80 m).

Los postes se deberán enterrar bajo la superficie aproximadamente un metro con veinte centímetros (1.20 m). En el caso que la fundación de los postes se efectúe sobre roca se aceptará, de acuerdo a los planos del proyecto o por autorización del interventor, la instalación de los postes con una placa de base adosada a la roca. Para esto, se conformará en la roca una superficie horizontal para que le de cabida a la placa, se efectúen las perforaciones correspondientes en la roca, se afiancen los pernos a ésta con adhesivos epóxicos, para finalmente colocar los postes con sus placas y proceder a su atornillado, tal que se garanticé un comportamiento similar al de los postes enterrados.

La defensa se fijará a los postes de manera que su línea central quede entre cuarenta y cinco centímetros (45 cm) y cincuenta y cinco centímetros (55 cm), por encima de la superficie de la calzada.

La longitud mínima de los tramos de defensa deberá ser de treinta metros (30 m).

21.4.2 Excavación

En los sitios escogidos para enterrar los postes se efectuarán excavaciones de sección transversal ligeramente mayor que la del poste, las cuales se llevarán hasta la profundidad señalada en el numeral anterior.

21.4.3 Colocación del poste

El poste se colocará verticalmente dentro del orificio y el espacio entre él y las paredes de la excavación se rellenará con parte del mismo suelo excavado, en capas delgadas, cada una de las cuales se compactará cuidadosamente con pisones, de modo que al completar el relleno, el poste quede vertical y firmemente empotrado.

Se deberá nivelar la parte superior o sobresaliente de los postes, para que sus superficies superiores queden alineadas de manera que al adosar los tramos de defensa no se presenten altibajos en ésta.

21.4.4 Instalación de la defensa

La defensa deberá ensamblarse de acuerdo con los detalles de los planos y las instrucciones del fabricante de la lámina, cuidando que quede ubicada a la altura sobre el suelo establecida en el numeral 730.4.1.

21.4.5 Empalmes

Los empalmes de los diversos tramos de defensa deberán efectuarse de manera que brinden la suficiente rigidez estructural y que los traslapos queden en la dirección del movimiento del tránsito del carril adyacente.

La unión de las láminas se realizará con tornillos de las dimensiones fijadas en el numeral 27.2.4, teniendo la precaución de que su cabeza redonda se coloque en la cara de la defensa que enfrenta el tránsito.

21.4.6 Secciones final y de tope

En los extremos de las defensas metálicas se colocarán secciones terminales, las cuales serán tramos de tope (parachoques) en forma de U. Estas secciones se instalarán en defensas paralelas cuando finalizan en dos tramos y en defensas simples cuando se trata de tramos finales.

21.4.7 Limitaciones en la ejecución

No se permitirá efectuar excavaciones ni instalar defensas metálicas en instantes de lluvia.

21.4.8 Manejo ambiental

Todas las determinaciones referentes a los trabajos de defensas metálicas deberán ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones vigentes sobre el particular.

21.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

21.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento del equipo empleado por el Constructor.

-Comprobar que los materiales utilizados cumplan las exigencias de la presente especificación.

-Verificar que la excavación sea correcta y que la defensa se instale de acuerdo con los planos y las instrucciones del fabricante de la lámina.

-Medir para efectos de pago, las cantidades de obra correctamente ejecutadas.

21.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

21.5.2.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

- El Interventor se abstendrá de aceptar materiales que incumplan las exigencias del numeral 27.2 de esta especificación y las de las especificaciones ICONTEC, AASHTO y ASTM mencionadas en él.

-El terminado de la lámina galvanizada deberá ser de óptima calidad y razonablemente lisa y estará exenta de imperfecciones claramente apreciables a simple vista que puedan influir sobre la resistencia a la corrosión de la misma. Por tanto, no se aceptarán secciones con defectos tales como ampollas, cenizas, rebabas o acumulaciones de zinc que puedan interferir con el empleo específico del material galvanizado. Se admitirá el retoque de los defectos e imperfecciones del recubrimiento y la restauración de las zonas que hayan podido quedar sin cubrir durante la galvanización, siempre que estas zonas, consideradas individualmente, no tengan una superficie superior a los 10 cm2, ni afecten, en su conjunto, a más del 0,5% de la superficie total del recubrimiento de cada elemento. Los bordes no cubiertos que resulten de corte o punzonado no se consideran objetables.

-El aspecto gris oscuro mate de la totalidad o de parte del recubrimiento de los elementos, así como las manchas que no sean eliminables por limpieza con un paño seco, será motivo de rechazo.

-El Interventor rechazará defensas alabeadas o deformadas.

21.5.2.2 TOLERANCIAS

-No se admitirán láminas cuyo espesor sea inferior en más de veinticinco centésimas de milímetro (0.25 mm), en relación con los especificado para las defensas.

-No se admitirán tolerancias en relación con la altura a la cual debe quedar la línea central de la defensa, según se establece en el numeral 730.4.1 de esta especificación.

-Los postes no deberán desviarse de la vertical en más de 10 mm.

-En relación con otras dimensiones, tales como la separación entre postes y la distancia de la defensa al borde del pavimento, queda a criterio del Interventor aceptar o no tolerancias.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, y a plena satisfacción del Interventor.

21.6 MEDIDA

21.6.1 Defensas metálicas

La unidad de medida para las defensas metálicas instaladas será el metro lineal (m), aproximado al decímetro (dm), de acuerdo con los planos, con esta especificación y recibidas a satisfacción por el Interventor.

Cuando la fracción centesimal sea igual o superior a cinco centésimas (≥ 0.05) la aproximación se realizará al decímetro superior y si es menor, se realizará al decímetro inferior.

La medida se efectuará a lo largo de la línea central de la defensa entre los centros de los postes de fijación extremos.

Cuando se indique en los planos del proyecto el uso de amortiguadores de impacto, tenedores o aditamentos especiales, la medida y pago se incluirá dentro del valor del metro lineal de defensa metálica de acuerdo a los planos del proyecto o las indicaciones dadas por el Interventor.

21.6.2 Secciones final y de tope

Las secciones final y de tope se medirán por unidad (u), para cada clase especificada e instalada.

No se medirán defensas ni secciones final o de tope que se hayan instalado por fuera de los límites autorizados por el Interventor.

21.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por toda defensa metálica suministrada e instalada a satisfacción del Interventor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos de suministro, transporte, manejo, almacenamiento, desperdicios e instalación de los postes, láminas, secciones terminales y de amortiguación, y demás accesorios requeridos. Igualmente deberá considerar la excavación, el relleno, el cargue, el transporte y la disposición de los materiales sobrantes de ella. También se considerará la señalización preventiva de la vía y, en general, todo costo adicional relacionado con la correcta ejecución de los trabajos

especificados. Además, deberá incluir la administración, los imprevistos y la utilidad del Constructor.

ÍTEM DE PAGO

730 INV Defensa metálica	Metro lineal (m)
730 INV Sección final	Unidad (u)