

**APOYO PARA LAS ACTIVIDADES DE CONTROL DEL SISTEMA DE GESTIÓN
DE CALIDAD ISO 9001 EN LOS PROYECTOS: IROKA, LA CABECERA Y
PROVINCIA DE SOTO DE URBANAS S.A.**

**DIANA CAROLINA BENÍTEZ DUARTE
WARA TUPOK MENDIETA ROJAS
LUIS ESTEBAN RUEDA OÑATE**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2008**

**APOYO PARA LAS ACTIVIDADES DE CONTROL DEL SISTEMA DE GESTIÓN
DE CALIDAD ISO 9001 EN LOS PROYECTOS: IROKA, LA CABECERA Y
PROVINCIA DE SOTO DE URBANAS S.A.**

**DIANA CAROLINA BENÍTEZ DUARTE
WARA TUPIK MENDIETA ROJAS
LUIS ESTEBAN RUEDA OÑATE**

**Trabajo de grado realizado en la modalidad de practica empresarial como
requisito para obtener el titulo de Ingeniero Civil**

**Director:
Ing. M.Sc. WILFREDO DEL TORO RODRÍGUEZ**

**Tutor:
Ing. JULIÁN MORA CHÁVEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2008**

A Dios por regalarme la maravillosa experiencia de vivir.

A mis padres José y Matilde por su apoyo y amor incondicional.

*A mis hermanas Milena y Sandra por su cariño y comprensión en
todo momento.*

*A Julián José por llegarse a convertir en un nuevo motivo por quien
vivir y luchar.*

Diana Carolina

“La posibilidad de realizar un sueño es lo que hace que la vida sea interesante”

Y eso es lo que ha logrado mi madre, que gracias a su apoyo ha conseguido hacer de este sueño una realidad.

A mi hermano, quien silenciosamente me ha apoyado y por quien quisiera ser un ejemplo a seguir.

A Andreíta, por acompañarme durante casi todo este camino, de quien aprendí muchísimas cosas y a quien le deseo lo mejor de la vida.

Wara Tupuk

A Dios por haber cruzado en mi camino a todas esas personas que han contribuido de una u otra forma a ser la persona que soy hoy en día.

A mis padres Esteban y Nitzia por brindarme el apoyo y cariño necesario para alcanzar mi meta de ser Ingeniero Civil.

A mis hermanos Jair y Gendiryer por apoyarme en este camino.

Luis Esteban

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer primordialmente a cada una de nuestras familias por brindarnos su confianza y apoyo incondicional.

Gracias a Urbanas S.A. por permitirnos ser parte de su equipo de trabajo en sus obras a través de la práctica empresarial y al Ingeniero Julián Mora por esta oportunidad.

Al profesor Wilfredo Del Toro por su ayuda y colaboración en este proyecto.

A la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER así como a cada uno de nuestros profesores por los conocimientos que nos brindaron.

A todos nuestros grandes amigos y amigas por su ayuda y apoyo incondicional.

A todos ellos:

MUCHAS GRACIAS

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	29
1. URBANIZADORA DAVID PUYANA S.A. "URBANAS"	30
1.1 RESEÑA HISTÓRICA.....	30
1.2 POLÍTICAS DE CALIDAD	31
1.3 OBJETIVOS DE CALIDAD	31
1.4 MISIÓN	31
1.5 VISIÓN.....	31
1.6 ORGANIGRAMA.....	32
2. DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS	33
2.1 LA CABECERA.....	33
2.2 IROKA.....	34
2.3 PARQUE INDUSTRIAL Y COMERCIAL PROVINCIA DE SOTO	35
3. ENSAYOS Y ACTIVIDADES DE CONTROL DE CALIDAD EN OBRA DESARROLLADAS DURANTE LA PRACTICA.....	36
3.1 VERIFICACIÓN DE FLEXÓMETROS.....	36
3.2 REGISTROS DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE APARATOS DE TOPOGRAFÍA	37
3.2.1 Verificación y ajuste de instrumentos de topografía.	40
3.3 CALIDAD EN CONCRETOS.....	45
3.3.1 Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto (NTC 396): 46	
3.3.2 Concreto fresco. Toma de muestras (NTC 454):	47
3.3.3 Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra (NTC 550). .	47
3.4 CONTROL DE CALIDAD PARA EL CONCRETO QUE NO CUMPLE CON LA RESISTENCIA ESPERADA	50
3.5 DENSIDADES.....	52
3.5.1 Toma de densidades de suelo con densímetro nuclear.....	52

3.5.2	Toma de densidades de suelo con densímetro eléctrico (edg).....	54
3.6	ENSAYOS DE ESTANQUEIDAD.....	56
3.7	PRUEBAS HIDRÁULICAS EN REDES INTERNAS.....	58
3.8	PRUEBAS DE HERMETICIDAD.....	59
3.9	CONTROL DE CALIDAD PARA EL ACERO	60
3.10	PLAN DE CALIDAD	61
3.11	CONTROL DE PLANOS EN OBRA.....	65
3.12	SEGURIDAD SOCIAL	67
3.13	PRODUCTOS NO CONFORMES	68
4.	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA ACTIVIDADES EN OBRA	71
4.1	DEMOLICIÓN DE VIVIENDA.....	71
4.1.1	Desocupada de la vivienda.....	83
4.1.2	Construcción del campamento.	83
4.1.3	Retiro de árboles.	83
4.1.4	Comenzar con la demolición.....	84
4.1.5	Retiro de escombros.....	86
4.1.6	Realizar el replanteo.....	86
4.2	EXCAVACIÓN.....	87
4.2.1	Instalación de señalización	90
4.2.2	Levantamiento topográfico.....	90
4.2.3	Ubicación y chequeo de coordenadas de los linderos del predio	90
4.2.4	Establecer el o los BMs iniciales de referencia.....	90
4.2.5	Implantación del proyecto en el lote.	90
4.2.6	Corte, Cargue y Transporte de material.....	91
4.2.7	Protección a los taludes.....	92
4.2.8	Realizar el Replanteo.....	92
4.2.9	Continuación de la excavación.	92
4.2.10	Demolición de roca, cargue y transporte.	93
4.2.11	Abatimiento del nivel freático.....	96
4.2.12	Instalación de contrapeso en el talud	97
4.2.13	Definición del nivel de excavación.....	98

4.2.14	Realizar el replanteo.....	98
4.3	PLACA DE CIMENTACIÓN	99
4.3.1	Localización de los ejes de cimentación	101
4.3.2	Excavación para la placa de cimentación	102
4.3.3	Armado y fundida de la placa de cimentación	102
4.3.4	Curado de la placa de cimentación.....	105
4.4	COLUMNAS Y PANTALLAS.....	106
4.4.1	Realizar el replanteo	111
4.4.2	Continuar armando la pantalla.....	111
4.4.3	Marcación de ejes.....	111
4.4.4	Formaleteado de la pantalla	112
4.4.5	Fundida de la columna.....	117
4.4.6	Desformaleteada	119
4.4.7	Curado.....	120
4.5	PLACA MACIZA DE ENTREPISO SÓTANOS.....	122
4.5.1	Encofrado de la placa	122
4.5.2	Armado de la placa maciza.....	128
4.5.3	Fundida de la placa maciza	129
4.5.4	Curado de la placa.....	131
4.5.5	Desencofrado	131
4.6	MUROS DE CONTENCIÓN.....	132
4.6.1	Continuación del armado de refuerzo	133
4.6.3	Instalación de dilatación.....	133
4.6.4	Cimbrada del muro	134
4.6.5	Encofrado	134
4.6.6	Fundida del muro.....	136
4.6.7	Desformaleteada del muro.....	136
4.6.8	Resanes.....	136
4.6.9	Impermeabilización.....	137
4.6.10	Instalación de filtro.....	137
4.6.11	Relleno tras el muro	137

4.7	ESTRUCTURA TIPO TÚNEL.....	138
4.7.1	Muros estructurales.	139
4.7.2	Placa maciza.	145
4.8	MAMPOSTERÍA Y FRISOS.....	153
4.8.1	Mampostería.....	153
4.8.2	Pañetes.....	158
4.9	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, ELÉCTRICAS Y DE GAS	163
4.9.1	Instalaciones hidráulicas.....	165
4.9.2	Instalaciones sanitarias.....	167
4.9.3	INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	172
4.9.4	INSTALACIONES DE GAS.....	174
4.10	ENCHAPES.....	175
4.10.1	MORTERO DE PISO.....	176
4.10.2	ENCHAPADO.....	177
4.11	ESTUCO Y PINTURA.....	181
4.11.1	ESTUCO.....	182
4.11.2	PINTURA.....	183
4.12	MOVIMIENTO DE TIERRA (URBANISMO).....	185
4.12.1	Ubicación Topográfica.....	186
4.12.2	Descapote.	186
4.12.3	Localización y Replanteo.....	187
4.12.7	Nivelación y cereo.	196
4.12	REDES DE ALCANTARILLADO.....	197
4.12.1	Ubicación topográfica	198
4.12.2	Excavación de zanjas.....	198
4.12.3	Colocación de la base granular.	198
4.12.4	Instalación de la tubería	199
4.12.5	Rellenos.....	199
4.12.6	Construcción de pozos.	201
4.13	REDES DE ACUEDUCTO.....	202
4.13.1	Ubicación topográfica	203

4.13.2	Excavación de zanja.....	203
4.13.3	Instalación de tubería	203
4.13.4	Rellenos.....	204
4.13.5	Instalación de acometidas y cajas de inspección.	204
4.14	VÍAS EN PAVIMENTO.....	205
4.14.1	Nivelación y replanteo de sub-rasante.	205
4.14.2	Base granular.	206
4.14.3	Imprimación y Liga.	207
4.14.4	Capa asfáltica.....	207
4.14.5	Compactación.....	209
4.15	EMPRADIZACIÓN DE TALUDES	210
4.15.1	Nivelación y replanteo	210
4.15.2	Empradización.....	210
4.15.3	Deshierbe.	213
5.	CONCLUSIONES.....	214
	BIBLIOGRAFIA.....	215
	ANEXO 1	217

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Listado de verificación de flexómetros	37
Tabla 2. Instructivo verificación de teodolito	38
Tabla 3. Instructivo para nivel de precisión	39
Tabla 4. Instructivo para verificación de mira.....	40
Tabla 5. Asentamientos en concretos.....	46
Tabla 6. Edades de resistencias.....	47
Tabla 7. Formato de toma de densidades	53
Tabla 8. Presiones de ensayo.....	59
Tabla 9. Resistencia a la tracción del acero	60
Tabla 10. Listado Maestro de planos.....	65
Tabla 11. Entrega de planos en obra.....	66
Tabla 12. Asistencia de personal.....	67
Tabla 13. Porcentaje de aportes de seguridad social	67
Tabla 14. Formato PNC	69
Tabla 15. Llana de acuerdo a tipo de baldosa	178

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama URBANAS S.A.....	32
Figura 2. Proyecto "La Cabecera".....	33
Figura 3. Proyecto "Iroka"	34
Figura 4. Proyecto "Provincia de Soto"	35
Figura 5. Flexómetros obsoletos.....	36
Figura 6. Cierre de poligonal.....	40
Figura 7. Realización de cierre de poligonal.....	41
Figura 8. Ajuste de teodolito	42
Figura 9. Nivelación de teodolito.....	42
Figura 10. Instalación y nivelación del Nivel de Precisión.....	44
Figura 11. Verificación de mira con regla patrón (izq.), Verticalidad de mira (der)	44
Figura 12. Herramientas para muestras de concreto.....	45
Figura 13. Asentamiento de concreto	47
Figura 14. Toma de muestra de concreto	48
Figura 15. Demolición de muro estructural por mostrar baja resistencia a 3 días	49
Figura 16. Esclerómetro.....	50
Figura 17. Impacto en el esclerómetro.....	51
Figura 18. Extendida (izq.) y compactación (der.) de material.....	52
Figura 19. Toma de densidad	53
Figura 20. Densímetro Nuclear	54
Figura 21. Densímetro eléctrico	54
Figura 22. Instalación Sanitaria (araña)	56
Figura 23. Presencia de fuga	57
Figura 24. Instalación en un primer piso	57
Figura 25. Calibración del manómetro externo	58
Figura 26. Realización de prueba hidráulica.....	59
Figura 27. Realización de prueba de hermeticidad.....	60
Figura 28. Reporte de PNC	69
Figura 29. Solución de PNC	70
Figura 30. Diagrama de precedencias de demolición de vivienda.....	71
Figura 31. Valla con licencia de construcción	72
Figura 32. Visita de reconocimiento.....	73
Figura 33. Determinación del estado de la estructura.....	73
Figura 34. Elementos recuperables de la edificación anterior	74
Figura 35. Baldosa quebrada al intentar su recuperación.....	74
Figura 36. Ubicación de andamios para demolición	75
Figura 37. Vallas informativas.....	75
Figura 38. Cerramiento provisional.....	76
Figura 39. Cerramiento provisional y definitivo	76

Figura 40. Demolición manual de estructura con martillo neumático.....	77
Figura 41. Maquinaria utilizada para demolición con martillo hidráulico	78
Figura 42. Minicargador 236B con martillo hidráulico	78
Figura 43. Demolición mediante tracción	79
Figura 44. Uso de Explosivos	80
Figura 45. Retroexcavadora utilizada para demolición	81
Figura 46. Minicargador	82
Figura 47. Compresor	82
Figura 48. Equipo de oxicorte	82
Figura 49. Desocupada y desmantelada de la vivienda.....	83
Figura 50. Construcción de campamento	83
Figura 51. Tala y retiro de árboles	84
Figura 52. Proceso de demolición 1.....	84
Figura 53. Proceso de demolición 2.....	84
Figura 54. Instalación de andamios y demolición de dobles muros.....	85
Figura 55. Derrumbe de doble muro con retroexcavadora y continuación de demolición.....	85
Figura 56. Frisado e impermeabilizado de muro vecino	86
Figura 57. Retiro de escombros de la obra	86
Figura 58. Replanteo	86
Figura 59. Diagrama de precedencias de Excavación.....	87
Figura 60. Excavación sin apuntalar	88
Figura 61. Excavaciones apuntaladas	89
Figura 62. Apuntalamientos en excavaciones poco profundas.....	89
Figura 63. Excavación para alcanzar el nivel 0,0 del proyecto	91
Figura 64. Instalación de malla de poro fino en sumidero y cubrimiento de material en las volquetas.....	91
Figura 65. Preparación y aplicación de mortero para chafarreo de taludes.....	92
Figura 66. Replanteo cuando se ha llegado a nivel 0,0 del proyecto.....	92
Figura 67. Continuación de excavación y regla para control de pendiente de taludes	93
Figura 68. Rocas encontradas producto de la excavación	94
Figura 69. Perforación de la roca con la ayuda de compresor.....	94
Figura 70. Preparación del cemento expansivo	94
Figura 71. Llenado de las perforaciones con el producto	95
Figura 72. Resultados obtenidos sobre la roca.....	95
Figura 73. Apariencia del cemento expansivo en los orificios llenados y en la superficie de falla	95
Figura 74. Procedimiento para fragmentar la roca fracturada.....	96
Figura 75. Succión de agua a través de motobomba.....	96
Figura 76. Perforación en el suelo y ubicación del pozo cisterna	97
Figura 77. Instalación de contrapeso en el pie del talud	98
Figura 78. Replanteo a nivel de cimentación	98

Figura 79. Repaleo sótano bajo.....	99
Figura 80. Diagrama de precedencias de Placa de Cimentación	99
Figura 81. Cimientos de zapata	100
Figura 82. Cimientos de losa continua.....	100
Figura 83. Cimentación sobre pilotes.....	101
Figura 84. Pilas o Pozos	101
Figura 85. Demarcación con cal de los ejes de cimentación	102
Figura 86. Excavación para la placa de cimentación	102
Figura 87. Extendida de capa de arena	102
Figura 88. Aplicación de concreto de limpieza.....	103
Figura 89. Armada y fundida de la torta inferior	103
Figura 90. Armada y fundida de la viga de borde	104
Figura 91. Armada de la placa aligerada de cimentación	104
Figura 92. Fundida de la placa aligerada de cimentación.....	105
Figura 93. Placa de cimentación fundida	106
Figura 94. Diagrama de precedencias de columnas y pantallas.....	106
Figura 95. Sección transversal y longitudinal de esquineros y apariencia en las columnas	107
Figura 96. Grapas y ubicación de las mismas entre los tableros.....	107
Figura 97. Pines y ubicación de los mismos para sujetar las corbatas	108
Figura 98. Corbata y ubicación de la misma dentro de la columna.....	108
Figura 99. Bolsas para corbatas	108
Figura 100. Sección transversal y longitudinal de ángulos	109
Figura 101. Sección transversal y longitudinal de alineador	109
Figura 102. Paral	109
Figura 103. Tensor.....	110
Figura 104. Tableros metálicos manoportables	110
Figura 105. Cimbra	110
Figura 106. Continuación del armado de la pantalla.....	111
Figura 107. Marcación de ejes por parte del topógrafo.....	111
Figura 108. Aplicación de ACPM y grasa a los tableros y esquineros	112
Figura 109. Ubicación de los extremos de la columna.....	112
Figura 110. Cimbrada de la pantalla	113
Figura 111. Verificación de la alineación	113
Figura 112. Formaleteada de la pantalla	114
Figura 113. Ubicación de los esquineros	114
Figura 114. Engrasada de corbatas e introducción a las fundas	114
Figura 115. Ubicación de las corbatas.....	115
Figura 116. Continuación del armado de los tableros.....	115
Figura 117. Instalación de los alineadores ajustados con los tensores	116
Figura 118. Asegurar los tableros inferiores	116
Figura 119. Instalación de plomos en la columna.....	116
Figura 120. Instalación de parales	117

Figura 121. Regar agua dentro de la formaleta	118
Figura 122. Fundida de la pantalla.....	118
Figura 123. Eliminación del aire del concreto	119
Figura 124. Desformaletada.....	119
Figura 125. Retiro de corbatas.....	120
Figura 126. Apariencia de pantalla antes y después de resane superficial y tela verde para cernir.....	120
Figura 127. Procedimiento para realizar resanes mayores.....	121
Figura 128. Aplicación de antisol	121
Figura 129. Diagrama de precedencias de Placa maciza de entrepiso sótanos..	122
Figura 130. Cimbrada de columna para referencia de altura	123
Figura 131. Marcación de altura de referencia con ayuda de una manguera de nivel	123
Figura 132. Ubicación de la cercha entre columnas	124
Figura 133. Saliente de la cercha y hueco del paral, para brindar seguridad al sistema	124
Figura 134. Ubicación de vientos en la cercha	124
Figura 135. Instalación de cerchas y parales.....	125
Figura 136. Partes y accesorios del paral.....	125
Figura 137. Instalación de contravientos	126
Figura 138. Continuación de armado de cerchas y parales.....	126
Figura 139. Ubicación de tableros para vigas descolgadas y armado de las mismas	127
Figura 140. Formaletado de la viga	127
Figura 141. Instalación de formaleta para placa maciza	127
Figura 142. Instalación de tableros para placa maciza	128
Figura 143. Armado de la placa maciza.....	128
Figura 144. Ubicación de instalaciones eléctricas	129
Figura 145. Humedecimiento de placa	129
Figura 146. Vaciado y extendida del concreto	130
Figura 147. Vibrada del concreto y elaboración de alistados para nivelación.....	130
Figura 148. Nivelada del concreto en placa maciza.....	130
Figura 149. Nivelación y pulida de la placa.....	131
Figura 150. Curado de la placa.....	131
Figura 151. Aspecto de la placa maciza después del desencofrado	132
Figura 152. Diagrama de precedencias en Muros de Contención	132
Figura 153. Continuación del armado de refuerzo	133
Figura 154. Descarce de la zona a fundir	133
Figura 155. Instalación de dilatación.....	134
Figura 156. Cimbrada del muro	134
Figura 157. Instalación de tableros del muro	135
Figura 158. Encofrado del muro de contención	135
Figura 159. Apuntalamiento de tableros del muro de contención	136

Figura 160. Fundida del muro de contención.....	136
Figura 161. Impermeabilización del muro de contención.....	137
Figura 162. Relleno tras muro de contención	137
Figura 163. Diagrama de precedencias de Estructura Túnel.....	138
Figura 164. Replanteo de muros estructurales	140
Figura 165. Dado	140
Figura 166. Armado de malla.....	141
Figura 167. Cubrimiento de boquillas	141
Figura 168. Instalaciones internas en muros	142
Figura 169. Pasarela de protección	143
Figura 170. Pasadores de formaleta.....	143
Figura 171. Tornillos para verticalidad de túnel	143
Figura 172 Plomos de la formaleta	144
Figura 173. Formaleteado de muros.....	144
Figura 174. Vaciado y vibrado de muros estructurales	145
Figura 175. Resane en muro estructural.....	145
Figura 176. Formaleteado de la placa	146
Figura 177. Verificación de la altura de la placa	146
Figura 178. Manivelas para subir o bajar la altura de la placa	146
Figura 179. Formaleta en borde de placa	147
Figura 180. Armado de malla inferior.....	147
Figura 181. Detalle de instalación sanitaria	148
Figura 182. Instalaciones internas	149
Figura 183. Instalación de vigas sobre muros	149
Figura 184. Formaleta para los dados	150
Figura 185. Vaciado (izq.) y vibrado (der.).....	150
Figura 186. Nivelación de la superficie	151
Figura 187. Desformaleteado de placa	151
Figura 188. Retacado de la placa	151
Figura 189. Curado de placa	152
Figura 190. Lavado de los muros y placa	152
Figura 191. Resane de estructura.....	152
Figura 193. Replanteo de mampostería.....	153
Figura 192. Diagrama de precedencias de Mampostería y Frisos.....	153
Figura 194. Verificación de verticalidad	154
Figura 195. Anclaje en muros	154
Figura 196. Plomo, verticalidad del muro.....	155
Figura 197. Horizontalidad y verticalidad en muro de mampostería.	155
Figura 198. Dintel (izq.) y descolgado (der.)	156
Figura 199. Anclaje de descolgado.....	156
Figura 200. Formaleteado de descolgado	157
Figura 201. Refuerzo de columnetas.....	157
Figura 202. Dilatación con icopor.....	158

Figura 203. Columnetas de concreto	158
Figura 204. Replanteo de pañete.....	159
Figura 205. Chafarreo.....	159
Figura 206. Caída de friso en muro estructural.....	160
Figura 207. Enrase del friso.....	160
Figura 208. Juntas constructivas entre placa de entrepiso	161
Figura 209. Friso de muro.....	162
Figura 210. Instalación de malla y cernida de arena.....	162
Figura 211. Diagrama de precedencias de Instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y de gas	163
Figura 212. Instalaciones internas en estructura túnel.....	164
Figura 213. Realización de regatas	164
Figura 214. Instalación interna en mampostería	165
Figura 215. Embone e instalación de malla	165
Figura 216. Conexión a montante hidráulica	166
Figura 217. Red hidráulica provisional.....	166
Figura 218. Araña	167
Figura 219. Sellantes de sifón de piso y de sanitario.....	168
Figura 220. Taponamiento de tuberías	169
Figura 221. Conexiones de tuberías sanitarias.....	170
Figura 222. Detalles de conexiones a bajantes	171
Figura 223. Buitrón de fachada.....	172
Figura 224. Cielo raso en Dry Wall	172
Figura 225. Regata para instalación eléctrica.....	173
Figura 226. Alambrado	173
Figura 227. Cobertura de cajas.....	173
Figura 228. Instalación de aparatos.....	174
Figura 229. Pruebas de hermeticidad.....	174
Figura 230. Ventilación de calentador.....	175
Figura 231. Diagrama de precedencias de Enchapes y Pisos.....	175
Figura 232. Descarchada de piso	176
Figura 233. Mortero de piso.....	176
Figura 234. Dilatación	177
Figura 235. Aplicación de pegante.....	178
Figura 236. Primera hilada.....	178
Figura 237. Enchape de piso	179
Figura 238. Dilatación	179
Figura 239. Corte de prolongaciones de instalaciones sanitarias.....	179
Figura 240. Instalación de codal	180
Figura 241. Puntos hidrosanitarios	180
Figura 242. Emboquillado	181
Figura 243. Vista enchapado final y protección de enchapado.....	181
Figura 244. Diagrama de precedencias de Estuco y Pintura	181

Figura 245. Aplicación de sellante en ranuras del techo.....	182
Figura 246. Primera y última mano de estuco.....	183
Figura 247. Pulida o lijada del estuco	183
Figura 248. Primera mano de pintura	184
Figura 249. Realización de filos.....	184
Figura 250. Tercera mano de pintura.....	185
Figura 251. Diagrama de predecesoras y sucesoras de movimiento de tierras de lote sin urbanizar.....	185
Figura 252. Retiro de capa vegetal y sacada de raíces	187
Figura 253. Corte material	187
Figura 254. Capa de relleno y compactación con Vibro-Compactador	189
Figura 255. Extendida de material interno y toma de densidades	189
Figura 256. Muro en tierra reforzada (izq.) y Muro de contención (der.).....	190
Figura 257. Localización y replanteo	191
Figura 258. Excavación de material.....	191
Figura 259. Extendida del geotextil y traslapos.....	192
Figura 260. Compactación de capas	192
Figura 261. Toma de densidades	192
Figura 262. Estiramiento y anclaje de geotextil.....	193
Figura 263. Instalación de formaleta fija	193
Figura 264. Fallas de alineamiento (izq), Diferencia de espesores de capas (cen) y Deformaciones en geotextil (der).....	194
Figura 265. Instalación, apoyo y anclaje de la formaleta temporal	194
Figura 266. Anclajes de formaleta temporal	195
Figura 267. Colocación de malla y chafarreo.....	195
Figura 268. Geodren circular	196
Figura 269. Construcción de filtro Francés e instalación de geodren circular.....	196
Figura 270. Nivelación con ayuda de moto niveladora y toma de niveles de topografía.....	197
Figura 271. Diagrama de predecesoras y sucesoras en redes de alcantarillado.	197
Figura 272. Zanjas de alcantarillado con retro-excavadora	198
Figura 273. Extendida de la base granular	199
Figura 274. Instalación de relleno granular de tubería.....	200
Figura 275. Conformación de atraque de la tubería.....	200
Figura 276. Relleno con material seleccionado	200
Figura 277. Relleno con material común	201
Figura 278. Construcción de pozo de inspección pluvial	201
Figura 279. Esquema de cámara de caída de pozo	202
Figura 280. Diagrama de predecesoras y sucesoras de redes de alcantarillado.	202
Figura 281. Instalación de tubería de acueducto	204
Figura 282. Acometida hidráulica.....	204
Figura 283. Diagrama de predecesoras y sucesoras de vías en pavimentos.....	205
Figura 284. Nivelación con motoniveladora	206

Figura 285. Extendida y compactación de la base granular	206
Figura 286. Problemas de mala compactación en la base granular	207
Figura 287. Distribución de material con finisher	208
Figura 288. Medida de espesor de capa asfáltica.....	208
Figura 289. Distribución de capa asfáltica con abanicadores	209
Figura 290. Superficie lista para entrega	209
Figura 291. Diagrama de predecesoras y sucesoras de empradización de taludes	210
Figura 292. Localización de puntos	210
Figura 293. Instalación de Bambú	211
Figura 294. Construcción de canaleta chafarreada	211
Figura 295. Germinación de vegetación a través del agromanto.....	212
Figura 296. Pasos para la instalación de agromantos	213
Figura 297. Aplicación de semillas con fertilizante.....	213

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. DOSIFICACION DE MORTEROS	217
---	-----

GLOSARIO

ACELERANTE: aditivo que acelera el proceso de endurecimiento del concreto, para obtener mejores resistencia a temprana edad.

ADITIVO: producto químico que se adiciona en baja proporción a la mezcla de concreto con el fin de modificar alguna de sus propiedades y adecuarlo al fin que se destine.

BENTONITA: arcilla expansiva.

B.M.: significa Banco de Marca, se utiliza para levantar o medir un terreno altimétricamente, el BM esta referenciado geodésicamente y esta fijo sobre el terreno o definido en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

BREAKER: protector de circuitos para evitar cortocircuitos.

BUITRÓN: espacio dentro de una edificación destinado a la conducción de tuberías verticales (montantes de la red de consumo, red contraincendios, red eléctrica, desagües sanitarios, etc.).

CEREO: nivelación final del terreno, dejar cota de proyecto.

CURADO: consiste en hidratar el concreto

DADO: llamado también como collarín o talón de muro, es el arranque en concreto de los muros, para facilitar la colocación de la formaleta. Se hace fundiendo unos 10 cm. de altura e los muros en la localización exacta.

DINTEL: elemento estructural (en concreto o mampostería reforzada) que queda sobre el marco de las puertas.

ENTIBADO: equipo como pared portátil que se pone en las zanjas para mantener las paredes de las zanjas para que no hay derrumbes.

FRAGUADO: cambio del estado fluido al estado rígido de una pasta de cemento, mortero o concreto, que implica perdida de plasticidad.

GÓNDOLA: recipiente con que se transporta el concreto mediante la torre grúa.

HORMIGONEO: presencia de vacíos en el concreto debido al mal vibrado.

MACANEO: corte de maleza con macaneadora.

MOCHETA: muro saliente de longitud corta, que sale de otra pared.

OUTINORD: tipo de formaleta utilizada especialmente para el sistema túnel, inventada en Francia con el fin de encontrar métodos mas eficientes para la construcción.

PASE: espacio libre que se deja en el muro o placa con un tubo de diámetro mayor para posteriormente pasar un tubo a través del hueco que queda.

REBABA: materia sobrante cualquiera, que forma un resalte en los bordes de un objeto.

REGATA: canchas o canales para colocar tubería en la pared.

SEGREGACIÓN: la segregación del concreto sucede cuando los agregados se separan del resto del concreto.

SISTEMA TRADICIONAL: sistema constructivo “in situ”, en el cual los principales elementos estructurales son columnas, vigas y placas aligeradas.

SISTEMA TÚNEL: sistema constructivo industrializado “in situ”, en el cual los principales elementos estructurales son muros de concreto y placas macizas reforzadas con malla electrosoldada. El sistema permite que se desencofre al día siguiente de la fundida, haciendo una rotación diaria de la formaleta.

TORRE GRÚA: máquina de gran altura utilizada para cargar formaleta y materiales en la construcción de edificaciones.

RESUMEN

TÍTULO: APOYO PARA LAS ACTIVIDADES DE CONTROL DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD ISO 9001 EN LOS PROYECTOS: IROKA, LA CABECERA Y PROVINCIA DE SOTO DE URBANAS S.A.*

AUTORES: BENÍTEZ DUARTE, Diana Carolina
MENDIETA ROJAS, Wara Tupuk
RUEDA OÑATE, Luis Esteban**

PALABRAS CLAVES: Control de Calidad, Estructura Tradicional, Estructura Túnel, Urbanismo.

DESCRIPCIÓN:

Las actividades que se realizan dentro de un proyecto de construcción se llevan a cabo satisfactoriamente si tanto las personas encargadas de realizarlas como quienes las verifican saben cómo ejecutarlas. Es por esto, que en el presente trabajo se expone una guía con el procedimiento constructivo paso a paso para la correcta elaboración de diversas actividades en proyectos de urbanismo y de construcción en estructuras tipo túnel y tradicional, enfocándose principalmente en detalles constructivos, conceptos teóricos y prácticos apoyados en registros fotográficos que proporcionan una fundamentación de las labores de campo.

En el desarrollo de la metodología de éste trabajo se explican desde las actividades preliminares como el deshierbe del terreno, pasando por procesos constructivos que implican la ejecución del proyecto, hasta las de carácter más estéticos como la aplicación de la pintura, presentando un vocabulario de carácter más constructivo que descriptivo, con el fin de familiarizarse con la terminología utilizada en obra.

Es por esto que la razón principal de ésta guía, se debe a que la documentación de una obra se convierte en una pieza fundamental en la enseñanza de la ingeniería, y en términos laborales, es un paso importante hacia el mejoramiento de los procesos y el avance hacia la calidad, y qué mejor que la elaboración del presente texto haya sido realizada por personas que estuvieron directamente en la obra, que es el sitio donde realmente se adquieren conocimientos operativos y de ejecución de la misma.

* Proyecto de grado, Modalidad Práctica Empresarial

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Wilfredo Del Toro

ABSTRACT

TITLE: SUPPORT TO THE ACTIVITIES OF CONTROL OF THE SYSTEM OF MANAGEMENT OF QUALITY ISO 9001 IN THE PROJECTS: IROKA, LA CABECERA AND PROVINCIA DE SOTO OF URBANAS S.A.*

AUTHORS: BENÍTEZ DUARTE, Diana Carolina
MENDIETA ROJAS, Wara Tupuk
RUEDA OÑATE, Luis Esteban**

KEY WORDS: Quality Control, Traditional Structures, Tunnel Structures, Urbanism

DESCRIPTION:

The activities that go inside a construction project are carried out successfully if the individuals in charge of making and verify them know how to implement them. For this reason, this paper presents a guide to the constructive procedure step by step for the proper development of diverse activities in urbanism and construction projects of tunnel and traditional structures, mainly focusing in constructive details, theoretical and practical concepts supported by photographic records that provide a foundation for the work field.

In the development of this work's methodology, different preliminary activities are explained from the beginning such as the field's weeding, passing through constructive processes implicated in the project's execution, and even the aesthetic ones such as painting; presenting a more constructive than descriptive vocabulary, in order to familiarize with the terminology used in the work.

That is why the main reason for this guide, is the fact that a work's documentation becomes a key element in the teaching of engineering, and in labor terms, it is an important step towards improving the processes and advancing to quality, and what better than the making of this text has been done by people who where there, in the place where we can really acquire operational and executional concepts.

* Project of Grade, Managerial Practical Modality

** Faculty Engineering's Physique Mechanics, School Engineering's Civil, Wilfredo Del Toro

INTRODUCCIÓN

En el ejercicio profesional el Ingeniero Civil se ve enfrentado a múltiples campos de desempeño, siendo la construcción uno de los más representativos e importantes, ya que es en éste donde se materializa lo que se ha propuesto e idealizado en las demás áreas de aplicación profesional.

En el proceso de aprendizaje durante la etapa de pregrado, al estudiante se le brinda una amplia variedad de fundamentos teóricos y técnicos los cuales se complementan con conocimientos prácticos que se adquieren generalmente en la ejecución de los proyectos y en la documentación basada en los mismos.

Por lo anterior, el presente proyecto pretende ser una herramienta tanto para los estudiantes de pregrado como para aquellas personas interesadas en el sector de la construcción, ya que se presenta la documentación de algunos procesos constructivos en la diferentes etapas de los proyectos más difundidos en el medio, debido a que proporciona algunos fundamentos, aspectos y detalles que se pueden obviar en el momento de la construcción, pero que posteriormente se ven reflejados en el producto a entregar.

Debido a que éste proyecto no abarca la totalidad de las actividades llevadas a cabo en el proceso de la construcción, se hace necesario complementar ésta información con otros métodos constructivos alimentando el presente documento. A pesar de ésta limitación, éste proyecto representa una excelente ayuda en el aprendizaje, ya que está basado en experiencias y observaciones in situ y adicionalmente cuenta con registros fotográficos y con la secuencia detallada de actividades a realizar, suministrando importantes ideas de los aspectos básicos de los procesos constructivos, con el fin de brindar conocimientos para lograr perfiles profesionales integrales en los que no sólo se cuente con los principios teóricos, sino que se posean conocimientos prácticos y operativos, para verificar y aprobar actividades propias de la construcción y llegar a ser personas que realmente apliquen la ingeniería en todos sus ámbitos.

1. URBANIZADORA DAVID PUYANA S.A. “URBANAS”

1.1 RESEÑA HISTÓRICA

En el año 1923 el señor Alejandro Puyana Martínez, reactivo como urbanistas en compañía de hermanos y cuñados la firma Sucesores de David Puyana S.A., una de las más antiguas sociedades anónimas fundadas en Santander Colombia. Sus primeras construcciones fueron parte de las vías principales de la capital del departamento "Bucaramanga" y la urbanización del barrio Puyana, en los años 30 y 40's se asocio para desarrollar el barrio Sotomayor.

A partir de 1946 se dio inicio a la administración de la compañía por parte de Don Armando Puyana Puyana, quien inició la construcción de la calle 42 con servicios de alcantarillado, acueducto y sardineles.

En el año de 1949 con los activos y pasivos de la firma Sucesores de David Puyana S.A., y los mismos socios se constituyó Urbanizadora David Puyana S.A. (Urbanas), quien desde ese momento y por varias décadas hasta el día de hoy ha liderado importantes proyectos de desarrollo urbanístico y arquitectónico en Bucaramanga y su Área Metropolitana.

En la última década se han desarrollado proyectos modernos de gran impacto y contribución al desarrollo, dentro de estos podemos citar:

En terrenos de la antigua hacienda de "Cabecera del Llano" se desarrolló en 1995 el conjunto residencial Casa Hacienda con 53 apartamentos con las mejores especificaciones y zonas comunes.

En Cañaveral se han desarrollado varios proyectos de vivienda media-alta, se desarrolló el urbanismo del barrio Parque de Cañaveral, frente a las canchas de Golf del Club Campestre y en 1998 se construyeron 140 viviendas en el conjunto denominado Álamos Parque.

Finalmente Urbanas tiene el gran proyecto internacional de "Ruitoque" que incluye Club de Golf, Tennis, Squash, Hípica Recreativa y Club Náutico, conectado con la autopista Bucaramanga-Piedecuesta, 3 Kms adelante de Floridablanca por una magnífica carretera, y en él se desarrolla una de las mejores urbanizaciones de Sudamérica. El proyecto ofrece varias alternativas dentro de las cuales se encuentran cabañas, casas y lotes.

Actualmente en este proyecto habitan más de 500 familias y se encuentra totalmente terminada la cancha de Golf de 18 hoyos que fue diseñada por la firma Golden Bear de Jack Nicklaus, el golfista más importante del mundo y su construcción ejecutada por uno de los constructores más importantes de Estados Unidos, la firma J.R. Pierman Asc. quien se especializa en esta labor alrededor de todo el mundo incluyendo a Japón.

1.2POLÍTICAS DE CALIDAD

URBANAS S.A. diseña, comercializa y construye edificaciones y obras de urbanismo, que cumplen los requisitos establecidos con el cliente, incluyendo los legales y reglamentarios, mediante el mejoramiento de sus procesos, el desarrollo de sus empleados y el compromiso de los contratistas y proveedores para asegurar la satisfacción de sus clientes.

1.3OBJETIVOS DE CALIDAD

- Cumplir con la entrega de los productos de acuerdo a los requisitos establecidos con el cliente.
- Lograr el desarrollo de los proyectos de construcción en los tiempos programados, y según la utilidad estimada.
- Cumplir con el desarrollo del control de calidad por Obra.
- Obtener un alto desempeño por parte del recurso humano de la organización.
- Asegurar la calidad de los productos adquiridos y los servicios contratados

1.4MISIÓN

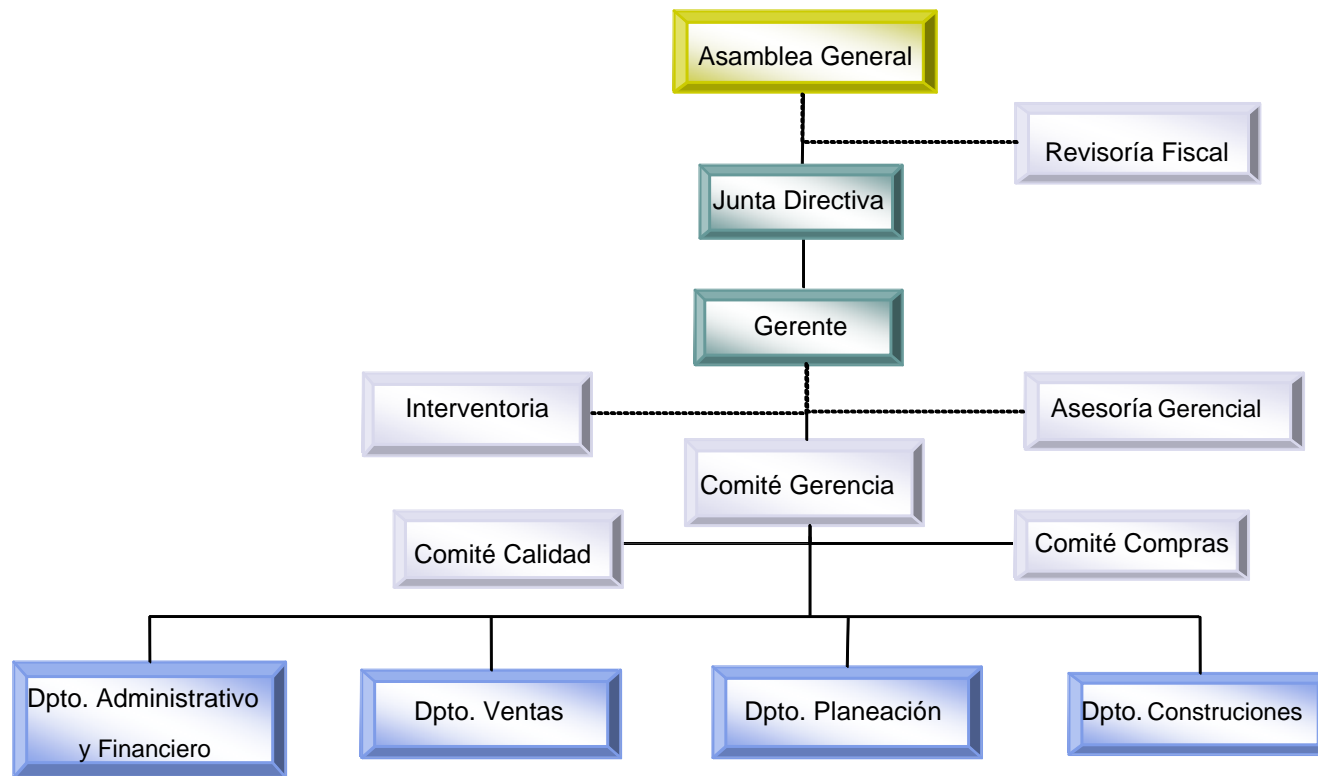
Urbanizadora David Puyana S.A. “URBANAS” satisface a sus clientes en los requerimientos de espacios y terrenos para: habitación, recreación comercio e institución, proponiendo, comercializando y construyendo proyectos con conceptos innovadores para la convivencia comunitaria, la preservación del medio ambiente y el mejoramiento social y económico del país.

1.5VISIÓN

URBANAS S.A. en el 2010 mantendrá el liderazgo local, trascenderá al ámbito nacional proyectando sus valores y compromisos, en el desarrollo de proyectos de construcción que abarquen todos los segmentos del mercado y que generen impacto en el desarrollo urbanístico.

1.6 ORGANIGRAMA

Figura 1. Organigrama URBANAS S.A.



Fuente: Manual de construcciones, Urbanas S.A.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS

2.1 LA CABECERA

Figura 2. Proyecto "La Cabecera"



Fuente: www.urbanasconstructora.com.co



La Cabecera tiene dos tipos de apartamentos, el tipo A de 126 m² y el tipo B de 99.95 m². Cada uno de los apartamentos tipo A y tipo B tienen acceso a una zona común que mejora notablemente las prestaciones del área social.

La Cabecera se ubica en la carrera 38 42-07, y además cuenta con home theater, salón social, terraza de barbecue y gimnasio. El acceso general se hace por puentes inclinados, bajo los cuales hay espejos de agua.

Cada apartamento tipo A, tiene asignados dos parqueaderos privados consecutivos y una bodega y cada apartamento tipo B tiene asignado parqueadero privado y la opción de una bodega. El acceso se sucede en el extremo sur del lote, sobre la carrera 38, mediante una rampa de doble vía, que comienza después del ante jardín general; tiene 161 parqueos (25 de visitantes), en niveles de 26 unidades, que se desarrollan en medios pisos todos con acceso a los ascensores de la respectiva torre.

2.2IROKA

Figura 3. Proyecto "Iroka"



Fuente: www.urbanasconstructora.com.co



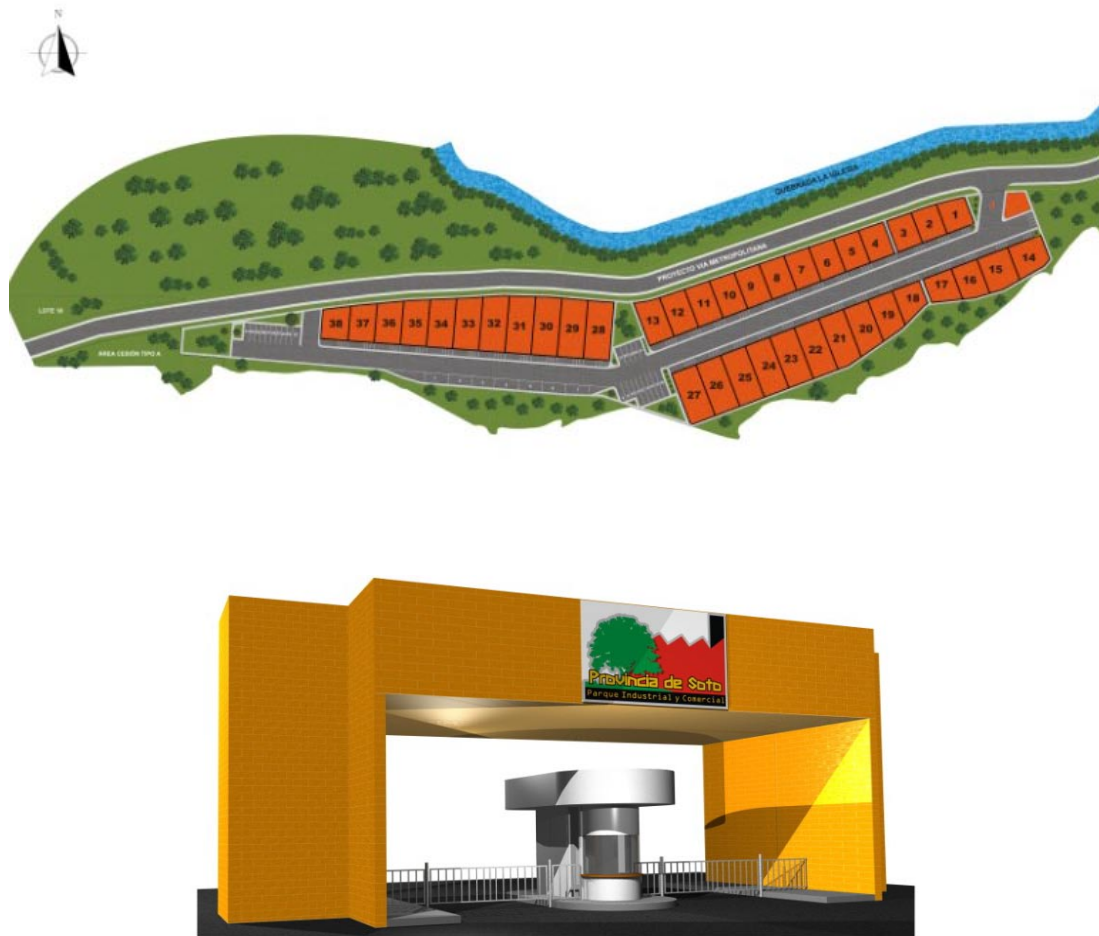
Iroka cuenta con cuatro terrazas mayores, la primera, sobre la vía circunvalar de la Pera que recibe al residente y a los visitantes en portería, con lobby, recibo, administración, minimarket y ascensor que conduce por un túnel a las torres. La segunda permite el desarrollo de la torre N.2, la tercera el desarrollo de la torre N.1. y la última el área de piscinas y el salón comunal sobre las canchas del Club Campestre.

Cada torre de 15 pisos tiene 60 apartamentos, 56 tipo y 4 pent house. El acceso por dos niveles permite tomar cada uno de los dos ascensores de la torre según sea piso par o impar, los apartamentos tienen máxima independencia entre sí.

El apartamento tipo cuenta con 99.95 m² y el pent house de 188 m² más terrazas, es un apartamento duplex con acceso por el nivel superior con el área social doble y un área de servicios y descendiendo al área privada con un estudio, con terraza, hall de T.V, cuatro habitaciones y tres baños, uno de ellos en la alcoba principal.

2.3 PARQUE INDUSTRIAL Y COMERCIAL PROVINCIA DE SOTO

Figura 4. Proyecto "Provincia de Soto"



Fuente: www.urbanasconstructora.com.co

El parque industrial y comercial Provincia de Soto, es un conjunto cerrado con vías de 12 metros de calzada, antejardines, parqueos para tracto mulas, parqueos para visitantes y servicios comunes, 60 lotes para bodegas desde 500 m². Como está ubicado en el municipio de Bucaramanga permite operaciones industriales, comerciales y logísticas a las personas que adquieran dichas bodegas.

3. ENSAYOS Y ACTIVIDADES DE CONTROL DE CALIDAD EN OBRA DESARROLLADAS DURANTE LA PRACTICA

Con el fin de garantizar la calidad de cada uno de los procesos constructivos del proyecto es necesario realizar una serie de pruebas y ensayos de acuerdo a la norma en cada actividad realizada, para que de esta manera la calidad del producto a entregar sea el adecuado.

3.1 VERIFICACIÓN DE FLEXÓMETROS

Esta verificación se realiza dentro de la obra cada dos meses con la regla patrón perteneciente a la organización, y de longitud 1 metro, con el fin de determinar el estado de las cintas métricas, así como las desviaciones de las mismas y decomisar, si es necesario, las que no se encuentren en un estado óptimo de operación, es decir, que no tengan continuidad, estén deterioradas, tengan mala apariencia o estén borrosas las líneas.

Figura 5. Flexómetros obsoletos



La mencionada verificación se realiza a todos los flexómetros que estén siendo utilizados en la obra, pues con ello se evita el uso de elementos de medición en estado defectuoso, ya que por la naturaleza del proyecto, puede convertirse en un gran error que puede conllevar a reprocesos y por ende, sobrecostos dentro de la ejecución de la obra.

Dicha actividad tiene un formato codificado como CTR-FO-30 Listado de Verificación de Flexómetros, en el cual, aparece el nombre y cargo de las personas que poseen cinta métrica y a las cuales se les realiza la verificación, la medida de 3 metros, la marca, y las respectivas observaciones, respecto a si el flexómetro se encuentra en buen estado, o debe ser decomisado.

Tabla 1. Listado de verificación de flexómetros

		LISTADO DE VERIFICACIÓN DE FLEXOMETROS				CODIGO	CTR-FO-30				
						VERSION	1				
Proyecto:		La Cabecera				Hoja 1					
No.	FECHA	RESPONSABLE	LECT 1 0-1 MTS	LECT 1 1-2 MTS	LECT 1 2-3 MTS	RANGO DE MEDICIÓN	PROMEDIO	MARCA	CARGO	OBSERVACIONES	
1	13/11/07	Ing. Fabio Plata	100 cm	100 cm	100 cm	8 m	100 cm	Stanley	DIRO	Buen Estado	
2	13/11/07	Ing. Javier Redondo	100 cm	100 cm	100 cm	8 m	100 cm	Stanley	RESI	Buen Estado	
3	13/11/07	Gustavo Sánchez	99 cm	100 cm	100 cm	8 m	99.67 cm	UNIQFLEX	Aux. Topografía	Buen Estado	

3.2 REGISTROS DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE APARATOS DE TOPOGRAFÍA

De acuerdo con el plan de calidad realizado para la obra en ejecución, se estableció que el contratista debía presentar certificados de calibración al inicio y cada seis meses de ahí en adelante para su teodolito. En dicha calibración, se determinan las condiciones en que se encuentran, y se realizan las reparaciones que sean necesarias. En los certificados presentados, el procedimiento realizado fue el tratamiento químico para hongos a todo el sistema óptico y corrección de niveles, es decir se realizó lubricación, limpieza general, calibración y ajustes.

Además, se realiza la verificación y ajuste para el teodolito y el nivel mensualmente y para la mira bimensualmente.

Con el fin de estandarizar el proceso de revisión anteriormente mencionado, la organización tiene un Instructivo para verificación y ajuste de aparatos de topografía, codificado como CTR-IN-02, en donde se explica detalladamente la forma como se realiza dicho control.

Tabla 2. Instructivo verificación de teodolito

EQUIPO DE MEDICIÓN	VERIFICACIÓN	FREC. DE VERIFIC.	AJUSTE	CUIDADOS	USOS
TEODOLITO	<p>CUADRICULA, VERIFICACIÓN DE CIERRE ANGULAR Y DISTANCIA.</p> <p>Procedimiento: Se arma y se centra el aparato en un punto 1, se coloca una estaca en un punto 2 a una distancia de 10 metros. Se traslada el equipo al punto 2, se centra y se nivela, se mira hacia el punto 1 con el nonio en 00° 00'00" y se mira hacia un punto 3 con un ángulo de 90° 00'00" colocando una estaca a una distancia de 10 metros, igualmente se traslada el equipo hacia el punto 3, se centra y nivela, se mira hacia el punto 2 con el nonio en 00° 00'00" y se gira hacia un punto 4 con un ángulo de 90° 00'00" colocando una estaca a una distancia de 10 metros, se traslada el equipo hacia el punto 4 se centra y se nivela, se mira hacia el punto 3 con el nonio en 00° 00'00" y se gira hacia el punto 1 donde se puede verificar el cierre angular del equipo; la diferencia entre la lectura del nonio y 90 grados es el error angular, y la diferencia entre la distancia medida entre 4 y 1 con 10 metros es el error en distancia.</p> <p>La verificación debe realizarla en campo el ingeniero auxiliar y/o el ingeniero profesional de obra en compañía del topógrafo.</p> <p>Error angular permitido= $a \cdot n'' \cdot \frac{1}{2}$ (a= aproximación del equipo, depende de las especificaciones del equipo) (n= numero de lados)</p> <p>Error permitido: 1 cm por cada 10 metros</p>	Mensualmente	<p>Para iniciar un trabajo con el equipo se tiene como punto base el armado del aparato, teniendo un punto materializado de armado se procede de la siguiente manera: Centrar el equipo con el trípode de bastón o plomada en el punto de armado, centrar el aparato con el mecanismo de nivel de burbuja y/o ojo de pollo. Para la nivelación del mismo se utilizan los 3 tornillos de nivelación disponibles en el cabezote del aparato así: enfrentando el nivel con dos de los tornillos girando los mismos hasta que esta entre en los reparos, se gira el aparato 90 grados y con el tercer tornillo se gira hasta que esta burbuja entre en los reparos, en ese momento el teodolito esta disponible para el inicio de labores.</p>	<p>- Cuidados de la óptica (lentes): No dejar humedecer.</p> <p>- Cuidados de Transporte: debe ser trasportado en el estuche disponible por el fabricante.</p>	Planimetría

Tabla 3. Instructivo para nivel de precisión

INSTRUMENT O EQUIPO DE MEDICIÓN	VERIFICACIÓN	FRECUENCIA DE VERIFICACIÓN	AJUSTE	CUIDADOS	USO S
NIVEL DE PRECISIÓN	<p>NIVELACIÓN Y CONTRA NIVELACIÓN. MÍN. 3 PUNTOS: Procedimiento: Se colocan tres estacas en un terreno plano aproximadamente en una distancia de 100 mts, se arma el nivel en cualquier lugar donde exista completa visibilidad, se hace lectura con la mira en cada uno de los puntos en la armada número uno del nivel. Estos datos se anotan en cartera teniendo lecturas en los puntos A, B y C. Se traslada el nivel a un segundo lugar e igualmente se hacen lecturas en los mismos tres puntos(A,B yC) . Cálculo de error: Se calcula la diferencia de lectura de la primera armada de A, con B y con C, igualmente se calcula la diferencia de la segunda armada. El error es igual $E = (\text{Diferencia A,B}) - (\text{Diferencia A',B'})$. Segundo error $E = (\text{Diferencia B,C}) - (\text{Diferencia B',C'})$. Para que el aparato se encuentre en estado operable el error debe estar entre (0.0 - 0.02). La verificación debe realizarla en el campo el ingeniero auxiliar y/o el ingeniero profesional de obra, en compañía del topógrafo.</p>	Mensualmente	<p>Instalar el Trípode del nivel y nivelarlo sobre la rótula con el ojo de pollo. Para el inicio de las lecturas se debe colimar las burbujas que se encuentran en la parte izquierda del lente.</p>	<p>- Cuidados de la óptica (lentes): No dejar humedecer. - Cuidados de Transporte: debe ser trasportado en el estuche disponible por el fabricante.</p>	ALTIMETRÍA

Tabla 4. Instructivo para verificación de mira

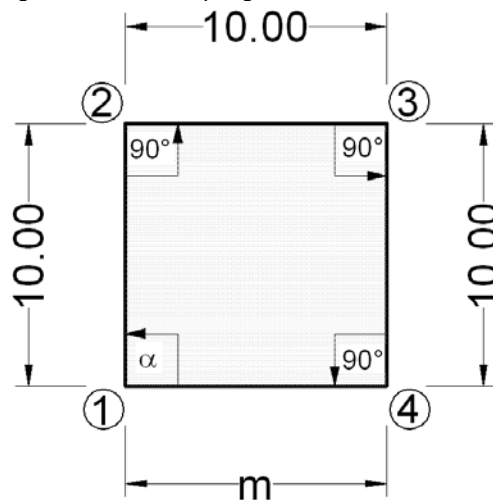
INSTRUMENTO O EQUIPO DE MEDICIÓN	VERIFICACIÓN	FRECUENCIA DE VERIFICACIÓN	AJUSTE	CUIDADOS	USOS
MIRA	La verificación de este equipo se realiza de manera visual, verificar la existencia de la secuencia numérica y estabilidad de los cuerpos al momento de su extensión.	Constantemente	Verticalidad de la mira al momento de hacer la lectura.	Cuidados de los datos al extender e introducir los Cuerpos de la misma	Altimetría
	Realizar la verificación de la medida utilizado el metro patrón				
	La verificación debe realizarla en campo el ingeniero auxiliar y/o el ingeniero profesional de obra, en compañía del topógrafo.	Bimensualmente			

De acuerdo con lo anterior, se realizó el respectivo cierre de poligonal y la verificación y ajuste del nivel y mira obteniéndose los siguientes resultados:

3.2.1 Verificación y ajuste de instrumentos de topografía.

- Verificación de Teodolito:

Figura 6. Cierre de poligonal



Los resultados obtenidos en el cierre de poligonal fueron:
 $m = 10 \text{ m}$
 $\alpha = 89^\circ 59' 55''$

➤ Análisis de Resultados:

* Error Angular= $\alpha - 90^\circ$

* Error Angular= $89^\circ 59' 55'' - 90^\circ$

* Error Angular= $-0^\circ 0' 5''$

* Error en distancia= $m - 10\text{ m}$

* Error en distancia= $10\text{ m} - 10\text{ m}$

* Error en distancia= 0 m

➤ Máximos Errores

* Error en distancia: 1 cm por cada 10 m.

El error en distancia es menor al máximo error admisible.

* En ángulo: $\pm a\sqrt{n}$

Donde:

a= Aproximación del Teodolito. De acuerdo con el teodolito utilizado, este parámetro es igual a $0^\circ 0' 5''$

n= Número de lados, es decir, 4

Error en ángulo: $-0^\circ 0' 5'' * \sqrt{4}$

Error en ángulo: $-0^\circ 0' 10''$

El error en ángulo es menor al máximo error admisible.

Figura 7. Realización de cierre de poligonal



- Ajuste de teodolito

Para iniciar un trabajo con el equipo se tuvo como base el punto de armado del aparato, y teniendo un punto materializado de armado, se procedió de la siguiente manera:

Figura 8. Ajuste de teodolito



- Centrar el equipo con el trípode de bastón o plomada en el punto de armado, y luego con el mecanismo de nivel de burbuja y/o ojo de pollo (Figura 4 izquierda)
- Nivelar usando los 3 tornillos de nivelación disponibles (Figura 4 derecha).

Figura 9. Nivelación de teodolito



- Centrar el teodolito con el nivel de burbuja y ojo de pollo (Figura 5)

De acuerdo con las fotografías, en ese momento el teodolito está disponible para el inicio de labores.

- Verificación del Nivel de Precisión

- * Armada Número Uno

A= 0.223 m

B= 1.254 m

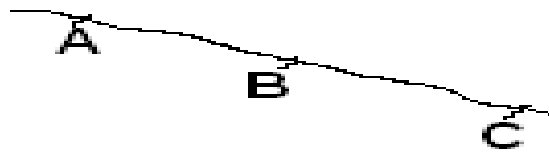
C= 1.530 m

- * Armada Número Dos

A= 0.151 m

B= 1.182 m

C= 1.460 m



- Análisis de Resultados

- * Armada Número Uno

- Diferencia A,B = $1.254 - 0.223$

- Diferencia A,B = 1.031 m

- Diferencia B,C = $1.530 - 1.254$

- Diferencia B,C = 0.276 m

- * Armada Número Dos

- Diferencia A',B' = $1.182 - 0.151$

- Diferencia A',B' = 1.031 m

- Diferencia B',C' = $1.460 - 1.182$

- Diferencia B',C' = 0.278 m

- * Error 1= Diferencia A,B – Diferencia A',B'

- * Error 1= 1.031 m- 1.031 m

- * *Error 1= 0 m*

- * Error 2= Diferencia B,C – Diferencia B',C'

- * Error 2= 0.276 m- 0.278 m

- * *Error 2= 0.002 m*

➤ Máximo Error

Para que el aparato se encuentre en estado operable, el error debe estar entre 0 y 0.02

Dado que los errores se encuentran dentro de los rangos establecidos, es decir, entre 0 y 0.02, el nivel de precisión utilizado se encuentra en estado operable.

- Ajuste del Nivel de precisión

Figura 10. Instalación y nivelación del Nivel de Precisión



- Primero se instala el trípode del nivel
- Luego se instala el nivel sobre el trípode.
- Se nivela con el ojo de pollo, y se coliman las burbujas que se encuentran en la parte izquierda del lente.

- Verificación de la Mira

Figura 11. Verificación de mira con regla patrón (izq.), Verticalidad de mira (der)



3.3 CALIDAD EN CONCRETOS

El control de calidad de los concretos está basado en las normas NTC 396 (Asentamiento de Concreto), NTC 454 (Toma de Muestras de Concreto Fresco) y NTC 550 (Elaboración y curado de cilindros en obra).

Para una óptima realización de estas normas es de vital importancia la selección de un tomador de muestras calificado, el cual es certificado por CEMEX (proveedor del concreto) para poder realizar la toma de muestras y el asentamiento del concreto.

Para la realización de la toma del asentamiento y muestras de concreto, así como del posterior curado, es necesario contar con las herramientas y condiciones adecuadas para ello. Las herramientas necesarias son:

Figura 12. Herramientas para muestras de concreto



- CUCHARON CON MANGO: Es utilizado para depositar el concreto en los cilindros y el cono de abrahams así como para revolver el concreto en la carretilla para dar homogeneidad a la muestra.
- FLEXÓMETRO: Para medir el asentamiento de la muestra.
- PALUSTRE: Sirve para darle una superficie plana a las muestras de los cilindros.
- VARILLA: Esta varilla debe ser de 16mm de diámetro, cilíndrica, lisa y de punta convexa con el fin de evitar la segregación y la formación de burbujas de aire en la muestra.

- PORRA: La porra debe ser de caucho con el fin de que el golpe sirva para sacar el aire de las muestras de los cilindros y no producir asentamiento del agregado grueso del concreto.
- ESPÁTULA: Se utiliza con el fin de darle limpieza a las camisas después del desencofrado de las muestras.
- CARRETILLA o BALDE: Es con la que se transporta el concreto para poder realizar el asentamiento y la toma de las muestras, lo cual no debe poseer fugas o ser absorbente.
- MOLDES: Estos cilindros en los cuales se toman las muestras son de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura.
- CONO DE ABRAHAMS: Este cono metálico de 20cm de diámetro en la base mayor y 10 cm de diámetro en la base menor y 30 cm de altura. El molde debe proveer de agarraderas y dispositivos para sujetarlo con los pies.
- LLAVES: Con las cuales se ajustan los moldes.

3.3.1 Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto (NTC 396):

Este ensayo se realiza con el cono de abrahams el cual se debe llenar en tres capas cada una de ellas a un tercio del volumen del molde, cada capa debe compactarse con 25 golpes, la capa intermedia y superior deben compactarse de tal modo que la varilla penetre ligeramente en la capa inmediatamente inferior. Luego se procede a levantar el molde uniformemente hacia arriba, inmediatamente se mide el asentamiento que se determina por la diferencia vertical entre la parte superior del molde y el centro desplazado de la superficie superior de la muestra, tal como se muestra en la figura #2. Los valores de asentamiento tomados para la obra son los siguientes:

Tabla 5. Asentamientos en concretos

CONCRETO NORMAL ¾" DE 3000 PSI (Cimentación, Muros de contención)	4"
CONCRETO INDUSTRIALIZADO 3/8" DE 3000 PSI Y 4000 PSI (concreto acelerado)	6" a 8"

Figura 13. Asentamiento de concreto



3.3.2 Concreto fresco. Toma de muestras (NTC 454):

El muestreo del concreto se realiza durante la descarga de la porción media del viaje de concreto. El tiempo establecido para la obtención de muestras debe ser lo más pronto posible y en ningún caso exceder 15 min. El número de cilindros que se toman depende del elemento que se va a fundir, ya que para elementos de estructura túnel y columnas de estructura tradicional se envían dos muestras a los días 3, 7, 14, 28 y un par de testigos a los 56 días en los casos para los cuales el concreto no llego a un 100% de la resistencia esperada a los 28 días, por lo q se tomarían en total 10 cilindros, para demás elementos como vigas y placas de estructura tradicional así como muros de contención se toman 8 cilindros para ensayar a las edades de 7, 14, 28 y 56 días. Los porcentajes de resistencia esperados para cada uno de estos días es el mostrado en la siguiente tabla:

Tabla 6. Edades de resistencias

50%	70%	80%	100%	100%
-----	-----	-----	------	------

3.3.3 Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra (NTC 550).

Para la elaboración de las muestras se deben realizar tres capas cada una de 10 cm aproximadamente. Se llana la primera capa y se chuza con la varilla compactadora 25 veces siguiendo el trazo de una espiral de la orilla al centro evitando tocar el fondo del molde con la varilla, se golpean las paredes del molde con el martillo de caucho entre 10 a 15 veces con el motivo de sacar burbujas de aire que halla dejado la compactación con la varilla. Se realiza la

segunda capa llenándola a una altura aproximada de 20 cm, y se repite nuevamente el procedimiento de 25 golpes con la varilla penetrando ligeramente la capa inmediatamente inferior y golpear con el martillo de caucho las paredes del molde. Seguidamente se llena el molde con la tercera y última capa repitiendo nuevamente los 25 golpes con la varilla y golpear el molde con la porra de goma. Finalmente se enrasan las muestras con el palustre o con la varilla compactadora. Se almacenan los moldes durante 24 horas sobre la superficie plana evitando golpes o vibraciones para luego ser transportadas a una pila de agua de aproximadamente 2 m³ en la que se disuelven 5 kg de cal con el fin de garantizar las condiciones y la temperatura adecuada del agua. Estas muestras se mantendrán en la pila hasta el momento de ser enviados al laboratorio.

Figura 14. Toma de muestra de concreto



Toma de la primera capa



Toma de la segunda capa



Compactación a la tercera capa



Enrase de las muestras



Curado inicial



Ensayo de resistencia.

Finalmente se realiza el envío de las muestras al laboratorio en un vehículo al cual se le coloca una capa de arena de espesor mínimo de 5 cm con el fin de evitar los golpes durante el transporte, estos envíos se realizan los días lunes, miércoles y viernes; los lunes se envían los especímenes a ensayar los días lunes y martes; los miércoles los que se ensayan los miércoles y jueves; y los viernes se envían las muestras a ensayar los días viernes y sábado. El envío oportuno de los resultados por parte del laboratorio son de vital importancia especialmente para las muestras que se ensayan a 3 y 7 días, por lo que el laboratorio envía los

resultados vía email tan pronto tengan los resultados ya que a tempranas edades como los 3 días pueden tomarse decisiones importantes como lo es demoler algún elemento estructural por su baja resistencia (esto cuando el elemento estructural se encuentra muy por debajo del 50% de resistencia última esperada).

Figura 15. Demolición de muro estructural por mostrar baja resistencia a 3 días



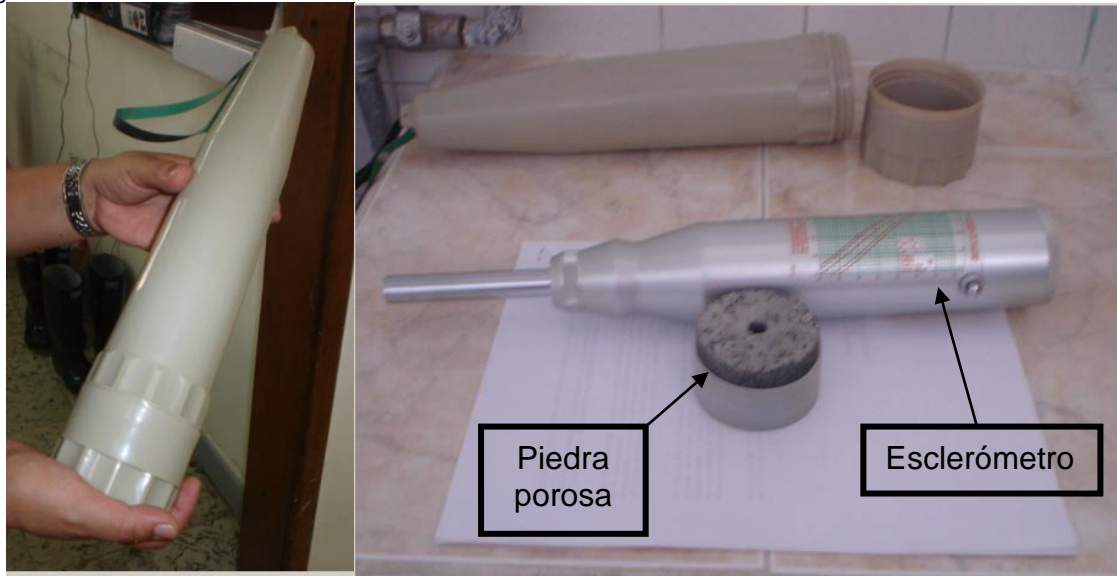
Para las muestras que no alcanzaron la resistencia especificada se genera un PNC (Producto No Conforme) a los proveedores dándole a conocer a estos la baja resistencia última del concreto pidiéndole el registro de pruebas realizado en la planta para corroborar que el concreto defectuoso tiene prueba de calidad por parte del proveedor. Luego se proceden a tomar las medidas respectivas para solucionar el PNC, los cuales son:

- Enviar un par de muestras testigos a los 56 días.
- Para los casos en los que la muestra a los 56 días no cumple con su resistencia o si definitivamente a los 28 días la resistencia es muy baja como para suponer que se pueda llegar a la resistencia esperada se puede llevar a cabo pruebas de esclerometría, ultrasonido o extracción de núcleos, siendo esta última quizás la más confiable.
- Para el caso último en el que estos ensayos no arrojen los resultados satisfactorios debe consultarse con el diseñador estructural para que sugiera que tipo de correctivos se deben seguir para garantizar la estabilidad de la estructura.

3.4 CONTROL DE CALIDAD PARA EL CONCRETO QUE NO CUMPLE CON LA RESISTENCIA ESPERADA

Cuando las muestras tomadas del concreto no cumplen la resistencia esperada, uno de los métodos es realizar pruebas con el esclerómetro de la empresa y verificar la resistencia obtenida del laboratorio.

Figura 16. Esclerómetro



PROCEDIMIENTO

1. Seleccionar la Superficie de Ensayo

Las áreas de concreto a ser ensayadas debe ser de al menos de 100 mm de espesor, debe evitarse que exhiban hormigueros, escamado, textura rugosa o alta porosidad. Los concretos deben ser aproximadamente de la misma edad y condición de humedad con el fin de ser comparados, dado que los concretos secos dan mayores números de rebote que los húmedos.

2. Preparar la Superficie de Ensayo

Un área de ensayo será al menos de 150 mm de diámetro. Las superficies de textura gruesa, blanda o con mortero suelto deben ser pulidas con la piedra abrasiva, consistente en carburo de silicona con textura de grano medio o un material equivalente.

3. Sostener firmemente el esclerómetro sobre la superficie de concreto en una correcta posición que permita que el embolo golpee perpendicularmente la superficie ensayada.

4. Realizar el impacto

Es importante conservar la correcta posición y tratar siempre de tener una misma velocidad de empuje para ejercer una adecuada presión a lo largo de la prueba, para lo cual se puede guiar por el sonido que produce el rebote y así no generar cambios significativos en las medidas. No se deben hacer dos impactos muy cercanos, o sea en menos de 25 mm de superficie. También se debe examinar la impresión hecha sobre la superficie después del impacto, y despreciar la lectura si el impacto agrieta o rompe una superficie cercana con vacíos.

Figura 17. Impacto en el esclerómetro



5. Tomar la lectura del número de rebotes que marca el esclerómetro

6. Cuando se va a realizar el chequeo de la resistencia de aquellos elementos que no alcanzaron la resistencia esperada se debe tomar un elemento patrón que sirva de punto de referencia, y que haya registrado unos resultados del ensayo de resistencia a compresión acorde a las resistencias esperadas, es decir, que no presente valores de resistencia muy elevados, para que la base de comparación resulte útil. En este caso, se toman 30 rebotes de tanto el elemento de referencia como del que no está cumpliendo con la resistencia esperada.

5. Se realiza una regla de tres, en la cual la resistencia obtenida con el elemento de referencia sea proporcional al número de rebotes obtenidos con el mismo, y teniendo los rebotes del elemento que no cumplió con la resistencia esperada, se obtenga dicho parámetro.

3.5 DENSIDADES.

3.5.1 Toma de densidades de suelo con densímetro nuclear.

Este ensayo se realiza más que todo para comprobar si las densidades obtenidas mediante un proceso de relleno con material interno o externo de obra, estén dentro de los estándares impuestos por la normatividad (en nuestro caso se trataría de la Norma Geotécnica de la CDMB), y por la misma empresa que estén por encima de las normas establecidas, tal es el caso que en rellenos se exige al contratista un resultado de densidades superior o igual a 95% del Proctor modificado, realizado a cada tipo de muestra de material a utilizar en nuestro relleno.

Los rellenos deben realizarse en capas de máximo 40 cm (siendo esta medida aun un poco excesivo, se usa solo cuando el suelo usado para rellenos tiene sobre-tamaños), compactando con el equipo apropiado y el tiempo necesario, de encontrarse que las densidades realizadas a la capa aplicada son aptas para seguir con el relleno se demanda una nueva compactación, en caso de no dar la densidad esperada, se justifica un reproceso que implicaría la sacada y extendida del material nuevamente, para asegurar la calidad del relleno.

Figura 18. Extendida (izq.) y compactación (der.) de material



Procedimiento para la toma de densidades de campo con densímetro nuclear:

- Previo a la toma de muestra se debe conocer:
 - Densidad optima.
 - Humedad optima.
 - Profundidad de capa a ensayar.
- Marcar la zona donde se va a realizar el ensayo de forma clara y visible.

- Perforar con una barra de acero de 5/8 de pulgada, ayudado con una porra, a la profundidad requerida (esta profundidad depende de la altura de la capa aplicada a ensayar, porque si se profundiza demasiado se estaría probando la capa inmediatamente anterior y no la que se necesita en realidad).

Figura 19. Toma de densidad



- Encender el densímetro nuclear, debido a que este demora 300 segundos en estar a punto para la posterior toma de densidades.
- Introducir la barra de metal emisora de rayos gama en el agujero abierto anteriormente.
- Especificar en el densímetro nuclear la densidad óptima para en suelo a evaluar, así como también la profundidad a la cual se encuentra la punta de la barra y ejecutar el ensayo. Por lo general toma solo 15 segundos y tenemos los datos requeridos:
 - Densidad a la que se haya el suelo compactado.
 - Humedad a la que se encuentra el suelo.
 - Porcentaje de compactación con respecto al óptimo.

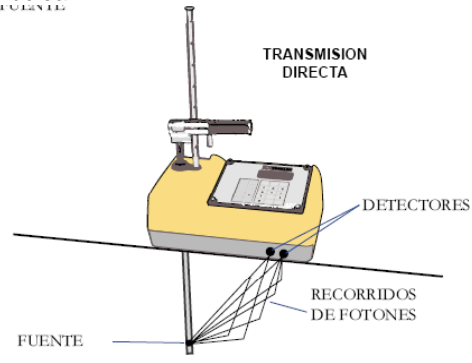
Los datos obtenidos se anotan en una lista de las siguientes características, para llevar un seguimiento a las densidades tomadas antes y después en este sitio, así:

Tabla 7. Formato de toma de densidades

Lote x	-2.5	95.5	5.6	1.85	6.6
Abscisa x + xxx	-0.5	93.2	12.5	2.05	8.5

Al obtener los resultados podemos inmediatamente determinar la medida a tomar, es decir, si podemos aplicar una nueva capa sobre este relleno o si por el contrario se debe re compactar esta capa y si el problema es de humedad es necesario retirar parte de la capa existente (escarificar la superficie para permitir airear la capa de relleno).

Figura 20. Densímetro Nuclear



Fuente: www.troller.com

Ahora se sabe que este densímetro funciona emitiendo rayos gama a los sensores como se ve en la imagen, siendo la densidad de rayos gama promedio que se emiten para llegar al sensor, para obtener la densidad del suelo sin importar la rugosidad de sus partículas y/o composición química.

Por esta razón hay que tener especial cuidado en el manejo de este aparato pues no sobra decir que es una fuente de radiación que puede resultar nociva para la salud, debido a esto es que este aparato debe ser manejado por personal experto y con respectiva protección siguiendo un procedimiento adecuado para la toma de muestras, para prevenir accidentes lamentables.

3.5.2 Toma de densidades de suelo con densímetro eléctrico (edg)

Figura 21. Densímetro eléctrico



Fuente: www.troller.com

La toma de densidades con densímetro Eléctrico o EDG (Electrical Density Gauge) es en si un poco diferente, pues este aparato funciona emitiendo pulsaciones entre sus barras y no determina de manera directa la densidad del material de relleno sino que se estima por una regresión que se le hace dichas pulsaciones. Esto quiere decir que el trabajo previo para poder utilizar este aparato es un poco tedioso y largo, aun así el dato proporcionado no es tan confiable como el obtenido por el densímetro nuclear pero proporciona una seguridad en cuanto a radiación se trata pues este no emite ningún tipo de radiación.

El procedimiento para la toma de densidades con el EDG es el siguiente:

- Previo al ensayo en campo se debe realizar:
 - Tres ensayos de Proctor con densidades diferentes (estos ensayos tendrán que estar dentro de los rangos esperados en campo), para que el equipo pueda realizar la correlación entre las pulsaciones.
- Introducir los cuatro electrodos a la profundidad estipulada por estos (10, 20, 25 cm), estos electrodos son de alta conductividad eléctrica y debido a esto es que su resistencia al impacto es pobre por eso es recomendable abrir los hoyos con una barra de metal mas resistente y luego retirarlo para meter los electrodos.
- Con los electrodos en su sitio conectar el cableado y encender el aparato, esto toma tan solo uno segundos.
- Con los datos obtenidos en el laboratorio seleccionar el tipo de suelo a estudiar y su respectiva correlación de pulsaciones.
- Seguir el procedimiento mostrado en la pantalla:
 - Conectar electrodos A y B.
 - Conectar electrodos B y A.
 - Conectar electrodos C y D.
 - Conectar electrodos D y C.
- Registrar datos

En sí, el procedimiento de toma de muestra es más rápido que el nuclear pero más delicado en el laboratorio porque si la correlación no es correcta pueden obtenerse datos que estén por fuera de lo esperado.

3.6 ENSAYOS DE ESTANQUEIDAD

Es de vital importancia verificar la correcta instalación y óptimo funcionamiento de las redes sanitarias de acuerdo a lo establecido por la norma, ya que estas instalaciones son las encargadas de desalojar las aguas negras y las aguas lluvias de la estructura y de su buen funcionamiento depende la comodidad de los residentes de la edificación.

En primera instancia el contratista encargado de la instalación sanitaria debe presentar los certificados de calidad de la tubería utilizada para la instalación, esto para verificar que los materiales utilizados cumplan con la normatividad técnica respectiva (NTC 3722-1 para determinar la rigidez de la tubería de alcantarillado).

Estas pruebas de estanqueidad en las instalaciones sanitarias fueron llevadas a cabo tal como lo establece la NTC 1500 (Segunda Actualización) Código Colombiano de Fontanería numeral 8.12.1 Prueba de estanqueidad.

Figura 22. Instalación Sanitaria (araña)



Una vez esté instalada la araña y antes de conectar a la bajante se procede a llenar de agua la instalación hasta un nivel por encima de todas las uniones y luego se mide o marca el nivel inicial al que se encuentra el agua en la tubería. Luego de transcurridas dos horas se procede a hacer la revisión final del desagüe, en la que se mide nuevamente el nivel del agua el cual debe ser igual al inicial, en ocasiones el nivel del agua presenta un descenso debido a que el tapón de la instalación no se encuentra bien sellado por lo que es necesario revisar cada una de las uniones para corroborar que no existan fugas y dar la aprobación para conectar a la bajante y continuar con la actividad, esta revisión a las uniones debe

hacerse con la mano para verificar que no exista fuga alguna. En el caso que exista una de estas fugas la instalación debe ser reparada y revisada nuevamente.

Figura 23. Presencia de fuga



Para las instalaciones en el primer piso en donde no es posible revisar la araña desde el piso inferior, se procede a llenarse con agua y es muy importante marcar hasta donde llegó el nivel del agua en la tubería, luego de transcurridas dos horas como mínimo se revisa que el nivel del agua no se encuentre por debajo del nivel marcado anteriormente, del mismo modo anterior se revisa manualmente las uniones, pero a diferencia que en las instalaciones de los pisos superiores estas no se pueden chequear tan fácilmente en las uniones.

Figura 24. Instalación en un primer piso



3.7 PRUEBAS HIDRÁULICAS EN REDES INTERNAS

Las instalaciones hidráulicas como un conjunto de conexiones y redes de tuberías necesaria para suministrar de agua potable a la edificación debe cumplir con los requisitos de calidad establecidos por la norma NTC 1500.

Las pruebas hidráulicas se hacen por unidad de apartamento sometiendo tanto la tubería de agua fría como la de agua caliente a una presión de 150 p.s.i.

Para la revisión de estas pruebas se debe primero que todo analizar la calibración del manómetro utilizado por el contratista con la de el manómetro patrón utilizado por la empresa que ya se encuentra calibrado.

Figura 25. Calibración del manómetro externo



Para esta calibración se deben conectar ambos manómetros en serie y se mide el grado de dispersión que tienen los manómetros externos respecto al manómetro patrón, a partir de una presión de 10 p.s.i se toma la lectura inicial en el manómetro patrón y al cabo de 20 minutos se registra la lectura final en el manómetro externo para establecer el porcentaje de diferencia o de dispersión entre las medidas, así se va aumentando la presión cada 10 p.s.i hasta cubrir todo el rango de medición del manómetro externo y registrar las lecturas inicial y final en ambos manómetros para el calculo del respectivo porcentaje de desviación, y se establece que el valor promedio de la respectiva serie de porcentajes es el valor del error en la medición del manómetro externo.

Una vez se haya realizado la calibración de los manómetros externos y un chequeo previo por parte del plomero en cada uno de los niples y tapones, se procede a inyectar agua por medio de la bomba hasta alcanzar una presión de 150 p.s.i., la cual debe mantenerse constante, al cabo de una hora se toma la lectura final la cual debe ser la misma tomada inicialmente, si la presión en el

manómetro ha bajado quiere decir que existe una fuga, lo cual puede ocurrir porque algún tapón se encuentra mal sellado o alguna tubería está rota, para lo cual el plomero debe ubicar la fuga existente y proceder a hacer el arreglo respectivo para volver a hacer la prueba hidráulica hasta darle el visto bueno.

Figura 26. Realización de prueba hidráulica



Sellamiento de nipples

Llenado de la instalación

Reparación de fuga

3.8 PRUEBAS DE HERMETICIDAD

Esta red de tubería y conexiones en hierro galvanizado son las encargadas de proveer de gas a la edificación, en este tipo de ensayos se realiza una calibración de la misma manera en que se hace para las pruebas hidráulicas.

Mediante un compresor se le suministra aire a la tubería hasta la presión de ensayo establecido por la NTC 2505 (la cual se muestra en la siguiente tabla), se retira el dispositivo de bombeo y se esparce espuma en los nipples y en los puntos de salida para verificar que no exista fuga de aire en ellos.

Tabla 8. Presiones de ensayo

P ≤ 13.8 KPa (P ≤ 2 p.s.i)	34.5 KPa (5 p.s.i)	15 minutos
13.8 KPa < P ≤ 34.5 KPa (2 p.s.i < P ≤ 5 p.s.i)	207 KPa (30 p.s.i)	1 hora
34.5 KPa < P ≤ 138 KPa (5 p.s.i < P ≤ 20 p.s.i)	414 KPa (60 p.s.i)	1 hora

Una vez haya transcurrido el tiempo de ensayo se verifica que la lectura en el manómetro sea la misma inicial para que de esta manera se apruebe la instalación de gas de lo contrario, se debe realizar la reparación respectiva.

Figura 27. Realización de prueba de hermeticidad



Llenado de la tubería con aire

Calibración de manómetro externo

3.9 CONTROL DE CALIDAD PARA EL ACERO

De acuerdo con el Plan de Calidad elaborado al iniciar la obra, se debe solicitar al proveedor los certificados de calidad de todos los diámetros de varillas que se requieren en la obra, teniendo en cuenta que pertenezcan al lote de producción del cual se haya enviado el pedido. En el Plan de Calidad también se contempla que antes de comenzar a utilizar acero de refuerzo y cada 100 Toneladas de éste producto en obra, es necesario mandar ensayar a tracción 2 varillas de 50 cm de cada tipo de diámetro de barra utilizado con el fin de determinar ciertos parámetros de éste material y a través de éste informe verificar la calidad que se evidencia en los certificados de calidad entregados por el proveedor.

En dichos certificados se muestra la siguiente información:

1. Lote de producción
2. Composición química del acero ensayado.
3. Propiedades mecánicas tales como:
 - a. Esfuerzo de Fluencia
 - b. Esfuerzo de tracción
 - c. Elongación
 - d. Doblado 180°
 - e. Relación F_r/F_y
 - f. Requisitos para el resalte
4. Gráfica Esfuerzo-Deformación de la varilla ensayada.

Los resultados de los ensayos se analizan de acuerdo con la norma NTC 2289: “Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación para refuerzo de concreto”, la cual establece los siguientes parámetros:

Tabla 9. Resistencia a la tracción del acero

Punto de fluencia máximo MPa (p.s.i)	540 (78000)
Punto de fluencia mínimo MPa (p.s.i)	420 (60000)

^A La resistencia a la tracción debe ser igual o mayor 1.25 la resistencia a la fluencia

De los reportes de resultados entregados por el laboratorio se verifican los siguientes parámetros:

- Resistencia a la tensión R_m : Esfuerzo correspondiente a la máxima carga F_m .
- Límite de Fluencia superior R_{eH} : Valor del esfuerzo en el momento en que se observa el primer decrecimiento de la carga
- Límite de Fluencia inferior R_{eL} : El valor más bajo del esfuerzo en el campo plástico ignorando cualquier efecto transitorio.

3.10 PLAN DE CALIDAD

El Plan de Calidad es un documento que enuncia las prácticas, los recursos y la secuencia de las actividades relacionadas con la calidad, que son específicas a un producto, un proyecto o un contrato en particular. Su objetivo en un proyecto de construcción es evidenciar las características generales del proyecto, las actividades desarrolladas, el control de calidad, la frecuencia con la cual se realizan dichos controles, las personas y responsabilidades asignadas, los documentos legales, las especificaciones del proyecto, el plan de manejo ambiental, el estudio de suelos, las memorias de todos los diseños realizados, la programación de obra, la disposición de servicios públicos, entre otros.

El Plan de Calidad para cada una de las obras de la organización, es un archivo o carpeta que se divide en 13 partes, tal como se muestra a continuación:

- PRIMERA DIVISIÓN: GENERALIDADES DEL PROYECTO
 1. Formato Plan Calidad
 2. Anexo 1 Plan Calidad Actividades de construcción
 3. Anexo 2 Plan Calidad Control de Calidad de obra (pruebas y ensayos)
 4. Especificaciones generales del proyecto
 5. Memorando de autorización de Acta de inicio de obra
 6. Control Planos en obra
 7. Acta de entrega final de obra
 8. Programa de Ejecución de obra

En esta sección se encuentran las generalidades del proyecto, así como cada una de las actividades a desarrollar, los controles de calidad realizados y la frecuencia.

- SEGUNDA DIVISIÓN : REGISTROS DE CALIBRACIÓN
 1. Listado de verificación de flexómetros

2. Control de registro de mantenimiento y calibración de aparatos de topografía
3. Registro de mantenimiento de Densímetro nuclear interno
4. Registro de calibración de manómetros internos
5. Registro de calibración Externos: En este numeral, se debe incluir los certificados de calibración de las máquinas y aparatos que no pertenecen a la organización, pero que son utilizados a lo largo del proyecto para realizar los distintos ensayos para el cumplimiento del Sistema de Gestión de Calidad.

En esta división del plan de calidad, la organización se asegura de utilizar los equipos de medición debidamente calibrados con el fin de garantizar que los aparatos utilizados, se adapten a una estandarización debidamente aprobada.

- TERCERA DIVISIÓN: DOCUMENTOS LEGALES

1. Licencia de Construcción.
2. Resolución CDMB del documento de Seguimiento y Control ambiental.
3. Registro de disponibilidad de servicios públicos.

Estos documentos hacen parte importante dentro del Plan de Calidad, pues en ellos se contemplan todas las disposiciones legales para la ejecución de una obra.

- CUARTA DIVISIÓN

1. Anexo Plan de manejo ambiental

Se debe contar con este plan aprobado debidamente por la C.D.M.B para poder empezar las actividades de construcción del proyecto, en donde se contemplan todas las disposiciones que la obra debe cumplir referente a la parte del medio ambiente.

- QUINTA DIVISIÓN

1. Estudio Geotécnico. En este estudio, se denotan las características del suelo sobre el cual se va a ejecutar el proyecto, el nivel freático y todo lo relacionado a la geotecnia que pueda afectar el diseño de la estructura.

- SEXTA DIVISIÓN

1. Memorias de cálculo Diseño del Sistema de Acueducto

- SÉPTIMA DIVISIÓN

1. Memorias de cálculo Diseño de Alcantarillado

- OCTAVA DIVISIÓN
 - 1. Memorias de cálculo Diseño Estructural
- NOVENA DIVISIÓN
 - 1. Memorias de cálculo Diseño Eléctrico
- DÉCIMA DIVISIÓN
 - 1. Memorias de cálculo Diseño Red de Gas
- DÉCIMA PRIMERA DIVISIÓN
 - 1. Presupuesto
- DÉCIMA SEGUNDA DIVISIÓN
 - 1. Informe Análisis Unitarios
- DÉCIMA TERCERA DIVISIÓN
 - 1. Explosión de Materiales

A continuación se describen algunos aspectos de las mencionadas divisiones:

- **PRIMERA DIVISIÓN: GENERALIDADES DEL PROYECTO**

Dentro de esta división se contemplan tres documentos en los que se evidencian además de las características generales del proyecto, las acciones desarrolladas para el control de calidad para cada una de las actividades durante la ejecución de la obra.

La organización hace que dichos documentos sean identificables a través de la asignación de un código para los mismos.

CTR-FO-04 PLAN DE CALIDAD

CTR-FO-04-A1 Anexo 1: Plan de Calidad Actividades de Construcción

CTR-FO-04-A2 Anexo 2: Programa de Control de Calidad en Obra (Pruebas y Ensayos)

En CTR-FO-04, se describe el alcance del proyecto, organización administrativa, productos a entregar, control de calidad de interventoría, programa de trabajo, presupuesto de obra, proceso para aprobar cambios, entre otros.

En el documento CTR-FO-04-A1 Anexo 1, se describen en orden de ejecución las actividades de construcción o urbanismo, así como los mecanismos de control de calidad realizados a las mismas, con el fin de garantizar el cumplimiento de los requisitos. Este documento corresponde a un cuadro que contiene las siguientes columnas:

- a. Número de actividad en orden de ejecución
- b. Proceso/Actividad
- c. Especificaciones: Se enuncian los requerimientos de cada una de las actividades a desarrollar.
- d. Control de Calidad: Lista las actividades necesarias para el aseguramiento de la calidad con el fin de cumplir con los requisitos establecidos.
- e. Documentos referenciados: Son aquellos documentos a los cuales se puede recurrir con el fin de consultar determinados parámetros, tales como: planos, memorias de cálculo, normas técnicas, fichas técnicas de materiales, etc.
- f. Registro: Son aquellos formatos que se diligencian con el fin de obtener evidencia tanto de la actividad ejecutada, como del respectivo control de calidad realizado.
- g. Observaciones: Corresponden a indicaciones o sugerencias dadas con el fin de optimizar la ejecución de los procesos.

En el documento CTR-FO-04-A2, Anexo 2, se describen tanto las pruebas y ensayos como la frecuencia de realización de las mismas. Así como el anexo 1, éste documento se compone de un cuadro conformado por las siguientes columnas:

- a. Número de actividad en orden de ejecución
- b. Proceso/Actividad
- c. Controles de Calidad: Se describen los mecanismos para el aseguramiento de la calidad de cada una de las actividades, implementadas por la organización
- d. Frecuencia: Describe la periodicidad con que se realizan los controles de calidad

e. Ubicación: Es el sitio dentro de la obra en el cual se van a ejecutar los controles de calidad, como por ejemplo sótanos, torres, piscina, etc.

f. Laboratorio: Este ítem hace referencia específicamente a hierro, mallas y concretos que deben ser enviados a laboratorios externos con el fin de verificar el cumplimiento de requisitos reglamentarios.

g. Total de pruebas o controles programados: Número de ensayos a realizar para cada una de las actividades durante la ejecución de la obra.

h. Observaciones: Son sugerencias o aclaraciones que se hacen para cada actividad con el fin de optimizar la ejecución de los procesos.

3.11 CONTROL DE PLANOS EN OBRA

En el SGC se encuentra una sección muy importante enfocada al control de los planos que se puedan llegar a requerir en el proyecto, y que son en un alto grado los responsables del desarrollo adecuado de este, por esto hay que darles especial importancia.

Los planos entregados a las obras, tienen que pasar por el departamento de planeación de la empresa, en donde determina que planos son necesarios para la ejecución de un proyecto y también tienen la responsabilidad de funcionar como filtro a posibles fallas en diseños hechos por fuera de la empresa, ajustándolos o pidiendo un rediseño de ser necesario.

Luego de este filtro por parte de planeación se entrega en la correspondiente obra donde son nuevamente revisados por los profesionales de la obra. Pasado este segundo filtro se procede con la entrega a los interesados, es decir, a los contratista constructores, al topógrafo de la obra, al o a los supervisores de obra y al director de obra; siempre debe permanecer una copia en la plano-teca de la obra que esté a la vista.

Tabla 10. Listado Maestro de planos

INFORMACIÓN DEL PLANO				CONTROL DE COPIAS				
CENTRO DE COSTOS - NOMBRE PROYECTO	CÓDIGO	CONTENIDO	VERSIÓN (aaaa/mm/dd)	CTR	VEN	JUR	INTE	EXTERNA
	ALC-01	PLANTA GENERAL SANITARIO	A 2006/02/23	4				
	ALC-02	PLANTA GENERAL PLUVIAL	A 2006/02/23	4				
	ALC-03	PERFILES ALCANTARILLADO SANITARIO	A 2006/02/23	4				

	ALC-04	PERFILES ALCANTARILLADO PLUVIAL	A 2006/02/23	4				
	ALC-05	POZO SANITARIO PLANTA CORTE DIMENSIONES	A 2006/02/23	4				
	ARQ-01	PLANTA PISO 1	A 2007/07/23	4	1			
	ARQ-02	PLANTA PISO 2	A 2007/07/23	4	1			
	ARQ-03	PLANTA PISO 3 AL 9	A 2007/07/23	4	1			

Todos los planos existentes en obra deben estar dentro del “listado maestro de planos” del correspondiente proyecto, que debe ser actualizado cada vez que se presente un cambio en el contenido de los planos o se anexe un nuevo bloque de planos al proyecto. De no estar conforme a lo expuesto en el listado maestro de planos se envía una carta al departamento de plantación en donde se encargan de darle solución a los problemas presentados en este listado (ya sea enviando las copias faltantes o cambiando el contenido del listado maestro).

Al llegar a obra los planos se revisa que la cantidad de copias enviadas sea la que efectivamente se encuentra el listado maestro. Si se presentase que la versión de un bloque de planos ha sido modificada se procedería con la recolección de todos los planos de la versión anterior, con el fin de que en la obra se trabaje con las últimas modificaciones que se le hayan hecho a estos y así cumplir con los diseños plasmados en los planos.

Tabla 11. Entrega de planos en obra

<i>Identificación del Plano</i>	<i>Fecha última modificación</i>	<i>CONTENIDO DEL PLANO</i>	<i>ENTREGADO A</i>			
			<i>FECHA</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>FIRMA</i>	<i>Observaciones</i>

Si bien es cierto que no se le puede negar un plano a ninguna persona en la obra, también es cierto que debemos ser muy celosos con quien los compartimos, es decir, a quienes se los entregamos (Ingenieros de la Empresa, Contratista de la Obra, Topógrafo de la obra, etc.), para evitar darle información a personal que no esté calificado para leer un plano y que nos podría entregar malos resultados.

3.12 SEGURIDAD SOCIAL

Hacer cumplir los requisitos legales del Sistema de Gestión de Seguridad, Salud Ocupacional y Ambiente, dentro de las obras de todo el personal incluyendo obreros y contratistas, es una de las principales obligaciones de la empresa para poder prevenir lamentables hechos que puedan llegar a entorpecer el normal desarrollo de las actividades en las obras. Para esto es de vital importancia el conocer las normas de Seguridad Industrial en el área de construcción de obras civiles.

Estas últimas son tendientes a prestar atención a los elementos de protección personal de acuerdo con el oficio y el factor de riesgo asociado del personal que se encuentre en la obra, todo esto, con el fin de participar en las actividades necesarias para el cumplimiento del Sistema de Gestión de la Calidad establecido en la empresa y responder por las actividades que le fueron asignadas en los procedimientos, guías o instructivos establecidos, para el control de la seguridad interna en la obra.

Parte de esta función de control se ejerce, controlando el pago de seguridad y riesgos por parte del contratista al contratado, que puedan cubrir al trabajador en caso de un posible accidente o enfermedad. Para esto se lleva un control del personal que entra a la obra así:

Tabla 12. Asistencia de personal

OBRA	NOMBRE	C.C.	CARGO	JORNAL	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			AYUDANTE 2	\$14,457	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1
			OFICIAL 1	\$21,667	1	1	1	1	-	1	1	1	-	1	1	1
			AYUDANTE 2	\$14,457	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1

Esta toma de lista facilita el cálculo de los porcentajes que corresponde pagar tanto al contratista como a la empresa.

Tabla 13. Porcentaje de aportes de seguridad social

	PORCENTAJE DE APORTES				
	TOTAL		URBANAS		
SALUD	12.5	0.680	8.50%	CAJASAN	4.00%
PENSION	16	0.75	12%	ICBF	3.00%
1. RIESGOS	6.96	1	6.96%	SENA	2.00%
2. RIESGOS	2.436	1	2.44%	FIC	\$0
PARAFISC	9	1	9.00%		

V	S	D	Total	REINTEGRO	REINTEGRO	REINTEGRO RIESGOS		PARAFISCALES				NOMINA
				SALUD	PENSION	COD (1 ó 2)	VALOR	CAJA (4%)	ICBF (3%)	SENA (2%)	FIC	
28	29	30	obra									
1	1	1	30	\$36,865	\$50,418	1	\$30,186	\$17,348	\$13,011	\$8,674	\$0	\$ 461,500
1	1	1	30	\$55,250	\$75,563	1	\$45,240	\$26,000	\$19,500	\$13,000	\$0	\$ 650,000
1	1	1	30	\$36,865	\$50,418	1	\$30,186	\$17,348	\$13,011	\$8,674	\$0	\$ 433,700
				\$128,979	\$176,398		\$105,611	\$60,696	\$45,522	\$30,348	\$0	\$1,517,400

En el momento de pago (se pagan cada 20 días a los obreros, por parte de los contratistas), el contratista asume la totalidad del pago, pero se les reintegra la totalidad de los aportes a parafiscales y riesgos profesionales; un 75% en pensión y un 68% en salud. El pago del FIC lo realiza la empresa directamente al Sena, y se lleva a cabo a través de una planilla que lleva el contratista con el valor liquidado correspondiente al mes inmediatamente anterior.

Sobra decir que el personal que no se encuentre registrado a ninguna EPS, PENSION y ARP no podrá ingresar a la obra.

3.13 PRODUCTOS NO CONFORMES

Un producto no conforme (PNC) es aquel que presenta incumplimiento de un requisito (legal, del cliente o de la propia organización), siendo éste, la necesidad o expectativa establecida para el producto generalmente implícito u obligatorio.

URBANAS S.A asegura que el producto que no sea conforme con los requisitos se controle para evitar su uso imprevisto o su entrega no intencional.

Este control inicia con la identificación del mismo, su documentación y su revisión. En la etapa de revisión se debe segregar para dar una disposición adecuada ya sea:

REPROCESO: Es la acción tomada sobre un PNC para que cumpla con los requisitos.

REPARACIÓN: Es la acción tomada sobre un PNC para convertirlo en aceptable para su utilización. Al contrario que el reproceso, la reparación puede afectar o cambiar partes de un PNC.

RECLASIFICACIÓN: Variación de la clase de PNC, de tal forma que sea conforme con requisitos diferentes a los iniciales.

CONCESIONES: Utilizar o autorizar un producto que no es conforme con los requisitos especificados.

DESECHO: Acción que se toma sobre un PNC para impedir su uso inicialmente previsto.

Dentro del Sistema de Gestión de Calidad se tiene un procedimiento documentado el cual describe el tratamiento que se debe dar a un PNC para lograr su conformidad.

Tabla 14. Formato PNC

No	Fecha	Actividad	Contratista	Ubicación PNC (A)	Reportado por:	Descripción PNC	Acción Tomada (B)	Verificado por

Los PNC se deben reportar oportunamente ante el responsable de la obra (ya sea al director de obra o al residente de obra) para que realice el tratamiento adecuado, ya sea tomar las acciones para eliminar la no conformidad, autorizar su uso, dar liberación, aceptación (concesión) o por último impedir su uso o aplicación.

Figura 28. Reporte de PNC

The screenshot shows a software window titled "Modificar Solicitud". At the top, it displays "Número 2973" and "Fecha y Hora de Solicitud 31 08 2007 11:52:10 a.m.". The form is divided into several sections:

- Solicitud:** Includes dropdowns for "Proc/Proy/Externo" (IRDKA), "Solicitante" (PLATA VASQUEZ ADRIANA), "Representante" (MARIO CARDENAS ANGELONE), "Cargo" (RESIDENTE DE INTERVENIO), and "Proyecto".
- Descripción de la situación actual:** A text area containing the following text: "RODAR EL CONTRATISTA HIDROSANITARIO INSTALÓ LA TUBERIA DE VENTILACIÓN EN 2". ESTANDO EN EL DISEÑO Y EN LOS PLANOS EN 3". SE ALCANZARON A INSTALAR APROXIMADAMENTE 8 PISOS. SE SOLICITA QUE EL CONTRATISTA HAGA EL CAMBIO DE TUBERIA AL DIAMETRO CORRECTO. SE ENTIENDE UNA GRAN FALENCIA EN LA SUPERVISION DE ACTIVIDADES EN OBRA CONTRA LOS PLANOS."
- Tipo de Acción:** Dropdown menu set to "PRODUCTO NO CONFORME".
- Proceso:** Dropdown menu set to "CONSTRUCCION".
- Impacto:** Dropdown menu set to "Normal".
- Responsable:** Dropdown menu set to "CADENA SARMIENTO FERNANDO".
- Seguimiento:** Dropdown menu set to "MENDIETA ROJAS WARA TUPOK".
- Grabado por:** Text field with "37729905".
- Solicitud Aprobada:** A checked checkbox.

Buttons for "Aceptar", "Imprimir", and "Cerrar" are visible on the right side of the window. At the bottom, there are checkboxes for "Información mínima Requerida" and "Solicitud Cerrada".

La empresa cuenta con un software para tal finalidad "REQUEST" en el que se reportan los PNC se realiza el seguimiento respectivo, se registran cuales fueron las posibles causas que llevaron a dicha no conformidad y también se plantea una solución al PNC.

Una vez se hallan tomado las medidas respectivas a la no conformidad puede darse por levantado este PNC reportándose en el software.

Figura 29. Solución de PNC

The screenshot shows a web-based application window titled "Modificar Solicitud". At the top, there are input fields for "Número" (2973) and "Fecha y Hora de Solicitud" (31 Oct 2007, 11:52:10 a.m.). Below these are two tabs: "Solicitud" and "Solución". The "Solución" tab is active and contains a text area with the following text: "OBRA. DESDE QUE SE INSTALAN LAS TUBERIAS EN LOS PRIMEROS PISOS SE DEBE HACER UNA REVISION COMPLETA QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES DE LOS DISEÑOS. PARA NO ESPERAR QUE LAS ACTIVIDADES ESTEN TAN AVANZADAS PARA ENCONTRAR ERRORES SIGNIFICATIVOS. EL CONTRATISTA DEBE CAMBIAR LA TUBERIA A 3'". Below this is an empty "Observaciones" text area. At the bottom right of the main content area, there is a "Puntos" field with the value 80. On the right side of the window, there are buttons for "Aceptar", "Imprimir", and "Cerrar". At the bottom left, there are two checkboxes: "Información mínima Requerida" (unchecked) and "Solicitud Cerrada" (checked).

Los PNC pueden estar dirigidos tanto a los contratistas, a los proveedores y a los entes de la empresa que no cumplan con las expectativas o exigencias que se puedan presentar en cada uno de los proyectos.

En general éstos pueden estar dirigidos a cualquier sujeto que interfiera en el progreso normal de la obra, y deben estar reportados en los respectivos formatos de ejecución y recibo de obra para tener presente el sitio de ocurrencia del error.

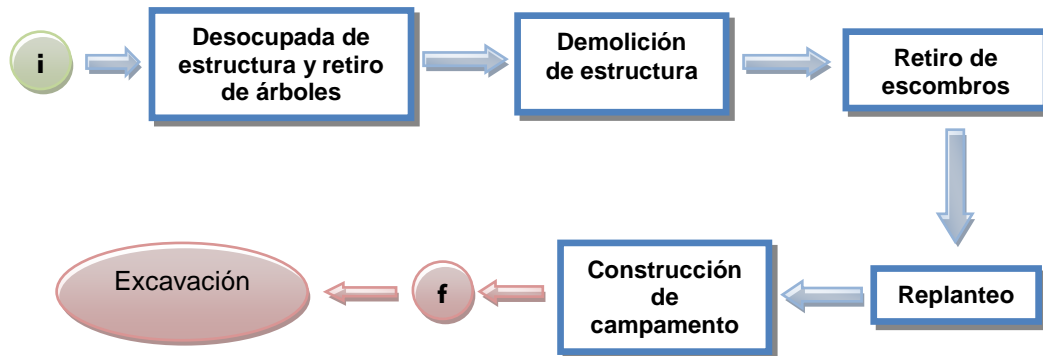
A cada PNC debe realizarse una **Acción Correctiva**, lo cual es la acción que se toma para eliminar dicha no conformidad u otra situación indeseable. Esta acción se toma para prevenir que algo vuelva a suceder.

Es importante tomar medidas para que algo no llegue a suceder, es decir eliminar la causa de una no conformidad potencial, lo cual es una **Acción Preventiva**.

4. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA ACTIVIDADES EN OBRA

4.1 DEMOLICIÓN DE VIVIENDA

Figura 30. Diagrama de precedencias de demolición de vivienda.



Debido a la alta densidad de población y a la escasez de espacio y suelo apto para edificar, se está cambiando la manera de vivir. Antiguamente las casas donde se habitaba eran inmensas, y a cada unidad de vivienda, le correspondía una familia, pero ahora, se ha hecho necesario que las ciudades no sólo crezcan a lo largo, sino que se expandan a lo alto, imponiéndose los apartamentos y la propiedad horizontal como una nueva manera de habitar. Por lo anterior, las grandes viviendas están desapareciendo y le están dando paso a conjuntos cerrados, lo cual implica la construcción de edificios en sitios donde anteriormente estaban ubicados otros tipos de estructuras, siendo la demolición, la última fase para estas antiguas viviendas y la primera para el nuevo proyecto.

A pesar de que existen muchos sistemas para la demolición que han evolucionado con el uso de equipos, materiales y maquinaria moderna, el método más frecuente, antiguo y tradicional para llevar a cabo esta actividad, es comenzar a demoler desde la parte superior e ir descendiendo hasta el nivel de piso. Este sistema es muy utilizado cuando se trata de un sitio urbanizado en donde existen edificaciones colindantes y cuando hay vías adyacentes al proyecto, las cuales se podrían ver perjudicadas con el uso de explosivos, bola de demolición o sistemas de tracción. Cuando únicamente se van a realizar demoliciones parciales, es recomendable hacerlo a mano y con herramientas manuales para evitar que se debiliten, fisuren o deterioren los elementos que no se tienen proyectados demoler.

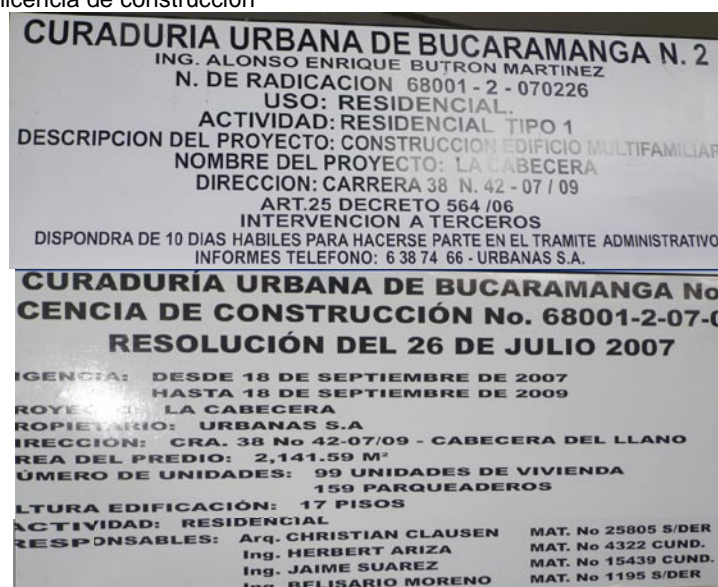
A la demolición le preceden algunas actividades que se deben llevar a cabo como son:

- Elaborar un proyecto de demolición (casi nunca se hace), que debe poseer: memoria descriptiva, planos de la estructura a demoler, descripción de elementos y maquinaria a utilizar, tipo de cerramiento a usar, número de trabajadores, normas de seguridad, entre otros.
- Solicitar la licencia para demolición, construcción y/o urbanismo. Consiste en autorizaciones con las cuales se permite realizar adecuaciones a predios, terrenos públicos o privados de acuerdo con las normas comprendidas en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio respectivo. En este documento se describen las características básicas del proyecto, la información y descripción del mismo, los responsables técnicos y las observaciones técnicas y de ley. El titular de la licencia está obligado a instalar un aviso durante la ejecución de la obra, de dimensiones mínimas de 1.80 m por 0.80 m, localizado en un lugar visible desde la vía pública más importante sobre la cual tenga frente y en obras menores, el aviso puede ser de 0.30 m por 0.50 m.

La valla debe indicar por lo menos:

- Clase y número de identificación de la licencia y autoridad que la expidió
- Nombre o razón social del titular de la licencia
- Dirección del inmueble
- Vigencia de la licencia
- Descripción del tipo de obra, refiriéndose al uso autorizado, metros de construcción, altura total de la edificación, número de parqueaderos, unidades habitacionales, comerciales o de otros usos.

Figura 31. Valla con licencia de construcción



- Realizar el Plan de Seguimiento y Control Ambiental, en el cual se lleva a cabo un estudio de las condiciones en las que se encuentra la zona de actuación referente a la vegetación, y se analiza el posible impacto que se generaría en la flora, fauna y vecindades del proyecto durante la ejecución del proyecto mismo.
- Realizar una visita previa, con el fin de reconocer la construcción en el terreno y los linderos para verificar la ausencia de elementos inestables que estén sostenidos por elementos a demoler.

Figura 32. Visita de reconocimiento



- Determinar la edad de la estructura, estado y condiciones en que se encuentra.

Figura 33. Determinación del estado de la estructura



- Establecer las partes inestables del edificio.
- Tener en cuenta la cimentación tanto del objeto a demoler, como la de los aledaños.
- Identificar, si existen, los elementos que no van a ser objeto de la demolición
- Realizar el estudio de las características del suelo, el cual consta básicamente de la descripción del proyecto y localización del lote, características físicas del lote, geológicas, geotécnicas, sísmicas, investigaciones geotécnicas realizadas, resultados de sondeos, perfiles geotécnicos típicos, cálculo de capacidad de soporte, de asentamientos, de parámetros geotécnicos para el diseño, de factores de seguridad de las excavaciones, recomendaciones para

el diseño y construcción respecto a la estabilidad general del lote, el tipo de cimentación y presiones admisibles.

- Retirar los elementos pertenecientes a la edificación anterior, objetos, suelos o todo elemento que sobresalga.
- Verificar la calidad de los elementos constitutivos y si existen, retirar o proteger los elementos recuperables, tales como ventanas, puertas, elementos de madera, adoquines, etc.

Figura 34. Elementos recuperables de la edificación anterior



Algunos elementos no son tan fácilmente recuperables, como las baldosas que se muestran en las siguientes fotografías las cuales se quebraron al intentar reutilizarlas.

Figura 35. Baldosa quebrada al intentar su recuperación



- Dar aviso de la demolición a las empresas de servicios públicos, e interrumpir el suministro eléctrico, de agua y gas con el fin de evitar incendios, explosiones, inundaciones u otros contratiempos, pero si son necesarios estos suministros, reubicarlos e informar a los trabajadores respecto al traslado.
- Dependiendo del uso de la estructura a demoler, si es necesario, desinfectar o fumigar el sitio.
- Ubicar la maquinaria y andamios que deben ser van a utilizar en el proceso de demolición.

Figura 36. Ubicación de andamios para demolición



- Realizar actas de vecindad o notarial de las construcciones aledañas. Estos documentos, se efectúan con el fin de verificar el estado y condiciones en que se encuentran las construcciones vecinas (fisuras, materiales constructivos en mal estado, desajustes, etc.), para evitar futuros inconvenientes cuando comience la demolición y el movimiento de tierras, y se pretenda responsabilizar al proyecto de daños provocados por dichos procedimientos, pero realmente éstos existan con anterioridad. Estas actas son elaboradas por el personal de administración de la obra en compañía del dueño o encargado de la vivienda, en ellas se describen todos los detalles y aspectos que sean relevantes y de ser posible, se anexa registro fotográfico. Posteriormente las dos partes firman éste documento para otorgarle validez y se autentican en una notaría.

Además de lo anterior, es necesario implementar algunas medidas de seguridad tanto del personal de la obra, como de los peatones, tales como:

- Instalar vallas, avisos, carteles y señales de tránsito para proteger la vía pública, y advertir a los peatones sobre el procedimiento que se está llevando a cabo.

Figura 37. Vallas informativas



- Delimitar la zona de influencia en la cual se van a realizar los trabajos del proyecto. Inicialmente es posible utilizar como cerramiento provisional el mismo

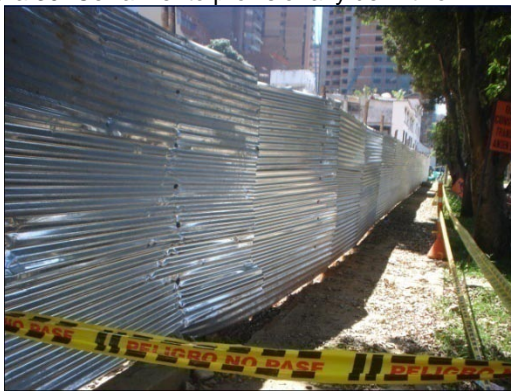
que posee la vivienda a demoler como se puede ver en la fotografía siguiente, en donde se utilizaron los muros con lona verde entre ellos.

Figura 38. Cerramiento provisional



Luego, cuando el avance de la obra así lo exija, se puede remplazar por un cerramiento liviano en láminas de zinc con paral rollizo, mientras se construye un cerramiento definitivo compuesto de lámina galvanizada y tubo cuadrado como se puede apreciar en la fotografía.

Figura 39. Cerramiento provisional y definitivo



- Utilizar las medidas de protección colectiva y personal, tales como máscaras para protección de las vías respiratorias, tapa-oidos, casco de seguridad, botas, guantes, arnés, entre otros.
- Despejar el área de trabajo, para contar con suficiente espacio que no obstaculice los procesos desarrollados.
- Permitir el ingreso únicamente del personal autorizado a la obra y exigir el uso de los implementos de seguridad apropiados.

PROCEDIMIENTO PARA LA DEMOLICIÓN

Existen varios métodos para llevar a cabo la demolición, la elección de uno u otro dependen de varios factores como:

- Condiciones Locales: hace referencia al sitio en el cual se encuentra localizada la estructura a demoler, el espacio disponible, los alrededores, los reglamentos existentes, entre otros.
- Tipo de obra: se refiere al estado en el que se encuentra la edificación, sus elementos constitutivos y el tipo de estructura.
- Volumen a demoler: es casi la característica más importante a tener en cuenta, debido a que determina el tipo de maquinaria a utilizar, y por ende, los costos de la demolición.
- Plazo de ejecución: tiempo proporcionado para realizar los trabajos correspondientes al proceso de demolición.
- Factores ambientales, seguridad en el trabajo y riesgos de accidentes.

Teniendo en cuenta las características mencionadas anteriormente, se procede a elegir el método de demolición, las opciones son las siguientes:

- Demolición con herramientas manuales: Como su nombre lo indica, se lleva a cabo únicamente con personal y herramientas manuales, y es viable cuando la estructura no tiene grandes dimensiones y se cuenta con el tiempo necesario para efectuar dicha labor, es decir, se usa principalmente en proyectos de pequeña envergadura. Las herramientas más utilizadas son los martillos manuales que pueden ser hidráulicos, neumáticos o eléctricos, avanzando de arriba hacia abajo. Tiene una desventaja, y es que resulta costoso, por la cantidad de mano de obra, por esto, se utiliza cuando los otros sistemas no son los adecuados o cuando no hay espacio suficiente para la ubicación de maquinaria de demolición.

Figura 40. Demolición manual de estructura con martillo neumático



- Demolición mecánica: Es aquella que se realiza para la mayoría de las edificaciones de dos o tres plantas de altura, resultando un proceso simple de ejecutar ayudados de equipos pesados como grúas, excavadoras, martillo neumático adosado a excavadora, bolas de demolición y demás equipo que se

puede llegar a utilizar en una labor como ésta. Dentro de éste tipo de demolición se puede enumerar los siguientes métodos:

- Demolición con martillo hidráulico sobre máquina: Se usa en demoliciones de proyectos de pequeña, mediana o gran envergadura, dependiendo del peso del martillo y de la máquina en la que se está montando. El sistema consiste en que sobre equipos de maquinaria pesada se monta un martillo hidráulico cuya masa está entre los 50 Kg y 3500 Kg. Tiene un rendimiento significativamente mayor, debido a que posee mayor potencia de percusión y de empuje. Sus desventajas radican principalmente en que la base sobre la cual se apoya la máquina soporta la carga, y el brazo tenga el suficiente alcance.

Figura 41. Maquinaria utilizada para demolición con martillo hidráulico



En la siguiente fotografía, se muestra un minicargador 236B con martillo hidráulico, utilizado para llevar a cabo la demolición de una vivienda.

Figura 42. Minicargador 236B con martillo hidráulico



- Demolición mediante empuje: este método es utilizado en lugares donde sea posible soportar una carga ambiental elevada, y en proyectos de mediano o gran alcance. Se subdivide en:

- Demolición mediante empuje: con el cucharón de una excavadora, que debe contar con una gran estabilidad, se empuja lateralmente y se demuele en sentido horizontal. El edificio se derriba hasta una altura apropiada para la máquina, requiere de una gran distancia de seguridad, pero es rápido y de bajo riesgo, además no necesita otra herramienta, ya que con un accesorio de la excavadora es con lo que se llevan a cabo los trabajos de demolición.
- Demolición por tracción: es posible alcanzar hasta 25 m, se realiza cuando la máquina posee un brazo largo telescópico con una herramienta de demolición con dientes. Es apropiado cuando se va a demoler estructuras de hormigón de poco espesor y débilmente armadas. Es un sistema rápido, porque no necesita montaje de andamios, pero sus desventajas radican en que se pueden provocar derrumbes incontrolados, exige una gran distancia de seguridad, requiere un espacio muy grande, tiene alta carga ambiental y los escombros se deben fragmentar.

Figura 43. Demolición mediante tracción



- Demolición por explosivos controlados: como su nombre lo indica, éste método hace uso de explosivos de una manera segura siempre y cuando una persona calificada sea la encargada de realizarla, y además, resulta económica para edificios altos. Como desventajas se pueden enumerar: la gran cantidad de polvo que produce, las interrupciones en el trabajo obligatorias y en algunos casos, la instalación de muros protectores. Además, es necesario obtener los permisos legales requeridos para el manejo, transporte y utilización de los explosivos para la ejecución de éstos trabajos, informar a la comunidad la hora en que se realizará las explosiones, tener en cuenta que el personal que no se encuentre involucrado en el proceso de demolición no se halle cerca de la zona de trabajo para evitar accidentes lamentables.

Figura 44. Uso de Explosivos



Los edificios altos, chimeneas altas y estructuras de gran refuerzo estructural como muros de contención, requieren un tratamiento especial por su gran capacidad de resistir cargas elevadas que hace que el proceso de demolición sea lento al usar métodos mecánicos o manuales, por esto es que la solución ideal es el uso de explosivos, aunque no es posible para todos los casos. El peligro más grande es el vuelo de escombros que puede herir espectadores si fue preparado incorrectamente. Aún más peligroso es el fallo parcial de un intento de detonación, cuando un edificio no se derrumba completamente y la estructura puede ser inestable, inclinándose en un ángulo peligroso o presentarse que luego de la detonación se encuentre aún con explosivos no detonados, haciendo difícil e inseguro el acercamiento de los trabajadores.

Otros tipos de demoliciones, menos utilizadas en el medio son:

- Demolición con cizalla o mordaza hidráulica
- Demolición con ariete de golpeo
- Demolición mediante fracturación
- Demolición por corte y perforación

Durante la demolición, sea de cualquier tipo, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos con el fin de brindar seguridad a las personas involucradas en la obra:

- No trabajar sobre la estructura a demoler.
- No demoler en distintos niveles a la vez.
- Humedecer los escombros a intervalos para evitar la formación de polvo
- Evitar la acumulación de escombros.
- No demoler elementos que representen estabilidad de otros elementos.
- Si el clima es desfavorable, suspender la demolición.
- Arriostrear los elementos necesario, para evitar su derribo accidental.
- Evitar que los escombros se acumulen en los bordes de elementos.

- Proteger los linderos de las filtraciones de agua.
- Adecuar vías de acceso y evacuación protegidas.
- Mantener las escaleras el mayor tiempo posible.
- Instalar canaletas para el transporte de escombros, evitando la caída desde lo alto, así como plataformas de protección en el acceso a la obra, si la altura del edificio a demoler y la zona en la cual esté ubicado, así lo exige.
- Retirar los escombros de la obra, hasta un sitio de disposición final.

En resumen, los sistemas de explosivos controlados, ariete de golpeo y tracción no son recomendables en zonas urbanas, debido al efecto negativo a las estructuras vecinas que puede conllevar el uso de estos métodos.

Los equipos generalmente utilizados para la demolición son:

- Retroexcavadora. Es una máquina muy utilizada en construcción de edificaciones y obras viales en la fase de movimiento de tierras. Tiene múltiples funciones de tractor, cargadora y excavadora por debajo del nivel de piso, es decir, puede remplazar 3 máquinas en una sola. Se usa principalmente en la excavación de zanjas y cargue de material. Por lo descrito anteriormente, es una máquina potencialmente usada en este proceso.

Figura 45. Retroexcavadora utilizada para demolición



- Minicargador con martillo hidráulico. El minicargador, como su nombre lo indica, es un equipo de cargue vertical y transporte de material, pero acondicionado con el martillo hidráulico, constituye una máquina demoledora de todo tipo de elementos que se puedan hallar en una edificación.

Figura 46. Minicargador



- Compresor. Es una potente máquina para demoler elementos. En la fotografía se aprecia el descargue de éste aparato, y el mismo, con todos sus componentes.

Figura 47. Compresor



- Equipo de oxicorte. Es utilizado para cortar acero de una manera fácil. Está provisto de 2 cilindros, uno con oxígeno y otro con acetileno, y por la naturaleza de los mismos, resultan inflamables, por lo que es necesario manejar éste equipo con precaución para evitar explosiones u otros percances.

Figura 48. Equipo de oxicorte



Todos estos equipos deben cumplir con las normas de la autoridad ambiental para el manejo adecuado de combustibles y residuos producto de su mantenimiento.

El proceso de demolición llevado a cabo, luego de las actividades previas al procedimiento en sí, sigue básicamente los siguientes pasos:

4.1.1 Desocupada de la vivienda.

Es necesario desocupar y dismantelar la vivienda y zonas sociales retirando elementos tales como techos, puertas y ventanas.

Figura 49. Desocupada y dismantelada de la vivienda



4.1.2 Construcción del campamento.

Se construye un campamento en la obra, destinado para el personal de administración de la misma. Algunos de los elementos pueden ser del material recuperable retirado anteriormente de la vivienda, tal como lo muestran las fotografías, en donde se construyó un campamento en madera, lámina de zinc, y la ventanería se obtuvo de la dismantelada de la casa.

Figura 50. Construcción de campamento



4.1.3 Retiro de árboles.

Se talan y retiran los árboles existentes dentro de la vivienda que dificulten el proceso de demolición.

Figura 51. Tala y retiro de árboles



4.1.4 Comenzar con la demolición.

Se comienza a demoler la vivienda y la cimentación con el equipo con el que se disponga en la obra.

El orden de la demolición de la vivienda, está en función de la facilidad para el cargue, es decir, preferiblemente se demuele y se carga inmediatamente, ya que si se debe repalear escombros, afecta el tiempo de duración de ésta actividad.

Figura 52. Proceso de demolición 1



Figura 53. Proceso de demolición 2



Para realizar la demolición de doubles muros junto a las edificaciones vecinas, primero se instalan los andamios para llegar a la altura necesaria y se comienza con la demolición de los muros con taladro. Este procedimiento se realiza de arriba hacia abajo y sólo hasta una altura determinada.

Figura 54. Instalación de andamios y demolición de doubles muros



Luego, con la ayuda de la retroexcavadora se termina de derribar el muro. Se sigue la secuencia descrita anteriormente, hasta que se haya abarcado todo el lindero con el doble muro.

Figura 55. Derrumbe de doble muro con retroexcavadora y continuación de demolición



Debido a que el muro que queda en pie es del predio vecino, se hace necesaria la protección contra las aguas lluvias; por lo que primero se frisa con un producto de dosificación 1:3, mezclado con agua y luego se esmalta impermeabilizándolo con algún producto especialmente diseñado para tal fin.

Figura 56. Frisado e impermeabilizado de muro vecino



4.1.5 Retiro de escombros.

Esta actividad se realiza a un sitio de disposición final adecuado.

Figura 57. Retiro de escombros de la obra



4.1.6 Realizar el replanteo.

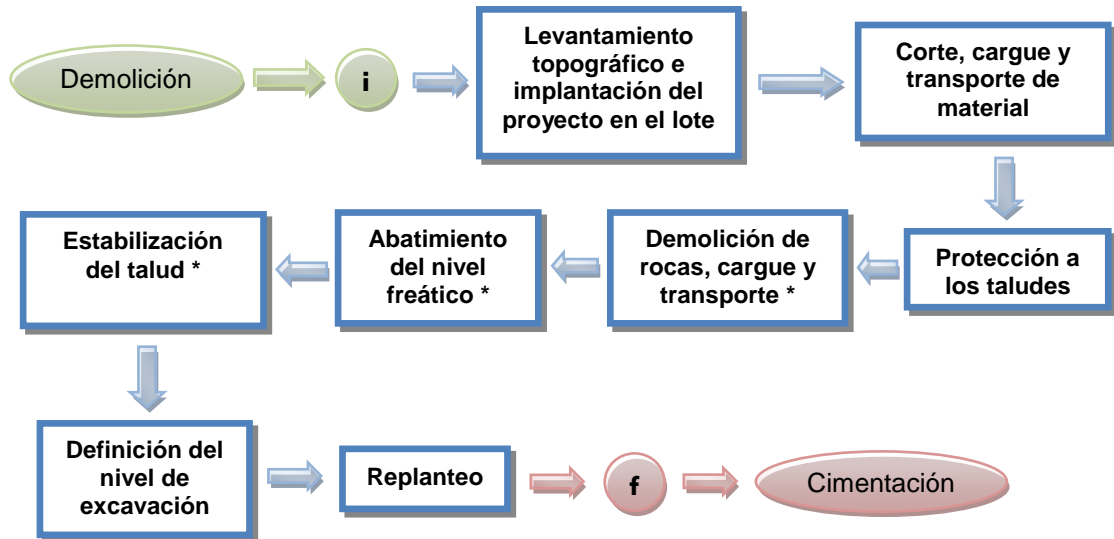
Luego de terminar los trabajos de demolición de la estructura, se procede a replantear el terreno para realizar la topografía inicial y comenzar con el movimiento de tierras.

Figura 58. Replanteo



4.2 EXCAVACIÓN

Figura 59. Diagrama de precedencias de Excavación



* Estas actividades están sujetas a cambios y dependen de las necesidades, condiciones y características inherentes del proyecto.

La excavación es una de las actividades más peligrosas en la industria de la construcción, por lo que requiere especial cuidado y atención respecto a la seguridad del personal involucrado a la obra, pues los deslizamientos de tierra no dan aviso y si no se realiza adecuadamente, con las medidas de seguridad apropiadas y con la vigilancia y supervisión de un experto, se puede llegar a convertir en un proceso que no sólo genere retrasos en la programación de la obra, sino que cause daños irreparables y no cuantificables como lo son las vidas humanas. La excavación se realiza generalmente a máquina, debido a los grandes volúmenes de tierra que se deben mover, y uno de sus propósitos es proteger las construcciones y estructuras vecinas a la excavación, e incluso, en el interior de la misma.

Antes de comenzar la excavación, se realiza la revisión y ajustes que consiste básicamente en el análisis de los diseños y superposición de todos los planos (arquitectónicos, estructurales, hidrosanitarios, entre otros) para verificar que la nomenclatura de ejes sea igual y que los ejes coincidan, pues la diferencia de éstos entre uno y otro plano crea confusión en el proceso constructivo. Además, los diseños estructurales se deben comparar con los de redes hidrosanitarias, eléctricas, comunicaciones, incendio y gas, para verificar que los elementos estructurales no sean afectados por los desagües debido a la localización de sanitarios, bajantes, etc.

Adicionalmente, se deben verificar los siguientes parámetros:

- Revisión de los acotamientos y sumatorias de las medidas de todos los elementos de la estructura se encuentren correctos de acuerdo con los planos, verificación de alturas libres por recorrido de redes y cruce de tuberías hidrosanitarias, incendio, eléctricas, comunicaciones y gas, confrontación de los cortes, cotas y correspondencia con los BM del proyecto, y si es necesario, solicitud de información faltante.
- Revisión de los elementos estructurales con sus respectivos despieces y detalles, verificando que se ajusten a lo previsto en la NSR-98, en todo lo relacionado a longitud de traslapo, ganchos, recubrimientos, estribos, espaciamientos, etc.
- Revisión del recorrido de redes con el fin de determinar cómo afectan los costos, la altura libre de los espacios y sobre todo en sótanos, su interferencia con las demás redes del proyecto, localización de aparatos sanitarios, hidráulicos, calentadores y la concordancia con las normas respectivas.
- Revisión de la localización arquitectónica de los elementos eléctricos.

Existen varios tipos de excavaciones tales como:

- Excavaciones sin apuntalar

Corresponden a excavaciones de poca profundidad, donde el material se sostiene a través de taludes producto de la excavación, en lugar de sostenerse a través de elementos externos, por lo que se debe tener cuidado y seguir rigurosamente con las recomendaciones hechas respecto a los taludes del estudio geotécnico. En este tipo de excavaciones, se procede sencillamente a excavar por tramos y a proteger el talud del agua.

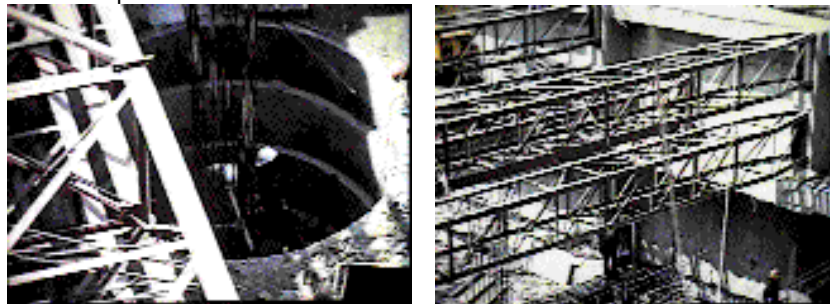
Figura 60. Excavación sin apuntalar



- Excavaciones Apuntaladas

Apuntalar una excavación es básicamente sostener el material para evitar un deslizamiento debido al cambio de las condiciones de esfuerzo del suelo. Por seguridad, se debe instalar el apuntalamiento antes de llegar a la profundidad máxima de excavación, y además, colocar barreras alrededor de la excavación para evitar que el personal caiga dentro de la misma. Existen apuntalamientos de diversos tipos, como se muestra en las fotografías, que consisten en anillos de cemento y en vigas metálicas.

Figura 61. Excavaciones apuntaladas



- Apuntalamientos en excavaciones poco profundas: Las excavaciones poco profundas son aquellas que se encuentran entre 1 m y 5 m. Se apuntalan por medio de tabloncillos alrededor de la excavación unidos a través de largueros que son vigas perimetrales. Pueden ser de diversos materiales tales como madera, metálicos o cerchas.

Figura 62. Apuntalamientos en excavaciones poco profundas



- Apuntalamientos en excavaciones profundas: las excavaciones profundas son aquellas mayores a 5 m. Cuando se requiere apuntalarlas se utiliza generalmente tablestacas, pilotes metálicos en forma de “H” o muros pantalla en concreto.

- Tablestacas: consta de pilotes de madera, tabloncillos o elementos metálicos unidos entre sí, que se empotran y traban, por vibración o impacto

entibando la excavación, para formar un muro y se va retirando el material interno, colocando largueros y puntales. Tiene juntas con el fin de evitar que se genere filtración de agua y guiar la siguiente tablestaca. Es un método flexible y el más común.

- Pilotes metálicos: difieren de las tablestacas en que una vez retirado el material se instalan tablas acuñadas entre ellos y luego se ubican los largueros y puntales, formando una "H".
- Muros pantalla: este sistema consta de un muro en concreto reforzado, y se construye realizando la excavación de una zanja y rellenándola con bentonita. Posteriormente se va vaciando el concreto a través de un tubo instalado en la parte inferior de la excavación. El concreto desplaza la bentonita, por lo cual, puede ser usada para otra excavación.

El procedimiento para llevar a cabo la excavación es el siguiente:

4.2.1 Instalación de señalización

Se debe disponer en la obra de señales de advertencia apropiadas las cuales deben instalarse y mantenerse mientras se estén desarrollando los trabajos, así como paleteros con chalecos reflectivos y elementos adicionales para orientar el tráfico.

4.2.2 Levantamiento topográfico

Se realiza el levantamiento topográfico, marcando los aislamientos contra los lotes vecinos y dejando las distancias de separación en las coronas del talud, de acuerdo con las recomendaciones dadas en el estudio geotécnico. Así mismo, ésta topografía inicial permite el cálculo del volumen del movimiento de tierras.

4.2.3 Ubicación y chequeo de coordenadas de los linderos del predio

Esta actividad se realiza con el fin de localizar el perímetro del área a excavar. Posteriormente se hace el replanteo del paramento de construcción o espacio dentro del terreno en el cual se tiene autorización para construir la estructura.

4.2.4 Establecer el o los BMs iniciales de referencia

Se hace para confirmar sus coordenadas y cotas para realizar toda la localización del proyecto amarrada a ellos. Luego, se hace el levantamiento del alcantarillado con el BM inicial del proyecto.

4.2.5 Implantación del proyecto en el lote.

Es de vital importancia verificar las medidas internas en el proyecto con el fin de implantar el proyecto definitivo.

4.2.6 Corte, Cargue y Transporte de material.

Si el terreno aún no se encuentra a nivel 0,0 del proyecto después de la demolición, se comienza con la excavación para alcanzarlo, teniendo en cuenta los taludes definidos para cada uno de los extremos en el estudio geotécnico.

Figura 63. Excavación para alcanzar el nivel 0,0 del proyecto



Es necesario que las volquetas que llevan el material al sitio de disposición final cumplan con las normas de las autoridades de tránsito respecto a certificado de gases, revisión técnico mecánica y restricciones vehiculares, así como ciertas normas ambientales tales como cubrimiento del material cuando salen de la obra hasta cuando llegan al botadero, limpieza de las llantas al salir del área de intervención para evitar la dispersión de lodos en las vías circundantes, que pueden ser arrastrados a las redes de manejo pluvial y son factores de emisión de material particulado, etc.

También, se debe mantener aseada la obra, y las vías públicas adyacentes a ellas, barriendo y limpiando la calle, instalando mallas de poro fino en los sumideros de los costados y fachadas de la edificación para evitar dispersión de material producto de las excavaciones.

Figura 64. Instalación de malla de poro fino en sumidero y cubrimiento de material en las volquetas



4.2.7 Protección a los taludes.

Cuando se requiera, se debe proveer de protección a los taludes resultantes de la excavación a través de algún sistema, como por ejemplo, el “chafarreo” que consiste básicamente en preparar un producto de dosificación 4:1 mezclarlo con agua y lanzar éste mortero al talud para crear una capa protectora entre él y las aguas lluvias que evita la infiltración, ya que debido a la profundidad de la excavación sumado al aumento de las presiones de poro provocadas por la infiltración de agua, puede provocar un derrumbe de los taludes, y afectar a las edificaciones vecinas.

Figura 65. Preparación y aplicación de mortero para chafarreo de taludes



4.2.8 Realizar el Replanteo.

Cuando se ha llegado al nivel +0,00 del proyecto (generalmente el nivel de la vía), se hace el respectivo replanteo. Cuando es muy profunda la excavación, es aconsejable realizarla por varios niveles de terrazas y posteriormente se conformar el talud ajustado a las recomendaciones del estudio geotécnico en cuanto a pendiente, y a los distintos diseños en cuanto a altura.

Figura 66. Replanteo cuando se ha llegado a nivel 0,0 del proyecto



4.2.9 Continuación de la excavación.

Se sigue realizando la excavación, dejando a los costados del lote, los taludes planteados de acuerdo a los niveles fijas en los planos, para garantizar la estabilidad de las edificaciones vecinas. Como se puede apreciar en la fotografía, la excavación se comenzó por sectores respetando los aislamientos desde la corona de los taludes marcados con cal. Cabe anotar, que se debe realizar una verificación permanente de la pendiente de los taludes por parte

de la comisión topográfica, esto se logra con el control de una regla o escuadra para taludes, que previamente tiene la inclinación determinada del terreno, entonces, sobre ella se coloca un nivel y se posiciona frente al terreno excavado para verificar la pendiente, de tal manera que se puede determinar si es necesario perfilar más el talud, o si ya se llegó a la inclinación requerida.

Figura 67. Continuación de excavación y regla para control de pendiente de taludes



4.2.10 Demolición de roca, cargue y transporte.

En algunas ocasiones, cuando se está realizando el movimiento de tierras, se encuentran rocas de gran tamaño, que con la cuchara de la retroexcavadora es imposible fracturarlas, por lo que se procede a varias alternativas como: uso de compresor o con martillo hidráulico, aplicación cementos expansivos o manejo de explosivos.

- Uso de compresor: el compresor o minicargador con martillo se utiliza cuando la roca es de un tamaño moderado, y las labores de demolición proporcionan resultados satisfactorios.
- Manejo de explosivos: no es recomendable el uso de éste sistema de demolición en zonas urbanas, debido al daño que se puede causar a las edificaciones vecinas.
- Aplicación de cementos expansivos: tiene una gran ventaja que consiste en que no perjudica el medio ambiente porque no provoca contaminación, ni se presentan vibraciones con su uso. Este método es utilizado cuando los elementos a demoler, que generalmente son roca, son muy grandes y se dificulta dicha labor con taladro o compresor. Los cementos expansivos se fundamentan en que al mezclarlos con agua, producen una reacción química de hidratación, generando una fuerza expansiva capaz de fracturar cualquier material, por duro que éste parezca.

Figura 68. Rocas encontradas producto de la excavación



El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Por medio de un compresor, se abren orificios en las rocas a una profundidad y separación aproximada de 40 cm y 30 cm respectivamente.

Figura 69. Perforación de la roca con la ayuda de compresor



- Se prepara el producto en un balde limpio y libre de grasa, mezclándolo con agua y revolviéndolo hasta que se obtenga una mezcla cuyo aspecto y consistencia, según el funcionario de la empresa encargada de realizar la demolición de rocas, debe ser el de un helado cuando se está derritiendo.

Figura 70. Preparación del cemento expansivo



- Se vierte el producto en los orificios de las rocas hasta que se rebose, por medio de un recipiente que sirva de embudo

Figura 71. Llenado de las perforaciones con el producto



- Se deja actuar el producto durante 12 a 18 horas, tiempo después del cual, aparecen fisuras a través de la roca. La apariencia con la que queda el producto después del tiempo de tratamiento, es la de un tubo de cemento, en los agujeros que se llenaron, y laminar en las zonas cercanas al tubo por donde se aprecian las superficies de falla.

Figura 72. Resultados obtenidos sobre la roca



Figura 73. Apariencia del cemento expansivo en los orificios llenados y en la superficie de falla



- Teniendo la roca ya fracturada, la retroexcavadora procede a romper los pedazos con la cuchara, y si no es posible por éste método, se suspende un fragmento, y se deja caer desde una altura considerable para golpearlo contra otro fragmento, y de esta manera, convertir la roca en fracciones

más pequeñas, las cuales sean posibles transportar en las volquetas al sitio de disposición final.

Figura 74. Procedimiento para fragmentar la roca fracturada



4.2.11 Abatimiento del nivel freático.

Cuando aparece nivel freático en la excavación, y el agua lluvia se comienza a infiltrar en el talud, se hace necesario disminuir éste nivel o abatirlo, ya que esto representa un peligro no sólo en la estabilidad del mismo talud, sino de los predios adyacentes. Según el Ing. Jaime Suárez, existen diversas formas para controlar el nivel de aguas en un talud, y las más comunes corresponden a:

- Zanjas de coronación o canales colectores (Drenaje Superficial)
- Cortinas Subterráneas
- Drenes interceptores
- Subdrenes horizontales o de penetración
- Galerías y túneles de drenaje
- Drenes verticales
- Trincheras estabilizadoras
- Pantallas de drenaje
- Pozos de drenaje

Para el control del agua, es común proceder de diversas formas, tales como:

- Bombear agua por medio de una motobomba eléctrica a una entrega existente.

Figura 75. Succión de agua a través de motobomba



- Instalar pozos cisternas en el suelo, con el fin de recoger agua, dándole pendiente a todo el terreno para conducirla hacia las cisternas y posteriormente, bombearla. El procedimiento constructivo es el siguiente:

Hacer el hueco con la retroexcavadora, y con la misma, levantar el tubo y empotrarlo al suelo, de tal manera que quede en posición vertical. Luego, rellenar con triturado o material filtrante, el espacio perimetral que queda entre el tubo y el suelo. Posteriormente, los últimos centímetros, llenar con suelo, tal como se aprecia en las siguientes fotografías. Por último, se introduce la motobomba al tubo para comenzar a extraer el agua.

Figura 76. Perforación en el suelo y ubicación del pozo cisterna



- Construir subdrenes horizontales de penetración. Estos representan un método fácil y rápido de instalar y con ellos se puede, en poco tiempo aumentar el factor de seguridad de un talud de una manera considerable.

Los subdrenes horizontales consisten básicamente en la perforación del suelo con maquinaria especializada para tal fin a una profundidad definida, por donde se introduce un tubo con perforaciones, los cuales captan el agua del nivel freático, y la conducen hacia el extremo del tubo, es decir hacia el exterior del talud, donde es recogida y llevada a un sitio que no afecte la estabilidad del terreno.

El procedimiento constructivo de los subdrenes de penetración es el siguiente:

- Definir la ubicación de los subdrenes de acuerdo con el estudio geotécnico y teniendo en cuenta las necesidades de abatir el nivel freático.
- Nivelar la maquinaria para realizar la perforación, y proceder a hacerla.
- Instalar la tubería agujerada por la perforación hecha anteriormente.

4.2.12 Instalación de contrapeso en el talud

Cuando el talud presenta inestabilidad, es posible instalar un contrapeso de enrocado en el pie del talud, aumentando el momento resistente y generando

estabilización del mismo, con lo que el factor de seguridad aumenta. De igual forma, se pueden utilizar bolsas de tierra ubicadas en el mismo sitio, con el fin de lograr tal efecto.

Figura 77 .Instalación de contrapeso en el pie del talud



4.2.13 Definición del nivel de excavación

Esta actividad está a cargo del topógrafo que se basa con los planos y diseños suministrados, la cual es validada por el equipo de profesionales de la obra.

4.2.14 Realizar el replanteo

Cuando ya se ha llegado a nivel de cimentación y se requiere comenzar a excavar las placas de cimentación, se realiza el replanteo.

Figura 78. Replanteo a nivel de cimentación



Otras actividades complementarias a la excavación son:

- **Relleno a máquina.** Este trabajo consiste en la construcción de terraplenes y rellenos compactados a máquina, con los niveles de explanación indicados en los planos, en las áreas destinadas en la construcción. Los materiales para estos terraplenes pueden ser producto de las excavaciones realizadas en el proyecto o material suministrado, el cual no debe tener materiales como arcillas expansivas, tierra vegetal, materia orgánica, basuras, raíces, troncos u otros materiales objetables.

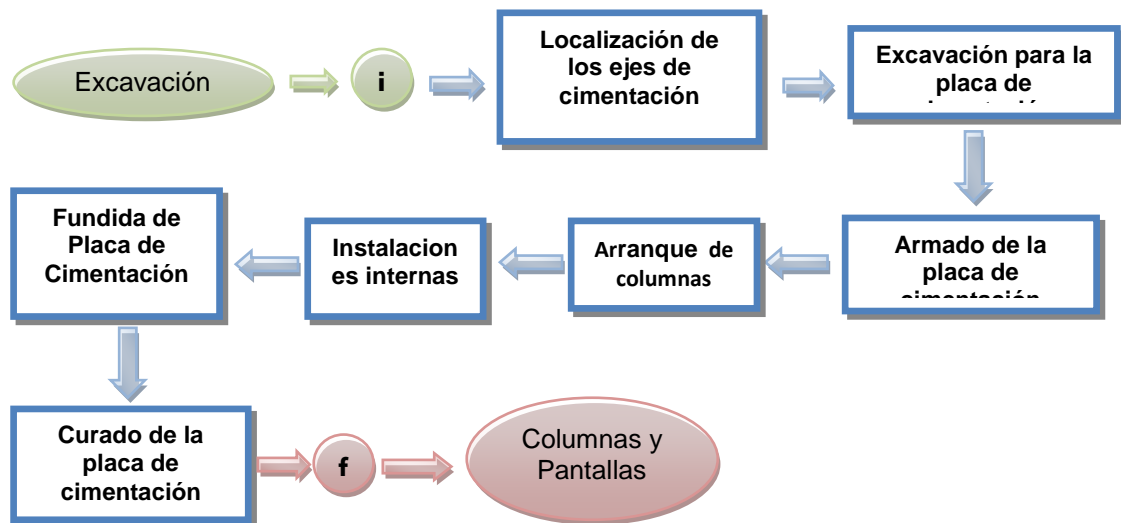
- **Repaleo sótano bajo.** Consiste en transportar la tierra producto de las excavaciones en el nivel más profundo del lote a máquina, a una terraza intermedia donde se deposita nuevamente para ser nuevamente paleada con otra máquina hasta el transporte. Generalmente se usan dos máquinas retroexcavadoras en cadena.

Figura 79. Repaleo sótano bajo



4.3 PLACA DE CIMENTACIÓN

Figura 80. Diagrama de precedencias de Placa de Cimentación



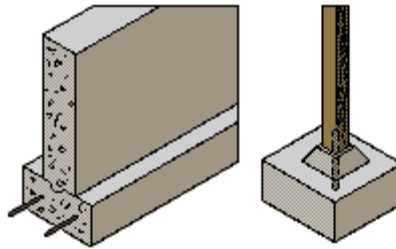
La cimentación es el componente estructural encargado de recibir las cargas de la construcción y transmitir las al suelo, es decir, es quien proporciona apoyo y estabilidad a la edificación, por lo que es necesario que en el proceso constructivo se tengan en cuenta todas las especificaciones y recomendaciones hechas para garantizar una base que soporte adecuadamente la estructura en la cual, no sólo

permanecerán bienes materiales, sino algo de incalculable valor: las vidas humanas.

Existen dos tipos de cimentación de acuerdo con su profundidad, éstos son cimentación superficial y cimentación profunda. La primera, se ubica a poca distancia por debajo de la estructura, corresponden a ella los cimientos de zapata y de losa continua. La cimentación profunda es aquella que se encuentra a varios metros de distancia de la base de la edificación, entre ellas se puede enumerar los pilotes y los pozos de cimentación. La elección entre uno u otro tipo de cimentación está dada en función de la caracterización del suelo, las cargas que debe soportar y la ubicación del nivel freático.

- Cimientos de Zapata: Este sistema es utilizado en obras que se van a construir sobre terreno estable y que no tienen dificultades, y además es el más económico. Consiste básicamente en zapatas y vigas continuas, sobre las cuales se ubican las columnas y los muros de carga respectivamente.

Figura 81. Cimientos de zapata



- Cimientos de losa continua: Consiste en una placa de concreto reforzado que se usa cuando las cargas son relativamente grandes y el terreno es inestable o poco resistente. Las cargas se distribuyen a través de toda la losa, lo que hace que el edificio “flote” sobre el suelo como una sola unidad.

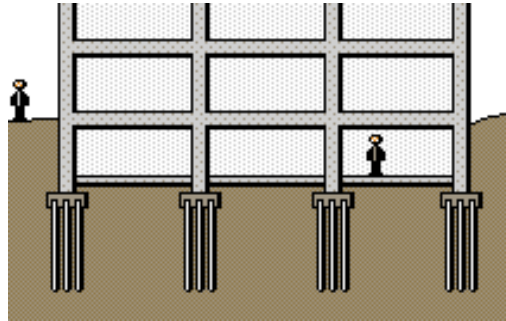
Figura 82. Cimientos de losa continua



- Cimentación sobre pilotes: Este tipo de cimentación es utilizado cuando las condiciones del suelo de cimentación no son buenas. Pueden ser de concreto reforzado o de acero y se agrupan en columnas. La cantidad de pilotes utilizado depende de la resistencia de los mismos, y de la magnitud

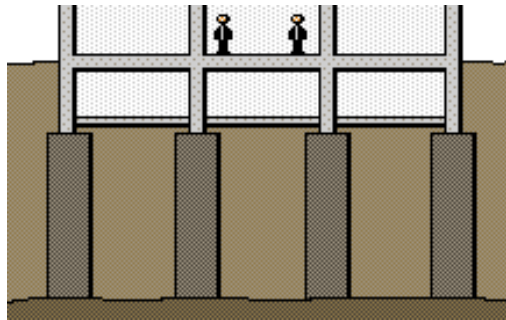
de las cargas que se deben soportar. La carga se distribuye a lo largo de su longitud, porque pueden soportar tanto en la base como en cualquier parte de su estructura.

Figura 83. Cimentación sobre pilotes



- Pilas o Pozos: Consisten en una serie de zapatas rígidas que se utilizan cuando existe suelo apto para cimentación bajo capas de suelo débil o no tan apto para tal fin. Los pilares de concreto reforzado tiene forma cilíndrica y se excavan en los sitios sobre los cuales se construirán las vigas y transmiten la carga del edificio a la roca sobre la cual están apoyados.

Figura 84. Pilas o Pozos



Debido a las dificultades que se presentan (aparición de nivel freático, inestabilidad de taludes, poco espacio disponible para almacenamiento del hierro) y a la misma profundidad de excavación, la cimentación se realiza por tramos o sectores.

El procedimiento constructivo para la cimentación es el siguiente:

4.3.1 Localización de los ejes de cimentación

Esto se realiza para la placa de cimentación y se demarca con cal sobre el terreno por parte de la comisión topográfica, basándose en los planos de los diseños respectivos. Como puede verse en la fotografía, fue necesario perfilar el talud en el tramo correspondiente para la ubicación de la placa.

Figura 85. Demarcación con cal de los ejes de cimentación



4.3.2 Excavación para la placa de cimentación

Cuando se trata de placa aligerada de cimentación, debido a la profundidad que se debe excavar, se lleva a cabo con maquinaria. Se realiza el replanteo de la superficie, se verifican los alineamientos y la profundidad de excavación.

Figura 86. Excavación para la placa de cimentación



4.3.3 Armado y fundida de la placa de cimentación

Esta tarea contempla varias actividades tales como:

- **Extendida de arena.** Esta capa de arena de aproximadamente 10 cm es utilizada para que sirva de filtro antes de aplicar el concreto de limpieza.

Figura 87. Extendida de capa de arena



- **Aplicación de concreto de limpieza.** Se aplica un concreto pobre o solado para limpieza y nivelación de la superficie. Es necesario revisar la adecuada colocación del concreto a los respectivos niveles demarcados.

Figura 88. Aplicación de concreto de limpieza



- **Armada y fundida de la torta inferior.** Como se trata de una placa aligerada de cimentación, y de acuerdo con los planos, se comienza a armar la torta inferior de la losa. Posteriormente, se funde, verificando que cumpla con los requisitos indicados en el diseño estructural correspondiente, tales como resistencia nominal y tamaño del agregado, así como el cumplimiento del asentamiento y tiempo de manejo desde la hora de preparación. Es importante vibrar el concreto para eliminar el aire existente en el interior del mismo.

Figura 89. Armada y fundida de la torta inferior



- **Armada y fundida de viga de borde.** Cuando se hace necesaria la contención del talud, primero se arma y funde la viga de borde y el primer tramo de casetones, para ello, es necesario formalear y apuntalar el área a fundir con parales, dejando los pelos o extensión de las barras de refuerzo para darle continuidad tanto al muro de contención como a la placa aligerada.

Figura 90. Armada y fundida de la viga de borde



- **Armada de la placa aligerada de cimentación.** Luego, de acuerdo con los planos, se comienza a armar las vigas y viguetas instalando los casetones en los respectivos sitios. Es necesario verificar que el refuerzo de los planos del diseño estructural coincida con lo armado en obra, revisando número y diámetro de varillas, longitudes de traslapo, cantidad y diámetros de estribos en la sección, entre otros. En este sector, se debe armar el refuerzo de las columnas dejando los pelos para posteriormente seguir con la armada, así como el refuerzo para seguir con la placa aligerada de cimentación; por esto, en las columnas se debe tener en cuenta en el armado, el diámetro de las varillas, cantidad de las mismas, cantidad de estribos y separación entre ellos. Si es necesario, se colocan bandas, que consisten en pedazos, retal o listones de madera que se instalan al formalear con el fin de evitar que el concreto se salga por los espacios dejados.

Figura 91. Armada de la placa aligerada de cimentación



- **Fundida de la placa aligerada de cimentación.** Se debe tener en cuenta los criterios descritos anteriormente. Si es necesario apuntalar con parales

algún costado, se hace, así como la instalación de tablonos de madera como formaleta.

Figura 92. Fundida de la placa aligerada de cimentación



Es indispensable vibrar el concreto, ya que su finalidad es permitir que el aire atrapado en el mismo sea expulsado, haciendo que sea más denso, resistente y durable. Los vacíos reducen la resistencia del concreto, el contacto concreto-acero y la durabilidad, porque lo hace más permeable, por lo tanto, el vibrado ayuda a acomodar el concreto en la formaleta y evitar hormigoneos.

Es necesario tener en cuenta que el vibrador se debe introducir verticalmente, y que no es aconsejable utilizarlo para extender el concreto hacia los lados, porque produce segregación.

- **Nivelación con regla.** Se realiza para nivelar y compactar el concreto suministrando una cantidad de concreto enfrente de la regla, para que no queden huecos en la superficie.

4.3.4 Curado de la placa de cimentación

Después de algunas horas de la fundida, se realiza el curado de la placa aligerada de cimentación, aplicando agua sobre la superficie y antisol con el fin de prevenir la pérdida temprana de la humedad y controlar la temperatura del concreto, pero no se pule la superficie como sí se hace con las placas de entepiso de parqueaderos, debido a que en la cimentación, posteriormente se aplica sobre ella más o menos 7 cm de concreto, y luego se pule, o lo que también se llama “piso terminado”, sobre el cual se hacen las dilataciones, que queda con apariencia de cuadrados consecutivos sobre la superficie.

Figura 93. Placa de cimentación fundida



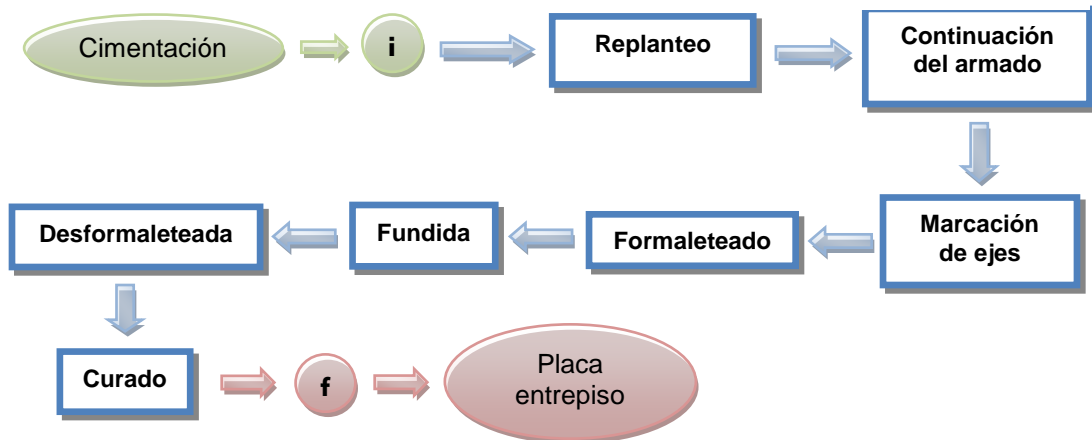
Cuando se va a seguir con la construcción de la placa aligerada, se repite el procedimiento y como se habían dejado pelos de la placa anterior para darle continuidad a la siguiente, se hace el respectivo traslapo o se sueldan las varillas.

4.4 COLUMNAS Y PANTALLAS

Las columnas son los elementos estructurales encargados de transmitir las cargas provenientes de las vigas a los cimientos. Son los pilares de la edificación, elementos que cumplen una función vital e imprescindible dentro de la estructura tradicional, por lo que es muy importante, seguir paso a paso el correcto procedimiento constructivo para obtener los resultados esperados.

Las herramientas y elementos fundamentales para llevar a cabo ésta actividad son las siguientes:

Figura 94. Diagrama de precedencias de columnas y pantallas.



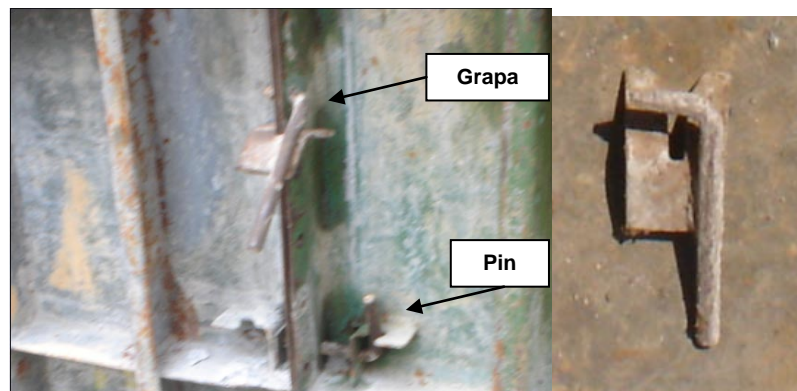
- Esquineros: Son largueros de madera de sección transversal triangular, que se colocan en los cuatro extremos de las columnas y a través de toda su altura para que ésta no quede en ángulo recto, sino que sus extremos sean en chaflán, tal como se muestra en las fotografías. Este efecto que se le da a las pantallas es para las correspondientes a parqueaderos, para luego al hacerles el acabado, darles un aspecto agradable a la vista.

Figura 95. Sección transversal y longitudinal de esquineros y apariencia en las columnas



- Grapas, chapetas o cucarachas: Son elementos metálicos que se utilizan para unir dos tableros igualmente metálicos. Tienen un extremo el cual atraviesa dos orificios (uno de cada formaleta) perfectamente alineados, y se gira golpeándolo con un martillo para que su ranura entre a los lados de los dos tableros unidos entre sí y de ésta manera quedan sujetos.

Figura 96. Grapas y ubicación de las mismas entre los tableros



- Pines: Son elementos también metálicos en forma de "L", los cuales son usados para ajustar y unir las corbata con los dos tableros metálicos, atravesando los tres orificios (1 de cada elemento). La siguiente fotografía, muestra la unión de dos tableros metálicos, cuyas uniones entre ellos se realizan con la grapa que se aprecia, y el pin que se observa, corresponde a una corbata instalada dentro de la pantalla.

Figura 97. Pines y ubicación de los mismos para sujetar las corbatas



- Corbata pasante distanciadora para columna: Son elementos metálicos que en cada uno de sus extremos posee un agujero por donde atraviesan los pines para unirse con los tableros metálicos de las caras paralelas más largas de la columna, es decir, atravesando la cara más corta, para mantenerlos en su posición.

Figura 98. Corbata y ubicación de la misma dentro de la columna



- Funda o bolsa para corbata: Son bolsas plásticas del tamaño de las corbatas, que envuelven a las mismas, y quedan embebidas en el concreto al ser retiradas las corbatas.

Figura 99. Bolsas para corbatas



- Ángulos: son unidades metálicas cuya sección transversal es una "L", que se utiliza para unir los tableros metálicos correspondientes a dos caras de

columnas perpendiculares entre sí. Tienen agujeros a lo largo, para que sean atravesados por las grapas y queden sujetos los dos tableros.

Figura 100. Sección transversal y longitudinal de ángulos



- Alineadores: son barras huecas metálicas de sección rectangular que se colocan atravesando los tableros, ya sea horizontal o verticalmente, con el fin de alinearlos.

Figura 101. Sección transversal y longitudinal de alineador



- Parales: cilindro hueco metálico el cual sirve para apuntalar las excavaciones y para sostener los tableros o formaletas. Es graduable para ajustarlos más o menos largo.

Figura 102. Paral



- Tensores: son elementos metálicos con los cuales se ajustan y sujetan los alineadores. Generalmente, se coloca un alineador en cada extremo de la cara y en cada unión de dos tableros metálicos.

Figura 103. Tensor



- Tableros metálicos manoportables: son unidades utilizadas para encofrar las pantallas u otros elementos que requiera de ellos. Las formaletas forman una estructura temporal que sirve para darle al concreto la forma definitiva. Estas se pueden mandar a construir de las medidas requeridas de acuerdo con la necesidad de la obra. La cara que queda dentro del elemento es totalmente lisa, y la otra, tiene una serie de divisiones sobre las que se pueden apoyar los trabajadores. Además en su perímetro están provistos de agujeros en los que se atraviesan los pines y las grapas para asegurarse unos con otros, y con los cuales se sujeta el trabajador cuando está instalando los alineadores o asegurando los tableros superiores.

Figura 104. Tableros metálicos manoportables



- Cimbra: Es un instrumento en forma de caja hecha con un niple y dos tapone por los general de PVC. Esta atravesado por un eje manigueta para envolver o desenvolver un hilo que se empolva de color mineral en la caja y sirve para marcar líneas con el fin de ubicar los elementos de la estructura.

Figura 105. Cimbra



El proceso constructivo para las columnas y pantallas es el siguiente:

4.4.1 Realizar el replanteo

En esta actividad se verifican las distancias basándose en los ejes de referencia y se revisan las dimensiones entre elementos y bordes de placa.

4.4.2 Continuar armando la pantalla

Después de dejar los pelos de la placa aligerada de cimentación o de la placa del piso sobre la cual se apoya la columna, se procede a continuar armando el refuerzo de la misma. Se debe tener especial cuidado con el diámetro y cantidad de varillas para el refuerzo principal, estribos, espirales, ganchos, longitud y ubicación del traslapo, y que todas las varillas sobrepasen la altura de la placa del siguiente piso.

Figura 106. Continuación del armado de la pantalla



4.4.3 Marcación de ejes

Antes de formaletear, el topógrafo marca los ejes en las cuatro caras de la columna, para colocar los tableros teniendo como base para amarrarse éstos cuatro puntos.

Figura 107. Marcación de ejes por parte del topógrafo



4.4.4 Formaleteado de la pantalla

Esta tarea contempla la ejecución de varias actividades tales como:

- **Aplicación de ACPM y grasa.** La cara de los tableros metálicos que se van a colocar en el interior de la columna, se comienzan a impregnar con ACPM mezclado con agua. Así mismo, se engrasan los esquineros que se ubican en los extremos de cada columna.

Figura 108. Aplicación de ACPM y grasa a los tableros y esquineros



- **Ubicación de los extremos de la columna.** A partir de los ejes, se debe calcular la distancia que es necesario marcar hacia los extremos, teniendo en cuenta el espesor de la formaleta, y si la sumatoria de los anchos de los tableros que se van a colocar corresponde exactamente a la medida de la columna, o si se excede en unos pocos milímetros.

Figura 109. Ubicación de los extremos de la columna



- **Cimbrada de las caras de la pantalla.** Esta actividad se realiza sujetando en los extremos de la cara de la columna un pedazo de cuerda de la cimbra, y al alinearse, se hace vibrar para que quede marcado en el suelo,

quedando cimbrada una cara de la columna. Este mismo procedimiento se realiza en la otra cara de la pantalla, es decir, con las caras del otro eje.

Figura 110. Cimbrada de la pantalla



- **Verificación de la alineación.** Con el fin de garantizar la exacta alineación de la columna, se miden los catetos de un triángulo recto a partir del punto de corte de las dos caras cimbradas, es decir, hacia un lado se miden 40 cm y hacia el otro lado 30 cm, y la hipotenusa formada entre los dos lados, debe corresponder exactamente a una medida de 50 cm.

Figura 111. Verificación de la alineación



- **Instalación del primer tablero.** Después de que se ha verificado la alineación exacta de las líneas con las que se cimbró la columna, se procede a colocar el primer tablero de la formaleta sobre la placa, haciendo que su extremo coincida perfectamente con la intersección de las líneas dibujadas sobre la superficie.
- **Continuación de la formaleteada.** Luego, se instalan los tableros de la misma cara uniéndolos por medio de las grapas.

Figura 112. Formateada de la pantalla



- **Ubicación de los esquineros.** Los esquineros se colocan en los cuatro extremos de la columna, y se amarran con alambre al tablero de la esquina y en varias partes para darle a las columnas la sección no totalmente rectangular, sino la mostrada anteriormente. Después, para la cara perpendicular se utilizan los ángulos unidos a los tableros ajustándolos con chapetas.

Figura 113. Ubicación de los esquineros



- **Ubicación de corbatas.** Se engrasan las corbatas, se introducen en las fundas e instalan atravesando la columna entre dos caras paralelas. Se ajusta a los dos extremos utilizando los pines.

Figura 114. Engrasada de corbatas e introducción a las fundas



Figura 115. Ubicación de las corbatas



- **Continuación del armado de los tableros.** Se sigue armando la formaleta de igual forma que la descrita anteriormente, hasta que se complete un poco más de la altura libre de las pantallas para efectos de la fundida y para no se desborde el concreto.

Figura 116. Continuación del armado de los tableros



- **Instalación de los alineadores ajustados con los tensores.** Primero se coloca un tensor en un extremo de la cara de la columna, se atraviesa parte del alineador en el tensor, se ajusta, y se sigue a través de la cara colocando tensores cada vez que hay una unión de dos tableros y al final de la cara. Se recomienda colocar aproximadamente 3 alineadores en la altura total de la columna, y además, cuando el trabajador se encuentra ubicando el alineador superior, utiliza una soga la cual tiene en cada uno de sus extremos un gancho que atraviesa los huecos perimetrales que tiene el tablero metálico para sostenerse, y de esta manera trabajar de una manera más segura.

Figura 117. Instalación de los alineadores ajustados con los tensores



- **Asegurar los tableros inferiores.** Esto se logra por medio de tablas que van unidas a ellos y apuntilladas a la placa, para evitar que en el momento de la fundida se corran.

Figura 118. Asegurar los tableros inferiores



- **Instalación de los plomos en la columna.** Para esto es necesario tomar una varilla y ubicarla en la parte superior de la columna, atravesando las caras paralelas de la misma, en la misma dirección de las corbatas. De la varilla descuelga un alambre a cada lado, a cada uno de los cuales se une una pesa de concreto previamente hecha provista de un gancho para tal fin.

Figura 119. Instalación de plomos en la columna



- **Instalación de parales en todas las caras de la pantalla.** Estos se aseguran con un pedazo de madera apuntillado a la placa, con el fin de mantener la columna alineada, antes, durante y después de la fundida. El propósito de descolgar el sistema de plomos descrito anteriormente, es medir en la parte superior e inferior de la columna y comparar estas cantidades, las cuales deben ser iguales para que la columna esté aplomada. Si por ejemplo, la medida resulta mayor en el extremo superior de la pantalla, quiere decir que se debe aflojar ese lado, y ajustar el lado opuesto, y viceversa. Este método funciona perfectamente, debido a que los tableros se encuentran ajustados por medio de las grapas, lo que hace que se comporte como un solo elemento y no como muchas partes sobrepuestas.

Figura 120. Instalación de parales



- **Instalación de andamios.** Debido a la altura de las columnas, se instalan andamios para facilitar la fundida de la misma, ya que el mecanismo utilizado para este procedimiento es a través de la autobomba.

4.4.5 Fundida de la columna

En esta tarea se aprecian varias actividades que es necesario seguir paso a paso tales como:

- **Regar agua dentro de la formaleta.** Esto se realiza para garantizar la adherencia del concreto, evitar que el agua de amasado se quede en la formaleta, y con el fin de evitar hormigoneos. Debido a que el concreto fresco de la columna debe quedar unido con el concreto de la placa fundida unos días antes, se prepara una mezcla de dosificación 2:1, que se aplica a la base de la columna antes de fundir.

Figura 121. Regar agua dentro de la formaleta



- **Fundida de la pantalla.** En este momento, la pantalla ya está lista para ser fundida, y se procede a llevar a cabo esta actividad, teniendo en cuenta que se utilice un concreto con las especificaciones y tamaño máximo asignado de acuerdo a la necesidad de la estructura. Es necesario tener en cuenta que el concreto se debe verter uniformemente, es decir no sólo vaciarlo en un solo lado de la columna, sino ir llenado capas completas de la columna y así seguir con la siguiente capa.

Figura 122. Fundida de la pantalla



- **Vibrado.** A medida que se va fundiendo, se debe golpear los tableros con el chipote o masas de caucho para reducir la fricción interna entre las partículas de agregados, haciendo que las partículas se acomoden y aprieten más unas con otras. Esto hace que el concreto se compacte, porque el aire atrapado salga a la superficie. Así mismo, se debe vibrar el concreto con el fin de que éste descienda y no se formen hormigoneos en las caras de la columna y para eliminar los vacíos que existen en él.

Figura 123. Eliminación del aire del concreto



- **Verificación de la altura de la columna.** Para la altura de la fundida de las columnas, se tiene como referencia la altura que suman las formaletas metálicas, y se va midiendo hasta cuando complete la dimensión necesaria. Por ejemplo, si para formaletear una columna de 2,35 m de altura libre se tienen dos tableros de 1,2 m cada uno, es decir, 2,4 m totales, en el momento de bombear el concreto, se debe fundir 5 cm por debajo del tablero superior, que se logra midiendo continuamente ésta altura hasta que se obtenga la requerida.
- **Reaplomada de la pantalla.** Después de fundida la columna, se procede a reaplomarla, este procedimiento como su nombre lo indica, consiste en volver a aplomar realizando el procedimiento descrito anteriormente, para verificar la perfecta alineación de la columna.

4.4.6 Desformaleteada

Al siguiente día, se procede a desformaletear o retirar los tableros de la columna, siguiendo el orden de retirar los parales, tensores, alineadores, grapas, tableros, pines, ángulos y finalmente esquineros.

Figura 124. Desformaleteada



- **Retiro de corbatas.** Luego, como han quedado las corbatas dentro de la columna, se procede con un saca corbatas a retirarlas.

Figura 125. Retiro de corbatas



4.4.7 Curado

Dentro de ésta tarea se incluye la parte final del proceso constructivo para las pantallas, y se encuentran las siguientes actividades:

- **Resanes:** luego, se riega con agua la columna y se procede a realizar los resanes necesarios, dependiendo si los hormigueos que quedaron en la columna, permiten o no visualizar el refuerzo principal de la misma.

Si se trata simplemente de hormigueos superficiales, se resana utilizando una mezcla de dosificación 2:1, se tamiza a través de tela verde para que quede uniforme, se añade agua y se extiende con un palustre. Posteriormente se pasa un pedazo de icopor para emparejarlo y se deja secar.

Figura 126. Apariencia de pantalla antes y después de resane superficial y tela verde para cernir



Cuando quedan en las columnas agujeros de considerable profundidad, tanto, que en algunas ocasiones se alcanza a percibir el refuerzo principal de la pantalla, ocasionado por la falta de vibrado o por el escaso golpeo con el chipote, el elemento reforzado no resistirá ni cumplirá con las especificaciones dadas en los

diseños elaborados inicialmente. Entonces, en estos casos, no se recomienda utilizar el mismo mortero con el que se realizó los resanes superficiales, sino que se recurre a un producto especial que proporciona una elevada resistencia en pocos días, y que además, permite rellenar éstos agujeros y dar una mejor apariencia a la pantalla.

A continuación se muestra el estado inicial de la columna, el procedimiento de preparación del producto, la aplicación de éste y la apariencia final de la pantalla.

Figura 127. Procedimiento para realizar resanes mayores



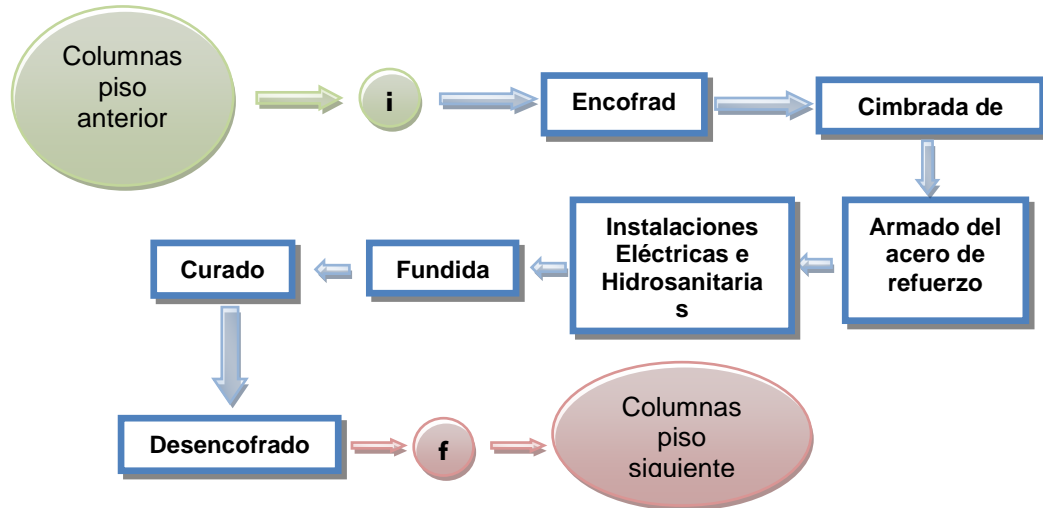
- **Aplicación de antisol.** Se aplica este producto en las cuatro caras de la columna, con el fin de curarla.

Figura 128. Aplicación de antisol



4.5 PLACA MACIZA DE ENTREPISO SÓTANOS

Figura 129. Diagrama de precedencias de Placa maciza de entrepiso sótanos



Las placas macizas de entrepiso de sótanos, son aquellas losas sobre las cuales se apoyan y van a circular los vehículos de la edificación.

El proceso constructivo es el siguiente:

4.5.1 Encofrado de la placa

Luego de fundirse las columnas del piso anterior, se comienza a instalar la formaleta para su posterior fundida. A diferencia de las columnas, en la placa maciza primero se arman las formaletas y luego se amarra el refuerzo de la losa. Las tareas que constituyen esta actividad son las siguientes:

- **Cimbrada de una columna**

Cuando se trata de de placas macizas con vigas descolgadas, lo primero, es comenzar a colocar cerchas sujetadas por paraleles para los tramos que se encuentran entre las columnas. Para esto, es necesario cimbrar una columna por una cara a una altura de referencia, por ejemplo 1 m para tener como base en el momento de medir la altura de instalación de las cerchas, y por lo tanto, de las vigas descolgadas.

Figura 130. Cimbrada de columna para referencia de altura



- **Referenciar la otra columna.** Teniendo marcada una columna por un lado, se procede a colocar una referencia de la misma altura en la otra cara de la otra columna, por entre las cuales se va a instalar los tableros. Esto se logra utilizando una manguera para pasar niveles, con la cual, por la teoría de vasos comunicantes, en el momento en que se coloque la lámina de agua de la primera cara coincidiendo con la referencia marcada, se procede a marcar la altura en la otra columna en el sitio donde se vea la lámina de agua del otro extremo de la manguera.

Figura 131. Marcación de altura de referencia con ayuda de una manguera de nivel

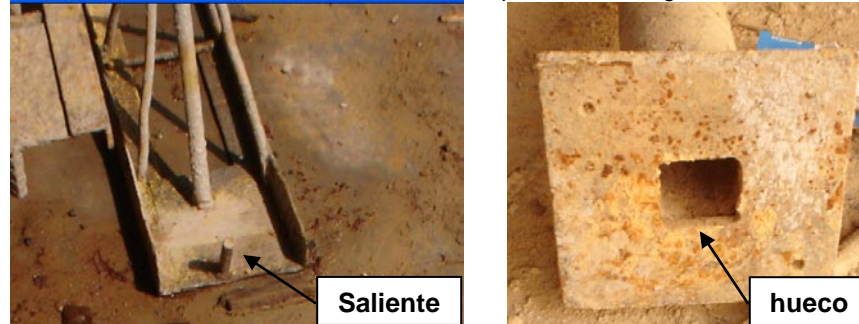


- **Ubicación de cerchas.** Luego, se procede a ubicar las cerchas entre las columnas sostenidas por un paral en cada extremo de la cercha colocado verticalmente. Las cerchas tienen una saliente en su sección y los paraleles tienen un hueco en su extremo que permite asegurar éstos elementos entre ellos y no tener el riesgo que se deslice o se caiga la cercha.

Figura 132. Ubicación de la cercha entre columnas



Figura 133. Saliente de la cercha y hueco del paral, para brindar seguridad al sistema



- **Ubicación de vientos.** En seguida, se instalan los vientos, que son consisten en riostras diagonales o parales inclinados para sostener la cercha. Estos se amarran con alambre a la cercha para asegurarlos.

Figura 134. Ubicación de vientos en la cercha



- **Instalación de cerchas y parales en la otra cara.** Posteriormente, se colocan las cerchas y parales en la otra cara de la columna siguiendo el mismo procedimiento explicado anteriormente para la primera cara. La parte del paral que se puede sacar con el fin de ajustar la altura se llama flauta o caña, que está provista de huecos utilizados para graduar la altura del paral introduciendo un gancho o pasador por los mismos para

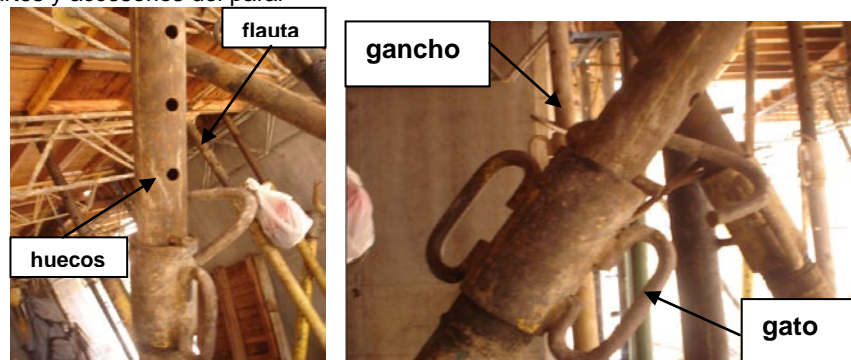
asegurarlos. Así mismo en el cuerpo del paral se tiene un sistema para aumentar o disminuir la altura de acuerdo con la necesidad de uso girando el gato. Teniendo como referencia la altura marcada, se mide la altura exacta con la ayuda del paral.

Para saber la ubicación exacta de la cercha, a la altura libre de la columna, se debe restar el espesor del tablero, pues éste irá ubicado sobre la cercha y hará parte de la altura a la cual debe quedar la placa maciza de entepiso. Por ejemplo, si la altura libre es 2,35 m, el espesor del tablero es 10 cm y con la manguera de niveles se midió 1 m, a partir de la línea marcada con la cimbra, se debe medir 1,25 m e instalar en éste sitio la cercha para que la placa quede exactamente a la altura necesaria.

Figura 135. Instalación de cerchas y parales



Figura 136. Partes y accesorios del paral



- **Instalación de contravientos.** Estos se ubican entre las dos cerchas de la columna. Los contravientos, son dos barras, una en cada extremo de la cercha, unidas a los elementos de la misma con alambre. Este método es

utilizado para dar seguridad al sistema y evitar que se desplacen las cerchas.

Figura 137. Instalación de contravientos



- **Continuación de armado de cerchas y parales.** Se procede a seguir con el armado de las cerchas y parales explicado anteriormente, hasta completar las secciones correspondientes a las que se encuentran entre las columnas. Es necesario tener en cuenta que cuando se gira a 90° , se coloca un paral en la cercha que venía y se ajusta con alambre entre las dos cerchas.

Figura 138. Continuación de armado de cerchas y parales



- **Instalación de tableros.** Posteriormente, se comienzan a ubicar los tableros en los respectivos sitios, que previamente se han alquilado o comprado a la medida correspondiente.
 - **Armado de vigas descolgadas.** Cuando se tienen armado el sistema entre columnas, es decir para las vigas descolgadas, se procede a armar el acero de refuerzo correspondiente a las mismas, teniendo en cuenta que en los nudos o sitios de encuentro de vigas y columnas, prevalece el acero de refuerzo de la columna, por lo que es necesario ubicar los estribos, ganchos y espirales que corresponden a la misma. Además, se debe verificar diámetros, longitudes, cantidades de varillas, traslapos, separación, colocación y cantidad de estribos, recubrimiento inferior, superior y lateral.

Figura 139. Ubicación de tableros para vigas descolgadas y armado de las mismas



- **Formaleteado de la viga.** Luego que se han armado las vigas descolgadas, se procede a formaletearlas lateralmente asegurándose con retal de madera.

Figura 140. Formaleteado de la viga



- **Instalación de formaleta para placa maciza.** Como ya se tiene montado el sistema para las vigas descolgadas, se da continuidad para que se unan y conformen una sola unidad.

Figura 141. Instalación de formaleta para placa maciza



- **Instalación de tableros para la placa maciza.** Cuando se tienen las cerchas y parales para la placa maciza debidamente ubicados, se procede a instalar los tableros a lo largo de toda la placa maciza.

Figura 142. Instalación de tableros para placa maciza



4.5.2 Armado de la placa maciza

Posteriormente, se comienza a armar el refuerzo de la placa por retracción y temperatura verificando la separación, longitud y recubrimiento inferior y superior. Además, se debe tener en cuenta la instalación de la dilatación estructural, verificando la localización en planos, espesor y alineamientos.

Figura 143. Armado de la placa maciza



- **Ubicación de instalaciones.** Cuando se tiene armada la totalidad de la placa a fundir, se procede a ubicar las instalaciones ya sean hidráulicas, sanitarias o eléctricas, dependiendo del diseño. Es necesario verificar el replanteo geométricos de las instalaciones, diámetros, alineamientos, longitudes, puntos de entrega y atado a la placa. En las instalaciones hidráulicas se recomienda mantener la presión en las tuberías durante el proceso de fundida de la placa y en las instalaciones sanitarias se debe mantener la tubería en carga durante éste proceso. Las instalaciones van de distinto color para diferenciarlas, las hidráulicas van en tuberías blancas, las sanitarias en amarillas y las eléctricas en verde.

Figura 144. Ubicación de instalaciones eléctricas



4.5.3 Fundida de la placa maciza

Para llevar a cabo ésta tarea, se deben seguir las siguientes tareas:

- **Instalación de pines o pedazos de varilla.** Posteriormente a la ubicación de los pines, se amarran unos hilos a éstos, los cuales servirán de guía para fundir la placa a la altura requerida.
- **Humedecimiento de placa.** Después, se procede a aplicar agua en toda la placa y dentro de las vigas, para evitar que el agua de amasado del concreto sea absorbida por la formaleta.

Figura 145. Humedecimiento de placa



- **Fundida de la placa.** Luego, se funde la placa teniendo en cuenta de vibrar uniformemente a través de ella y de nivelar con la regla. Es importante tener en cuenta que primero se funden las vigas descolgadas y de borde, se vibra el concreto, y posteriormente se procede a fundir la placa maciza. Cabe anotar que para extender el concreto en la placa se utilizan unas herramientas llamadas haraganes o rastrillos o también se usan palas, y no es aconsejable realizar esta tarea con el vibrador, pues éste instrumento no está diseñado para tal fin. En el momento en que se está fundiendo la placa, se hacen unos “alistados” que consisten en fracciones de placa los cuales se han nivelado a la altura requerida con los hilos instalados, y se

utilizan como guía para pasar la regla entre dos alistados consecutivos, y de ésta manera, fundir la totalidad de la placa a la altura necesaria de acuerdo con los planos de el diseño estructural.

Figura 146. Vaciado y extendida del concreto

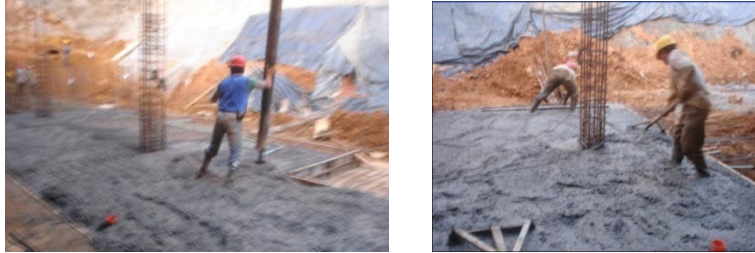


Figura 147. Vibrada del concreto y elaboración de alistados para nivelación



Figura 148. Nivelada del concreto en placa maciza



- **Nivelación y pulida de la placa.** Después de algunas horas, cuando el concreto de la placa ha pasado de su estado plástico, se procede a pasar con el helicóptero para nivelarla y pulirla.

Figura 149. Nivelación y pulida de la placa



4.5.4 Curado de la placa

Posteriormente, se procede a curar la placa regando agua, y aplicando antisol sobre ella, y se sigue armando las columnas del piso correspondiente.

Figura 150. Curado de la placa



4.5.5 Desencofrado

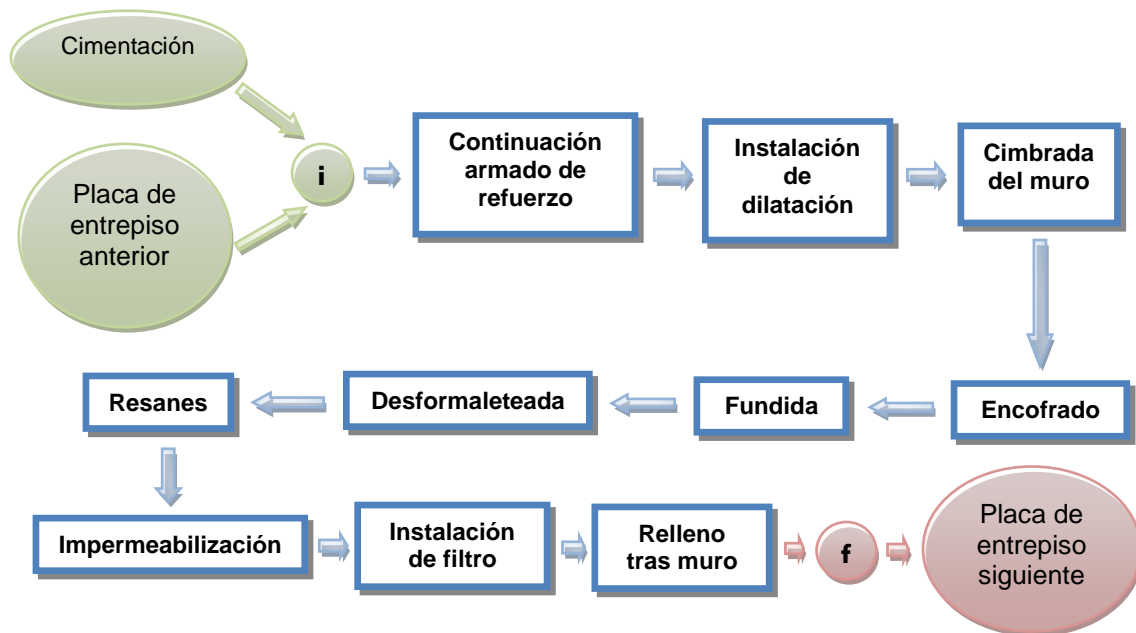
Antes de desencofrar, se debe confirmar que los resultados de los ensayos de concreto presentan la resistencia requerida a la edad programada para desencofrar. Es necesario verificar el apuntalamiento de la placa en las zonas en que se retire el encofrado, para garantizar la estabilidad de la estructura, hasta tanto se obtenga la resistencia última. Al desencofrar la placa, queda con un aspecto como el que se muestra.

Figura 151. Aspecto de la placa maciza después del desencofrado



4.6 MUROS DE CONTENCIÓN

Figura 152. Diagrama de precedencias en Muros de Contención



Los muros de contención, como su nombre lo indica son utilizados para soportar o contener tierra natural o tras un relleno hecho en una obra. Son de gran importancia, por lo que es necesario seguir el procedimiento constructivo para obtener los resultados esperados.

4.6.1 Continuación del armado de refuerzo

Teniendo los pelos provenientes de la cimentación o de las placas de entrepiso, se procede a continuar armándolo, verificando diámetros, longitudes, cantidades de varillas, traslapos y el espesor del muro indicados los planos estructurales. Además, se deben dejar los pelos para que alcance a pasar la placa de entrepiso siguiente y poder realizar el traslapo respectivo para continuarlo verticalmente, así como los pelos para el muro adyacente, si así corresponde.

Figura 153. Continuación del armado de refuerzo



4.6.2 Descarache de la zona a fundir

Después, se debe descarchar la zona de la placa correspondiente al muro a fundir, para garantizar una mejor adherencia entre los concretos de la placa y del muro.

Figura 154. Descarache de la zona a fundir



4.6.3 Instalación de dilatación

Luego, se instala un pedazo de icopor en el contacto muro-columna para la dilatación. Cabe anotar que el icopor se impregna previamente con grasa en la cara que va a quedar tocando la columna.

Figura 155. Instalación de dilatación



4.6.4 Cimbrada del muro

Posteriormente, a la armada del acero de refuerzo, se procede a cimbrar el muro de contención, teniendo en cuenta la dimensión de la formaleta. Por ejemplo, si el muro de contención mide 25 cm y la formaleta 6 cm, se debe cimbrar a 31 cm para que la formaleta quede dentro de la línea de la cimbra.

Figura 156. Cimbrada del muro



4.6.5 Encofrado

Luego de tener cimbrado el muro, se instalan tablas de madera apuntilladas a la placa exteriormente a la línea de cimbra, para asegurar el muro durante la fundida.

Figura 157. Instalación de tableros del muro



Posteriormente, se procede a la instalación de los tableros del muro de contención, ya sea por una cara u otra, siguiendo los pasos descritos para la instalación de formaleta en las pantallas, uniendo los tableros por medio de las grapas, ubicando los alineadores, pasando las corbatas a través del muro, instalando los ángulos en el extremo para asegurar el mismo e instalación de plomos.

Figura 158. Encofrado del muro de contención



Cabe anotar, que el muro de contención se debe apuntalar, de igual forma que las pantallas, por medio de parales, y además, se debe instalar en la parte externa inferior del muro una tabla de madera, para evitar que el concreto se comience a salir por esta área.

Figura 159. Apuntalamiento de tableros del muro de contención



4.6.6 Fundida del muro

Posteriormente, se procede a fundir el muro de contención, teniendo en cuenta las especificaciones dadas en el diseño estructural y ciertos parámetros tales como resistencia nominal, tamaño del agregado, asentamiento y tiempo de manejo desde la hora de preparación y siguiendo los pasos descritos para la fundida en pantallas, es decir, vibrándolo uniformemente y golpeándolo para la eliminación de las burbujas de aire. Después de fundido el elemento se debe reaplomar.

Figura 160. Fundida del muro de contención



4.6.7 Desformateada del muro

Al siguiente día, se retiran los tableros que sirvieron de formaleta en la fundida, retirando las corbatas y verificando el estado del concreto para comenzar con los resanes donde sea necesario.

4.6.8 Resanes

Posteriormente a la desformateada, se aplica agua al muro de contención y se hacen los resanes necesarios y adicionalmente en los huecos dejados por las corbatas para evitar filtraciones de agua por esos espacios.

4.6.9 Impermeabilización

Luego se procede a impermeabilizarlo con un producto específico para tal fin.

Figura 161. Impermeabilización del muro de contención



4.6.10 Instalación de filtro

Este se instala tras el muro de contención, para recoger el agua infiltrada y conducirla a un sitio exterior al relleno que irá ubicado en la parte posterior del muro.

4.6.11 Relleno tras el muro

Se comienza a rellenar tras el muro de contención y a realizar la respectiva compactación con rana vibratoria u otro equipo utilizado para esto.

Figura 162. Relleno tras muro de contención



El sistema tipo túnel o Outinord es conformado por muros y placas macizas en concreto reforzado mediante mallas electrosoldadas, fundidos mediante formaletas de grandes dimensiones en láminas y perfilería de acero que forman semitúneles que se complementan entre sí para formar la estructura de diseño. Una de las características de este sistema es el uso de la torre grúa para el transporte de la formaleta y el concreto, esta grúa debe tener como capacidad de carga en la punta una tonelada, ya que la formaleta tiene un peso promedio de 750 kilogramos por semitúnel.

Este sistema se caracteriza por su rapidez constructiva y rendimientos controlados, ya que se funde un apartamento diariamente, por lo que la utilización de estos ciclos diarios repetitivos permite una velocidad de construcción con baja ocupación de personal. El principio básico es lograr que todas las actividades se realicen entre las 7 de la mañana hasta el final del día, permitiendo un tiempo de fraguado de 14 horas¹ para que de ésta manera tenga la resistencia esperada y pueda lograrse el mismo ciclo al día siguiente.

El ciclo constructivo que se realiza para llevar a cabo la fundida de un apartamento diariamente es el que se explica a continuación:

- Colocación de mallas e instalaciones de muros, realizado el día anterior.
- Retiro y colocación de pasarelas y protecciones, 7:00 am – 8:00 am.
- Traslado y colocación de formaletas, 8:00 am – 12:00 m.
- Plomada de muros, 10:00 am – 12:00 m.
- Nivelación de placa, 11:00 am – 2:00 pm.
- Fundida de muros estructurales, 1:00 pm. – 4:00 pm.
- Armado de malla e instalaciones en placa, 2:00 pm. – 4:00 pm.
- Fundida de placa, 4:00 pm – 6:00 pm.

4.7.1 Muros estructurales.

- **Replanteo y localización de ejes.** Los muros estructurales comienzan a alzarse a partir de los dados, los cuales se funden en la placa del piso anterior y servirán de guía para colocar los muros, éstos dados deben contar con un ancho igual al de las pantallas.

¹ Vivienda de Interés Social: Inventario de Sistemas Constructivos

Figura 164. Replanteo de muros estructurales



Figura 165. Dado



- **Armado de acero de refuerzo.** En el armado de refuerzo de la placa se deben dejar unos “pelos” en los dados de aproximadamente un metro de alto, sobre los cuales se armarán las mallas de las pantallas, éstas se pueden solicitar a la medida de los muros a construir para facilitar el desarrollo de la actividad y reducir desperdicios. El amarre entre los pelos y las mallas de los muros se realiza con alambre negro al igual que el traslapo entre mallas. Es de vital importancia realizar la supervisión de este armado de refuerzo en cuanto a sus diámetros, longitudes y traslapos de acuerdo a los diseños. Estas mallas se encuentran amarradas a columnetas en los extremos de tal forma que éstas les brinden confinamiento, las mallas tienen en su parte superior pelos para su posterior amarre con las del piso siguiente.

Las mallas deben estar separadas de tal manera que no queden unidas con las mallas de enfrente ni pegadas contra la formaleta, por lo que es importante

colocarle unos separadores de plástico o taches de acero, los cuales brindan ésta posibilidad.

Figura 166. Armado de malla



- **Instalación de tuberías internas.** Estas instalaciones se refieren a las eléctricas, hidráulicas, sanitarias y de gas, las cuales se ubican dándole continuidad a los tramos de tubería que se dejan sobre la placa de acuerdo a como sean los diseños de cada una de estas redes y con los diámetros especificados y deben ser instaladas en medio de las mallas electrosoldadas del muro. Las boquillas de cada una de estas instalaciones deben ser tapadas con plástico o papel de tal forma que al momento de fundir el muro no entre concreto a las tuberías o cajas eléctricas.

Figura 167. Cubrimiento de boquillas



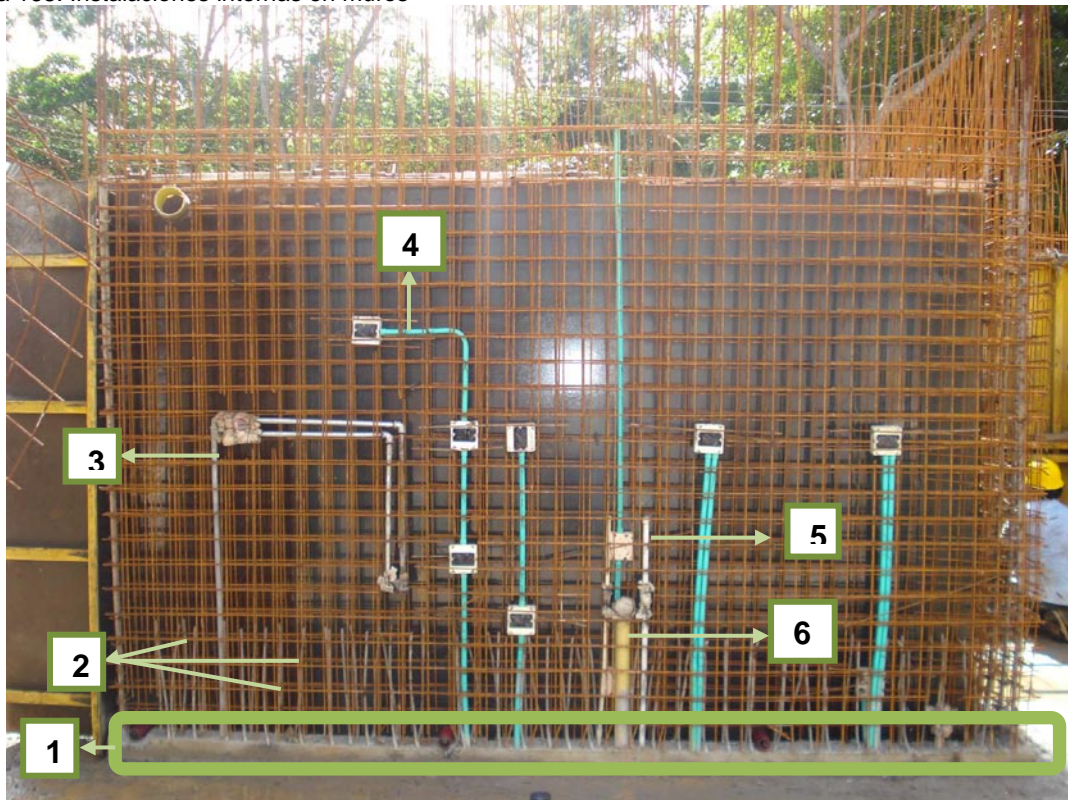
Para la **red hidráulica** se debe tener especial cuidado entre la red de agua fría y la de agua caliente, ya que cada una de estas es de diferente diámetro y la soldadura de cada una también es distinta.

En los **desagües sanitarios** se instalan las tuberías de los aparatos de lavamanos, lavaplatos, lavadero y lavadoras con tuberías de 2" de diámetro.

La **instalación interna de gas** natural se lleva a cabo con tubería en hierro galvanizado de ½” de diámetro y codos a 90° unidos por un sellante liquido especial, en este tramo vertical debe llevar el punto de la llave de paso de gas. Esta tubería debe estar recubierta por anticorrosivo ya que al encontrarse embebida en la placa estará expuesta a altas humedades.

La **acometida eléctrica** debe continuar la tubería que se dejó fuera de la placa y subirla a la altura especificada de interruptores, tomas eléctricas, tomas de teléfono y tomas de televisión. Para estas instalaciones eléctricas la tubería no debe ser unida con ningún sellante ya que estos tubos solamente llevarán cables y no existe el riesgo de ninguna fuga tal como ocurre en las demás instalaciones.

Figura 168. Instalaciones internas en muros



- | | | |
|---------------------|----------------------|---------------------|
| 1→Dado | 2→Pelos | 3→Tubería de gas |
| 4→Tubería eléctrica | 5→Tubería hidráulica | 6→Tubería sanitaria |

- **Encofrado.** Antes de comenzar con el transporte de la formaleta se debe aplicar desmoldante (ACPM) sobre los paneles verticales. La formaleta previamente fue dimensionada de tal manera que se acople a las medidas de los muros para así agilizar el trabajo de formaletado, y al ser transportada mediante la torre grúa sea llevado a su lugar respectivo.

Se comienzan instalando las pasarelas de protección para los muros y la placa, que son las que brindarán la seguridad a los trabajadores.

Figura 169. Pasarela de protección



Seguidamente se instala la formaleta en un solo lado inicialmente para poder instalar entre las mallas unos pasadores recubiertos de grasa por entre el cual pasará un tornillo ajustador de la formaleta.

Figura 170. Pasadores de formaleta

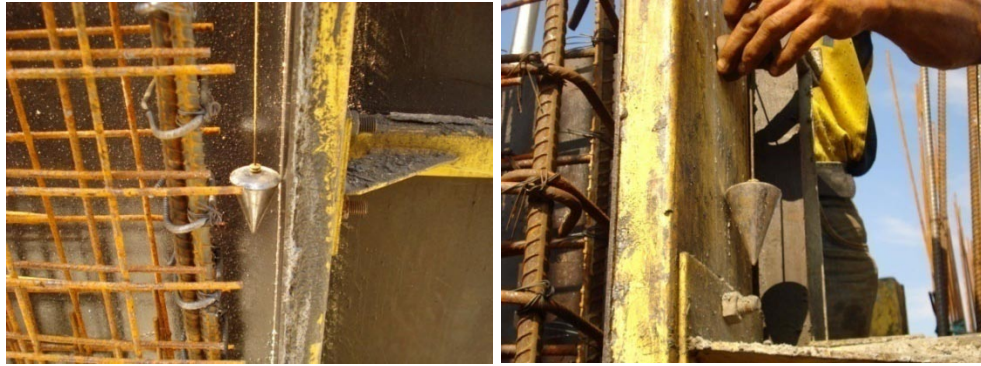


Una vez ya se encuentren todas las instalaciones realizadas se procede a terminar de poner la formaleta, para así realizar los plomos de ésta y darle verticalidad con plomada de castaña. La verticalidad se logra con ayuda los tornillos que se encuentran en la parte inferior del túnel, los cuales se ajustan hasta lograr una verticalidad aproximada, para que luego, colocando la castaña en un punto de la parte superior de la formaleta y la plomada tocando ligeramente en la parte inferior de la misma se logre dar la verticalidad al túnel.

Figura 171. Tornillos para verticalidad de túnel



Figura 172 Plomos de la formaleta



Una vez se haya realizado la verticalidad para cada uno de los muros se da por terminado el encofrado de los mismos y sólo queda esperar la llegada del concreto.

Figura 173. Formateado de muros



- **Vaciado.** Cuando llegue el concreto a la obra debe revisarse que las especificaciones de éste sean las indicadas tales como la resistencia, tamaño del agregado (para muros suele ser de 3/8") , asentamiento (concreto fluido de 7") y el volumen pedido. Para las estructuras tipo túnel en donde es necesario desencofrar al día siguiente es importante la utilización de un concreto industrializado, el cual tiene la propiedad de fraguar rápidamente. Una vez autorizada la fundida de los elementos estructurales se proceden a llenar los muros por gondoladas.

Al momento de vaciar el concreto en los muros, se cuenta con una tabla en cada uno de los costados superiores de la formaleta para que de esta manera se evite el desperdicio en la fundida. Al mismo tiempo en que se funde se va realizando el vibrado de los muros.

Figura 174. Vaciado y vibrado de muros estructurales



- **Desencofrado.** Al día siguiente cuando ya haya fraguado completamente el concreto se proceden a desformalear los muros, esto es de forma inversa a como se armaron, es decir, quitando pasadores, uniones y parales para que así la formaleta sea limpiada y luego transportada por la torre grúa hacia el siguiente apartamento a fundir, en la que se instalará sobre los dados y continuar con el procedimiento de formalear descrito anteriormente. En ocasiones el mal vibrado en el muro puede generar hormigoneo en este, por lo que es importante resanar estas imperfecciones con mortero.

Figura 175. Resane en muro estructural



- **Curado.** Una vez se haya desformalear se procede a hacer el curado de los muros con aditivo antisol, para así evitar en el elemento estructural la pérdida de humedad por efecto de la evaporación y lleguen a generarse fisuras.

4.7.2 Placa maciza.

- **Formaleado.** El encofrado de la estructura tipo túnel es caracterizado por su rapidez, debido a que con anterioridad se han dimensionado los tableros de las

placas de acuerdo a las medidas arquitectónicas de los apartamentos tipo, por lo que solo resta llevarlos mediante la torre grúa.

Figura 176. Formateado de la placa



Una vez acondicionados los paneles en su respectivo sitio estos deben ser ajustados a la altura que lleve el entrepiso. La formaleta cuenta con unas manivelas con las que se puede aumentar y disminuir la altura de la misma, para que seguidamente se verifique con el metro que la altura de la placa es la indicada.

Figura 177. Verificación de la altura de la placa



Figura 178. Manivelas para subir o bajar la altura de la placa



La formaleta del borde de la placa se arma mediante tablas de madera o metálica, ésta actividad puede realizarse en cualquier momento después de instalar los paneles de la formaleta y antes de la fundida. Ya revisada la nivelación y superficie de la formaleta en la placa se le aplica ACPM a la formaleta para facilitar el desencofrado.

Figura 179. Formaleta en borde de placa



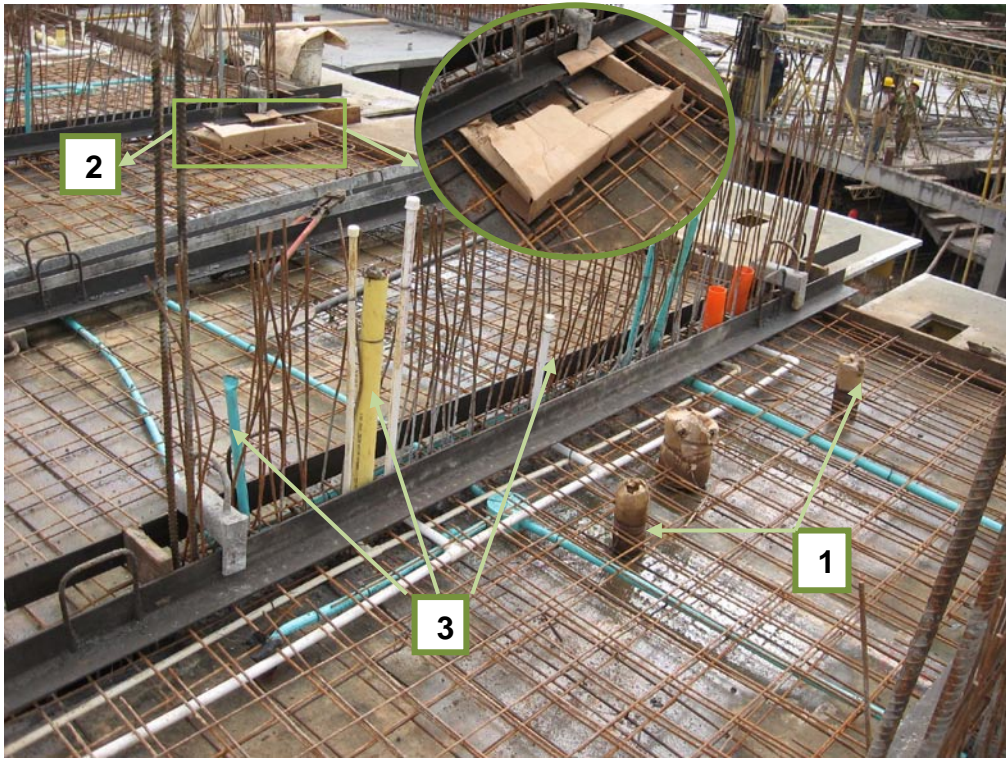
- **Armado de la malla inferior.** Previamente se han seleccionado y dimensionado los tipos de malla que deben ir en la parte inferior de la placa, para que sean transportadas hasta la placa y luego ser colocadas en su respectivo sitio y hacerle su debido empalme entre mallas.

Figura 180. Armado de malla inferior



- **Instalación de tuberías internas.** La cuadrilla de eléctricos y plomeros comienzan a hacer las instalaciones una vez se haya terminado de colocar la malla inferior de refuerzo. Todas las instalaciones tanto eléctricas como hidrosanitarias y de gas deben ser replanteadas en la placa de acuerdo a como sea la ubicación arquitectónica. Se debe tener el cuidado especial de tapar todas las boquillas de las tuberías para que no entre el concreto al momento de la fundida.

Figura 181. Detalle de instalación sanitaria



- 1** Realización de pases para la tubería sanitaria.
- 2** Espacio vacío para bajantes y montantes (buitrón).
- 3** Prolongación de instalaciones.

Para la realización de las arañas sanitarias, debido a que éstas vienen descolgadas debajo de la placa, es necesario dejar un hueco o espacio en la misma para que por éste pueda encajarse la tubería del diámetro respectivo, esto es de 4" para el sanitario y 2" para lavamanos y sifones de piso.

Esto se realiza colocando un segmento de tubería del diámetro especificado envuelto en cartón (ver detalle 1, figura 181) y de una altura un poco mayor al de la placa y fijarla con alambre negro a las mallas electrosoldadas según la distribución indicada en los planos, para que al momento de fundir quede el espacio vacío de la tubería y no se desplace de su ubicación.

También debe tenerse en cuenta la ubicación de las bajantes que se encuentran dentro de la placa para dejar un espacio vacío en éste lugar, el cual se hace dejando una caja en cartón o madera de las dimensiones necesarias por donde abarque las bajantes sanitarias, aguas lluvias, red de

gas, red contra incendios y montante hidráulica según sea el caso (ver detalle 2, figura 181).

Figura 182. Instalaciones internas



Todas estas instalaciones deben dársele una prolongación en los puntos ubicados en los muros estructurales para darle continuidad a estas instalaciones (ver detalle 3, figura 181).

Para las instalaciones eléctricas se debe tener el cuidado de poner un plástico en la base de la caja hexagonal de las lámparas de techo para que no entre el concreto y así fácilmente poder ubicarlas al día siguiente bajo la placa fundida y quitarle el plástico sin problema. Se debe tratar en lo posible de no interponer dos tipos de instalación distintas, tales como la tubería de gas con la eléctrica, o la tubería de agua caliente con la red eléctrica.

- **Armado de malla superior.** Una vez estén realizadas las instalaciones internas son instaladas las vigas sobre muros, vigas ubicadas de acuerdo al diseño estructural. Estas vigas han sido cortadas, flejadas y amarradas previamente para que al momento de la armadura de la placa sólo tenga que ser instalada.

Figura 183. Instalación de vigas sobre muros



Luego se procede a la instalación de la malla superior que al igual que en el armado de la malla inferior, se han seleccionado y dimensionado previamente los tipos de malla que deben ir en la parte superior de la placa para que éstas sean transportadas mediante la torre grúa y se sitúen en su respectivo sitio y con su debido empalme.

Luego de esto se pone la formaleta para los dados, los cuales llevan una altura entre 10 y 20 cm. y un espesor del mismo ancho del muro estructural.

Figura 184. Formaleta para los dados



- **Vaciado.** Una vez se encuentre la placa lista y llegue el concreto a la obra se verifican las especificaciones solicitadas para el concreto. El concreto al ser vaciado mediante la góndola sobre la placa se esparce con una pala y se procede al vibrado. Luego se nivela la superficie de la placa con una regla metálica y se va verificando el espesor de la placa. Esta verificación del espesor se realiza de acuerdo a una línea o nivel de referencia que se ha dejado en la formaleta del borde de la placa la cual me indica el espesor de la placa o nivel a fundir.

Figura 185. Vaciado (izq.) y vibrado (der.)

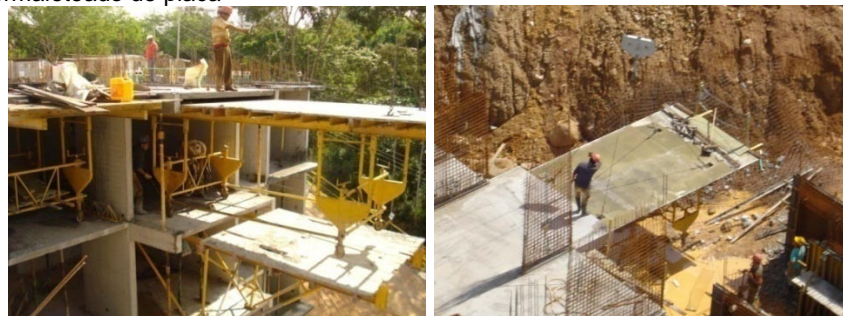


Figura 186. Nivelación de la superficie



- **Desenformado.** Al día siguiente cuando la placa ya haya fraguado se procede al desformaletado.

Figura 187. Desformaletado de placa



Se bajan las alturas de la formaleta mediante las manivelas que tienen y se desplazan hacia el borde de la placa en donde se ubica una pasarela de seguridad, allí es recogido por la torre grúa, se limpia y se aplica el desmoldante, para que así los lleve hacia el siguiente apartamento a fundir.

Para evitar la posible generación de fisuras en la placa debido a esfuerzos por el propio peso se asegura la estructura retacando de 3 a 4 pisos por debajo del piso vaciado. Estas se mantienen allí hasta que alcance la resistencia última de diseño.

Figura 188. Retacado de la placa



- **Curado.** Finalmente se procede a hacer el curado de la placa rociando sobre ésta antisol mediante un dispensador.

Figura 189. Curado de placa



- **Resane y lavado.** También es importante lavar muy bien con agua y jabón los muros y placas para quitarles el ACPM del que queda impregnado de las formaletas para que de ésta manera a la hora de frisar los muros no existan problemas de descascaramiento en el friso. Así mismo no sobra realizar una limpieza del lugar una vez terminadas las actividades para contar con obra aseada y una higiene para todos los trabajadores.

Figura 190. Lavado de los muros y placa



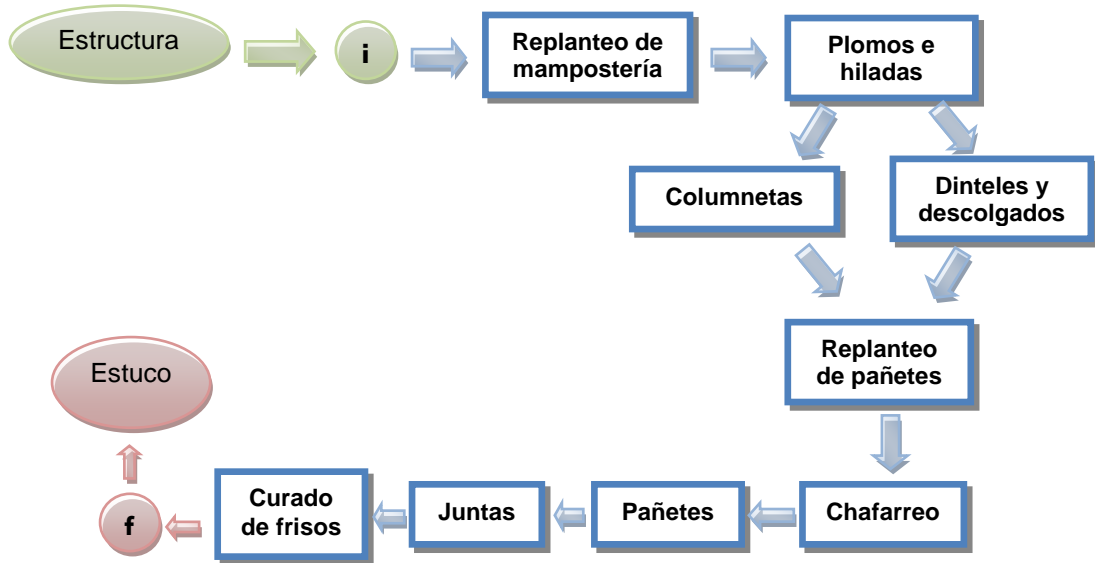
En ocasiones el mal vibrado o un mal formaleteado pueden generar imperfecciones en la estructura, los cuales deben ser resanados con mortero de pega 1:3 para darle homogeneidad al acabado de la estructura.

Figura 191. Resane de estructura



4.8 MAMPOSTERÍA Y FRISOS

Figura 192. Diagrama de precedencias de Mampostería y Frisos



4.8.1 Mampostería.

Para las edificaciones, el tipo de mampostería a utilizar es no estructural, ya que su función principal es la de dividir espacios, sin tener un empleo expreso de soportar cargas más que las de su propio peso.

- **Replanteo, medidas y escuadras.** Para iniciar la pega de las unidades de mampostería, se debe verificar previamente en los planos arquitectónicos las medidas y el tipo de ladrillo a utilizar y los vanos existentes.

Se limpia y humedece la superficie de apoyo en la que se realizará la primera hilada al igual que los ladrillos a utilizar. Esta primera hilada se realiza colocando hilos que sirvan de referencia de dichos muros, este replanteo debe realizarse cuidadosamente dejando los vanos de las puertas y el espacio de las columnetas de confinamiento en los sitios en que se requiera. Para el replanteo de los vanos de las puertas y ventanas debe tenerse en cuenta el espesor del friso, el cual es de aproximadamente 4 cm.

Figura 193. Replanteo de mampostería.



Se comienzan pegando los bloques madrilos (en las esquinas o extremos) con mortero en dosificación 1:3 garantizando para cada uno el alineamiento y perpendicularidad de los muros y su alineamiento individual (horizontal, vertical y plomo) mediante el uso de nivel y plomada. Luego se colocan los bloques intermedios alineándolos con un hilo guiado por los madrilos. Se retiran los hilos y se rellena con mortero el espacio vertical entre ladrillos.

Figura 194. Verificación de verticalidad



Deben tenerse en cuenta la ubicación por donde vayan a subir las tuberías eléctricas, hidrosanitarias y de gas embebidas en la losa de entrepiso para así realizar un pequeño corte en el ladrillo y de esta forma el plomero y el eléctrico puedan saber fácilmente la ubicación de las tuberías.

- **Nivelación y plomos.** Se instalan en los muros estructurales anclajes de 3/8" distanciados cada 50 cm., esto para darle mayor estabilidad a los muros. Se continúa la elevación del muro por hiladas completas verificando el nivel, la plenitud y la verticalidad del muro. El plomo que se realice para las demás hiladas deben referenciarse con la primera hilada de replanteo.

Figura 195. Anclaje en muros



Figura 196. Plomo, verticalidad del muro



Figura 197. Horizontalidad y verticalidad en muro de mampostería.



Algunas consideraciones generales:

- Antes de colocar los ladrillos estos deben ser prehumedecidos para evitar la absorción de agua del mortero por parte del ladrillo.
- El ladrillo a instalar no debe presentar grietas ni desbordes.
- Las hiladas deben quedar perfectamente niveladas, con espesores de mezcla uniformes, y resanadas antes de que fragüe la mezcla.
- No deben utilizarse morteros preparados con 2 horas y media de anticipación.
- Se debe evitar cualquier golpe o esfuerzo sobre los muros durante su colocación y el fraguado del mortero.
- A medida que avanza la pega se debe eliminar la rebaba interior y exterior y reutilizar el mortero no contaminado.

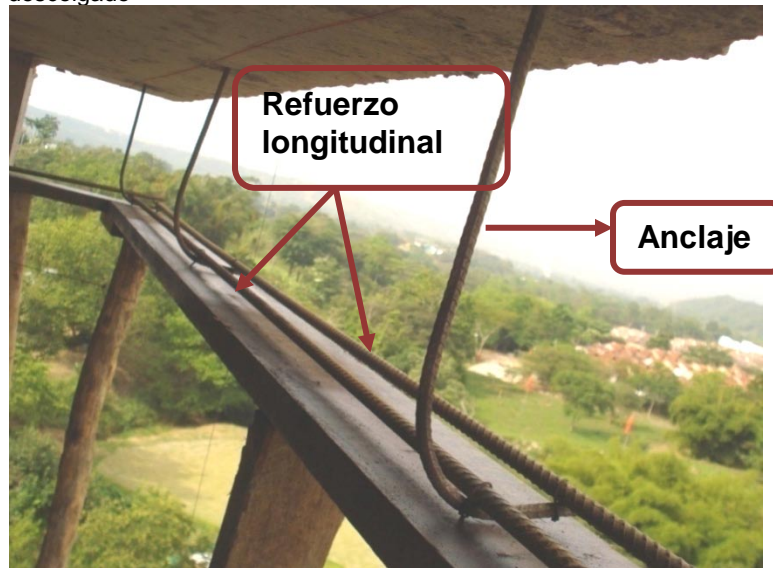
- El espesor del mortero de pega debe ser de 1 centímetro \pm 3 mm. aproximadamente.
- **Dinteles y descolgados.** Se entiende como dintel al elemento estructural que queda sobre el marco de las puertas, y el descolgado al que no se encuentra sostenido sobre ningún elemento, sólo es sostenido por el refuerzo y anclaje que lleva. La diferencia entre dintel y descolgado se puede apreciar claramente en la fotografía.

Figura 198. Dintel (izq.) y descolgado (der.)



En el caso de los descolgados, se comienzan realizando las perforaciones en la placa con un taladro, en donde se ubicarán los anclajes epóxicos con varillas de 3/8" que sostendrán el respectivo descolgado, estos con el distanciamiento respectivo al de 2 ladrillos.

Figura 199. Anclaje de descolgado



Seguidamente se procede a la instalación de la formaleta, la cual puede ser de madera y sostenida por palos o parales y dándole la nivelación respectiva tal como se muestra en la figura. La superficie de esta formaleta debe cubrirse con una capa de ACPM para facilitar el desencofrado.

Figura 200. Formaleteado de descolgado



Sobre la formaleta se instala el refuerzo longitudinal, el cual consta de 2 varillas de 3/8" a todo lo largo del dintel o descolgado que son las que sostendrán y brindaran resistencia al mismo.

Sobre el refuerzo se adiciona la mezcla de pega y posteriormente se empiezan a colocar los ladrillos, realizando en estos el respectivo plomo y alineamiento.

Finalmente, una vez haya endurecido la mezcla, se podrá retirar la formaleta y posteriormente realizar los resanes que sean necesarios.

- **Columnetas.** Estas se instalan en la unión entre muros de mampostería y pantallas de concreto en el perímetro de las fachadas.

Las columnetas llevan un refuerzo de 2 varillas de 3/8" y flejes de 1/4" cada 20 cm., por lo que es necesario anclar previamente al piso, 2 varillas de 3/8" para darle continuidad al refuerzo.

Figura 201. Refuerzo de columnetas



Estas columnetas deben ir separadas de los muros pantalla por lo que se colocan dilataciones de icopor de 1 cm. de espesor. Luego de esto se instala la formaleta, que puede ser en tabla burda, la cual debe ser impregnada de ACPM para poderlas retirar fácilmente

Figura 202. Dilatación con icopor



El concreto para las columnetas es de 3000 psi que puede ser preparado en obra con dosificación 1:2:3 y el vibrado puede realizarse chuzando con una varilla y dando golpes a la formaleta. Al otro día pueden quitarse los testeros y realizarse el curado.

Figura 203. Columnetas de concreto



4.8.2 Pañetes.

Es el revestimiento de los muros en capas de mezcla de mortero con el fin de emparejar la superficie que va a recibir un tipo de acabados tal como la pintura, dándole así mayor resistencia y estabilidad a los muros.

- **Replanteo.** Se instalan reglas metálicas de tal forma que sobresalga del muro el espesor que llevará el friso, que suele ser de 2 cm., realizando el respectivo proceso de verticalidad mediante plomos. Estas reglas servirán de líneas maestras para el frisado.

Figura 204. Replanteo de pañete



- **Chafarreo:** Esta actividad se refiere a la aplicación de una mezcla que brinde adherencia al friso, el cual resulta de la mezcla de mortero 1:4 con un aditivo adherente y se le proporciona agua hasta lograr una mezcla pastosa.

Figura 205. Chafarreo



Para muros de mampostería se satura de agua el muro, para que de esta manera el ladrillo no absorba el agua de la mezcla, posteriormente se adiciona la mezcla salpicándolo sobre el muro para que seguidamente se le aplique el friso. Cuando el elemento chafarreado es una pantalla de la

estructura, el friso no debe ser aplicado sino hasta el día siguiente cuando la mezcla ya haya secado sobre el muro y así brinde rugosidad. Es importante que el muro estructural haya sido lavado previamente para quitarle el ACPM del que fue impregnado al momento del formateado, ya que de no ser así pueden presentarse problemas de descascamiento en el friso. Para los muros en mampostería no se presenta este problema debido a la rugosidad misma que presta el ladrillo.

Figura 206. Caída de friso en muro estructural



- **Friso.** Una vez se haya preparado la mezcla del friso en dosificación 1:4, esta empieza a lanzarse sobre el muro entre las reglas maestras del replanteo hasta llenarlos, para luego nivelarlo con una regla metálica, la cual es alineada por las fajas maestras y cortará el mortero sobrante, moviendo el codal suavemente de un lado para otro y de arriba hacia abajo. Si quedan huecos se rellenan con mortero y se enrasa nuevamente hasta que la superficie quede plana.

Figura 207. Enrase del friso



Luego se remata y detalla la superficie retirando de los rincones el mortero sobrante y definiendo estos sitios a 90°.

- **Juntas.** Estas se realizan antes de que fragüe la mezcla en los sitios en que empaten dos materiales distintos, esto es, entre los elementos estructurales y los muros de mampostería o también para dividir áreas muy grandes de un mismo material.

Esta junta se realiza haciendo una pequeña ranura horizontal o vertical según sea el caso, la cual se realiza midiendo la distancia desde la esquina del muro hasta la ubicación de la junta en donde se referencia con un hilo guía o con una regla metálica para posteriormente trazar la junta. La profundidad de la junta es un aspecto importante a tener en cuenta, ya que esta define la zona débil por la que se supone debe formarse la grieta, tal profundidad debe ser muy similar al espesor del friso. Se recomienda que las ranuras sean estrechas (alrededor de 1 cm) y en forma convexa para que la grieta que se forme sea poco visible.

Los sitios en los que se recomienda hacer ranuras son:

- Unión muro – losa (extremo superior del muro).
- Unión viga - muro.
- Unión columna – muro.
- Unión marco de puerta – muro.
- Unión losa – columna.
- Empatar con otro friso anterior.
- Áreas excesivamente grandes de acuerdo al tipo de material.

Estas juntas constructivas son realizadas para que si por algún motivo se llega a generar una fisura en la pared, esta junta induzca la fisura en este sitio y no en medio del muro atentando contra la estética de éste.

Figura 208. Juntas constructivas entre placa de entrepiso



Finalmente debe realizarse el curado al día siguiente de haberse pañetado rociándolo con manguera 2 veces al día, en la mañana y en la tarde.

Figura 209. Friso de muro



Algunas consideraciones generales:

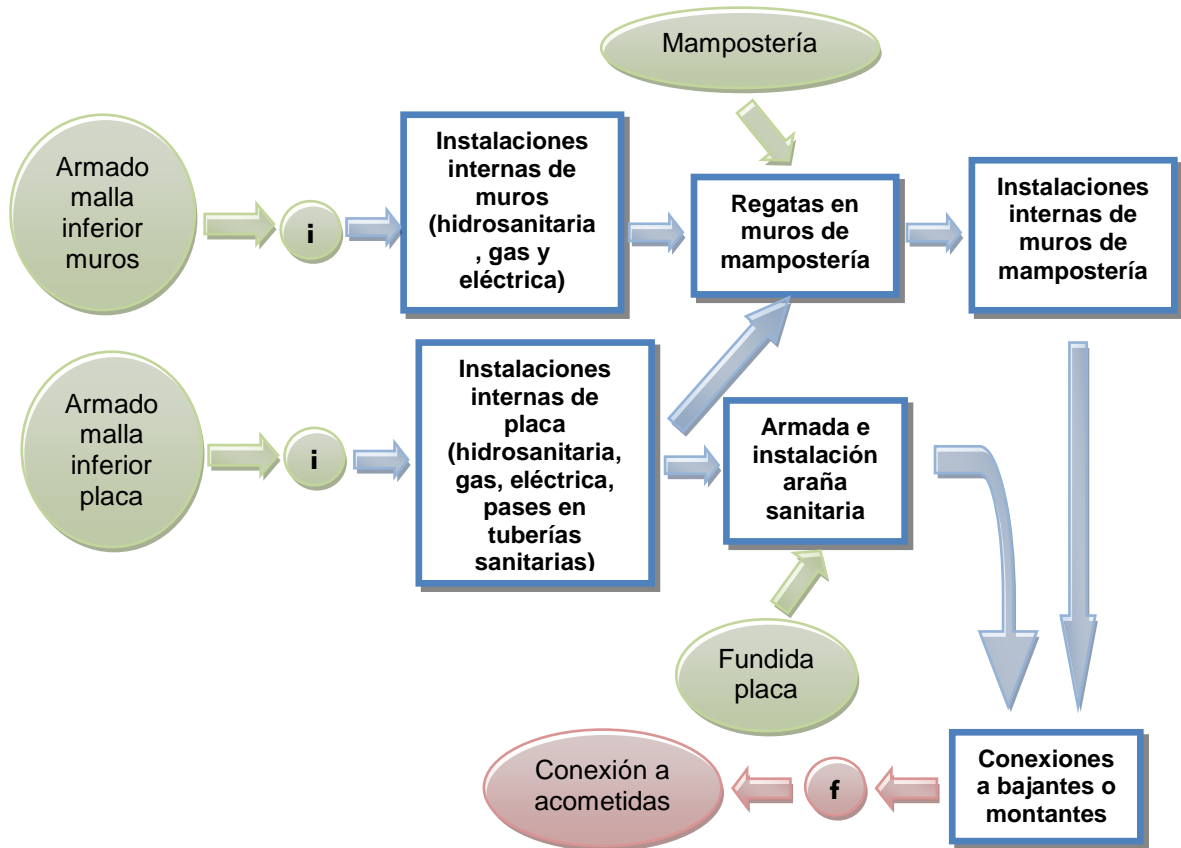
- La mezcla que cae al piso puede ser recogida si no está contaminada.
- Después de preparados los morteros no deben transcurrir más de 2 ½ horas en su uso.
- Los muros se frisan completos, no dejando remates posteriores.
- Las arenas se deben cernir para buscar un mejor tallado.
- Para frisos en fachadas debe agregarse impermeabilizante.
- En los sitios donde se hayan instalado tuberías eléctricas o hidrosanitarias es recomendable instalar una malla que pueda brindar rugosidad en estos sitios para que no se presenten inconvenientes en la adherencia del friso.

Figura 210. Instalación de malla y cernida de arena



4.9 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, ELÉCTRICAS Y DE GAS

Figura 211. Diagrama de precedencias de Instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y de gas



Estas son las instalaciones que se incorporan para proveer de ciertos servicios a la edificación como la son el agua potable, evacuación de desechos, servicio de energía eléctrica y de gas natural.

Todas estas instalaciones tienen básicamente el mismo procedimiento de instalación interna, por lo que se explicará el procedimiento general de éstas y posteriormente se detallará en específico los aspectos diferentes que tienen cada una de ellas.

Las instalaciones internas inician en el momento en que se comienza a fundir la estructura, ya sea placa en estructura tradicional o muros y placas en el caso de estructura túnel, procedimiento que ya fue descrito anteriormente en el proceso constructivo de la estructura.

Figura 212. Instalaciones internas en estructura túnel



Debe dejarse la salida de cada una de éstas instalaciones a la montante que proveerá de agua a la instalación hidráulica o a la bajante que evacuará las aguas negras según sea el caso de acuerdo a los diseños hidrosanitarios, esto mismo para las instalaciones eléctricas y de gas.

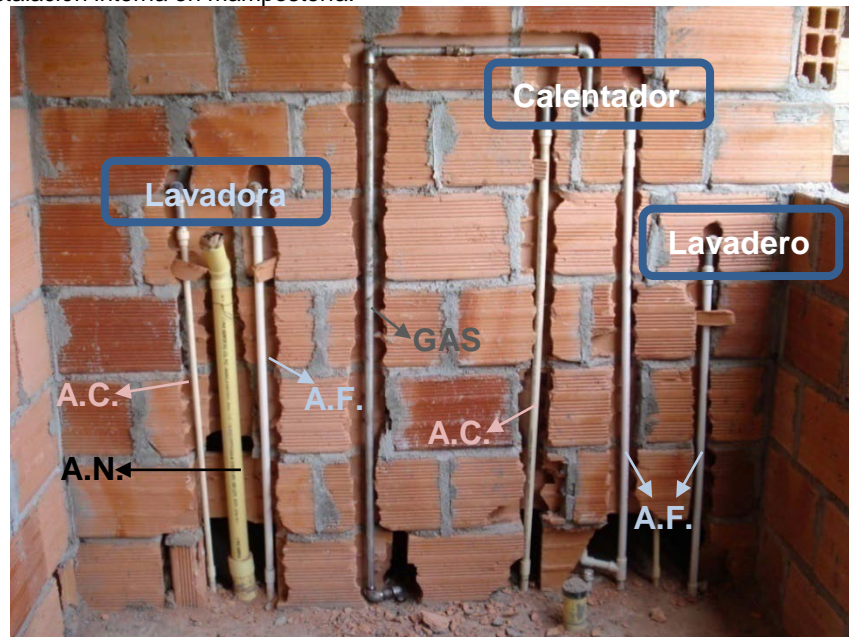
Las instalaciones internas para los muros de mampostería se debe primero que todo realizar **regatas** o canales por donde irá incrustada la tubería en el muro, las cuales comienzan en la prolongación de las instalaciones que se habían dejado previamente en la realización de la placa.

Se comienzan a prolongar las instalaciones cortando los tubos de acuerdo a la altura a la que deban ser instalados los aparatos y con el respectivo diámetro de cada una de las tuberías. Se recomienda inicialmente colocar toda la tubería en las regatas sin pegarla para verificar que sí estén a la medida y en la dirección indicada, para posteriormente limpiar las tuberías y realizar el pegue de éstas.

Figura 213. Realización de regatas



Figura 214. Instalación interna en mampostería.



- A.C. → Agua Caliente
- A.F. → Agua Fría
- A.N. → Aguas Negras
- GAS → Tubería de gas

Una vez estén terminadas las instalaciones, se realiza el **embone**, el cual consiste en rellenar con mezcla todos los espacios huecos dejados por la regateada del muro y posteriormente instalar una malla en la zona del embone para así dejar listo el sitio para el posterior frisado del muro.

Figura 215. Embone e instalación de malla



4.9.1 Instalaciones hidráulicas.

Corresponden al conjunto de tuberías, accesorios, válvulas y equipos que conforman el sistema de suministro de agua potable dentro de una edificación. Estas instalaciones deben realizarse con base a la norma NTC 1500, el cual

establece los requisitos mínimos para garantizar el funcionamiento correcto de los sistemas de abastecimiento de agua potable.

Para verificar que ésta instalación ha sido puesta correctamente, es necesario realizar una prueba hidráulica de presión preliminar, la cual se realiza antes de pañetar los muros e instalar los pisos. Se probarán todas las tuberías internas de acuerdo a la NTC 1500 (una presión de 150 psi, durante 4 horas). La presión se obtiene aplicando a la instalación agua con una bomba de mano. Una vez conseguida la presión requerida, se parará la bomba, debiendo permanecer fija la aguja del manómetro; si baja, deberán inspeccionarse las tuberías para detectar alguna fuga. Este procedimiento se explica más detalladamente en el capítulo 3.7 Pruebas hidráulicas en redes internas.

Las instalaciones internas son conectadas a la montante de abastecimiento, para realizar la prueba hidráulica nuevamente antes de instalar los aparatos sanitarios, debido a que las tuberías pudieron haberse visto afectadas en actividades como frisos, enchapes o instalaciones eléctricas. Para la realización de esta prueba la tubería hidráulica ya debe estar conectada a la montante de suministro.

Figura 216. Conexión a montante hidráulica



Para realizar actividades varias de la obra se requiere de suministro de agua, por lo que es de vital importancia la implementación de una red provisional hidráulica, la cual se instala con una tubería de ½" y llaves terminales ubicadas en los sitios asignados por el ingeniero residente de la obra.

Figura 217. Red hidráulica provisional

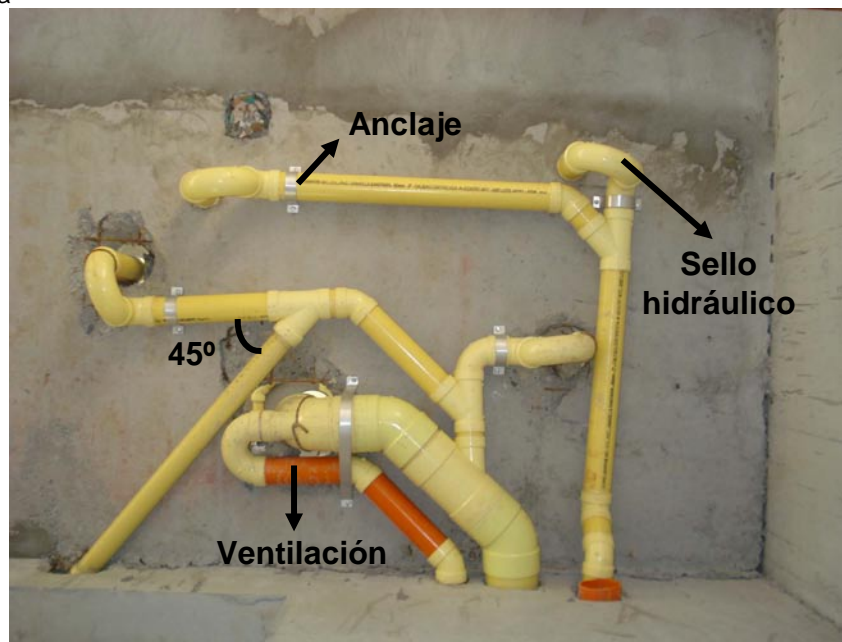


4.9.2 Instalaciones sanitarias

Estas instalaciones son las encargadas de la evacuación y ventilación de las aguas negras y pluviales de una edificación. Para el diseño y montaje de este sistema se debe aplicar la norma ICONTEC NTC 1500 “Código Colombiano de Fontanería”

- **Instalación de arañas.** Estas se refieren a las tuberías horizontales de aguas negras, las cuales pueden empezar a instalarse una vez haya fraguado la placa maciza en estructura túnel o en el armado de la placa para estructura tradicional. Se realiza de acuerdo a las medidas dadas en los diseños.

Figura 218. Araña

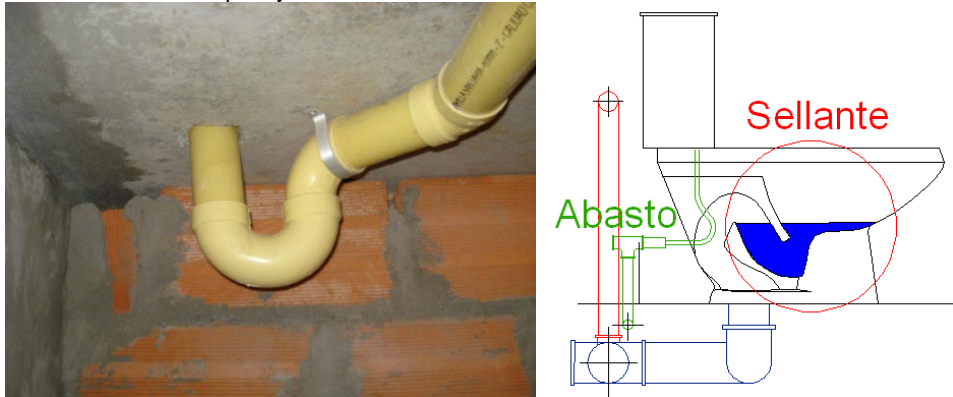


Aspectos a tener en cuenta para la instalación de la araña:

- Los ramales horizontales de los desagües se unen formando ángulos de 45 grados.
- Instalar anclajes metálicos (no alambre) en tramos rectos cada metro y en donde se requiera para sostener y dar pendiente para las arañas descolgadas.
- Verificar pendiente mínima de tubería de 1% para diámetros de 4" y 2% para diámetros de 2" o 3".
- Los diámetros de los sanitarios son de 4" mientras que la de los demás aparatos es de 2".
- A partir de los sanitarios y en la dirección en la que corre el agua no se puede reducir el diámetro de los tubos.
- Instalar sellos hidráulicos para los sifones de piso.

- Verificar que todo punto de aparato sanitario tenga su ventilación aguas arriba de la salida del sanitario por arriba del nivel de descarga. Esta debe ser de mínimo 2" de diámetro en ramales horizontales.
- **Ventilación.** Tiene por objeto dar entrada al aire exterior en el sistema de evacuación y facilitar la salida de los gases por encima del techo. Esta evita que al ser descargada una o más piezas sanitarias simultáneamente haga que el agua retenida en los sellos hidráulicos sea arrastrada o expulsada al exterior del aparato permitiendo el escape de gases hacia la edificación.

Figura 219. Sellantes de sifón de piso y de sanitario



Es esta la importancia de que cada aparato sanitario tenga un sello hidráulico, para evitar que los malos olores sean retenidos por el agua estancada en el sello y así estos olores no salgan de la tubería.

Una vez sean armadas las redes sanitarias se procede a realizar la prueba de estanqueidad, la cual se realiza aplicando agua a tubo lleno en la red de cada baño y/o cocina, debiendo permanecer fija; si baja deberán inspeccionarse las tuberías para detectar alguna fuga. Esta prueba se explica más detalladamente en el capítulo 3.6 Pruebas de estanqueidad.

Es recomendable tapar cada uno de los orificios de las tuberías para que de esta manera en el momento en que empiecen a pañetar y enchapar no caiga friso o basura dentro de la misma.

Figura 220. Taponamiento de tuberías



- **Conexión a bajantes.** Una vez haya sido satisfactoria la prueba de estanqueidad, la araña es instalada a la bajante de Aguas Negras (A.N.) en un ángulo de 45 grados. La tubería de ventilación puede ser conectada a la bajante de ventilación a 90 grados.

Algunos aspectos a tener en cuenta en las conexiones a las bajantes son:

- La bajante de ventilación no puede ser menor a 3”.
- La bajante de A.N. no puede ser menor a 4”.
- La bajante de Aguas Lluvia (A.LL.) debe ser mayor a 2”.
- La bajante de A.LL. es totalmente independiente a la de A.N.
- Se deben realizar quiebres a las bajantes de A.N. y A.LL. cada 3 o 4 niveles para que de esta forma se pueda disipar la energía de caída de las aguas residuales superiores.
- La bajante de A.N. se prolongará como ventilación hasta salir sobre el techo pero sin disminuir su diámetro. Esta prolongación debe ser como mínimo de 1.80 m cuando hay acceso al techo y 0.15 m cuando el techo es inaccesible.
- Se deben realizar conexiones de tubería de ventilación con la bajante de A.N. a 45 grados tal como se muestra en la ilustración.

Figura 221. Conexiones de tuberías sanitarias



Conexión a bajantes



Quebres a bajantes



Prolongación de ventilación al techo

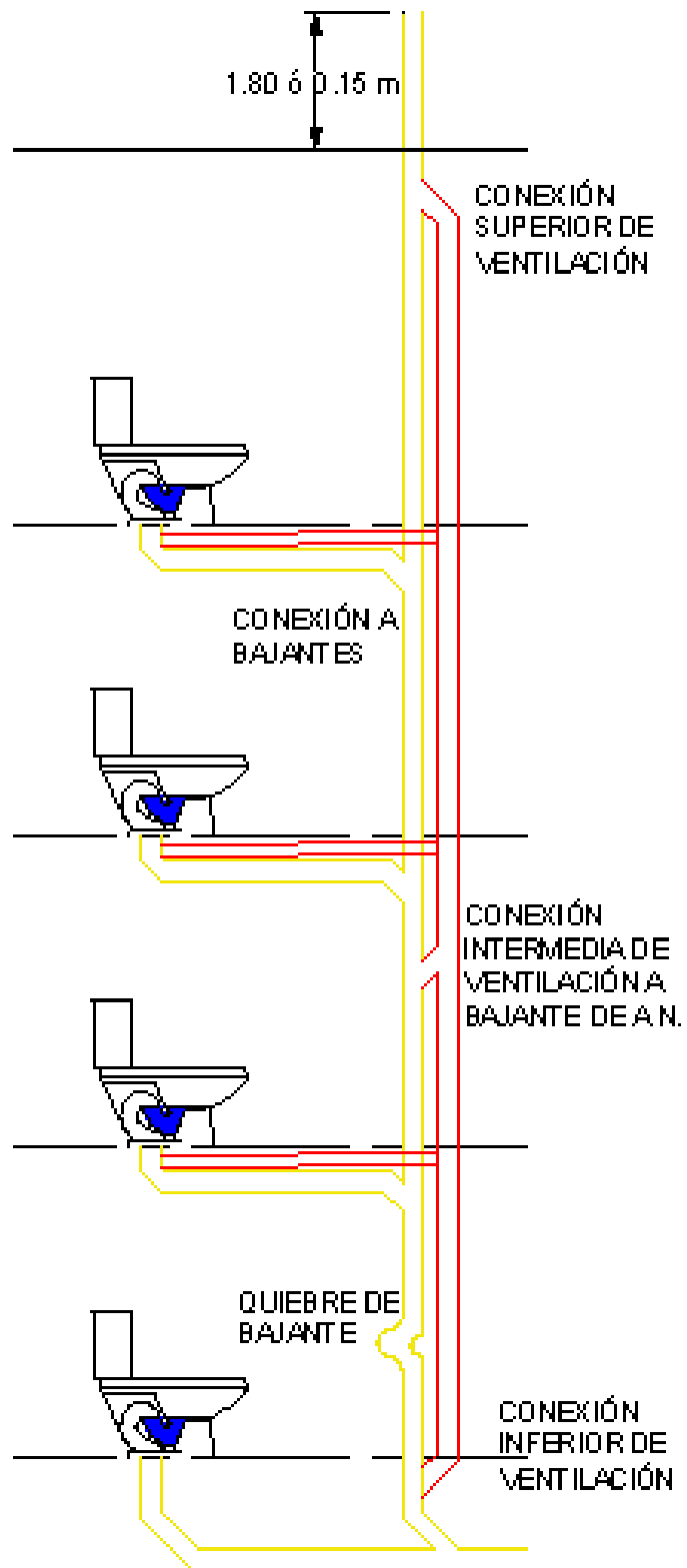


Conexión intermedia de ventilación a bajante A.N.



Conexión inferior de ventilación

Figura 222. Detalles de conexiones a bajantes



Por estética a la edificación y por protección a las tuberías éstas deben ser tapadas a la vista, por lo que las tuberías de fachada son cerradas en mampostería con sus respectivos acabados, lo que es llamado buitrón. Las arañas internas de la estructura túnel debido a que la placa es de poco espesor se encuentran descolgadas en la misma, y serán cubiertas en cielo raso.

Figura 223. Buitrón de fachada



Figura 224. Cielo raso en Dry Wall



4.9.3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Son aquellas por medio de las cuales se proporciona los servicios de energía eléctrica necesaria para la iluminación artificial y utilización de demás aparatos eléctricos.

Se procederá a explicar la instalación interna eléctrica una vez se haya realizado la instalación interna de la estructura.

- **Regateada.** Consiste en cortar el muro de mampostería de acuerdo a la ubicación del cableado y a las cajas eléctricas, esto puede realizarse mediante

una cortadora o con un cincel, para así colocar los tubos y cajas de acuerdo al trazo anterior. Finalmente se cubre con mezcla de arena y cemento en dosificación 1:5 o similar a la utilizada en el pañete.

Figura 225. Regata para instalación eléctrica



- **Alambrado.** Por lo general se realiza cuando los muros ya se encuentran frisados. Esto se realiza introduciendo la guía de acero (sonda) por uno de los orificios del circuito hasta que salga por alguna de las cajas respectivas del mismo circuito. Posteriormente se amarran los alambres a la sonda y se hala ésta hasta que los cables se encuentren dentro de la tubería.

Figura 226. Alambrado



Después de haber terminado de alambrear es recomendable cubrir las salidas eléctricas para evitar que se ensucie el sitio al igual que evitar que saquen los alambres.

Figura 227. Cobertura de cajas



- **Aparateada.** Se refiere a la instalación de todos los aparatos eléctricos tales como el toma corrientes, plafones, interruptores y breakers para finalmente dar por terminada la instalación eléctrica. Esta actividad suele realizarse después de la segunda mano de pintura.

Figura 228. Instalación de aparatos



4.9.4 INSTALACIONES DE GAS

Se refiere al conjunto de tuberías y accesorios necesarios para llevar gas natural hasta los artefactos de la edificación, desde el medidor o regulador según corresponda. Estas tuberías son en hierro galvanizado SCHEDULE 40 (o de acuerdo a las especificaciones) y serán roscadas y elaboradas a medida que se va extendiendo la red.

La instalación interna es la descrita en los capítulos 4.7.1 y 4.7.2 instalaciones internas de Estructura y el capítulo 4.9 Instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y de gas.

Figura 229. Pruebas de hermeticidad



Una vez se haya conectado la red interna a la montante de suministro se realiza la prueba de hermeticidad desde el centro de medición tal como fue descrita en el ítem 3.8 Pruebas de hermeticidad.

Los gases producidos por la combustión deben ser evacuados, por lo que es necesaria la aireación del recinto con áreas de ventilación superior e inferior (circulación de aire) de acuerdo a la cantidad de gasodomésticos.

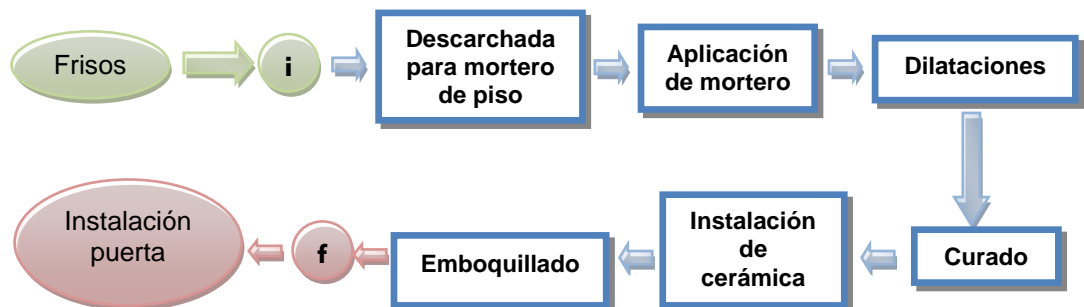
Figura 230. Ventilación de calentador



También es necesario verificar la cantidad y ubicación de las válvulas de cierre; de las cuales, debe haber una por cada gasodoméstico (calentador, cocina, horno, secadora, etc.) y en cuanto a su posición deben estar separadas mínimo 30 cm. con respecto a la llama del fogón más próximo de la cocina.

4.10 ENCHAPES

Figura 231. Diagrama de precedencias de Enchapes y Pisos



4.10.1 MORTERO DE PISO

El enchape debe ser instalado sobre una superficie plana, por lo que es necesario hacer un mortero de piso que brinde esta condición, ya que el piso terminado de la placa estructural siempre presentará irregularidades.

- **Descarchada para mortero.** Esta actividad consiste en quitar con una barra todas las protuberancias que pueden existir en el piso debido a actividades como el friso de los muros.

Figura 232. Descarchada de piso



- **Mortero de piso.** Es preciso humedecer con agua todo sitio donde se va a aplicar mortero para evitar que la superficie seca absorba el agua del mortero de pega. Esta se preparará en una dosificación 1:3 y se extiende sobre el piso con un espesor de 3 cm. formando un par de fajas maestras en los costados de la pared, para luego llenar la parte central y emparejarlo con una regla metálica, teniendo la precaución de dejar los desniveles o pendientes hacia los sifones de piso cuando son baños o patios.

Figura 233. Mortero de piso



Para el mortero de piso de los baños o zonas húmedas, se le debe aplicar al mortero un impermeabilizante para evitar la humedad del sitio.

- **Dilataciones.** Estas juntas de dilatación se instalan en todo el borde de los muros con icopor de 1 cm. de espesor para aislar el mortero con el elemento estructural.

Figura 234. Dilatación



Después de haberse realizado las fajas maestras del mortero se realiza la ranura en donde se instalará el icopor para posteriormente continuar con el mortero en la parte central del piso.

Al día siguiente de haber terminado de realizar el mortero de piso, es de vital importancia el respectivo curado de éste, rociando con una manguera toda el área mortereada.

4.10.2 ENCHAPADO

El enchape o revestimiento cerámico más que brindar estética a los acabados de las viviendas es útil por la gran resistencia de la superficie al ataque de químicos y abrasivos. Esta se usa en pisos y paredes de baños, cocinas, patios de ropa, fachadas y en general en cualquier lugar de la vivienda, diferenciándose en el tipo de tráfico para el cual está especificado y el acabado superficial de las baldosas, ya que no es lo mismo una baldosa para baño que una para sala porque la utilizada en la sala requiere de mayor resistencia debido al tráfico.

- **Aplicación de la pega.** La mezcla es preparada con el producto recomendado por el fabricante, el cual es un pegante en polvo que se mezcla con agua para generar una base cementosa de color blanco o gris para la instalación de cerámica.

Antes de prepararse la mezcla debe asegurarse que la superficie a enchapar se encuentre libre de polvo, grasa, aceite y en general de toda suciedad que impida adherencia, y posteriormente se humedece la superficie a enchapar.

Figura 235. Aplicación de pegante



La aplicación del producto debe ser tal que la llana dentada forme un ángulo aproximado de 45° con el piso y extender la mezcla en áreas no mayores a 1m^2 . El material preparado debe ser gastado en menos de 45 minutos.

De acuerdo a la ficha técnica del producto de pega, se utiliza un tipo diferente de dentado en la llana según el tipo de baldosa a utilizar:

Tabla 15. Llana de acuerdo a tipo de baldosa

TIPO DE BALDOSA	LLANA CON DIENTES:	CONSUMO PRODUCTO
11 X 11 (cm)	4 X 4 (mm)	2.0 (Kg/m ²)
20 X 20(cm)	6 X 6 ó X 10 (mm)	3.0 (Kg/m ²)
30 X 30 y 33 X 33 (cm)	10 X 10 ó 6 X 10 (mm)	4.0 (Kg/m ²)
40 X 40 (cm) mas	12 X 12 (mm)	6.0 (Kg/m ²)

- **Instalación de cerámica.** Una vez esté definida la distribución de las piezas y trazado el lineamiento por donde irá esta, de tal forma que resulte el menor número de cortes posible, se traza la primera hilada iniciando el proceso en una esquina.

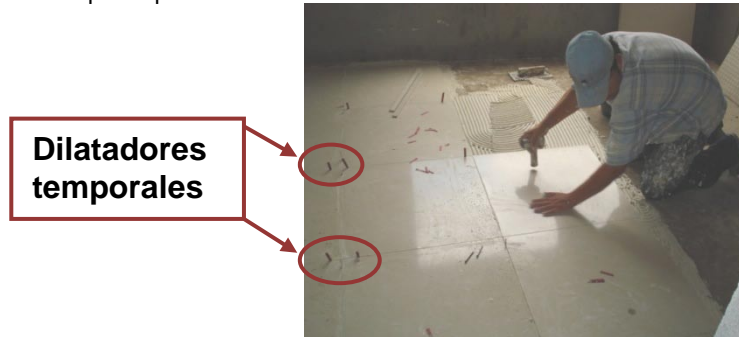
Figura 236. Primera hilada



La cerámica, que previamente se ha limpiado con un trapo húmedo, se coloca sobre el material de pega y se golpea suavemente para lograr una penetración de unos 2 mm por cada baldosa. Se sigue instalando la

cerámica, de tal forma que se deje una separación de 2 mm entre piezas, lo cual se puede hacer con pequeñas piezas dilatadoras de esta medida.

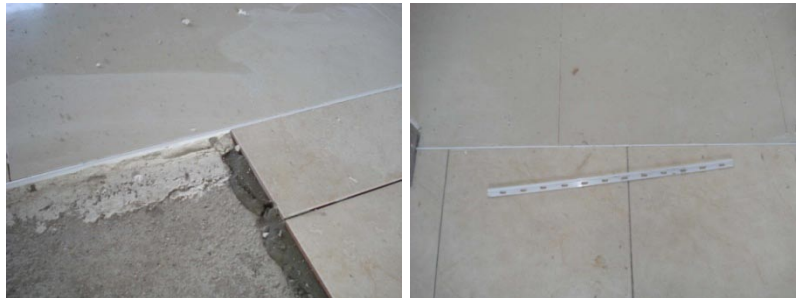
Figura 237. Enchape de piso



Una vez colocada la primera hilada se continúan pegando las demás hiladas verificando horizontalidad y nivel cada 3 hiladas.

En los sitios en los que cambia el tipo de cerámica, como entre la sala y los baños o cocinas debe instalarse una dilatación de aproximadamente 5 mm.

Figura 238. Dilatación



En los baños, para realizar el enchapado, es necesario cortar las prolongaciones que se habían dejado de las tuberías de sanitarios y sifones de piso, a ras con el mortero para que de esta manera se pueda instalar fácilmente la cerámica y posteriormente hacer una pequeña fisura en esta para referenciar la ubicación de estas tuberías.

Figura 239. Corte de prolongaciones de instalaciones sanitarias



En el enchape de paredes, previo a la instalación de la primera hilada se debe poner una boquillera o codal sostenida por clavos dándole la debida horizontalidad.

Figura 240. Instalación de codal



Una vez instalada la primera hilada, se continúa pegando las demás hiladas revisando la horizontalidad, verticalidad y nivel cada 3 hiladas.

En los casos de salidas de puntos hidráulicos se realizan las perforaciones con un taladro de acuerdo a la altura a la que se encuentre el punto.

Figura 241. Puntos hidrosanitarios



Para la instalación de los remates, que son colocados en las orillas, se procede a trazar y cortar la cerámica con una máquina cortadora.

- **Emboquillado.** Al finalizar el enchape y una vez haya fraguado el pegante, se procede a llenar las juntas con una lechada de cemento blanco, agua y blanco de zinc 10:1.

Se procede a limpiar profundamente las juntas entre baldosas, bien puede ser con bisturí, para posteriormente esparcir la lechada sobre la superficie y hacer que ingrese entre las juntas hasta que estas se llenen.

Figura 242. Emboquillado



Después de un tiempo prudencial (20 minutos, cuando comience a secar) se limpia con un paño o estopa húmeda la parte sobrante de la lechada y por último se retira la lechada sobrante de las juntas.

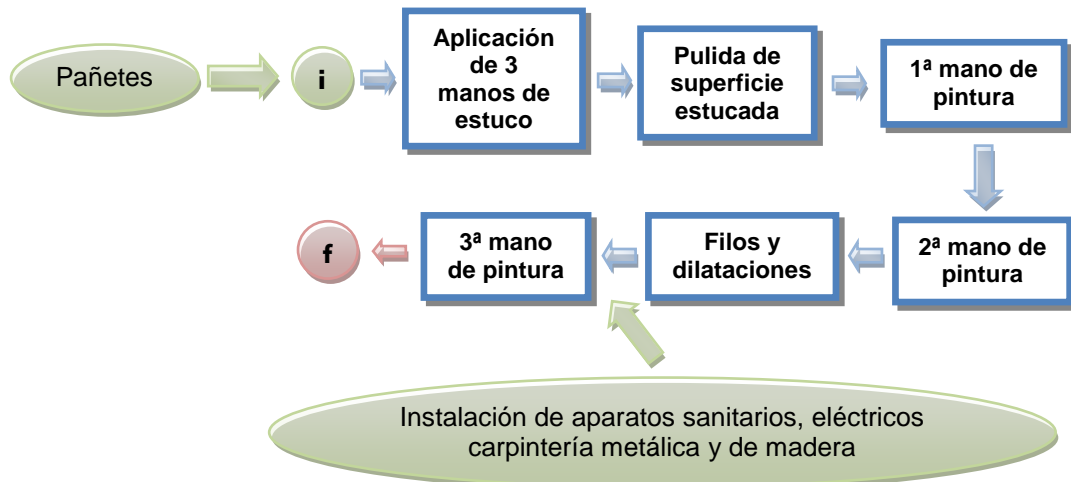
Es recomendable cubrir la superficie en cartón para evitar que posteriores actividades puedan ensuciar o rallar la cerámica, tales como la pintura.

Figura 243. Vista enchapado final y protección de enchapado



4.11 ESTUCO Y PINTURA

Figura 244. Diagrama de precedencias de Estuco y Pintura



Estas actividades corresponden a los acabados u “obra blanca” y son los aspectos que proporcionan satisfacción en cuando a comodidad y atractivo visual.

4.11.1 ESTUCO

Esta actividad se refiere a emparejar y pulir las superficies de la vivienda para recibir la pintura, especialmente cuando se requiere textura fina, superficie plana y buena cohesión.

- **Preparación de superficie a estucar.** Lo primero que se hace para estucar una superficie es recorrer la misma con la cara áspera de un pedazo de baldosa con el fin de quitarle los granos gruesos a las áreas frisadas, y para los casos en que los elementos estructurales no vienen pañetados, deberán ser resanadas con pulidora las rebabas, quedando la superficie lisa y libre de imperfecciones, para proceder a aplicar adherente en las pantallas y poder estucar. De esta manera también la superficie a estucar quede libre de grasas y polvo. Luego se humedece la superficie sin saturarla.

Posteriormente se prepara el estuco a utilizar de acuerdo a las indicaciones del producto.

Previamente a la aplicación del estuco en el techo de la vivienda, se aplica sobre éste un sellante elástico impermeable (vulkem 116), cuya función es la de tapar las fisuras en la placa y de esta manera evitar que las fisuras lleguen a propagarse a la pintura.

Figura 245. Aplicación de sellante en ranuras del techo



- **Aplicación del estuco.** Una vez lista la superficie y preparado el estuco se extiende el material a aplicar en capas sucesivas y delgadas en las dos direcciones, de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo hasta dejar la superficie tersa y lisa.

De esta misma forma se realizan 3 manos de estuco con tiempos de secamiento entre ellas de más o menos 4 horas. En las zonas húmedas como baños y cocinas se aplica estuco veneciano, el cual viene adicionado con impermeabilizante.

Figura 246. Primera y última mano de estuco



Por último, y antes de aplicar la pintura, se pule la superficie estucada con lija de papel en una sola dirección, evitando las rayas y limpiando el polvo resultante obteniendo así una superficie completamente lisa, pulida, brillante, sin rayas, de color uniforme y limpio antes de aplicar la pintura.

Figura 247. Pulida o lijada del estuco



4.11.2 PINTURA

Este es un material de apariencia líquida que al aplicarse a un objeto se adhiere a él, se endurece y forma una capa sólida que cumple las funciones de protección y embellecimiento para los cuales fue fabricado.

- **Primera mano.** Una vez estén corregidas todas las imperfecciones sobre el estuco, se procede a aplicar la primera de tres manos de pintura, siendo esta con brocha (sintética) o rodillo (de espuma o tapete), dando cubrimiento total y parejo a toda la superficie a pintar.

Figura 248. Primera mano de pintura



- **Segunda mano.** Una vez haya secado la primera mano de pintura, se procede a realizar la segunda. Para ésta, nunca se debe aplicar pintura sobre superficies húmedas o antes que la mano anterior haya secado completamente.

En la segunda mano de pintura deben realizarse los filos y dilataciones, es decir, el respectivo acabado en las esquinas de los muros y en las dilataciones. Posteriormente se revisará y se corregirá cualquier imperfección de la superficie, resanando con estuco plástico o con un producto compatible con el respectivo acabado base; ya seco el resane se lijará, eliminando el exceso de material, y se limpiará el polvo para mejorar la adherencia.

Figura 249. Realización de filos



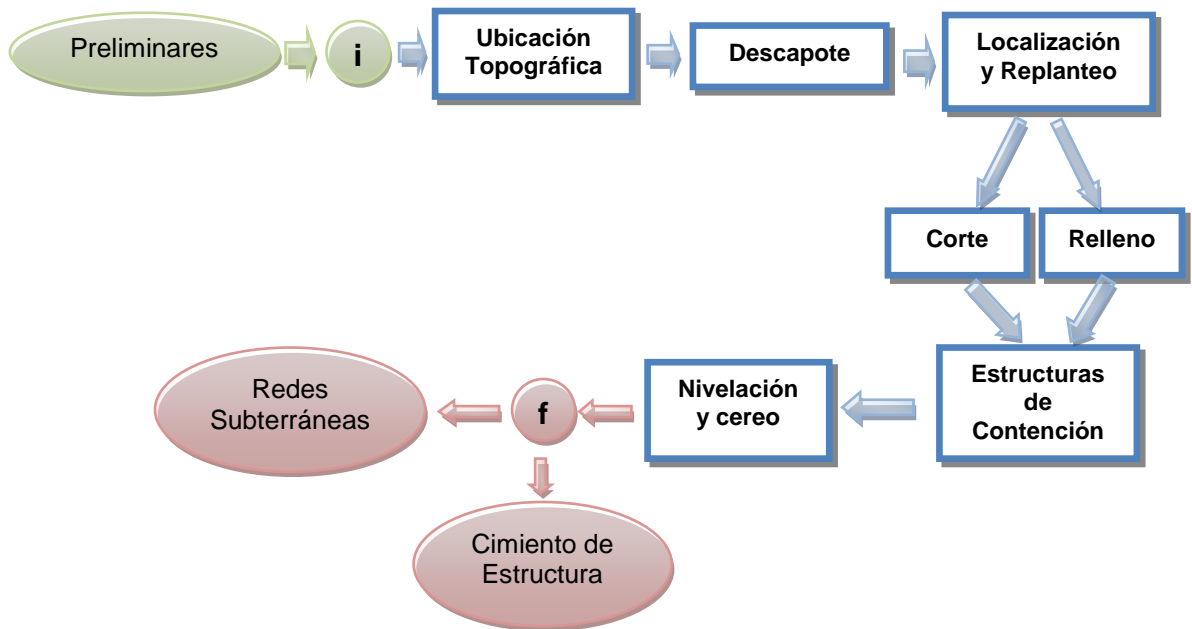
- **Tercera mano.** La tercera y última mano de pintura se aplicará al final de la obra y solo se hará cuando estén terminadas todas las actividades que puedan deteriorarla. Esta pintura se extenderá de forma pareja, ordenada, sin rayas, protuberancias, huellas de brocha o rodillo; ésta mano se aplica hasta obtener una superficie y color homogéneo agradable a la vista y el tacto.

Figura 250. Tercera mano de pintura



4.12 MOVIMIENTO DE TIERRA (URBANISMO)

Figura 251. Diagrama de predecesoras y sucesoras de movimiento de tierras de lote sin urbanizar



Se entiende como movimiento de tierra al conjunto de actividades preliminares a realizarse dentro de un terreno para la ejecución de la obra. El proyecto se puede llegar a sectorizar dependiendo de la magnitud, alcance y/o complejidad del mismo.

Las siguientes son las actividades necesarias para realizar el movimiento de tierra:

4.12.1 Ubicación Topográfica.

Se refiere a la localización de los linderos del predio, los cuales indican el área total del proyecto y la zona a trabajar. Generalmente se realiza en dos fases:

- Definición y aprobación de los puntos de referencia tanto verticales como horizontales brindados por el ente administrativo cartográfico municipal.
- Localización general para garantizar que no existan diferencias entre lo realizado en obra y los planos.
- Demarcación de las áreas a descapotar.
- Ubicación en el plano del inventario forestal del lote el cual es solicitado por la entidad ambiental correspondiente.

4.12.2 Descapote.

Consiste básicamente en el retiro de la capa vegetal y el material sobrante a nivel de la superficie del terreno, con el fin de limpiarlo y adecuarlo para el trabajo tanto de la maquinaria como del personal. El espesor del descapote varía entre 10 cm y 30 cm de acuerdo con las condiciones del terreno tales como la profundidad de las raíces de los árboles y la materia orgánica presente. Las tareas que se llevan a cabo para realizar el descapote son las siguientes:

- **Limpieza de la superficie del terreno.** Consiste en retirar la maleza, basura, árboles y demás elementos que obstaculicen el tránsito normal de personal por la zona de trabajo y que impidan la realización de las actividades posteriores.
- **Descapote.** Es el retiro de la capa vegetal restante junto con el suelo rico en materia orgánica (humus) que se encuentre en la zona de ejecución del proyecto.
- **Transporte del material producto del descapote.** La tierra negra puede ser reutilizada para la siembra de prados y plantas si ésta se encuentra en buenas condiciones, o de lo contrario, se conduce a los sitios de disposición final autorizados por la autoridad competente.
- **Retiro de raíces.** Se debe realizar la extracción de las raíces de los árboles talados y llevarlas al sitio de disposición final con el fin de evitar entorpecer el normal desarrollo del proyecto.

Figura 252. Retiro de capa vegetal y sacada de raíces



4.12.3 Localización y Replanteo.

A diferencia de la ubicación topográfica, la localización y replanteo indica los puntos en donde se requiere realizar corte o terraplén en el área del proyecto. Estas actividades requieren la supervisión del responsable de la obra, debido a que se necesita de cuidado y precisión por parte de la comisión topográfica para garantizar la ubicación exacta y evitar costosos errores de reubicación. La tarea principal que constituye ésta actividad es:

- Demarcar con estacas las áreas que requieren de corte o relleno para obtener el nivel del proyecto o cota roja. En cada una de éstas estacas deben estar indicadas las distancias a excavar o a rellenar para que de esta manera se proporcione una guía al encargado de realizar ésta actividad.

4.12.4 Corte de material.

Consiste en la remoción del material que se encuentra por encima de la cota del proyecto. La maquinaria para llevar a cabo ésta actividad puede ser de diversas especificaciones y depende del volumen de tierra, profundidad, ancho de excavaciones y propiedades del suelo, y puede ir desde un minicargador hasta sofisticadas retroexcavadoras.

Figura 253. Corte material



Las tareas que se requieren realizar para llevar a cabo el corte son:

- Corte del material teniendo en cuenta las recomendaciones suministradas en el estudio geotécnico y preferiblemente comenzando por la parte superior del terreno, porque de lo contrario, se podrían provocar deslizamientos.
- Cargue de volquetas, las cuales conducen el material al botadero o a un relleno, dependiendo de las condiciones del suelo.

Algunos aspectos que se deben tener en cuenta en el corte son:

- Características del terreno como cohesión, densidad, compacidad, que pueden afectar al rendimiento del equipo durante la ejecución de esta actividad.
- Factores del terreno que puedan llegar a alterar las propiedades como lo son el asentamiento, niveles freáticos y zonas plásticas del mismo.
- Factores externos que puedan paralizar la obra en algún momento como el clima, edificaciones vecinas, tráfico, tendidos eléctricos aéreos o subterráneos.
- Rutas de evacuación y acceso, con su respectiva demarcación facilitando la visibilidad y ubicación por parte del personal.
- Niveles de corte correctos, pues se puede presentar que se corte más de lo requerido, lo que implica un reproceso rellenando la zona para que quede a nivel.

4.12.5 Relleno.

Consiste en la colocación de material en el sitio para que la cota del terreno alcance la cota roja. Los rellenos se pueden realizar tanto con material de sitio (aquel que se obtuvo del corte), como con material externo, lo importante es que aseguren la estabilidad del relleno al aplicarle cargas estipuladas en los diseños (cargas de vías y/o edificaciones). Las tareas que conforman la actividad de rellenos son:

- **Descargue de material.** El material transportado en volquetas y que es apto para realizar rellenos es ubicado en el sitio, espaciado cada 2 o 3 m entre viaje y viaje de material para permitir una correcta extendida.
- **Extendida de Material.** Dependiendo del volumen a rellenar, se escoge el equipo apropiado pudiéndose utilizar buldócer o moto-niveladora para este fin. El espesor de la capa de material extendida debe ser máximo de 30 cm. Se debe tener en cuenta que el material debe estar libre de materia orgánica, arcillas expansivas y escombros.
- **Compactación.** Luego de la extendida de material se procede con la compactación del mismo. Cuando se trata de grandes áreas a compactar, el vibro compactador con rodillo liso es generalmente el equipo más utilizado por

su rendimiento y economía, pero si se requiere compactar zonas más pequeñas, se extienden capas de aproximadamente 20 cm y se usa el saltarín.

- **Toma de Densidades.** Para cada tipo de suelo utilizado en rellenos, se realiza el ensayo de Proctor Modificado con el fin de conocer la humedad y densidad óptima. De igual forma se verifican las densidades de cada capa extendida y compactada de los rellenos por medio del Ensayo de densidad (EDG, Densímetro Nuclear o cono de arena) aplicándose la condición de ser superior del 95% del proctor modificado.

Figura 254. Capa de relleno y compactación con Vibro-Compactador



Al realizar el ensayo de Proctor Modificado, se pueden encontrar dos tipos de rechazo del terreno tales como:

- Si el material reporta densidades por debajo del valor esperado pero con humedad cercana a la óptima, se realizara una re-compactación y posterior revisión.
- Si se presentan bajas densidades y la humedad está fuera de lo esperado, se justifica un reproceso que incluye el retiro y posterior re-compactación del suelo para mejorar las condiciones del mismo.

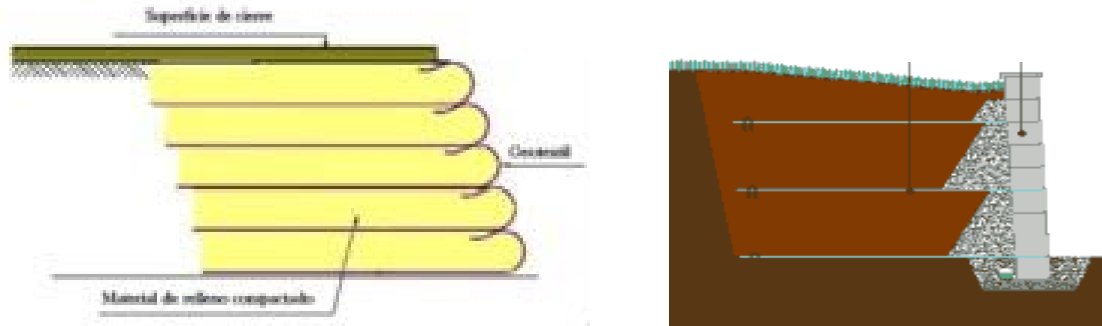
Figura 255. Extendida de material interno y toma de densidades



4.12.6 Estructuras de Contención.

En muchos casos se encuentran rellenos de gran altura (mayores a 5 m) y se tiene que acudir a estructuras de contención, ya sea taludes o muros, dependiendo del espacio disponible en la obra.

Figura 256. Muro en tierra reforzada (izq.) y Muro de contención (der.)



- **Taludes.**

Este método se puede utilizar cuando en el proyecto se cuenta con espacio suficiente y pueden ser de dos tipos, natural o reforzado los cuales se explican a continuación:

- **Talud Natural.** Cuando se cuenta con espacio suficiente para realizar taludes naturales, es decir con inclinaciones por debajo del 1:1 (45°), en donde este factor de inclinación del talud depende del ángulo de reposo del material de relleno, se puede manejar de la siguiente manera:
 - Los taludes se hacen con rellenos graduales con capas de alrededor de 30 cm o más si el equipo de compactación lo permite.
 - Verificar Densidades en el hombro del talud, para evitar fallas superficiales en éste.
- **Talud Reforzado.** Cuando no se cuenta con espacio suficiente para hacer un talud natural, pero si se tiene disponibilidad de terreno para hacer un talud con una inclinación por encima de 1:1 y por debajo de 1:0.5, se procede de la siguiente manera:
 - Este proceso tiene las mismas actividades de relleno, es decir, descarga de material, extendida de material y compactación de capas con espesores de alrededor de 30 cm o mayores si el equipo de compactación lo permite.
 - Se colocará un refuerzo de geotextil cada metro de altura o según los diseños geotécnicos, hasta llegar a la superficie del relleno. Este refuerzo debe ser anclado al terreno con ganchos galvanizados cada 2 m y en la zona de traslape cada metro longitudinalmente.

- **Muro de Contención.** Si se requiere más pendiente por falta de espacio, se construyen muros contención. Estos pueden ser de dos tipos:
 - Muros en concreto armado, cuyo proceso se explicó en el capítulo 4.6.
 - Muros en tierra reforzados. Existen diversas formas para reforzar un muro y uno de los materiales más utilizados es el geotextil por su economía y facilidad de instalación. Este material debe tener una alta resistencia a la tracción, debido a que trabaja en dirección contraria a los empujes de las tierras, absorbiendo los esfuerzos de empuje y evitando el vuelco del talud. Por esto, se deben colocar lonas de geotextil paralelas al suelo, en la misma ladera.

Las actividades para llevar a cabo la construcción son las siguientes:

- Localización topográfica y replanteo del terreno sobre el cual se va a construir el muro.

Figura 257. Localización y replanteo



- Excavar el terreno hasta el nivel de fundación a la profundidad prevista en los planos, que sirva de cimentación para el muro. La materia vegetal que se encuentre se debe remover, así como todo objeto que pueda romper el geotextil.

Figura 258. Excavación de material



- Desenrollar el geotextil sobre el suelo de fundación, teniendo la precaución de dejar un sobrante que sirva de pestaña para cubrir

posteriormente parte del material de relleno colocado y compactado y teniendo especial cuidado para evitar que se doble, arrugue o rompa el geotextil. Este se debe anclar con ganchos galvanizados cada 2 m y teniendo en cuenta una longitud de traslapo mínima de 40 cm o según especificaciones del geotextil.

Figura 259. Extendida del geotextil y traslapos



- Descargar, extender y compactar el material de la primera capa teniendo en cuenta el procedimiento explicado para rellenos.

Figura 260. Compactación de capas



- Verificación de densidades. En esta tarea, se toma la densidad por cualquiera de los métodos utilizados para tal fin, teniendo en cuenta que debe ser superior al 95% del Proctor Modificado.

Figura 261. Toma de densidades



- Cubrir la capa compactada estirando completamente el geotextil y anclándolo cada 2 metros con grapas de hierro en lugar de troncos y palos, de tal manera que no quede expuesto el material a efectos erosivos.

Figura 262. Estiramiento y anclaje de geotextil



- Una vez finalizada la instalación del geotextil de la primera capa se procede a verificar el espesor, niveles, longitudes de tela, traslapos e inclinación. Con la anterior revisión, se puede iniciar con la capa siguiente extendiendo un segundo geotextil sobre la misma y se procede con la aplicación de la siguiente capa de relleno.
- Formaletear la cara expuesta instalando los parales necesarios para proporcionar estabilidad al muro durante el proceso constructivo.

Dependiendo del tipo de formaleta utilizada, el proceso constructivo del muro de tierra armada se puede realizar con formaleta fija o formaleta temporal.

- Construcción de muros de tierra armada con formaleta fija: En este sistema se trabaja con una formaleta para todo el muro, la cual se apuntala a través de parales.

Figura 263. Instalación de formaleta fija



El uso de éste sistema, tiene algunas desventajas tales como:

- No es posible ver las capas de tierra armada sino hasta el momento en que se retira la formaleta con lo cual se pueden presentar problemas como deformaciones en el geotextil en su acabado exterior, no se lleva el control capa a capa sobre los espesores, taludes y horizontalidad de las mismas, lo que provoca: fallas de alineamiento de las capas de refuerzo, diferencias de espesores y pendientes negativas en la cara exterior de los muros.

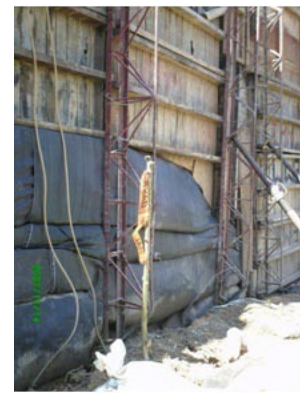
Figura 264. Fallas de alineamiento (izq), Diferencia de espesores de capas (cen) y Deformaciones en geotextil (der)



Falla de alineamiento



Diferencia de espesores



Deformaciones en geotextil

- Construcción de muros de tierra armada con formaleta temporal: Con éste método, se tiene el control de cada capa, espesor y horizontalidad. Además, permite realizar los arreglos necesarios de la respectiva capa, sin demoler la totalidad del muro.

Figura 265. Instalación, apoyo y anclaje de la formaleta temporal



Figura 266. Anclajes de formaleta temporal



- Continuar con el procedimiento descrito anteriormente dependiendo de la formaleta utilizada, con las siguientes capas hasta que se alcance la altura deseada.
- Para dar una protección a los agentes externos y que puedan deteriorar el geotextil, se recomienda cubrir la cara expuesta del muro, instalando malla gallinero y chafarreando la superficie con mortero de dosificación 1:4 de 3 cm de espesor ó utilizando vegetación de acuerdo con los aspectos estéticos que demande el proyecto.

Figura 267. Colocación de malla y chafarreo

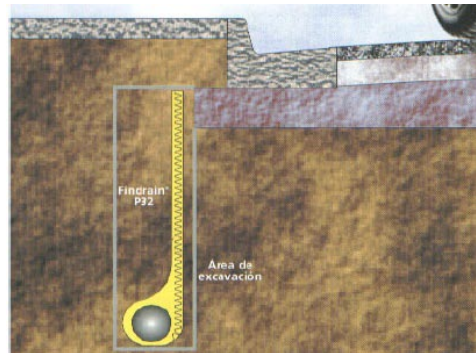


- **Drenajes.** La construcción de drenajes se hace con el fin evitar que el muro o talud reforzado con geotextil se afecte negativamente con la presencia de aguas subterráneas, ya sean las provenientes del nivel freático o las correspondientes a la infiltración de aguas lluvias. El procedimiento constructivo necesario para realizar éste sistema de manejo de aguas es el siguiente:
 - Excavación. Consiste en la adecuación de una zanja de aproximadamente 1 m de profundidad y con una geometría y distribución adecuada con el fin de desalojar la mayor cantidad de agua en el menor tiempo posible.
 - Instalación del filtro. Existen diversos tipos de filtros, dentro de los cuales, los más utilizados son:
 - Tipo Francés: Este filtro consiste en la instalación de geotextil, sobre el cual se coloca material granular filtrante y posteriormente se cose, de

tal manera que se evite la dispersión de las partículas. Perpendicularmente se ubican los tubos de drenaje con el fin de facilitar la conducción del agua.

- Geodrén circular: Este material consiste en un geocompuesto conformado por 2 geotextiles tejidos y una geomalla en medio de los mismos, que se instala verticalmente y se ancla a la superficie con ganchos, de tal manera que en el momento en que el agua se encuentra con la malla, ésta descienda hasta encontrar el tubo perforado, que conduce el agua hacia el exterior del muro. La siguiente figura muestra la forma en que debe quedar instalado.

Figura 268. Geodren circular



Fuente: Control de erosión en zonas tropicales – Jaime Suárez

- Estructuras de vertimiento. Estas evitan el represamiento de aguas en el filtro y permiten transportar el agua hasta un sitio adecuado y que no provoque efectos negativos en el muro.
- Relleno. Es necesario rellenar la parte posterior del muro o talud con material filtrante o cualquier otro que se disponga en el proyecto hasta alcanzar el nivel inicial de la excavación de la zanja.

Figura 269. Construcción de filtro Francés e instalación de geodren circular



4.12.7 Nivelación y cereo.

Posteriormente al corte y relleno del terreno, se procede a realizar las correcciones necesarias con el fin de garantizar que la cota negra coincida con la cota roja del proyecto; a lo cual se le denomina “cereo”. La nivelación por su

parte consiste en la adecuación final del terreno dejándolo listo para la actividad posterior.

Figura 270. Nivelación con ayuda de moto niveladora y toma de niveles de topografía

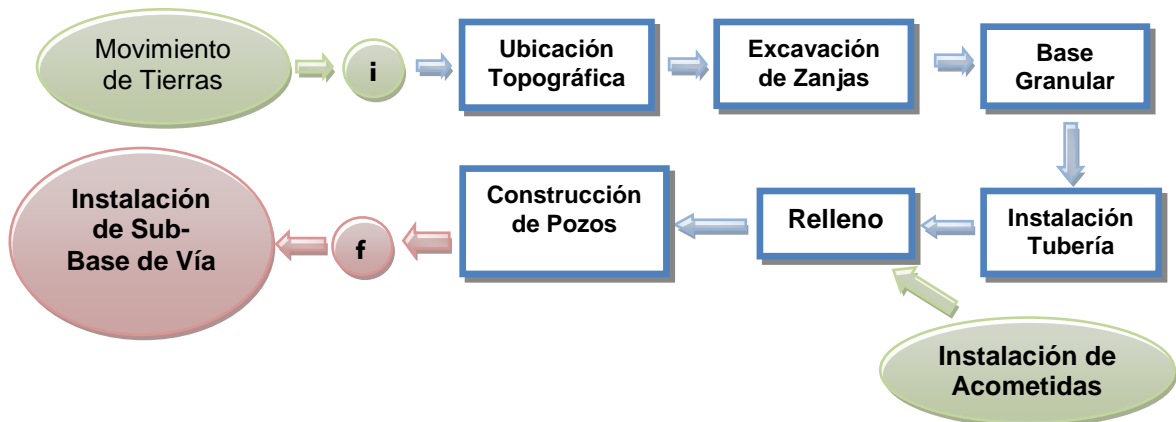


Algunos aspectos para tener en cuenta en la nivelación y cereo son los siguientes:

- El material usado en este proceso debe ser fino y bien gradado, con una humedad adecuada que permita su fácil manipulación ya sea por parte del personal como de la maquinaria utilizada y agilizar el proceso de nivelación del terreno.
- Debe protegerse la superficie para evitar daños por parte de la lluvia y el sol, ya sea con una capa de vegetación o con mortero, según sea el alcance del proyecto.

4.12 REDES DE ALCANTARILLADO

Figura 271. Diagrama de predecesoras y sucesoras en redes de alcantarillado.



El Alcantarillado es el sistema de estructuras y tuberías para el transporte de aguas residuales o servidas y aguas lluvias desde el sitio en que se generan hasta el punto de entrega.

4.12.1 Ubicación topográfica

Esta actividad se lleva a cabo con el fin de demarcar con cal las zanjas y pozos a excavar dentro de las cuales se instalará la red de alcantarillado. En esta labor se requiere de precisión para que de esta manera se logren los empalmes exactos tanto entre tuberías como a la conexión de pozos y a la red matriz.

4.12.2 Excavación de zanjas.

La excavación de zanjas se debe realizar de acuerdo a los diseños mostrados en los planos (perfiles) que indican la profundidad a la que se debe llegar con esta excavación.

- **Excavación.** Las excavaciones de las zanjas deben corresponder al diámetro de las tuberías, incrementándoles un sobreancho mínimo de 20cm a cada lado de las mismas, con el fin de compactar bien la capa de material granular ubicada por debajo del tubo. Es necesario tener en cuenta la pendiente de la tubería de acuerdo con los planos para evitar reprocesos o sobrecostos.

Figura 272. Zanjas de alcantarillado con retro-excavadora



- **Entibados.** Esta actividad es necesaria para proporcionar protección al personal de posibles derrumbes u otras condiciones inestables producto de efectos erosivos durante la excavación e instalación cuando la profundidad de excavación es mayor

4.12.3 Colocación de la base granular.

La base granular además de ser el atraque o apoyo firme, homogéneo y continuo de la tubería funciona como drenaje de aguas subterráneas, por lo tanto, es necesario que éste material quede bien pisado y se controle la calidad del mismo, pues debido a la evolución de las tuberías, actualmente se están utilizando materiales livianos (polímeros), lo que hace que se deba prestar especial atención en la calidad de la base granular utilizada.

- **Extendida de la base granular.** El material se coloca en capas de 10 cm aproximadamente teniendo en cuenta el minimizar las irregularidades que pudieron haber quedado en la excavación.

Figura 273. Extendida de la base granular



- **Pisado de la base granular.** Con esta actividad se busca llenar los vacíos entre el material con el fin de que se tenga mayor contacto entre las partículas y evitar asentamientos cuando se instale la tubería. Además, se debe garantizar la nivelación del material de acuerdo con la pendiente respectiva, evitando concavidades que impidan el apoyo de la tubería en toda su longitud.

4.12.4 Instalación de la tubería.

Cuando se utilizan tuberías plásticas, se facilita la manipulación en el momento de instalar la tubería, contrario a lo que sucedería si se utilizaran tuberías de concreto, que debido a su gran peso, haría necesario el uso de equipos para la ubicación de la misma. El procedimiento constructivo es el siguiente:

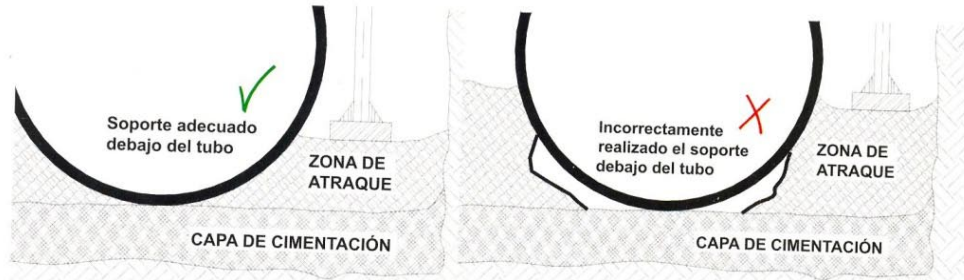
- **Limpieza de la superficie.** Es necesario retirar las rocas y materiales punzantes que puedan provocar daños a la tubería.
- **Unión de tramos.** Para realizar esta actividad, es necesario limpiar los extremos de la tubería, luego se aplica una fina capa de lubricante en éste mismo sitio y posteriormente se inserta la unión entre los tramos contiguos.

4.12.5 Rellenos

Luego de instalar la tubería, es necesario llenar el espacio dejado en la zanja. Entonces, primero se rellena con base granular hasta la mitad de la tubería, posteriormente con relleno seleccionado 15 cm por encima del tubo y finalmente con material común el volumen restante.

- **Relleno Granular.** Las tareas necesarias para realizar éste relleno son las siguientes:
 - Extendida del relleno granular. Se realiza hasta por lo menos la mitad de la tubería y evitando dejar vacíos debajo de la misma con el fin de conformar un adecuado soporte y evitar un desplazamiento lateral y/o vertical de la tubería. Se debe tener en cuenta que el relleno se realice alternadamente a cada lado de la tubería para evitar desplazamientos laterales de la misma, y en capas de 15 a 20 cm.

Figura 274. Instalación de relleno granular de tubería



Fuente: Manual técnico pavco

- Compactación del relleno granular. La compactación se realiza inicialmente con pisón y a medida que se alcance una altura suficiente (donde la aplicación de cargas dinámicas no desplace el tubo) se pueden usar medios mecánicos pero teniendo en cuenta no tocar el tubo.

Figura 275. Conformación de atraque de la tubería



- **Relleno seleccionado.** Posteriormente a la compactación del relleno granular, se procede a adecuar una capa de 15 cm por encima de la tubería con material seleccionado, es decir, aquel que no tiene piedras ni elementos que puedan ocasionar daños en la tubería y le preste una adecuada protección. Es recomendable que éste se haga a mano con pisón para evitar daños en el tubo.

Figura 276. Relleno con material seleccionado



- **Relleno material común.** En las capas superiores de la altura especificada anteriormente se puede rellenar con material común del sitio o con el que se requiera según el uso que se le vaya a dar a las superficie (vías, zonas verdes, etc.), asegurando la compactación del material de acuerdo con el Ensayo de Proctor Modificado.

Figura 277. Relleno con material común



4.12.6 Construcción de pozos.

Los pozos de inspección son cámaras verticales que además de facilitar el acceso a los colectores para su mantenimiento, permiten el manejo adecuado de pendientes y cambios de diámetros de tubería que se pueden requerir en la construcción de redes de alcantarillado.

Las actividades realizadas para la construcción de pozos de inspección son las siguientes:

- **Excavación del Pozo.** Se realiza de acuerdo con los diseños y la mayoría de veces se hace de forma manual debido a la incapacidad de la maquinaria de dar detalles al pozo cilíndrico.
- **Base de Concreto.** Se debe hacer una base en concreto ciclópeo sobre la que construirá toda la estructura del pozo de inspección.

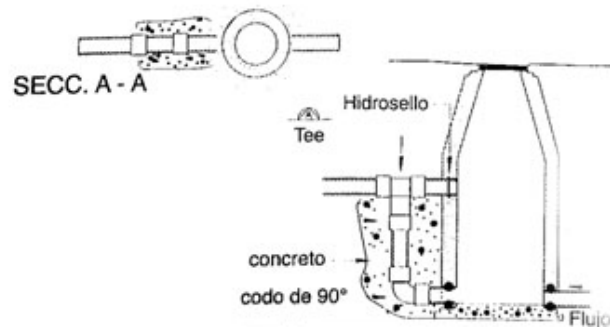
Figura 278. Construcción de pozo de inspección pluvial



- **Formaleteado de cilindro.** Se instala la formaleta sobre la placa de concreto asegurando que se encuentre una película de lubricante que facilite su desinstalación o desmonte luego de fraguado el concreto.

- **Instalación de tubería de aireación.** Se debe asegurar aireación del pozo instalando una tubería de 6" desde el punto de entrega hasta la parte más alta del pozo.
- **Cilindro en concreto.** Se debe fundir un cilindro de concreto hasta 20 cm por encima de la última entrega que se le haga al pozo de inspección o siguiendo los parámetros de la entidad ambiental encargada (CDBM).
- **Cañuelas.** La construcción de cañuelas se deben hacer con una geometría y materiales, que aseguren el desalojo de aguas en el menor tiempo posible.
- **Construcción del cono de reducción y corona en mampostería y aplicación de friso impermeabilizante.** Es necesario tener en cuenta la instalación de los pines que sirven de acceso al pozo de inspección.
- **Cámaras de Caída.** Para pozos de alturas superiores a 4 m es necesaria la construcción de cámaras de caída que reduzcan la velocidad de llegada del agua en el pozo de inspección y así evitar daños en el pozo por efecto de caída del agua.

Figura 279. Esquema de cámara de caída de pozo



Fuente: Manual técnico pavco

- **Construcción de la tapa.** Esta se ubica en la parte superior de la corona, para evitar que ocurran accidentes y la caída de basuras, y sea únicamente el acceso al pozo de inspección.

4.13 REDES DE ACUEDUCTO

Figura 280. Diagrama de predecesoras y sucesoras de redes de alcantarillado



El Acueducto es el sistema que permite transportar el agua en forma de flujo continuo desde un punto autorizado por la empresa prestadora del servicio para realizar el empalme.

4.13.1 Ubicación topográfica

Esta actividad se lleva a cabo con el fin de demarcar los niveles y pendientes de la red de acueducto según los diseños entregados en obra, así mismo, se localizan las zanjas dentro de las cuales se instalará la red de acueducto.

4.13.2 Excavación de zanja.

La excavación de las zanjas puede hacerse con maquinaria, pero por su poca profundidad se pueden hacer de forma manual sin ningún problema.

- **Excavación de Zanja.** Es necesario hacer una correcta excavación de la zanja que debe ser lo más angosta posible, pero conservando los límites para la realización de ésta actividad, es decir, un ancho de 30 cm adicional al diámetro exterior del tubo, conjuntamente una profundidad de 60 cm como mínimo.
- **Manejo de aguas.** Cuando haya agua en el fondo de la zanja debe evacuarse para mantener la tubería seca hasta que la tubería sea instalada y rellenada al menos un diámetro sobre la clave o el extremo superior de la tubería para evitar la flotación de ésta.

4.13.3 Instalación de tubería

La instalación de tuberías para acueductos es muy sencilla y se procede de la siguiente manera:

- **Adecuación de Zanja para instalación.** No se necesita de una base granular para colocar el tubo, pero sí ha de tenerse en cuenta que la superficie debe estar sin rocas y/o materiales punzantes que puedan provocar daños en la tubería, pero si la excavación es en roca es recomendable poner una capa de material fino para nivelar al instalarla.
- **Instalación de Tuberías.** Al instalar la tubería se debe asegurar que los diámetros son los especificados en los diseños, así como también de los accesorios y atraques que puedan llevar éstos para impedir su desplazamiento durante la puesta en funcionamiento.

Figura 281. Instalación de tubería de acueducto



- **Unión de Tubería.** Es necesario asegurarse que antes de la instalación de la tubería ésta se encuentre limpia, para que al aplicar el lubricante sea uniforme y facilite la instalación de la tubería.

4.13.4 Rellenos

- **Prueba Hidrostática.** Luego de la instalación de la tubería debe realizarse la respectiva prueba hidrostática para asegurar que no se encuentren fugas en la tubería instalada.
- **Relleno a Pisón.** Se debe hacer el relleno inicial (a pisón) hasta 15 cm por encima de la tubería, aunque esto se puede reducir a 10 cm, si el material es fino y libre de piedras. Es de vital importancia que durante el relleno inicial no se incluyan rocas que puedan entrar en contacto con la tubería y puedan ocasionarles daños.
- **Relleno con material Común.** El material a utilizar puede ser encontrado en sitio verificando que éste tenga la compactación especificada. El relleno debe hacerse inmediatamente, después de la colocación de la tubería con el fin de protegerla.

4.13.5 Instalación de acometidas y cajas de inspección.

Las acometidas y cajas de inspección deben hacerse paralelamente con la construcción de la red de acueducto para la instalación de los respectivos accesorios y hacer la entrega de aguas en los lotes del proyecto urbanístico.

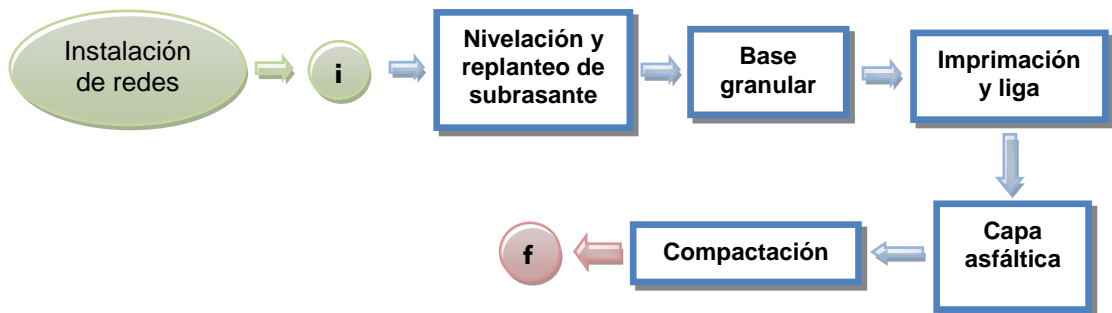
Figura 282. Acometida hidráulica



- **Excavación de Zanjas.** Se excavan zanjas que se desprenden diagonalmente de la tubería principal para ir conectadas con las cajas de inspección.
- **Construcción de cajas de inspección.** Las cajas de inspección se ubican en la parte frontal de cada lote y será de una dimensión de 60 cm x 60 cm o más si el diseño lo requiere.
- **Instalación de Accesorios.** Las acometidas poseen una entrega a 45° lo que hace necesario la instalación de un codo para mantener una pendiente suave antes de la entrega al tubo principal.

4.14 VÍAS EN PAVIMENTO

Figura 283. Diagrama de predecesoras y sucesoras de vías en pavimentos



Las vías son las arterias de cualquier proyecto en especial para obras de infraestructura como lo son las obras de urbanismo. Las vías se pueden hacer de dos tipos las de pavimento flexible (asfalto) y rígidos (pavimento), la selección del tipo de pavimento a aplicar depende en gran medida del alcance del proyecto y la localización de éste.

4.14.1 Nivelación y replanteo de sub-rasante.

La nivelación se hace de acuerdo a lo dispuestos en los planos viales, y siguiendo los diseños de pavimentos que estos contengan.

- **Nivelación de la Superficie.** La nivelación se debe hacer con una motoniveladora que pueda asegurar tanto las pendientes de la vía como el peralte que se pueda llegar a necesitar en el tramo a ejecutar.

Figura 284. Nivelación con motoniveladora



- **Compactación de sub-rasante.** Se debe compactar la superficie de la sub-rasante con un vibrocompactador de rodillo liso para asegurar una homogeneidad en la superficie y que cumpla con los diseños viales preestablecidos.
- **Mejoramiento de Suelo.** Si el suelo encontrado tiene muy baja capacidad de soporte, la mejor recomendación es sacarlo y aplicar uno mejor, pero si esta opción es económicamente inviable, se puede mejorar éste con técnicas de estabilización de suelos recomendados en los diseños geotécnicos o con la instalación de un geotextil que mejore las propiedades del suelo circundante.

4.14.2 Base granular.

La base granular se instala con el espesor que se encuentra en los diseños viales, estos espesores deben ser uniformes y llevar la misma forma que lleva la sub-rasante que aseguren el drenaje rápido y efectivo de las aguas con las pendientes, peraltes y bombeos.

Figura 285. Extendida y compactación de la base granular



- **Colocación y Extendida.** La colocación y extendida del material granular de la base se distribuirá en capas cuyo espesor depende del tipo de material y la longitud de la vía a pavimentar. Se extiende con motoniveladora asegurando que la humedad de la base sea la óptima para la compactación.

- **Compactación.** Se pasa el equipo de compactación (rodillo liso y/o vibratorio) tantas veces como sea necesario a fin de asegurar la densidad que la base sea la requerida que por lo general esta por encima del 95% del Proctor modificado.

Figura 286. Problemas de mala compactación en la base granular



4.14.3 Imprimación y Liga.

Consiste en la colocación y riego uniforme de un producto asfáltico en la superficie de la base granular que permita una buena adherencia entre el asfalto y la base (imprimación) o un asfalto ya existente (liga).

- **Limpieza de superficie.** Se debe hacer la limpieza de la superficie a fin de retirar todo el material suelto en la superficie cuando fuese necesario. Esta tarea se puede realizar con cepillo o con soplador, dependiendo del alcance del proyecto.
- **Dispersión.** Se procede con la dispersión del material bituminoso acorde con la textura de la superficie de la base, procurando no dejar charcos en ésta. No es recomendable realizar esta actividad si se presentan lluvias.
- **Retiro de excesos.** Es importante retirar los excesos generados por las discontinuidades en la superficie, para que de esta manera se impidan fallas en la superficie de rodadura una vez sea aplicada la capa asfáltica.

4.14.4 Capa asfáltica.

Es la más común de las capas de rodadura instaladas en el país y consiste en una mezcla de agregados y betún asfáltico impermeabilizante.

- Limpieza de la Superficie. Se debe limpiar la superficie donde se va a aplicar la capa de asfalto con el fin de remover las partículas sueltas de la capa inferior.
- Transporte de Mezcla Asfáltica desde Planta. En la mayoría de los casos se trae la mezcla asfáltica preparada de la planta, ésta debe poseer las siguientes características:
 - Poseer una temperatura óptima para la compactación, es decir entre 90 °C y 110°C como mínimo.

- Granulometría bien gradada que permita su manipulación y distribución uniforme por parte del equipo destinado para este fin.
- **Extendida de la mezcla de concreto Asfáltico.** Con la ayuda de una maquina pavimentadora, vibro compactadora (finisher) se extiende el material sobre la superficie de la base con un espesor menor de 5 cm, en caso de presentarse irregularidades se puede extender de forma manual.

Figura 287. Distribución de material con finisher



- **Verificación de Espesores de capa.** La instalación de la capa asfáltica requiere de precisión por parte del tornero, quien introduce una barra que sirve de guía la cual indica si falta o sobra pavimento durante su aplicación con la finisher.

Figura 288. Medida de espesor de capa asfáltica



- **Distribución Manual.** La capa de asfalto aplicada por la finisher no es totalmente uniforme, por lo que requiere que una persona “abanicador” se encargue de darle los últimos retoques para distribuir mejor el material

sobranate que escurre por los bordes de la máquina y con ayuda del “zángano” se encarga de la distribución final de éste.

Figura 289. Distribución de capa asfáltica con abanicadores



4.14.5 Compactación.

Al igual que la capa de base granular se debe asegurar que la compactación de la capa asfáltica esté por encima del 95% del Proctor Modificado.

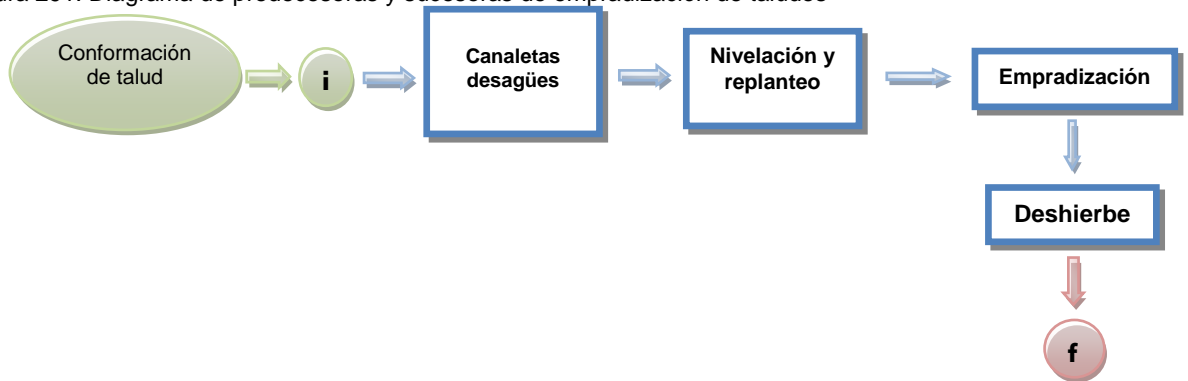
Figura 290. Superficie lista para entrega



- **Compactación de Bordes.** Inmediatamente después que la finisher haya terminado de extender el material se efectuará una pasada con el rodillo liso, que deberá estar humedecido constantemente debido a la temperatura de la mezcla.
- **Compactación de la parte Central.** La compactación con el rodillo liso se realiza gradualmente hacia el centro de la vía asegurándose que cada cilindrada traslape la anterior en por lo menos la mitad.

4.15 EMPRADIZACIÓN DE TALUDES

Figura 291. Diagrama de predecesoras y sucesoras de empradización de taludes



Uno de los métodos de estabilización de taludes es la siembra de plantas para mejorar los problemas que se puedan presentar por escorrentías de lluvias, ya que la vegetación disminuye el volumen y la velocidad de la escorrentía, por lo tanto reduce su capacidad de transporte de sólidos y sirve además como refuerzo de la capa superficial del terreno. El procedimiento a seguir es:

4.15.1 Nivelación y replanteo

Con ayuda de topografía se debe asegurar que los niveles del terreno se encuentren según lo estipulado en los planos. El fin de esta actividad es dejar las superficies lo más uniforme posible para dar inicio a la actividad de empradización.

Figura 292. Localización de puntos



4.15.2 Empradización

Existen varias formas de realizar la empradización, pero el uso de una o de otra depende de la inclinación a la que se quiera hacer (puede llegarse a requerir sostener el material con mallas para evitar su deslizamiento, agromantos), y además se debe tener en cuenta las condiciones climáticas del terreno (que en gran medida guía el tipo de plantas a utilizar en la siembra).

- **Instalación de Bambú.** Se colocan estacas separadas según se requiera para sostener los listones horizontales que a su vez sostendrán la capa de tierra negra que se debe aplicar para la siembra. El soporte de tierra puede ser bambú u otro listón esbelto que sea flexible y no tenga un diámetro mayor a unos 10 cm.

Figura 293. Instalación de Bambú



- **Construcción de Canaletas Chafarreadas.** Conjuntamente con la instalación de estacas se deben hacer las canaletas provisionales para el manejo de escorrentías por efecto de aguas lluvias, así:
 - Se procede con la apertura de una zanja en la corona del talud de para evitar que la escorrentía afecte el mismo a una profundidad tal que pueda desalojar las aguas lluvias y evitar la erosión.
 - Aplicar una capa delgada de mortero 1:3 de tal manera que permita el paso de agua de la superficie a la canaleta.

Figura 294. Construcción de canaleta chafarreada



- **Siembra de Plantas.** Aplicar la capa de tierra negra según sea necesario por el tipo de plantas a sembrar, en la mayoría de los casos basta con unos 10 cm para prados, pero si se requiere sembrar plantas superiores, se debe aumentar el espesor de capa para permitir el debido crecimiento de las raíces.
- **Siembra con Anclajes.** De ser necesario, se coloca una malla de geotextil o refuerzos orgánicos para sostener la tierra negra y las semillas.

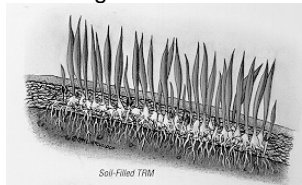
Dependiendo de la inclinación del talud, existen diversos métodos de emhradización tales como:

- **Agromantos.** Son mantos temporales de fibras sintéticas o naturales que protegen el suelo de la erosión superficial, que ayudan a estabilizar los suelos y a emhradizar, debido a pendientes altas.

La instalación de éstos requiere de métodos para el control de agua (infiltración y escorrentía), aunque no se considera que la instalación de éstos asegure la estabilidad geotécnica de los taludes.

El procedimiento constructivo de los agromantos es el siguiente:

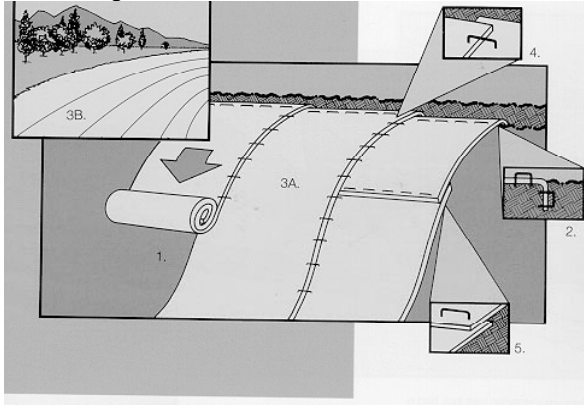
Figura 295. Germinación de vegetación a través del agromanto



Fuente: Seminario Biotécnico y de Bioingeniería, Centeno Pulido Francisco Antonio

- Se extienden las lonas de agromantos sobre la superficie a emhradizar, que debe tener la capa de tierra negra con las semillas uniformemente extendidas en la superficie del talud.
- Traslapar las lonas para evitar discontinuidades en la capa protectora de la superficie y cumpla las funciones para la cual se instaló.
- Anclar con pines para asegurar la permanencia de los agromantos y evitar que se muevan con la acción de las aguas lluvias u otro agente erosivo que pueda llegar a afectar la superficie expuesta.
- En la construcción de muros o taludes reforzados con geotextiles, se puede ir anclado el agromanto a medida que se va subiendo con el relleno, dejando un traslapo entre el geotextil y el agromanto tanto en la capa inferior como en la superior.

Figura 296. Pasos para la instalación de agromantos



Fuente: Seminario Biotécnico y de Bioingeniería, Centeno Pulido Francisco Antonio

- **Hidrosiembra.** Es una mezcla de materia orgánica rica en semillas que facilita el crecimiento de plantas en taludes de gran pendiente. Su instalación es de la siguiente manera:
 - Mezclar en un tanque las semillas con agua, fertilizante y otros materiales que mejoran las propiedades del suelo.
 - Mediante una bomba acoplada, se rocía la emulsión, por la superficie a recubrir de vegetación. La emulsión debe mantenerse homogénea durante toda la aplicación sobre la superficie, que no debe tener un espesor mayor a los 2 cm, pues las semillas podrían no germinar.
 - Si la superficie a sembrar es suelo pobre en nutrientes, es necesario aplicar una cantidad mayor de fertilizante en la mezcla, aplicando la misma sobre la superficie por etapas, esperando a que se afirme la capa antes de aplicar la otra.

Figura 297. Aplicación de semillas con fertilizante



4.15.3 Deshierbe.

Se debe asegurar que el prado sembrado esté tupido y sin maleza, para esto es necesario realizar un deshierbe al finalizar la siembra y otra un tiempo después de la misma. Cuando ya esté tupido y sin maleza, se da por terminado la actividad de empradizar el sector.

5. CONCLUSIONES

- El sistema de gestión de calidad de URBANAS S.A. es muy sólido y representa un gran avance en el modo en que se construye en el país, pues se busca siempre la satisfacción del cliente sin afectar la eficiencia y productividad durante la ejecución de obras y/o proyectos de gran calidad.
- El Plan de Calidad de una obra tiene variaciones en cuanto a los tipos y número de ensayos a realizar dependiendo del alcance, envergadura, actividades a ejecutar y sistema constructivo del proyecto.
- Con este proyecto, se evidencian los detalles que se deben tener en cuenta en muchas de las actividades del proceso constructivo, los cuales hacen parte integral del desarrollo de las mismas, pero que en ocasiones no se tienen en cuenta, y llegan a ser los que marcan la diferencia en el producto final a entregar al cliente.
- La descripción detallada de los procesos constructivos, tal como se presenta en este trabajo, es una herramienta muy útil tanto para estudiantes de ingeniería Civil, interesados en esta rama, como para el futuro personal que laborará en esta empresa, ya que visualiza de una forma clara y precisa los pasos a seguir en el desarrollo de diversas actividades constructivas.
- El presente trabajo, debido a que no abarca todos los sistemas constructivos junto con las actividades que se ejecutan en los mismos, queda abierto a estudiantes que realicen práctica empresarial y deseen continuar con la investigación y aporte a través de la observación, experiencia y registros fotográficos obtenidos directamente en la obra, que constituye el espacio en el cual se desarrollan las habilidades para la toma de decisiones basadas en el conocimiento tanto teórico, asimilado en las aulas, como práctico y de ejecución, aprendido en el desarrollo y construcción de un proyecto de ingeniería.
- La realización de la práctica empresarial como una de las modalidades del proyecto de grado, representa una experiencia además de enriquecedora, complementaria a los conocimientos adquiridos durante el programa de pregrado de Ingeniería Civil, y resulta muy útil para el inicio de la vida profesional de los estudiantes, obteniéndose experiencia laboral, la cual es muy importante para el desempeño del ejercicio de la profesión.

BIBLIOGRAFIA

CENTENO PULIDO Francisco Antonio, INGENIERIA BIOTECNICA Y BIOINGENIERIA, XVII Seminario Venezolano de Geotecnia, Caracas Venezuela.

DURMAN, Condiciones de instalación y diseño RIB-LOC tuberías perfiladas de PVC para alcantarillado, Bogotá Colombia.

NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE NSR-98. Bogotá, D.C. Septiembre de 1999.

ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC -2 Ensayo a tracción para materiales metálicos. Método de ensayo a temperatura ambiente. Bogotá, D.C. 1995-11-29.

ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 396 Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. Bogotá, D.C. 1992-01-15.

ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 454 Concreto fresco. Toma de muestras. Bogotá, D.C. 1998-09-23.

ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 550 Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra. Bogotá, D.C. 2000-06-21.

ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 673 Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros normales de concreto. Bogotá, D.C. 2000-06-21.

ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas NTC 1500 Código Colombiano de Fontanería. Bogotá D.C.

PACVO S.A., Cámaras y cajas de inspección novacam, Bogotá Colombia.

PAVCO S.A., Manual Técnico de tubo sistemas para acueducto unión platino y alta presión, acometidas domiciliarias pf+uad, Bogotá Colombia.

PAVCO S.A., Manual Técnico de tubo sistemas para alcantarillado novafort y novaloc, Bogotá Colombia.

URBANAS S.A. Control de ejecución de obra, Bucaramanga Colombia.

URBANAS S.A., Manual de Construcciones CTR-MA-01, Bucaramanga Colombia, Versión 2.

URBANAS S.A., Lecciones Aprendidas, Bucaramanga Colombia.

http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/publ/man_cons/pdf/demolic.pdf

http://www.mapfre.com/fundacion/html/revistas/gerencia/n098/observ_01.html

<http://www.rosario.gov.ar/Reglamento/Sec42.htm>

<http://www.mtas.es/insht/ntp/Construccion.htm>

<http://micigc.uniandes.edu.co/construccion>

ANEXO 1

Anexo 1. DOSIFICACION DE MORTEROS

USOS DEL MORTERO DE ACUERDO A LA DOSIFICACION		
1:1	1:2	Mortero para revoque y pisos sometidos a desgaste, usar arena lavada
1:3	1:4	Mortero para mampostería de ladrillo corrido o piedra . Usar arena lavada
1:5	1:6	Mortero para mampostería de ladrillo cocido y revoque de muro exterior
1:7 1:8	1:10 1:12	Mortero para mampostería de ladrillo rosado
1:14	1:16	Mortero para muros de carácter transitorio.