



CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA



**COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA
GERENCIA DE DISTRITOS DE RIEGO**

**INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA
COORDINACIÓN DE RIEGO Y DRENAJE
SUBCOORDINACIÓN DE CONTAMINACIÓN Y DRENAJE AGRÍCOLA**

**SERVICIOS DE ASISTENCIA ESPECIALIZADA EN DRENAJE
PARCELARIO SUBTERRÁNEO DEL DISTRITO DE RIEGO 018
DEL PUEBLO YAQUI**

INFORME FINAL

Encargados de la Supervisión

Entrega por el IMTA

Recibe por la CONAGUA

Dr. José Antonio Quevedo Tiznado
Subcoordinador de Contaminación y
Drenaje Agrícola

M. en C. Juan Hernández Vargas
Subgerente de Evaluación y Seguimiento
Gerencia de Distritos de Riego

30 de diciembre 2021





CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA



DIRECTORIO

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CONAGUA)

Ing. Germán Arturo Martínez Santoyo
Director General

Ing. Aarón Mastache Mondragón
Subdirector General de Infraestructura Hidroagrícola

Dr. Nahún Hamed García Villanueva
Gerente de Distritos de Riego

M. en C. Juan Hernández Vargas
Subgerente de Evaluación y Seguimiento

AUTORIDADES TRADICIONALES DEL PUEBLO YAQUI

C. Juan Espinoza Leyva
Gobernador de la Comunidad Indígena de Pótam

C. Inés González Leyva
Secretario de la Comunidad Indígena de Pótam

C. Ramón Valenzuela Álvarez
Gobernador de la Comunidad Indígena de Ráhum

C. Crisóforo Valenzuela Ahumada
Secretario de la Comunidad Indígena de Ráhum





CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA



INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA (IMTA)

Dr. Adrián Pedrozo Acuña
Director General

Dr. Agustín Breña Naranjo
Coordinador de Hidrología

Dr. José Antonio Quevedo Tizado
Encargado de la Coordinación de Riego y Drenaje

JEFE DE PROYECTO

M. en C. José Rodolfo Namuche Vargas
Subcoordinación de Contaminación y Drenaje Agrícola

PARTICIPANTES

M.I. Erickdel Castillo Solís
Lic. Braulio David Robles Rubio
M.I. Ernesto Olvera Aranzolo
M.I. Pablo Gallardo Almanza
M.I. Leticia Becerra Soriano
Dr. Carlos Fuentes Ruiz





ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	3
ÍNDICE DE CUADROS.....	7
RESUMEN EJECUTIVO	8
1. VERIFICACIÓN DE PLANOS Y DOCUMENTOS TÉCNICOS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO Y ELABORACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA SU INSTALACIÓN	13
1.1 VERIFICACIÓN DE PLANOS Y DOCUMENTOS TÉCNICOS EN 200 HA PRELIMINARES.....	13
1.2 VERIFICACIÓN DE PLANOS Y DOCUMENTOS TÉCNICOS EN LAS 405 HA DONDE SE REALIZA LA INSTALACIÓN	31
1.2.1. <i>Pueblo de Pótam</i>	31
1.2.2. <i>Pueblo de Ráhum</i>	31
1.3 RECORRIDOS DE CAMPO.....	47
1.4 ELABORACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CONCURSO DE PROYECTOS DE DRENAJE	61
1.4.1 <i>Tubería, accesorios y protección de descargas</i>	61
1.4.2 <i>Maquinaria y equipo</i>	81
2. SUPERVISIÓN DE LA INSTALACIÓN Y PRUEBAS DEL BUEN FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO.	85
2.1 INSTALACIÓN.....	85
2.1.1 <i>Trazo y replanteo de los diseños de sistemas de drenaje</i>	85
2.1.2 <i>Revisión de maquinaria y equipo para la instalación de sistemas de drenaje</i>	90
2.1.3 <i>Supervisión de la instalación del sistema de drenaje</i>	94
2.2 VERIFICACIÓN	96
2.2.1 <i>Verificación de la instalación del sistema de drenaje</i>	96
3. CAPACITACIÓN EN SERVICIO Y BUENAS PRÁCTICAS EN DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO Y REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINOS	107
3.1 TALLER DE DISEÑO E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO.....	108
3.2 TALLER DE REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINOS	117
3.3 PRÁCTICAS DE CAMPO SOBRE LA INSTALACIÓN Y REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINOS.....	120
CONCLUSIONES.....	129
ANEXO 1. PERFILES DE LOS COLECTORES Y LÍNEAS VERIFICADAS.....	132
ANEXO 2. INFORME DE LA SITUACIÓN AL 06 DE DICIEMBRE DE 2021 SOBRE LA INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO EN EL DISTRITO DE RIEGO 018 PUEBLO YAQUI, SONORA.	152
ANEXO 3. MINUTAS DE ADECUACIONES EN LOS SISTEMAS DE DRENAJE	162





ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DEL COLECTOR PARCELARIO A, ASÍ COMO SU DESCARGA Y DREN PARCELARIO A20.....	15
FIGURA 2. PERFIL LONGITUDINAL DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO A Y DEL DREN SUBTERRÁNEO PARCELARIO A20.....	15
FIGURA 3. LOCALIZACIÓN DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO B, ASÍ COMO SU DESCARGA Y DREN SUBTERRÁNEO PARCELARIO B72.....	16
FIGURA 4. PERFIL LONGITUDINAL DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO B Y DEL DREN SUBTERRÁNEO PARCELARIO B72.....	16
FIGURA 5. SUPERFICIE SIN INSTALAR DE LA PARCELA B.....	17
FIGURA 6. LOCALIZACIÓN DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO C, ASÍ COMO SU DESCARGA Y DREN SUBTERRÁNEO PARCELARIO C34.....	17
FIGURA 7. PERFIL LONGITUDINAL DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO C Y DEL DREN SUBTERRÁNEO PARCELARIO C34.....	18
FIGURA 8. LOCALIZACIÓN DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO D, ASÍ COMO SU DESCARGA Y DREN SUBTERRÁNEO PARCELARIO D13.....	18
FIGURA 9. PERFIL LONGITUDINAL DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO D Y DEL DREN SUBTERRÁNEO PARCELARIO D13.....	19
FIGURA 10. LOCALIZACIÓN DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO E.....	19
FIGURA 11. PERFIL LONGITUDINAL DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO E.....	20
FIGURA 12. LOCALIZACIÓN DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO G Y DREN SUBTERRÁNEO PARCELARIO G32.21	
FIGURA 13. PERFIL LONGITUDINAL DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO G Y EL DREN SUBTERRÁNEO PARCELARIO G32.....	21
FIGURA 14. LOCALIZACIÓN DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO I Y DREN SUBTERRÁNEO PARCELARIO I26.....	22
FIGURA 15. PERFIL LONGITUDINAL DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO I Y EL DREN SUBTERRÁNEO PARCELARIO I26.....	23
FIGURA 16. LOCALIZACIÓN DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO J.....	23
FIGURA 17. PERFIL LONGITUDINAL DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO I Y EL DREN SUBTERRÁNEO PARCELARIO I26.....	24
FIGURA 18. LOCALIZACIÓN DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO A, SU DESCARGA Y DEL DREN SUBTERRÁNEO PARCELARIO A48.....	25
FIGURA 19. PERFIL LONGITUDINAL DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO A Y DREN SUBTERRÁNEO PARCELARIO A48.....	25
FIGURA 20. LOCALIZACIÓN DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO B (B1), SU DESCARGA Y DEL DREN SUBTERRÁNEO PARCELARIO B13.....	26
FIGURA 21. PERFIL LONGITUDINAL DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO B (B1) Y DREN SUBTERRÁNEO PARCELARIO B13.....	26
FIGURA 22. LOCALIZACIÓN DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO B(B2), SU DESCARGA Y DEL DREN SUBTERRÁNEO PARCELARIO B56.....	27
FIGURA 23. PERFIL LONGITUDINAL DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO B (B1) Y DREN SUBTERRÁNEO PARCELARIO B13.....	28
FIGURA 24. LOCALIZACIÓN DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO D (A), SU DESCARGA Y DEL DREN SUBTERRÁNEO PARCELARIO A22.....	28
FIGURA 25. PERFIL LONGITUDINAL DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO D (A) Y DREN SUBTERRÁNEO PARCELARIO A22.....	29





FIGURA 26. LOCALIZACIÓN DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO B, SU DESCARGA Y EL DREN SUBTERRÁNEO PARCELARIO B46.....	30
FIGURA 27. PERFIL LONGITUDINAL DEL COLECTOR SUBTERRÁNEO PARCELARIO B Y DREN SUBTERRÁNEO PARCELARIO B46.....	30
FIGURA 28. LOCALIZACIÓN DE LOS PROYECTOS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO DE 105 HA DEL PUEBLO DE PÓTAM.....	32
FIGURA 29. PLANO DE DISEÑO DE SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO DE 23.50 HECTÁREAS.....	33
FIGURA 30. PLANO DE DISEÑO DE SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO DE 35.50 HECTÁREAS.....	34
FIGURA 31. PLANO DE DISEÑO DE SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO DE 14.00 HECTÁREAS.....	35
FIGURA 32. PLANO DE DISEÑO DE SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO DE 5.00 HECTÁREAS.....	36
FIGURA 33. PLANO DE DISEÑO DE SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO DE 27.00 HECTÁREAS.....	37
FIGURA 34. LOCALIZACIÓN DE LOS PROYECTOS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO DE 300.00 HA DEL PUEBLO DE RÁHUM.....	38
FIGURA 35. PLANO DE DISEÑO DE SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO DE 53.00 HECTÁREAS.....	39
FIGURA 36. PLANO DE DISEÑO DE SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO DE 30.00 HECTÁREAS.....	40
FIGURA 37. PLANO DE DISEÑO DE SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO DE 193.50 HECTÁREAS.....	42
FIGURA 38. PLANO DE DISEÑO DE SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO DE 23.50 HECTÁREAS.....	43
FIGURA 39. TÉCNICOS DE LA TRIBU YAQUI E IMTA EN LOS RECORRIDOS DE CAMPO.....	48
FIGURA 40. LOCALIZACIÓN DE LAS ÁREAS ENSALITRADAS.....	48
FIGURA 41. PARCELAS ENSALITRADAS CON MANCHONES Y ENMONTADAS ABANDONADAS POR SALINIDAD CON INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA.....	49
FIGURA 42. PROYECTO EJECUTIVO CON 99.98 HA PARA INSTALAR DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO.....	52
FIGURA 43. LOCALIZACIÓN DE ÁREAS CON PROYECTOS EJECUTIVOS PARA LA INSTALACIÓN DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO.....	53
FIGURA 44. PLANO LOCALIZANDO LAS PARCELAS ENSALITRADAS Y ENMONTADAS EN EL D.R. 018 PUEBLO YAQUI, SONORA.....	55
FIGURA 45. LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO Y DEL AGUA DE DRENES.....	56
FIGURA 46. APLICACIÓN DE LÁMINAS DE RIEGO EN EXCESO.....	56
FIGURA 47. AGUA DE COLEO AL DREN.....	57
FIGURA 48. DREN COLMATADO POR ARRASTRE DE SEDIMENTOS.....	57
FIGURA 49. TAPONAMIENTO DEL DREN PARA APROVECHAR EL AGUA PARA RIEGO.....	57
FIGURA 50. MUESTREO Y MEDICIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL DREN.....	58
FIGURA 51. DREN A CIELO ABIERTO CON MALEZA Y AZOLVE, TODAVÍA TIENE PROFUNDIDAD SUFICIENTE.....	58
FIGURA 52. HOJA DE CONTROL DE CALIDAD.....	81
FIGURA 53. LOCALIZACIÓN DEL BANCO DE NIVEL (BN) E INSTALACIÓN DEL GPS.....	86
FIGURA 54. CADENAMIENTO DEL COLECTOR.....	86
FIGURA 55. GEORREFERENCIACIÓN DE LA LÍNEA CON EL COLECTOR.....	87
FIGURA 56. GEORREFERENCIACIÓN DE LA LÍNEA.....	87
FIGURA 57. GEORREFERENCIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO INSTALADOS EN PÓTAM.....	88
FIGURA 58. GEORREFERENCIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO INSTALADOS EN RÁHUM.....	89
FIGURA 59. GEORREFERENCIACIÓN DE LOS ÚLTIMOS SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO INSTALADOS EN RÁHUM Y PÓTAM.....	90
FIGURA 60. ZANJADORAS UTILIZADAS EN LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO.....	92
FIGURA 61. TORRETA CON NIVEL LÁSER GIRATORIO DE 360° Y SU RECEPTOR EN LA ZANJADORA.....	93





FIGURA 62. CUATRIMOTO.....	93
FIGURA 63. TRASCABO.....	94
FIGURA 64. REVISIÓN DEL PLANO DE DISEÑO CON EL OPERADOR DE LA MÁQUINA INSTALADORA.....	94
FIGURA 65. REVISIÓN DE LA TUBERÍA Y ACCESORIOS.....	95
FIGURA 66. BANCOS DE REFERENCIA PARA EL TRAZO DE INSTALACIÓN.....	97
FIGURA 67. PARCELAS CON Y SIN INSTALACIÓN.....	98
FIGURA 68. ESTABLECIMIENTO DE BASE DE REFERENCIA PARA LA SUPERVISIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	99
FIGURA 69. SONDAS PARA VERIFICAR LA TUBERÍA INSTALADA.....	100
FIGURA 70. SONDEO SOBRE LAS LÍNEAS DE DRENAJE INSTALADO.....	101
FIGURA 71. DESCARGA A LOS DRENES A CIELO ABIERTO.....	101
FIGURA 72. LÍNEAS DE DRENAJE SUPERVISADAS.....	102
FIGURA 73. PERFIL DEL COLECTOR G.....	103
FIGURA 74. PERFIL DE LA LÍNEA G6.....	103
FIGURA 75. PERFIL DEL COLECTOR D.....	104
FIGURA 76. PERFIL DE LA LÍNEA D1.....	104
FIGURA 77. PERFIL DE LA LÍNEA D21 (REVISAR NUMERACIÓN).....	105
FIGURA 78. COLECTORES PARCELARIOS DESALOJANDO EL EXCESO DE AGUA DE RIEGO.....	106
FIGURA 79. CARTELES PROMOVRIENDO LOS TALLERES DE DRENAJE AGRÍCOLA.....	108
FIGURA 80. OFICINAS DEL D.R. 018, LUGAR DE LOS TALLERES.....	108
FIGURA 81. LISTA DE ASISTENCIA DEL 9 DE DICIEMBRE DE 2021.....	109
FIGURA 82. PRESENTACIÓN DEL TALLER DE DISEÑO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO.....	110
FIGURA 83. EJEMPLO DEL CUESTIONARIO DIAGNÓSTICO APLICADO.....	111
FIGURA 84. PRESENTACIÓN DEL TALLER DE DISEÑO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO.....	112
FIGURA 85. LISTA DE ASISTENCIA DEL 10 DE DICIEMBRE DE 2021.....	113
FIGURA 86. SEGUNDO DÍA DEL TALLER DE DISEÑO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO.....	113
FIGURA 87. PRESENTACIÓN SOBRE EL DISEÑO DE SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO.....	114
FIGURA 88. LISTA DE ASISTENCIA DEL 11 DE DICIEMBRE DE 2021.....	115
FIGURA 89. TERCER DÍA DEL TALLER DE DISEÑO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO.....	115
FIGURA 90. LISTA DE ASISTENCIA DEL 13 DE DICIEMBRE DE 2021.....	116
FIGURA 91. CUARTO DÍA DEL TALLER DE DISEÑO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO.....	116
FIGURA 92. PRESENTACIÓN FINAL SOBRE EL DISEÑO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO.....	117
FIGURA 93. LISTA DE ASISTENCIA DEL 15 DE DICIEMBRE DE 2021.....	118
FIGURA 94. TALLER DE REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINOS.....	118
FIGURA 95. PRESENTACIÓN DEL TALLER SOBRE LA REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINOS.....	119
FIGURA 96. LISTA DE ASISTENCIA DEL 14 DE DICIEMBRE DE 2021.....	120
FIGURA 97. ASISTENCIA A LAS PRÁCTICAS DE CAMPO.....	120
FIGURA 98. UBICACIÓN DEL SITIO DONDE SE REALIZARON LAS PRÁCTICAS DE CAMPO.....	121
FIGURA 99. OBTENCIÓN DEL GASTO EVACUADO POR EL SISTEMA DE DRENAJE.....	122
FIGURA 100. MEDICIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA Y OBTENCIÓN DE LA CANTIDAD DE SALES.....	123
FIGURA 101. PROBLEMAS DE SALINIDAD EN LA PARCELA SELECCIONADA.....	124
FIGURA 102. POZO DE OBSERVACIÓN PARA LA MEDICIÓN DEL NIVEL FREÁTICO.....	124





FIGURA 103. PLÁTICA SOBRE EL PROCESO DE LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO.....	125
FIGURA 104. ABRIENDO VENTANAS PARA INICIAR LA INSTALACIÓN DE LA LÍNEA, PREVIO COPLÉE AL COLECTOR.....	125
FIGURA 105. CUESTIONARIO APLICADO AL FINALIZAR LOS TALLERES.....	126
FIGURA 106. CONSTANCIAS DE PARTICIPACIÓN DE LOS TALLERES DE DRENAJE AGRÍCOLA.	127
FIGURA 107. PERSONAS QUE ASISTIERON A LOS TALLERES DE DRENAJE AGRÍCOLA.....	128
FIGURA 108. PERFIL DEL COLECTOR F.....	132
FIGURA 109. PERFIL DE LA LÍNEA F4.....	132
FIGURA 110. PERFIL DE LA LÍNEA F12.....	133
FIGURA 111. PERFIL DE LA LÍNEA F22.....	133
FIGURA 112. PERFIL DE LA LÍNEA F24.....	134
FIGURA 113. PERFIL DE LA LÍNEA G18.....	134
FIGURA 114. PERFIL DE LA LÍNEA G32.....	135
FIGURA 115. PERFIL DEL COLECTOR E.....	135
FIGURA 116. PERFIL DE LA LÍNEA E2.....	136
FIGURA 117. PERFIL DE LA LÍNEA E6.....	136
FIGURA 118. PERFIL DE LA LÍNEA E12.....	137
FIGURA 119. PERFIL DE LA LÍNEA E14.....	137
FIGURA 120. PERFIL DE LA LÍNEA E22.....	138
FIGURA 121. PERFIL DE LA LÍNEA E24.....	138
FIGURA 122. PERFIL DE LA LÍNEA E30.....	139
FIGURA 123. PERFIL DEL COLECTOR F-1.....	139
FIGURA 124. PERFIL DE LA LÍNEA F100.....	140
FIGURA 125. PERFIL DE LA LÍNEA F74.....	140
FIGURA 126. PERFIL DE LA LÍNEA F66.....	141
FIGURA 127. PERFIL DE LA LÍNEA F58.....	141
FIGURA 128. PERFIL DE LA LÍNEA F54.....	142
FIGURA 129. PERFIL DE LA LÍNEA F42.....	142
FIGURA 130. PERFIL DE LA LÍNEA F44.....	143
FIGURA 131. PERFIL DE LA LÍNEA E38.....	143
FIGURA 132. PERFIL DE LA LÍNEA E26.....	144
FIGURA 133. PERFIL DE LA LÍNEA E22.....	144
FIGURA 134. PERFIL DE LA LÍNEA E22-B.....	145
FIGURA 135. PERFIL DE LA LÍNEA E60.....	145
FIGURA 136. PERFIL DE LA LÍNEA E48.....	146
FIGURA 137. PERFIL DE LA LÍNEA E44.....	146
FIGURA 138. PERFIL DEL COLECTOR F-2.....	147
FIGURA 139. PERFIL DEL COLECTOR D.....	147
FIGURA 140. PERFIL DE LA LÍNEA D48.....	148
FIGURA 141. PERFIL DE LA LÍNEA D40.....	148
FIGURA 142. PERFIL DEL COLECTOR C.....	149
FIGURA 143. PERFIL DE LA LÍNEA C26.....	149
FIGURA 144. PERFIL DE LA LÍNEA C40.....	150
FIGURA 145. PERFIL DEL COLECTOR A.....	150
FIGURA 146. PERFIL DE LA LÍNEA A6.....	151
FIGURA 147. PERFIL DE LA LÍNEA A3.....	151





ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. REVISIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL PROYECTO EJECUTIVO DE 107 HA.....	14
CUADRO 2. REVISIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL PROYECTO EJECUTIVO DE 30 HA.....	20
CUADRO 3. REVISIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL PROYECTO EJECUTIVO DE 44 HA.....	24
CUADRO 4. REVISIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL PROYECTO EJECUTIVO DE 16 HA.....	29
CUADRO 5. REVISIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL PROYECTO EJECUTIVO DE 23.50 HA DE PÓTAM.....	32
CUADRO 6. REVISIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL PROYECTO EJECUTIVO DE 35.50 HA DE PÓTAM.....	33
CUADRO 7. REVISIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL PROYECTO EJECUTIVO DE 14.00 HA DE PÓTAM.....	34
CUADRO 8. REVISIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL PROYECTO EJECUTIVO DE 5.00 HA DE PÓTAM.....	35
CUADRO 9. REVISIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL PROYECTO EJECUTIVO DE 27.00 HA DE PÓTAM.....	36
CUADRO 10. REVISIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL PROYECTO EJECUTIVO DE 53.00 HA DE RÁHUM.....	38
CUADRO 11. REVISIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL PROYECTO EJECUTIVO DE 30.00 HA DE RÁHUM.....	39
CUADRO 12. REVISIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL PROYECTO EJECUTIVO DE 193.50 HA DE RÁHUM.....	41
CUADRO 13. REVISIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL PROYECTO EJECUTIVO DE 23.50 HA DE RÁHUM.....	43
CUADRO 14. PROYECTOS EJECUTIVOS EN EL PUEBLO YAQUI, 2021.....	44
CUADRO 15. COSTO TOTAL DE LOS PROYECTOS EJECUTIVOS DEL PUEBLO DE PÓTAM.....	45
CUADRO 16. COSTO TOTAL DE LOS PROYECTOS EJECUTIVOS DEL PUEBLO DE RÁHUM.....	46
CUADRO 17. SUPERFICIE CON PROBLEMAS DE SALINIDAD LOCALIZADA EN LOS RECORRIDOS.....	49
CUADRO 18. PARCELAS REGISTRADAS POR LA CONAGUA QUE COMPLEMENTAN LAS PARCELAS DEL RECORRIDO DE CAMPO.....	51
CUADRO 19. SUPERFICIE CON PROYECTOS EJECUTIVOS PROPORCIONADOS POR CONAGUA Y PUEBLO YAQUI.....	52
CUADRO 20. SUPERFICIES ENMONTADAS Y ENSALITRADAS DEFINIDAS POR PUEBLO YAQUI-CONAGUA.....	54
CUADRO 21. RESUMEN DE LAS PARCELAS ENSALITRADAS Y ENMONTADAS.....	54
CUADRO 22. MUESTREO Y MEDICIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO Y DEL AGUA DE DRENES.....	59
CUADRO 23. PRESENTACIÓN DE TUBERÍA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD CON O SIN RANURA Y CON O SIN FILTRO GEOTEXTIL.....	78
CUADRO 24. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA TUBERÍA.....	78
CUADRO 25. CARACTERÍSTICAS DEL FILTRO GEOTEXTIL.....	79
CUADRO 26. CARACTERÍSTICAS DEL FILTRO GEOTEXTIL (CARRIFF ENGINEERED FABRICS CORPORATION, WWW.CARRIFF.COM).....	79
CUADRO 27. CARACTERÍSTICAS DEL FILTRO GEOTEXTIL (MANUAL DE DISEÑO CON GEOSINTÉTICOS, GEOSISTEMAS PAVCO, HTTP://WWW.GEOSOFTPAVCO.COM).....	80
CUADRO 28. COORDENADAS DE LOS BANCOS DE REFERENCIA.....	97





RESUMEN EJECUTIVO

El día 29 de octubre del 2021, la Gerencia de Distritos de Riego de la Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola de la Comisión Nacional del Agua y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) firmaron el Convenio Específico de Colaboración No. SGIH-GDR-CDMX-21-COLAB-001-RF-CC para realizar “Servicios de asistencia especializada en drenaje parcelario subterráneo del Distrito de Riego 018 del Pueblo Yaqui”.

En este Informe Final se da cuenta de las acciones realizadas por el IMTA durante el periodo del 01 de noviembre al 31 de diciembre del 2021, consistentes en: verificación de planos y documentos técnicos, recorridos de campo, elaboración de especificaciones técnicas para concurso de proyectos de drenaje, trazo y replanteo de los diseños de sistemas de drenaje, revisión de maquinaria y equipo para la instalación de sistemas de drenaje, supervisión de la instalación del sistema de drenaje, verificación de la instalación del sistema de drenaje, taller de diseño e instalación de sistema de drenaje subterráneo parcelario, taller de rehabilitación de suelos salinos y prácticas de campo sobre la instalación y rehabilitación de suelos salinos.

1) Verificación de planos y documentos técnicos de drenaje subterráneo parcelario y elaboración de especificaciones técnicas para su instalación.

Debido a la aplicación de láminas de riego excesivas y la falta de mantenimiento a los sistemas de drenaje ha dado el origen de la salinidad de los suelos, quedando en algunos casos con parcelas abandonadas.

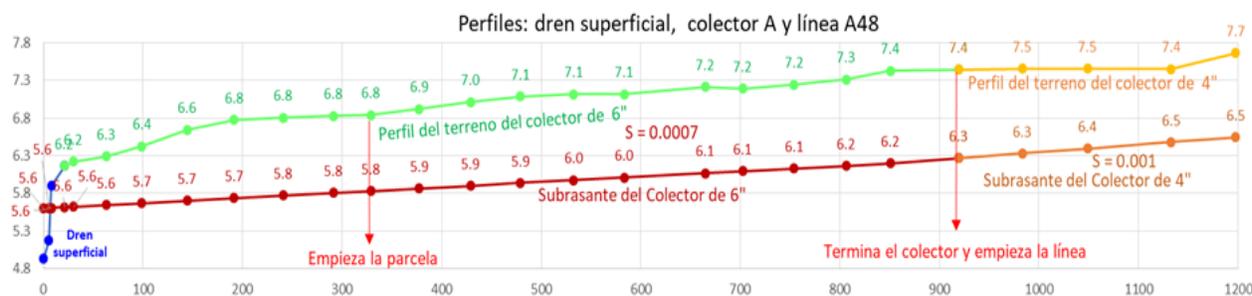


Con base a los recorridos de campo, estudios o trabajos afines a la salinidad de los suelos proporcionados por el Distrito de Riego 018, Colonias Yaquis, Sonora; en los que comprende los Pueblos Yaquis de Vícam, Pótam, Ráhum, Huírivis y Belem donde se detectan 8,912.46 ha. De las cuales 5,605.36 ha son abandonadas o enmontadas y 3,307.10 ha con degradación de leve a muy fuerte. La CONAGUA considero instalar 400 ha por año durante el presente sexenio, un total de 1,600ha. Para el año 2021 se programó instalar 405 ha, de las cuales corresponden 105 ha al pueblo de Pótam y 300 ha al Pueblo de Ráhum. Al IMTA le proporcionaron los proyectos ejecutivos, realizando la verificación en campo y los diseños considerando



las características hidráulicas, diámetro y longitud de la tubería, profundidad y pendiente y la salida del colector, al dren a cielo abierto, considerando que descarga este por encima de la rasante de dicho dren, así como, la separación entre drenes subterráneos parcelarios. Asimismo se realizó un análisis de costos para obtener el costo/ha de instalación de drenaje agrícola subterráneo. Los proyectos se aceptaron en general con algunas adecuaciones no trascendentales para proceder a la instalación.

Colector	Dren	Longitud (m)	Pendiente (%)	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (m)	q (mm/día)	Área drenada (ha) autocad	Gasto a remover (lps)	Gasto diseño (lps)	Velocidad diseño (m/s)	Observaciones
A	Total	851	0.07	6	0.1524	2.00	15.97	3.70	3.85	0.21	Se acepta $Q_r < Q_d$
	A2	246	0.10	4	0.1016	4.00	0.64	0.30	1.56	0.19	Se acepta $Q_r < Q_d$
	A28	239	0.10	4	0.1016	4.00	0.62	0.29	1.56	0.19	Se acepta $Q_r < Q_d$
	A48	242	0.10	4	0.1016	4.00	0.49	0.23	1.56	0.19	Se acepta $Q_r < Q_d$

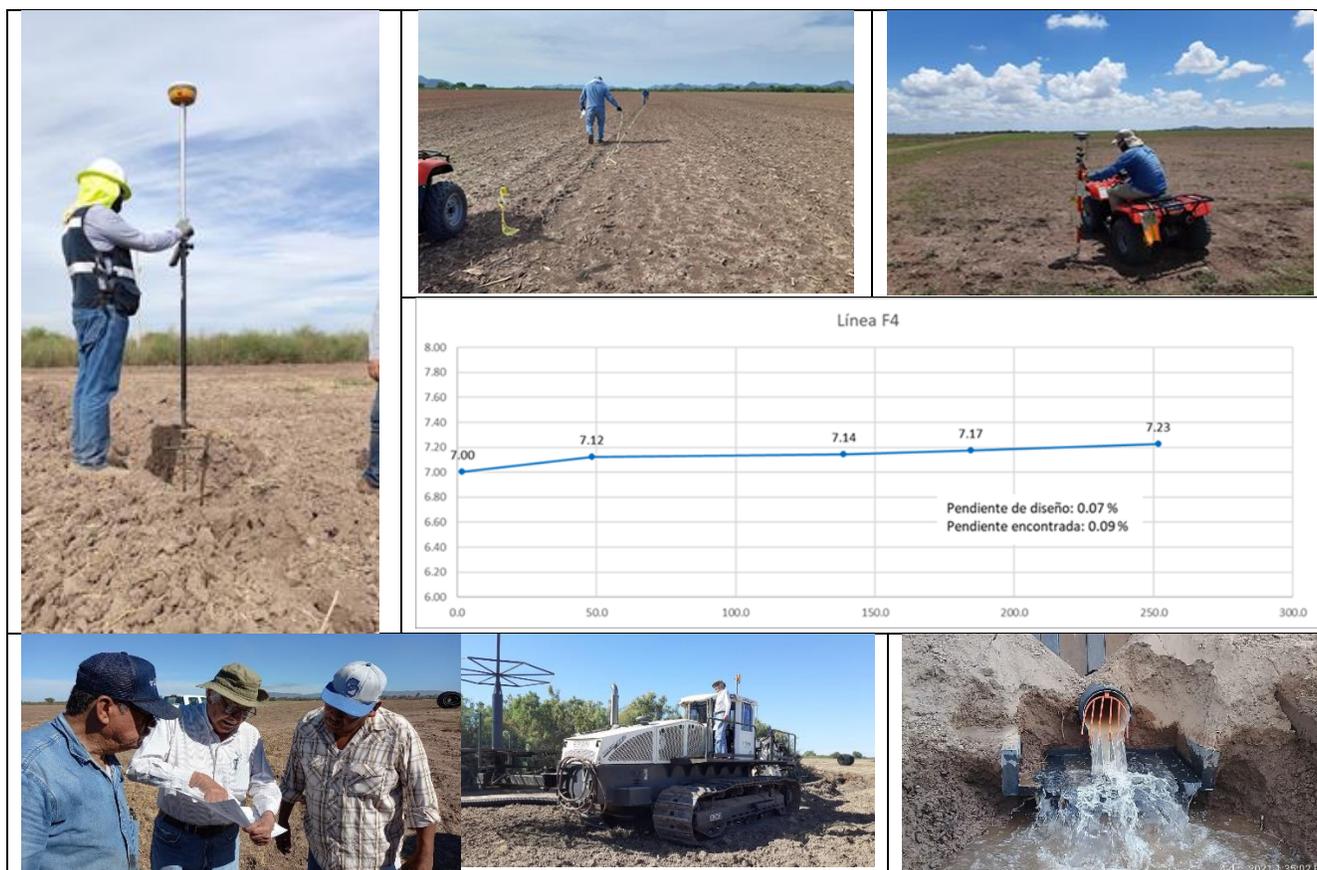


Se elaboraron las especificaciones técnicas con base a las normas mexicanas de drenaje. **2) Supervisión de la instalación y pruebas del buen funcionamiento de los sistemas de drenaje subterráneo parcelario.** Con base a las especificaciones técnicas se revisó la maquinaria, tubería y accesorios, aprobando lo mostrado por la empresa IRRIDREN que es que se encargada de instalar las 405 ha de drenaje subterráneo parcelario.





Se llevó a cabo la supervisión del replanteo y la pendiente en campo de los sistemas de drenaje, donde se acepta con algunas adecuaciones sin que afecte el funcionamiento. De las 405 ha programas solo se han instalado 48 ha en el pueblo de Pótam y 184 ha en el Pueblo de Ráhum, con un total de 232 ha. La superficie por instalar es de 273 ha, de las cuales 57 ha son del Pueblo de Pótam y 116 ha del Pueblo de Ráhum; es debido a que estas parcelas se encontraban con bordeo, rastreadas, algunas sembradas en seco y otras regadas. Esto es corroborado por la empresa supervisora de drenaje.



3) Seguimiento en el proceso de rehabilitación de suelos salinos con los sistemas de drenaje subterráneo parcelario instalados. Debido a los procesos





administrativos y jurídicos, las actividades programadas no se han realizado por lo expuesto en el inciso anterior. **4) Capacitación en servicio y buenas prácticas en drenaje subterráneo parcelario y rehabilitación de suelos salinos.** Se impartió un curso taller de Drenaje Agrícola a técnicos de los Pueblos Yaquis, y comprende los siguientes talleres: a) Taller de diseño e instalación de sistema de drenaje subterráneo parcelario, b) Taller de rehabilitación de suelos salinos y c) Taller de rehabilitación de suelos salinos. La asistencia de los técnicos fue de 11 a 16 técnicos por un tiempo de 40 horas, donde se interactuaba expositor y participante con preguntas y respuestas con lo que ellos observaban en campo y sobre todo los trabajos que se estaban ejecutando para la instalación de los sistemas de drenaje. Así mismo, manifestaron que les gustaría darles el seguimiento a las parcelas que se les esta instalando sistemas de drenaje subterráneo parcelario.



Conclusiones y Recomendaciones. i) Se detectaron 8,912.46 ha, de las cuales 5,605.36 ha son abandonadas o enmontadas y 3,307.10 ha con degradación de leve a muy fuerte. La CONAGUA para el año 2021 se programó instalar 405 ha, de las cuales corresponden 105 ha al pueblo de Pótam y 300 ha al Pueblo de Ráhum. Al IMTA le proporcionaron los proyectos ejecutivos, realizando la verificación en campo y los diseños, los cuales son aceptables. Se han instalado 48 ha en el pueblo de Pótam y 184 ha en el Pueblo de Ráhum, con un total de 232 ha. La superficie por instalar es de 273 ha, de las cuales 57 ha son del Pueblo de Pótam y 116 ha del Pueblo de Ráhum; es debido a que estas parcelas se encontraban con bordeo, rastreadas, algunas sembradas en seco y otras regadas. Esto es corroborado por la empresa supervisora de drenaje. ii) El Curso Taller de drenaje agrícola tuvo una buena aceptación de los técnicos Yaquis. iii) A nivel de Distrito de Riego se recomienda





realizar un estudio de salinidad, instalar pozos de observación, manejo del agua a nivel parcelario y la rehabilitación de la infraestructura hidroagrícola.

Como soporte a las actividades realizadas, además de este Informe, se entregan los siguientes documentos:

- a) Dictamen técnico sobre los proyectos ejecutivos, revisados, de drenaje parcelario
- b) Informe parcial (Noviembre)
- c) Proyectos ejecutivo actualizados
- d) Bitácora de obra
- e) Sistema de información Geográfica con información geoespacial de las obras, tubería y estructuras importantes

Finalmente, es de destacarse que los servicios de asistencia especializada en drenaje parcelario subterráneo del Distrito de riego 018 del Pueblo Yaqui, coadyuvan a la reincorporación de terrenos de cultivos abandonados, por altas concentraciones de sal, presente en dichos terrenos con la finalidad de aumentar la eficiencia agrícola de los productores.





1. VERIFICACIÓN DE PLANOS Y DOCUMENTOS TÉCNICOS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO Y ELABORACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA SU INSTALACIÓN

Con fecha 01 de noviembre, la Dirección de Infraestructura Hidroagrícola del Organismo de Cuenca Noroeste de la CONAGUA proporcionó al IMTA planos digitales de proyectos ejecutivos de drenaje agrícola subterráneo del Distrito de Riego 018 del Pueblo Yaqui. De esta superficie, se inició la revisión general de los mismos y se procedió a programar recorridos de campo, para seleccionar en conjunto con autoridades del Pueblo Yaqui, la CONAGUA y productores las superficies con mejores condiciones para instalar drenaje en las 405 ha programadas para este 2021; los cuales se realizaron del 03 al 06 de noviembre de 2021.

Los dictámenes correspondientes que incluyen el costo/ha/pueblo de instalación de drenaje y la revisión hidráulica correspondiente, se presentan en el apartado 1.1.

1.1 Verificación de planos y documentos técnicos en 200 ha preliminares

Sobre este aspecto, se verificaron los planos y documentos técnicos en cuanto a las áreas ensalitradas, memoria de cálculo, memoria técnica, diseño, lista de materiales y calidad acorde a la norma, diámetro de tubería, pendiente, profundidad del dren, separación entre drenes, planos de planta y de perfiles, descarga al dren a cielo abierto.

Con la información proporcionada en la memoria técnica se procedió a realizar la revisión de los cálculos hidráulicos, los cuales se muestran en el cuadro 1.

En general los proyectos son aceptables con algunas adecuaciones menores en cuanto a pendiente y diámetro de los colectores, en los drenes parcelarios no hay modificaciones.



Cuadro 1. Revisión de los parámetros hidráulicos del proyecto ejecutivo de 107 ha

PLANO D01815007												
Colector	Dren	Longitud (m)	Pendiente (%)	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (m)	q (mm/día)	Área drenada	Gasto a remover	Gasto diseño (lps)	Velocidad diseño	Observaciones	
A	Total	342	0.06	6	0.1524	2.00	7.19	1.66	3.57	0.20	Se acepta, Qr<Qd, se cambió la pendiente de 0.07 a 0.06%	
	A4	290	0.06	4	0.1016	4.00	0.80	0.37	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd, se cambió la pendiente de 0.07 a 0.06%	
	A10	230.4	0.06	4	0.1016	4.00	0.80	0.37	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd, se cambió la pendiente de 0.07 a 0.06%	
	A16	292.3	0.06	4	0.1016	4.00	0.76	0.35	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd, se cambió la pendiente de 0.07 a 0.06%	
B	Total	462										
		462	0.06	6	0.1524	2.00	9.77	2.26	3.57	0.20	Se acepta, Qr<Qd, se cambió la pendiente de 0.07 a 0.06%	
	B10	226	0.06	4	0.1016	4.00	0.61	0.28	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd, se cambió la pendiente de 0.07 a 0.06%	
C	Total	788	0.0600	6	0.1524	2.00	16.00	3.70	3.57	0.20	Se acepta, Qr<Qd, se cambió la pendiente de 0.07 a 0.06%	
	C16	270	0.0600	4	0.1016	2.00	0.70	0.16	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd, se cambió la pendiente de 0.07 a 0.06%	
	C24	438	0.0600	4	0.1016	2.00	1.10	0.25	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd, se cambió la pendiente de 0.07 a 0.06%	
	C32	651	0.0600	4	0.1016	2.00	1.70	0.39	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd, se cambió la pendiente de 0.07 a 0.06%	
D	Total	782										
	D1A	269	0.06	6	0.1524	2.00	18.00	4.17	3.57	0.20	Se acepta, Qr<Qd, se cambió la pendiente de 0.07 a 0.06%	
	D1B	513	0.06	6	0.1524	2.00	5.10	1.18	3.57	0.20	Se acepta, Qr<Qd, se cambió la pendiente de 0.07 a 0.06%	
	D10	577	0.06	4	0.1016	4.00	1.51	0.70	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd, se cambió la pendiente de 0.07 a 0.06%	
	D24	460	0.06	4	0.1016	4.00	1.24	0.57	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd, se cambió la pendiente de 0.07 a 0.06%	
	D9	440	0.06	4	0.1016	4.00	1.00	0.46	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd, se cambió la pendiente de 0.07 a 0.06%	
	E	Total	1,998									
	E1	431	0.06	6	0.1524	2.00	7.18	1.66	3.57	0.20	Se acepta, Qr<Qd, se cambió la pendiente de 0.07 a 0.06%	
	E2	503	0.06	8	0.2032	2.00	12.59	2.91	7.69	0.24	Se acepta, Qr<Qd, se cambió la pendiente de 0.07 a 0.06%	
			1,063	0.06	6	0.1524	2.00	21.54	4.99	3.57	0.20	Se acepta, Qr<Qd, se cambió la pendiente de 0.07 a 0.06%
	E3	373	0.06	4	0.1016	4.00	1.03	0.48	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd, se cambió la pendiente de 0.07 a 0.06%	
	E16	469	0.06	4	0.1016	4.00	1.24	0.57	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd, se cambió la pendiente de 0.07 a 0.06%	
	E44	450	0.06	4	0.1016	4.00	1.18	0.55	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd, se cambió la pendiente de 0.07 a 0.06%	

Considerando las observaciones en el cuadro 1, se procedió a realizar la verificación en campo, en especial la descarga de los colectores, para verificar que no quedaran enterrados en la plantilla del dren superficial, ya que éstos se encuentran azolvados y/o con mucha vegetación.

La verificación en campo se realizó en cada colector subterráneo parcelario con el último dren subterráneo parcelario.

Colector subterráneo parcelario A, dren subterráneo parcelario A20 (plano D01815007).

La figura 1 muestra la localización del Colector subterráneo parcelario A y del dren subterráneo parcelario A20.





Figura 1. Localización del colector parcelario A, así como su descarga y dren parcelario A20.

La figura 2 muestra el perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario A y del dren subterráneo parcelario A20, con una profundidad media de 1.1 m y una pendiente de 0.06%, la descarga se ubicaría a 0.50 m sobre la rasante del dren superficial a cielo abierto. La plantilla del dren superficial a cielo abierto tiene una cota de 2.0 msnm (punto azul) y la descarga del colector subterráneo parcelario se ubicaría a 2.5 msnm (punto rojo).



Figura 2. Perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario A y del dren subterráneo parcelario A20.

Colector subterráneo parcelario B y dren subterráneo parcelario B72.

La figura 3 muestra la localización del Colector subterráneo parcelario B y del dren subterráneo parcelario B72 (plano D01815007).





Figura 3. Localización del colector subterráneo parcelario B, así como su descarga y dren subterráneo parcelario B72.

La figura 4 muestra el perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario B y del dren subterráneo parcelario B72, con una profundidad media de 1.1 m y una pendiente de 0.06%, la descarga se ubicaría a 0.40 m sobre la rasante del dren superficial a cielo abierto. La plantilla del dren superficial a cielo abierto tiene una cota de 1.9 msnm (punto azul) y la descarga del colector subterráneo parcelario se ubicaría a 2.3 msnm (punto rojo).

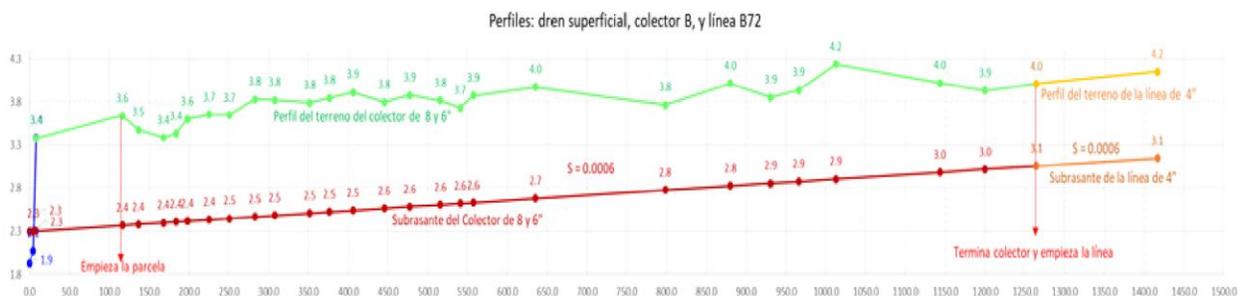


Figura 4. Perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario B y del dren subterráneo parcelario B72.



En este colector no se instaló completamente como se había planeado, debido a que en algunas parcelas las labores agrícolas ya se habían ejecutado. En la siguiente figura se muestra la superficie que faltó por instalar (12 ha).

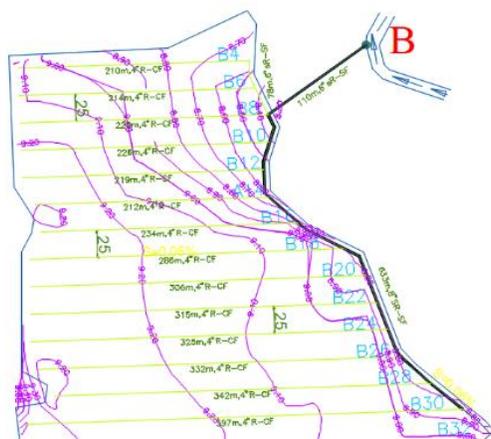


Figura 5. Superficie sin instalar de la parcela B.

Colector subterráneo parcelario C y dren subterráneo parcelario C34 (plano D01815007).

La figura 6 muestra la localización del Colector subterráneo parcelario C y el dren subterráneo parcelario C34.



Figura 6. Localización del colector subterráneo parcelario C, así como su descarga y dren subterráneo parcelario C34.



La figura 7 muestra el perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario C y del dren subterráneo parcelario C34, con una profundidad media de 1.1 m y una pendiente de 0.06%, la descarga se ubicaría a 0.30 m sobre la rasante del dren superficial a cielo abierto. La plantilla del dren superficial a cielo abierto tiene una cota de 2.3 msnm (punto azul) y la descarga del colector subterráneo parcelario se ubicaría a 2.6 msnm (punto rojo).



Figura 7. Perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario C y del dren subterráneo parcelario C34.

Colector subterráneo parcelario D y dren subterráneo parcelario D13 (plano D01815007).

La figura 8 muestra la localización del Colector subterráneo parcelario D y el dren subterráneo parcelario D13.



Figura 8. Localización del colector subterráneo parcelario D, así como su descarga y dren subterráneo parcelario D13.



La figura 9 muestra el perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario D y del dren subterráneo parcelario D13, con una profundidad media de 1.1 m y una pendiente de 0.06%, la descarga se ubicaría a 0.30 m sobre la rasante del dren superficial a cielo abierto. La plantilla del dren superficial a cielo abierto tiene una cota de 2.3 msnm (punto azul) y la descarga del colector subterráneo parcelario se ubicaría a 2.6 msnm (punto rojo).



Figura 9. Perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario D y del dren subterráneo parcelario D13.

Colector subterráneo parcelario E.

La figura 10 muestra la localización del Colector subterráneo parcelario E.



Figura 10. Localización del colector subterráneo parcelario E.



La figura 11 muestra el perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario E, con una profundidad media de 1.1 m y una pendiente de 0.06%, la descarga se ubicaría a 0.60 m sobre la rasante del dren superficial a cielo abierto. La plantilla del dren superficial a cielo abierto tiene una cota de 1.8 msnm (punto azul) y la descarga del colector subterráneo parcelario se ubicaría a 2.4 msnm (punto rojo).

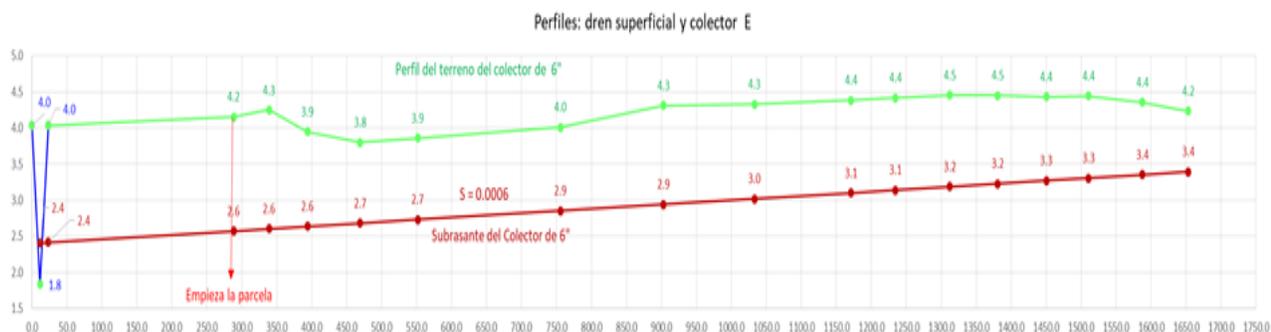


Figura 11. Perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario E.

Con la información proporcionada en la memoria técnica se procedió a realizar la revisión de los cálculos hidráulicos de 30 ha, los cuales se muestran en el cuadro 14.

En general el proyecto ejecutivo se acepta. Por lo tanto, se procedió a realizar la verificación en campo, en especial la descarga de los colectores, para verificar que no queden enterrados en la plantilla del dren superficial, ya que éstos drenes superficiales se encuentran azolvados y/o con mucha vegetación.

Cuadro 2. Revisión de los parámetros hidráulicos del proyecto ejecutivo de 30 ha

PLANO D01815003											
Colector	Dren	Longitud (m)	Pendiente (%)	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (m)	q (mm/día)	Área drenada (ha) autocod	Gasto a remover (lps)	Gasto diseño (lps)	Velocidad diseño (m/s)	Observaciones
I	Total	263	0.07	6	0.1524	2.00	15.70	3.63	3.85	0.21	Se acepta, Qr<Qd
	I2	494	0.07	4	0.1016	4.00	1.31	0.60	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd
	I12	510	0.07	4	0.1016	4.00	1.35	0.62	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd
	I20	472	0.07	4	0.1016	4.00	2.69	1.25	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd
J	Total	447	0.07	6	0.1524	2.00	14.70	3.40	3.85	0.21	Se acepta, Qr<Qd
	J2	505	0.05	4	0.1016	4.00	1.15	0.53	1.10	0.14	Se acepta, Qr<Qd
	J12	504	0.05	4	0.1016	4.00	1.34	0.62	1.10	0.14	Se acepta, Qr<Qd
	J18	497	0.05	4	0.1016	4.00	1.27	0.59	1.10	0.14	Se acepta, Qr<Qd
	J22	287	0.05	4	0.1016	4.00	0.73	0.34	1.10	0.14	Se acepta, Qr<Qd

Colector subterráneo parcelario G y dren subterráneo parcelario G32 (plano D01815003).



La figura 12 muestra la localización del colector parcelario G, su descarga y del dren subterráneo parcelario G32.



Figura 12. Localización del colector subterráneo parcelario G y dren subterráneo parcelario G32.

La figura 13 muestra el perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario G y del dren subterráneo parcelario G32, con una profundidad media de 1.1 m y una pendiente de 0.07%, la descarga se ubicaría a 0.70 m sobre la rasante del dren superficial a cielo abierto. La plantilla del dren superficial a cielo abierto tiene una cota de 1.9 msnm (punto azul) y la descarga del colector subterráneo parcelario se ubicaría a 2.6 msnm (punto rojo).

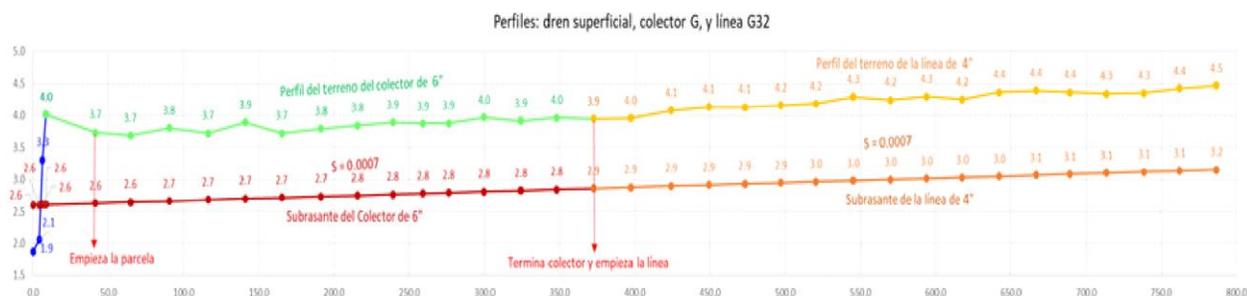


Figura 13. Perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario G y el dren subterráneo parcelario G32.



Colector subterráneo parcelario I y dren subterráneo parcelario I26 (plano D01815003).

La figura 14 muestra la localización del colector parcelario I, su descarga y del dren subterráneo parcelario I26.



Figura 14. Localización del colector subterráneo parcelario I y dren subterráneo parcelario I26.

La figura 15 muestra el perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario I y el dren subterráneo parcelario I26, con una profundidad media de 1.1 m y una pendiente de 0.07%, la descarga se ubicaría a 0.30 m sobre la rasante del dren superficial a cielo abierto. La plantilla del dren superficial a cielo abierto tiene una cota de 2.4 msnm (punto azul) y la descarga del colector subterráneo parcelario se ubicaría a 2.7 msnm (punto rojo).





Figura 15. Perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario I y el dren subterráneo parcelario I26.

Colector subterráneo parcelario J.

La figura 16 muestra la localización del colector parcelario J y su descarga.

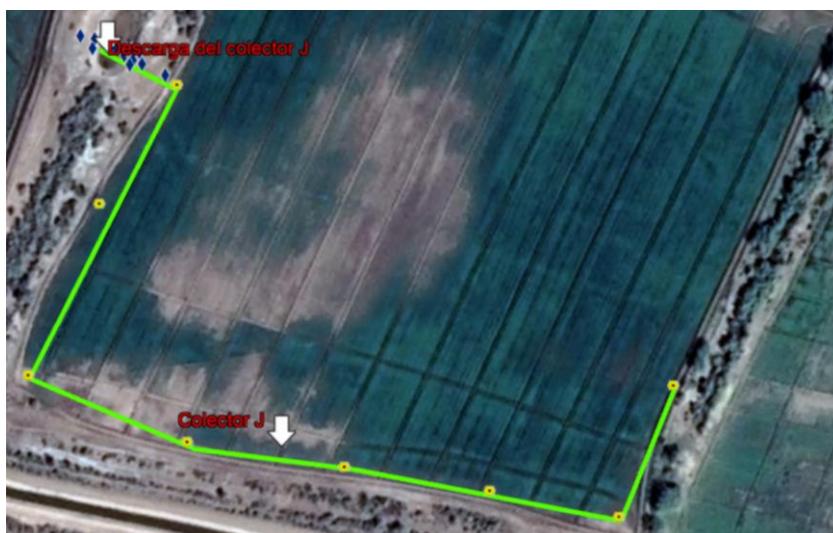


Figura 16. Localización del colector subterráneo parcelario J

La figura 17 muestra el perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario J, con una profundidad media de 1.1 m y una pendiente de 0.07%, la descarga se ubicaría a 0.30 m sobre la rasante del dren superficial a cielo abierto. La plantilla del dren superficial a cielo abierto tiene una cota de 2.4 msnm (punto azul) y la descarga del colector subterráneo parcelario se ubicaría a 2.7 msnm (punto rojo).





Figura 17. Perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario I y el dren subterráneo parcelario I26.

Con la información proporcionada en la memoria técnica se procedió a realizar la revisión de los cálculos hidráulicos de 44 ha, los cuales se muestran en el cuadro 3.

En general el proyecto ejecutivo se acepta, considerando las observaciones emitidas en el cuadro 3. Por lo tanto, se procedió a realizar la verificación en campo, en especial la descarga de los colectores, para verificar que no quedaran enterrados en la plantilla del dren superficial, ya que éstos se encuentran azolvados y/o con mucha vegetación.

Cuadro 3. Revisión de los parámetros hidráulicos del proyecto ejecutivo de 44 ha

PLANO D10814004												
Colector	Dren	Longitud (m)	Pendiente (%)	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (m)	q (mm/día)	Área drenada	Gasto a remover	Gasto diseño (lps)	Velocidad diseño	Observaciones	
A	Total	851	0.07	6	0.1524	2.00	15.97	3.70	3.85	0.21	Se acepta Qr<Qd	
	A2	246	0.10	4	0.1016	4.00	0.64	0.30	1.56	0.19	Se acepta Qr<Qd	
	A28	239	0.10	4	0.1016	4.00	0.62	0.29	1.56	0.19	Se acepta Qr<Qd	
	A48	242	0.10	4	0.1016	4.00	0.49	0.23	1.56	0.19	Se acepta Qr<Qd	
B1	Total	286	0.06	4	0.1016	2.00	2.46	0.57	1.21	0.15	Se acepta Qr<Qd. Con 4" pasa el gasto requerido, tenía 6"	
	B2	716	0.10	6	0.1524	2.00	17.20	3.98	4.61	0.25	Se acepta Qr<Qd	
	B2	273	0.06	4	0.1016	4.00	0.74	0.34	1.21	0.15	Se acepta Qr<Qd	
B2	B40	386	0.06	4	0.1016	4.00	1.11	0.52	1.21	0.15	Se acepta Qr<Qd	
	B56	283	0.06	4	0.1016	4.00	0.74	0.34	1.21	0.15	Se acepta Qr<Qd	
	D	Total	465	0.07	6	0.1524	2.00	7.67	1.78	3.85	0.21	Se acepta Qr<Qd
	D2	302	0.07	4	0.1016	4.00	0.91	0.42	1.31	0.16	Se acepta Qr<Qd	
D2	D12	276	0.07	4	0.1016	4.00	0.76	0.35	1.31	0.16	Se acepta Qr<Qd	
	D22	190	0.07	4	0.1016	4.00	0.53	0.25	1.31	0.16	Se acepta Qr<Qd	

Colector subterráneo parcelario A, dren subterráneo parcelario A48 (plano D10814004).

La figura 18 muestra la localización del Colector subterráneo parcelario A y del dren subterráneo parcelario A48.





Figura 18. Localización del colector subterráneo parcelario A, su descarga y del dren subterráneo parcelario A48.

La figura 19 muestra el perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario A y del dren subterráneo parcelario A48, con una profundidad media de 1.1 m y una pendiente de 0.07%, la descarga se ubicaría a 0.70 m sobre la rasante del dren superficial a cielo abierto. La plantilla del dren superficial a cielo abierto tiene una cota de 4.9 msnm (punto azul) y la descarga del colector subterráneo parcelario se ubicaría a 5.6 msnm (punto rojo).

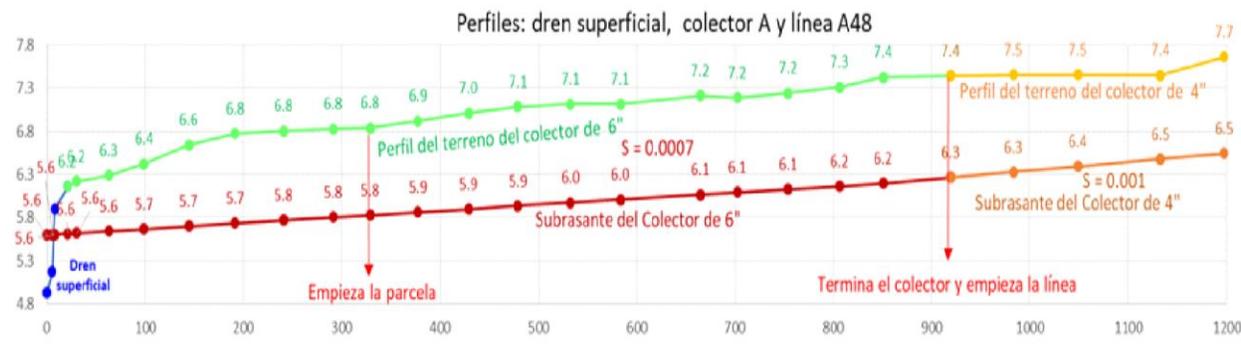


Figura 19. Perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario A y dren subterráneo parcelario A48.

Colector subterráneo parcelario B (B1), dren subterráneo parcelario B13 (plano D10814004).

La figura 20 muestra la localización del Colector subterráneo parcelario B (B1) y del dren subterráneo parcelario B13. El colector B a B1 es un tramo muerto, en este tramo no se descarga ningún dren subterráneo parcelarios.





Figura 20. Localización del colector subterráneo parcelario B (B1), su descarga y del dren subterráneo parcelario B13.

La figura 21 muestra el perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario B (B1) y el dren subterráneo parcelario B13, con una profundidad media de 1.1 m y una pendiente de 0.06%, la descarga se ubicaría a 0.20 m sobre la rasante del dren superficial a cielo abierto. La plantilla del dren superficial a cielo abierto tiene una cota de 5.3 msnm (punto azul) y la descarga del colector subterráneo parcelario se ubicaría a 5.5 msnm (punto rojo).



Figura 21. Perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario B (B1) y dren subterráneo parcelario B13.



Colector subterráneo parcelario B (B2, se propone agregar ésta descarga), dren subterráneo parcelario B56 (plano D10814004).

La figura 22 muestra la localización del Colector subterráneo parcelario B(B2) y el dren subterráneo parcelario B56.



Figura 22. Localización del colector subterráneo parcelario B(B2), su descarga y del dren subterráneo parcelario B56.

La figura 23 muestra el perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario B(B2) y el dren subterráneo parcelario B56, con una profundidad media de 1.1 m y una pendiente de 0.1%, la descarga se ubicaría a 0.40 m sobre la rasante del dren superficial a cielo abierto. La plantilla del dren superficial a cielo abierto tiene una cota de 5.3 msnm (punto azul) y la descarga del colector subterráneo parcelario se ubicaría a 5.7 msnm (punto rojo).



Figura 23. Perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario B (B1) y dren subterráneo parcelario B13.

Colector subterráneo parcelario D, dren subterráneo parcelario A22 (plano D10814004).

La figura 24 muestra la localización del Colector subterráneo parcelario D y el dren subterráneo parcelario A22. Este proyecto ejecutivo tiene un tramo muerto, es decir, en el que no hay descargas de drenes subterráneos parcelarios.



Figura 24. Localización del colector subterráneo parcelario D (A), su descarga y del dren subterráneo parcelario A22.



La figura 25 muestra el perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario C2 y del dren subterráneo parcelario C66, con una profundidad media de 1.1 m y una pendiente de 0.07%, la descarga se ubicaría a 0.70 m sobre la rasante del dren superficial a cielo abierto. La plantilla del dren superficial a cielo abierto tiene una cota de 6.4 msnm (punto azul) y la descarga del colector subterráneo parcelario se ubicaría a 7.1 msnm (punto rojo).

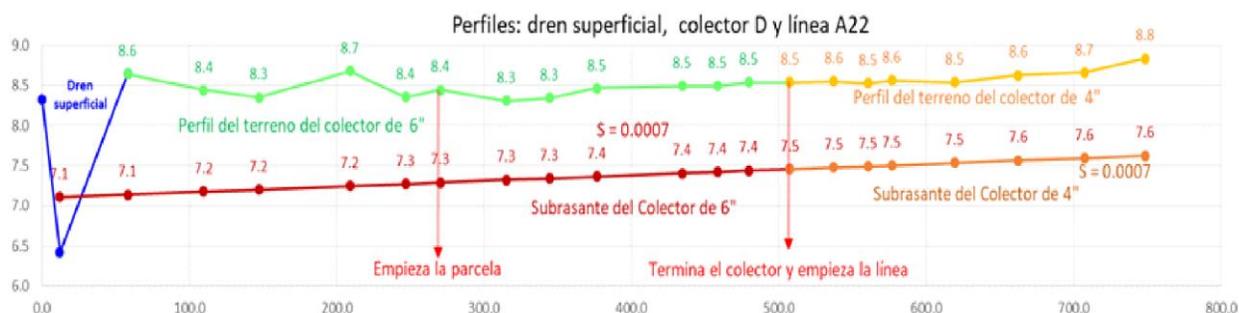


Figura 25. Perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario D (A) y dren subterráneo parcelario A22.

Con la información proporcionada en la memoria técnica se procedió a realizar la revisión de los cálculos hidráulicos de 16 ha, los cuales se muestran en el cuadro 4.

En general el proyecto ejecutivo se acepta, considerando las observaciones emitidas en el cuadro 4. Por lo tanto, se procedió a realizar la verificación en campo, en especial la descarga de los colectores, debido a que no vayan a quedar enterrados en la plantilla del dren superficial, ya que ellos se encuentran azolvados y/o con mucha vegetación.

Cuadro 4. Revisión de los parámetros hidráulicos del proyecto ejecutivo de 16 ha

PLANO D01815012											
Colector	Dren	Longitud (m)	Pendiente (%)	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (m)	q (mm/día)	Área drenada	Gasto a remover	Gasto diseño (lps)	Velocidad diseño	Observaciones
B	Total	693	0.07	6	0.1524	2.00	18.00	4.17	3.85	0.21	Se acepta $Q_r < Q_d$

Colector subterráneo parcelario B, dren subterráneo parcelario B46 (plano D01815012).

La figura 26 muestra la localización del Colector subterráneo parcelario B y del dren subterráneo parcelario A46.





Figura 26. Localización del colector subterráneo parcelario B, su descarga y el dren subterráneo parcelario B46.

La figura 27 muestra el perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario B y del dren subterráneo parcelario B46, con una profundidad media de 1.1 m y una pendiente de 0.07%, la descarga se ubicaría a 0.70 m sobre la rasante del dren superficial a cielo abierto. La plantilla del dren superficial a cielo abierto tiene una cota de 6.2 msnm (punto azul) y la descarga del colector subterráneo parcelario se ubicaría a 6.9 msnm (punto rojo).

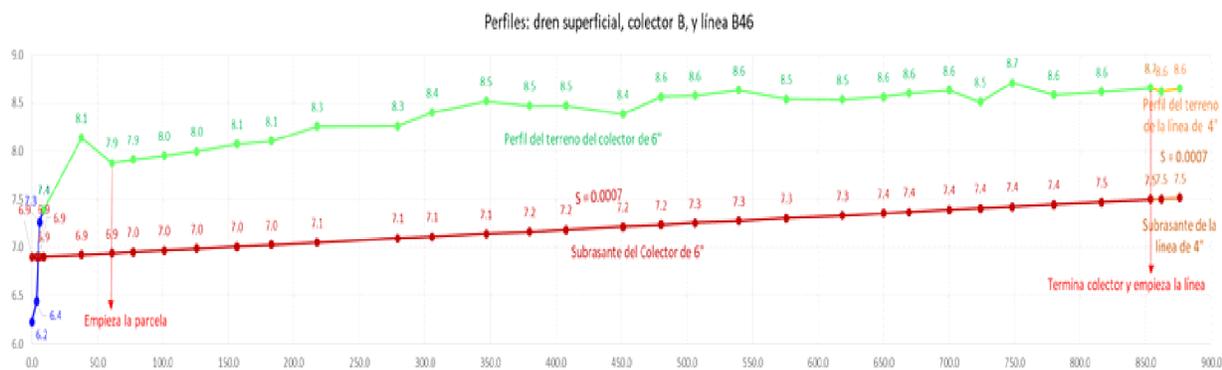


Figura 27. Perfil longitudinal del colector subterráneo parcelario B y dren subterráneo parcelario B46.





1.2 Verificación de planos y documentos técnicos en las 405 ha donde se realiza la instalación

Debido a que el ciclo agrícola otoño-invierno se encuentra en plena ejecución, se buscaron nuevas superficies para la instalación del drenaje subterráneo parcelario, debido a que ya habían iniciado con las labores agrícolas.

En particular, algunos productores cuyas superficies se habían contemplado para la instalación de drenaje agrícola subterráneo, en las que se realizaron trabajos de verificación hidráulica de proyectos, decidieron -durante el mes de noviembre- sembrar sus parcelas a pesar de tener problemas de salinidad; por lo que en conjunto con las autoridades tradicionales y gubernamentales se gestionó la incorporación de otros usuarios con parcelas que ya habían sido diagnosticadas con presencia de suelos salinos dentro del inventario de superficies con estas características dentro del DR 018 del Pueblo Yaqui.,

A continuación, se presentan los proyectos actualizados por Pueblo.

1.2.1. Pueblo de Pótam

Para el caso del Pueblo de Pótam, la superficie verificada fue de 105 ha (figura 28), cuyos planos se muestran en las figuras 29 a la 33. También se presentan los cuadros de la revisión de los parámetros hidráulicos de cada plano.

1.2.2. Pueblo de Ráhum

Para el caso del Pueblo de Ráhum, la superficie verificada fue de 300 ha (figura 34), cuyos planos se muestran en las figuras 35 a la 38. También se presentan los cuadros de la revisión de los parámetros hidráulicos de cada plano.





Figura 28. Localización de los proyectos de drenaje subterráneo parcelario de 105 ha del Pueblo de Pótam

Cuadro 5. Revisión de los parámetros hidráulicos del proyecto ejecutivo de 23.50 ha de Pótam.

PLANO D01815003C		PREDIO PROPIEDAD DE POTAM 23.50 ha									
Colector	Dren	Longitud (m)	Pendiente (%)	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (m)	q (mm/día)	Área drenada (ha) autocad	Gasto a remover (lps)	Gasto diseño (lps)	Velocidad diseño (m/s)	Observaciones
A	Total	348	0.06	6	0.1524	2.00	10.92	2.53	3.57	0.20	Se acepta, Qr<Qd
	A2	230	0.06	4	0.1016	4.00	0.50	0.23	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd
	A18	298	0.06	4	0.1016	4.00	0.78	0.36	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd
	A30	357	0.06	4	0.1016	4.00	0.66	0.31	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd
B	Total	676									
		27	0.06	8	0.2032	2.00	23.29	5.39	7.69	0.24	Se acepta Qr<Qd
		650	0.06	6	0.1524	2.00	12.37	2.86	3.57	0.20	Se acepta, Qr<Qd
	B2	313	0.06	4	0.1016	4.00	0.87	0.40	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd
	B18	319	0.06	4	0.1016	4.00	0.91	0.42	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd
	B30	284	0.06	4	0.1016	4.00	0.45	0.21	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd



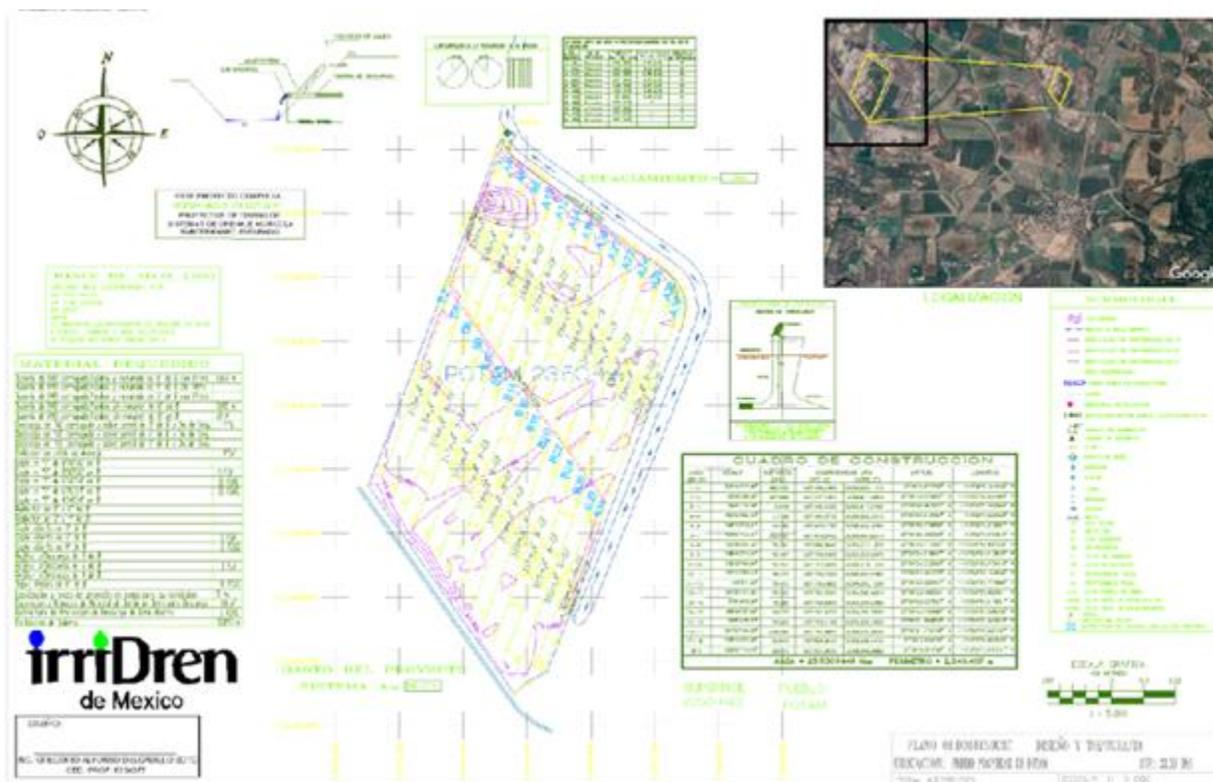


Figura 29. Plano de diseño de sistemas de drenaje subterráneo parcelario de 23.50 hectáreas.

Cuadro 6. Revisión de los parámetros hidráulicos del proyecto ejecutivo de 35.50 ha de Pótam.

PLANO D01815003D		PREDIO PROPIEDAD DE POTAM		35.50 ha							
Colector	Dren	Longitud (m)	Pendiente (%)	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (m)	q (mm/día)	Área drenada (ha) autocad	Gasto a remover (lps)	Gasto diseño (lps)	Velocidad diseño (m/s)	Observaciones
B-1	Total	90	0.07	6	0.1524	2.00	4.42	1.02	3.85	0.21	Se acepta, Qr<Qd
	B1	418	0.07	4	0.1016	4.00	1.11	0.51	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd
	B7	419	0.07	4	0.1016	4.00	0.92	0.43	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd
B-2	Total										
		105	0.07	6	0.1524	2.00	19.47	4.51	3.85	0.21	Es el tramo muerto
		350	0.07	6	0.1524	2.00	15.05	3.48	3.85	0.21	Se acepta, Qr<Qd
	B2	414	0.07	4	0.1016	4.00	1.09	0.51	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd
	B18	394	0.07	4	0.1016	4.00	1.01	0.47	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd
B30		368	0.07	4	0.1016	4.00	0.98	0.45	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd
	Total	433	0.07	6	0.1524	2.00	15.97	3.70	3.85	0.21	Se acepta Qr<Qd
G	G10	409	0.07	4	0.1016	4.00	1.06	0.49	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd
	G20	416	0.07	4	0.1016	4.00	1.10	0.51	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd
	G30	424	0.07	4	0.1016	4.00	1.15	0.53	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd





Figura 30. Plano de diseño de sistemas de drenaje subterráneo parcelario de 35.50 hectáreas.

Cuadro 7. Revisión de los parámetros hidráulicos del proyecto ejecutivo de 14.00 ha de Pótam.

PLANO D01821010		PREDIO PROPIEDAD DE POTAM			14.00 ha						
Colector	Dren	Longitud (m)	Pendiente (%)	Díámetro (pulgadas)	Díámetro (m)	q (mm/día)	Área drenada	Gasto a remover	Gasto diseño (lps)	Velocidad diseño	Observaciones
A	Total	381	0.06*	6	0.1524	2.00	13.93	3.23	3.57	0.20	Se acepta, $Q_r < Q_d$
	A8	256	0.06*	4	0.1016	4.00	0.71	0.33	1.21	0.15	Se acepta, $Q_r < Q_d$
	A16	428	0.06*	4	0.1016	4.00	1.14	0.53	1.21	0.15	Se acepta, $Q_r < Q_d$
	A24	622	0.06*	4	0.1016	4.00	1.58	0.73	1.21	0.15	Se acepta, $Q_r < Q_d$

*No indican la pendiente en el plano, por ser un terreno plano se propuso una pendiente de 0.06%





Figura 31. Plano de diseño de sistemas de drenaje subterráneo parcelario de 14.00 hectáreas.

Cuadro 8. Revisión de los parámetros hidráulicos del proyecto ejecutivo de 5.00 ha de Pótam.

PLANO D10821011		PREDIO PROPIEDAD DE POTAM		5.00 ha							
Colector	Dren	Longitud (m)	pendiente [%]	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (m)	q (mm/día)	Área drenada	Gasto a remover	Gasto diseño (lps)	Velocidad diseño	Observaciones
A-1	Total	33	0.06*	6	0.1524	2.00	1.47	0.34	3.57	0.20	Se acepta, Qr<Qd
	A1	311	0.06*	4	0.1016	4.00	0.86	0.40	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd
A-2	Total	156									
		22	0.06*	6	0.1524	2.00	5.41	1.25	3.57	0.20	Se acepta, Qr<Qd
		134	0.06*	6	0.1524	2.00	3.92	0.91	3.57	0.20	Se acepta, Qr<Qd
A2		312	0.06*	4	0.1016	4.00	0.79	0.36	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd
	A8	286	0.06*	4	0.1016	4.00	0.74	0.34	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd

No indican la pendiente en el plano, por ser un terreno plano se propuso una pendiente de 0.06%





Figura 32. Plano de diseño de sistemas de drenaje subterráneo parcelario de 5.00 hectáreas.

Cuadro 9. Revisión de los parámetros hidráulicos del proyecto ejecutivo de 27.00 ha de Pótam.

PLANO D108140048 PREDIO PROPIEDAD DE SOC. EL PORTON DE POTAM 27.00 ha											
Colector	Dren	Longitud (m)	Pendiente (%)	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (m)	q (mm/día)	Área drenada (ha) autocad	Gasto a remover (lps)	Gasto diseño (lps)	Velocidad diseño (m/s)	Observaciones
C	Total	238	0.08	8	0.2032	2.00	27.46	6.36	8.88	0.27	Se acepta $Q_r < Q_d$
		564	0.08	6	0.1524	2.00	21.28	4.93	4.12	0.23	Se acepta $Q_r < Q_d$
	C2	266	0.10	4	0.1016	4.00	0.75	0.35	1.56	0.19	Se acepta $Q_r < Q_d$
	C20	350	0.10	4	0.1016	4.00	0.96	0.45	1.56	0.19	Se acepta $Q_r < Q_d$
	C40	399	0.10	4	0.1016	4.00	1.02	0.47	1.56	0.19	Se acepta $Q_r < Q_d$
	C56	235	0.07	4	0.1016	4.00	0.61	0.28	1.31	0.16	Se acepta $Q_r < Q_d$





Figura 33. Plano de diseño de sistemas de drenaje subterráneo parcelario de 27.00 hectáreas.





Figura 34. Localización de los proyectos de drenaje subterráneo parcelario de 300.00 ha del Pueblo de Ráhum.

Cuadro 10. Revisión de los parámetros hidráulicos del proyecto ejecutivo de 53.00 ha de Ráhum.

PLANO 01:D01815003D		PREDIO PROPIEDAD DE RAHUM				53.00 ha					
Colector	Dren	Longitud (m)	Pendiente (%)	Díámetro (pulgadas)	Díámetro (m)	Área drenada (ha) autocad	Gasto a remover (lps)	Gasto diseño (lps)	Velocidad diseño (m/s)	Observaciones	
E	Total	452	0.07	6	0.1524	2.00	14.12	3.27	3.85	0.21	Se acepta, Qr<Qd
	E6	430	0.07	4	0.1016	4.00	1.08	0.50	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd
	E12	388	0.07	4	0.1016	4.00	1.06	0.49	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd
	E22	326	0.07	4	0.1016	4.00	1.02	0.47	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd
	E34	244	0.07	4	0.1016	4.00	0.59	0.27	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd
F	Total	304	0.07	6	0.1524	2.00	16.44	3.81	3.85	0.21	Se acepta, Qr<Qd
	F2	488	0.07	4	0.1016	4.00	2.30	1.06	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd
	F14	505	0.07	4	0.1016	4.00	1.36	0.63	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd
	F22	516	0.07	4	0.1016	4.00	1.26	0.58	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd
G	Total	55	0.07	6	0.1524	2.00	1.42	0.33	3.85	0.21	Se acepta, Qr<Qd
	G2	323	0.07	4	0.1016	4.00	0.61	0.28	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd
H	Total	770									
		81	0.07	8	0.2032	2.00	3.67	0.85	8.30	0.26	Se acepta, Qr<Qd
		689	0.07	6	0.1524	2.00	16.00	3.70	3.85	0.21	Se acepta, Qr<Qd
	H4	184	0.07	4	0.1016	4.00	0.50	0.23	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd
	H20	299	0.07	4	0.1016	4.00	0.76	0.35	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd
	H34	348	0.07	4	0.1016	4.00	0.76	0.35	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd
	H36	481	0.07	4	0.1016	4.00	1.50	0.69	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd





Figura 35. Plano de diseño de sistemas de drenaje subterráneo parcelario de 53.00 hectáreas.

Cuadro 11. Revisión de los parámetros hidráulicos del proyecto ejecutivo de 30.00 ha de Ráhum.

PLANO 01:D01B21009		PREDIO PROPIEDAD DE RAHUM		30.00 ha							
Colector	Dren	Longitud (m)	Pendiente (%)	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (m)	q (mm/día)	Área drenada	Gasto a remover	Gasto diseño (lps)	Velocidad diseño	Observaciones
B-1	Total	380									
		70	0.06*	8	0.2032	2.00	10.61	2.45	7.69	0.24	Se acepta, Qr<Qd
	310	0.06*	6	0.1524	2.00	8.63	2.00	3.57	0.20	Se acepta, Qr<Qd	
	B1	506	0.06*	4	0.1016	4.00	1.35	0.62	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd
	B11	336	0.06*	4	0.1016	4.00	0.88	0.41	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd
B23	172	0.06*	4	0.1016	4.00	0.55	0.26	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd	
B-2	Total	374									
		98	0.06*	8	0.2032	2.00	18.73	4.33	7.69	0.24	Se acepta, Qr<Qd
	276	0.06*	6	0.1524	2.00	13.96	3.23	3.57	0.20	Se acepta, Qr<Qd	
	B2	531	0.06*	4	0.1016	4.00	1.36	0.63	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd
	B16	462	0.06*	4	0.1016	4.00	1.21	0.56	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd
B30	431	0.06*	4	0.1016	4.00	1.11	0.52	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd	

No indican la pendiente en el plano, por ser un terreno plano se propuso una pendiente de 0.06%



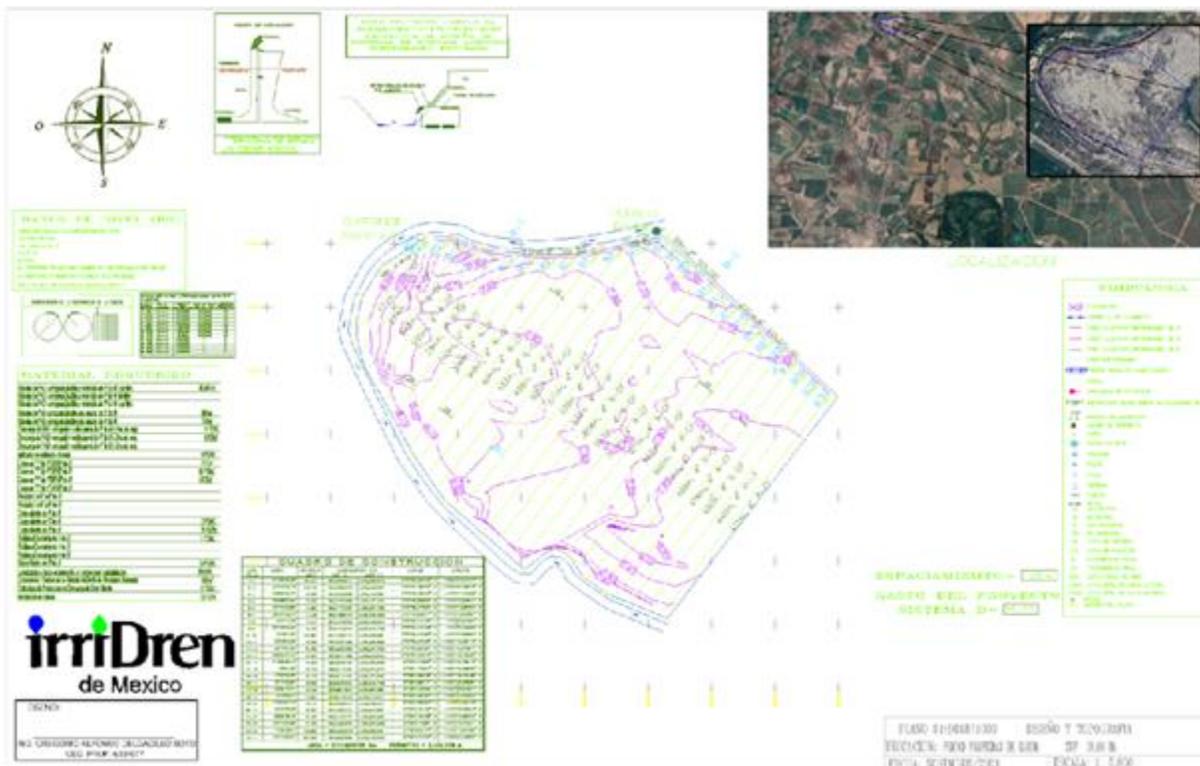


Figura 36. Plano de diseño de sistemas de drenaje subterráneo parcelario de 30.00 hectáreas.



Cuadro 12. Revisión de los parámetros hidráulicos del proyecto ejecutivo de 193.50 ha de Ráhum.

PLANO 01: D01015012B		PREDIO PROPIEDAD DE RAHUM					193.50 ha					
Colector	Dren	Longitud (m)	Pendiente (%)	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (m)	q (mm/día)	Área drenada	Gasto a remover	Gasto diseño (lps)	Velocidad diseño	Observaciones	
F-1	Total	2043	0.07	6	0.1524	2.00	14.53	3.36	3.85	0.21	Se acepta Qr<Qd	
F-2	Total	1607										
		1010	0.07	8	0.2032	2.00	28.40	6.57	8.30	0.26	Se acepta Qr<Qd	
		597	0.07	6	0.1524	2.00	16.70	3.87	3.85	0.21	Se acepta Qr<Qd	
	F6	530	0.07	4	0.1016	4.00	1.32	0.61	1.31	0.16	Se acepta Qr<Qd	
	F10	527	0.07	4	0.1016	4.00	1.32	0.61	1.31	0.16	Se acepta Qr<Qd	
	F50	464	0.07	4	0.1016	4.00	1.21	0.56	1.31	0.16	Se acepta Qr<Qd	
	F66	511	0.01	4	0.1016	4.00	1.26	0.58	0.49	0.06	Se acepta Qr<Qd	
	F78	429	0.10	4	0.1016	4.00	0.95	0.44	1.56	0.19	Se acepta Qr<Qd	
	F82	380	0.07	4	0.1016	4.00	0.96	0.45	1.31	0.16	Se acepta Qr<Qd	
	F98	404	0.07	4	0.1016	4.00	0.99	0.46	1.31	0.16	Se acepta Qr<Qd	
	E58	747	0.13	4	0.1016	4.00	1.82	0.84	1.78	0.22	Se acepta Qr<Qd	
	E48	753	0.13	4	0.1016	4.00	2.00	0.93	1.78	0.22	Se acepta Qr<Qd	
G1	Total	682	0.07	6	0.1524	2.00	12.05	2.79	3.85	0.21	Se acepta Qr<Qd	
G2	Total	867										
		109	0.07	8	0.2032	2.00	15.47	3.58	8.30	0.26	Se acepta Qr<Qd	
		758	0.07	6	0.1524	2.00	12.98	3.00	3.85	0.21	Se acepta Qr<Qd	
	G20	247	0.07	4	0.1016	4.00	0.66	0.31	1.31	0.16	Se acepta Qr<Qd	
	G38	347	0.07	4	0.1016	4.00	0.78	0.36	1.31	0.16	Se acepta Qr<Qd	
	G8	251	0.07	4	0.1016	4.00	0.43	0.20	1.31	0.16	Se acepta Qr<Qd	
	G9	346	0.07	4	0.1016	4.00	0.92	0.43	1.31	0.16	Se acepta Qr<Qd	
	G23	346	0.07	4	0.1016	4.00	0.86	0.40	1.31	0.16	Se acepta Qr<Qd	
	G33	401	0.07	4	0.1016	4.00	1.04	0.48	1.31	0.16	Se acepta Qr<Qd	
E-1	Total	608										
		303	0.05	8	0.2032	2.00	34.85	8.07	7.02	0.22		
		305	0.05	6	0.1524	2.00	19.26	4.46	3.26	0.18		
	E2	505	0.07	4	0.1016	4.00	1.43	0.66	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd	
	E16	513	0.07	4	0.1016	4.00	1.31	0.61	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd	
	E24	671	0.07	4	0.1016	4.00	1.70	0.79	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd	
	E34	729	0.07	4	0.1016	4.00	1.80	0.83	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd	
E-2	Total	340	0.06	6	0.1524	2.00	16.34	3.78	3.57	0.20	Se acepta Qr<Qd	
	E5	531	0.07	4	0.1016	4.00	1.32	0.61	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd	
	E17	536	0.07	4	0.1016	4.00	1.35	0.62	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd	
C	Total											
		297	0.06*	8	0.2032	2.00	31.62	7.32	7.69	0.24	Se acepta, Qr<Qd	
		608	0.06*	6	0.1524	2.00	23.12	5.35	3.57	0.20	Se acepta, Qr<Qd	
	C36	481	0.07*	4	0.1016	4.00	1.23	0.57	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd	
	C46	511	0.07*	4	0.1016	4.00	1.35	0.63	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd	
	C54	522	0.07*	4	0.1016	4.00	1.34	0.62	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd	
D	Total	1003										
		476	0.06*	8	0.2032	2.00	34.27	7.93	7.69	0.24	Se acepta, Qr<Qd	
		527	0.06*	6	0.1524	2.00	12.11	2.80	3.57	0.20	Se acepta, Qr<Qd	
	D7	423	0.07*	4	0.1016	4.00	1.12	0.52	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd	
	D17	425	0.07*	4	0.1016	4.00	1.10	0.51	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd	
	D34	429	0.07*	4	0.1016	4.00	1.17	0.54	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd	
	D46	429	0.07*	4	0.1016	4.00	1.11	0.52	1.31	0.16	Se acepta, Qr<Qd	

No indican la pendiente en el plano, por ser un terreno plano se propuso una pendiente de 0.06%





Figura 37. Plano de diseño de sistemas de drenaje subterráneo parcelario de 193.50 hectáreas.



Cuadro 13. Revisión de los parámetros hidráulicos del proyecto ejecutivo de 23.50 ha de Ráhum.

PLANO 01:D10821004B			PRECIO PROPIEDAD DE RAHUM				23.50 ha					
Colector	Dren	Longitud (m)	pendiente (%)	Díámetro (pulgadas)	Díámetro (m)	q (mm/día)	Área drenada	Gasto a remover	Gasto diseño (lps)	Velocidad diseño	Observaciones	
B	Total	995										
		509	0.06*	8	0.2032	2.00	23.54	5.45	7.69	0.24	Se acepta, Qr<Qd	
	486	0.06*	6	0.1524	2.00	15.18	3.51	3.57	0.20	Se acepta, Qr<Qd		
	B38	415	0.06*	4	0.1016	4.00	1.09	0.50	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd	
	B48	540	0.06*	4	0.1016	4.00	1.43	0.66	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd	
	B60	531	0.06*	4	0.1016	4.00	1.36	0.63	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd	
	B70	326	0.06*	4	0.1016	4.00	0.89	0.41	1.21	0.15	Se acepta, Qr<Qd	

*No indican la pendiente en el plano, por ser un terreno plano se propuso una pendiente de 0.06%

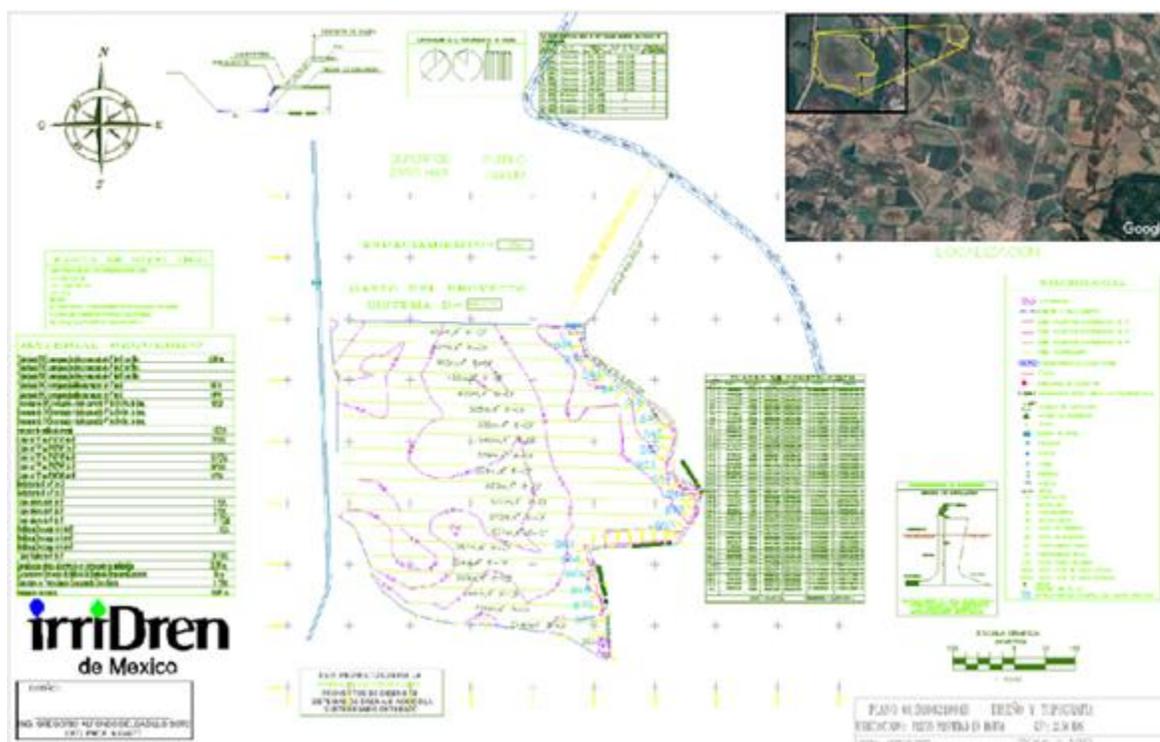


Figura 38. Plano de diseño de sistemas de drenaje subterráneo parcelario de 23.50 hectáreas.





En el siguiente cuadro, se resumen las superficies verificadas por Pueblo Yaqui, así como la superficie total con proyecto ejecutivo.

Cuadro 14. Proyectos ejecutivos en el Pueblo Yaqui, 2021

Superficie (ha)	
Potam	Rahum
23.50	193.50
35.50	53.00
14.00	30.00
5.00	23.50
27.00	
105.00	300.00
Total	
405.00	

En general los proyectos son aceptables con algunas adecuaciones menores en cuanto a pendiente y diámetro de los colectores. En los drenes parcelarios no hay modificaciones.

En particular, en el proyecto ejecutivo de 14.00 ha de Pótam, no se indicó la pendiente del colector y de los laterales, por ser un terreno plano, se propuso una pendiente de 0.06%, la cual resultó adecuada para desalojar el gasto requerido. En los proyectos de 30.00, 193.50 y 23.50 ha, de algunas parcelas de Ráhum, no se indicó la pendiente del colector y de los laterales, por ser un terreno plano, se propuso una pendiente de 0.06 a 0.07%, la cuales resultaron adecuadas para desalojar el gasto requerido.

A. Presupuestos

Los proyectos ejecutivos de los sistemas de drenaje subterráneo parcelario para el Pueblo de Pótam tienen un costo sin IVA de \$4,626,313.30 (CUATRO MILLONES SEISCIENTOS VEINTISÉIS MIL TRESCIENTOS TRECE PESOS 30/100 M.N.) y un costo total con IVA de \$5,366,523.42 (CINCO MILLONES TRESCIENTOS SESENTA Y SEIS MIL QUINIENTOS VEINTITRÉS PESOS 42/100 M.N.).

El costo por hectárea sin IVA es de \$44,060.13 (CUARENTA Y CUATRO MIL SESENTA PESOS 13/100 M.N.), y el costo por hectárea con IVA es de \$51,109.75 (CINCUENTA Y UN MIL CIENTO NUEVE PESOS 75/100 M.N.).





Cuadro 15. Costo total de los proyectos ejecutivos del Pueblo de Pótam

Material requerido	Unidad	P.U. (\$)	Cantidad	Importe (\$)
Tubería de PAD corrugado,flexible y ranurado de 4" de Ø con filtro	m	54.40	43,754	2,380,217.60
Tubería de PAD corrugado,flexible sin ranurar de 6" de Ø	m	163.15	3,410	556,321.92
Tubería de PAD corrugado,flexible sin ranurar de 8" de Ø	m	266.00	290	77,140.00
Descarga de PAD corrugado y doble pared de 8" de Ø y 3m. de long.	pza	765.20	2	1,530.40
Descarga de PAD corrugado y doble pared de 6" de Ø y 3m. de long.	pza	441.30	4	1,765.20
Indicador de salida de drenaje	pza	327.40	6	1,964.40
Cople en "T" de 8"X8"X4" de Ø	pza	715.00	9	6,435.00
Cople en "T" de 6"X6"X4" de Ø	pza	595.30	80	47,624.00
Cople en "Y" de 6"X6"X4" de Ø	pza	588.41	28	16,475.48
Cople en "T" de 4"X4"X4" de Ø	pza	213.84	6	1,283.04
Cople abierto de 8" de Ø	pza	62.32	2	100.40
Cople abierto de 6" de Ø	pza	57.70	9	491.88
Cople abierto de 4" de Ø	pza	26.23	48	1,254.28
Rejillas p/Descarga de 8 de Ø	pza	59.43	2	118.86
Rejillas p/Descarga de 6 de Ø	pza	56.99	4	227.96
Tapas finales de 4" de Ø	pza	57.12	119	6,797.28
Localizacion y trazo del proyecto en campo para su instalacion	ha	466.98	105	49,032.90
Excavacion y Remocion de Material de Bordo de Dren para Descarga	m3	75.67	700	52,969.00
Estructura de Proteccion de Descarga de Dren Abierto	pza	3,995.00	6	23,970.00
Instalacion de tubería y accesorios	m	23.22	47,454	1,101,879.09
Labores agrícolas asociadas (subsileo, rastreo y bordeo)	ha	2,660.00	105	279,300.00
Muestreo de agua y suelo	pza	970.73	20	19,414.60
			Subtotal	4,626,313.30
			IVA (16 %)	740,210.13
			Total	5,366,523.42
			Costo por hectárea sin IVA	44,060.13
			Costo por hectárea con IVA	51,109.75

Los proyectos ejecutivos de los sistemas de drenaje subterráneo parcelario para el Pueblo de Ráhum tienen un costo sin IVA de \$13,218,514.39 (TRECE MILLONES DOSCIENTOS DIECIOCHO MIL QUINIENTOS CATORCE PESOS 39/100 M.N.) y un costo total con IVA de \$15,333,476.69 (QUINCE MILLONES TRESCIENTOS TREINTA Y TRES MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y SEIS PESOS 69/100 M.N.)

El costo por hectárea sin IVA es de \$44,061.71 (CUARENTA Y CUATRO MIL SESENTA Y UN PESOS 71/100 M.N.), y el costo por hectárea con IVA es de \$51,111.59 (CINCUENTA Y UN MIL CIENTO ONCE PESOS 59/100 M.N.).





Cuadro 16. Costo total de los proyectos ejecutivos del Pueblo de Ráhum.

Material requerido	Unidad	P.U. (\$)	Cantidad	Importe (\$)
Tubería de PAD corrugado,flexible y ranurado de 4" de Ø con filtro	m	54.40	118,842	6,464,983.04
Tubería de PAD corrugado,flexible sin ranurar de 6" de Ø	m	163.15	8,797	1,435,157.13
Tubería de PAD corrugado,flexible sin ranurar de 8" de Ø	m	266.00	3,607	959,448.70
Descarga de PAD corrugado y doble pared de 8" de Ø y 3m. de long.	pza	765.20	8	6,121.60
Descarga de PAD corrugado y doble pared de 6" de Ø y 3m. de long.	pza	441.30	5	2,206.50
Indicador de salida de drenaje	pza	327.40	13	4,256.20
Cople en "T" de 8"X8"X4" de Ø	pza	715.00	33	23,595.00
Cople en "T" de 6"X6"X4" de Ø	pza	595.30	178	105,963.40
Cople en "Y" de 6"X6"X4" de Ø	pza	588.41	49	28,832.09
Cople en "T" de 4"X4"X4" de Ø	pza	213.84	17	3,635.28
Cople abierto de 8" de Ø	pza	62.32	20	1,248.81
Cople abierto de 6" de Ø	pza	57.70	22	1,268.90
Cople abierto de 4" de Ø	pza	26.23	130	3,406.79
Rejillas p/Descarga de 8 de Ø	pza	59.43	9	534.87
Rejillas p/Descarga de 6 de Ø	pza	56.99	5	284.95
Tapas finales de 4" de Ø	pza	57.12	284	16,222.08
Localizacion y trazo del proyecto en campo para su instalacion	ha	466.98	300	140,094.00
Excavacion y Remocion de Material de Bordo de Dren para Descarga	m3	75.67	1,200	90,804.00
Estructura de Proteccion de Descarga de Dren Abierto	pza	3,995.00	13	51,935.00
Instalacion de tuberia y accesorios	m	23.22	131,245	3,047,511.22
Labores agrícolas asociadas (subsuelo, rastreo y bordeo)	ha	2,660.00	300	798,000.00
Muestreo de agua y suelo	pza	970.73	34	33,004.82
			Subtotal	13,218,514.39
			IVA (16%)	2,114,962.30
			Total	15,333,476.69
			Costo por hectárea sin IVA	44,061.71
			Costo por hectárea con IVA	51,111.59

B. Conclusiones y recomendaciones

- Los proyectos ejecutivos de drenaje subterráneo parcelario se aceptan.
- Las adecuaciones que se encontraron son más de forma que no afectan en el diseño y su funcionamiento de los sistemas de drenaje subterráneo parcelario, principalmente se hicieron modificaciones en la pendiente, generalmente se bajó de 0.06 a 0.07%.
- Los drenes superficiales a pesar de encontrarse azolvados y con maleza y en algunos casos con arbustos, los colectores siempre van a estar sobre la plantilla de dichos drenes.





➤ Se recomienda realizar el mantenimiento de los drenes superficiales para que se garantice el buen funcionamiento de los sistemas de drenaje subterráneo parcelario.

➤ El costo total por hectárea, incluyendo IVA, tanto en Rahúm como en Pótam se puede establecer de \$51,111.11 (Cincuenta y un mil ciento once pesos 11/100 m.n.), por lo que el presupuesto base correspondiente a las 405 ha debe ser de \$20,7000,000.00 (Veinte millones setecientos mil pesos 00/100 m.n.)

1.3 Recorridos de campo.

El día 8 de noviembre de 2021, en el Pueblo Yaqui de Pótam se realizó una reunión para establecer un plan de trabajo para realizar los recorridos de campo por las áreas agrícolas de Pótam, Ráhum, Huírivis y Belem. Por los Pueblos Yaquis estuvieron presentes: Gobernador Juan Espinoza Leyva, Pueblo mayor Paulino García Alamé, Capitán Abel Olame Cuquis, Comandante Gregorio Jaimes Aguilera, Hilario Molina del INPI, Técnicos Roque Sopomé, Edeliberto Olea, Jesús Castillo y Cornelio Molina. Por el IMTA M.C. José Rodolfo Namuche Vargas y el M.I. Erickdel Castillo Solís. Se deliberó las alternativas de trabajo y se acordó que el recorrido de campo se realizaría con los técnicos de Pótam, Ráhum, Huírivis y Belem.

Los recorridos de campo se realizaron durante los días 8 al 13 de noviembre con Hilario Molina de INPI y los técnicos Roque Sopomé, Edeliberto Olea, Jesús Castillo, Cornelio Molina y Juan Gregorio Jaime.

Con base en el plan de trabajo con los técnicos se visitaron las parcelas ensalitradas con baja producción y parcelas abandonadas y enmontadas por salinidad y con infraestructura hidroagrícola (Figuras 39, 40 y 41). Las superficies con problemas de salinidad localizadas en los recorridos se resumen en el cuadro 17.





Figura 39. Técnicos de la Tribu Yaqui e IMTA en los recorridos de campo

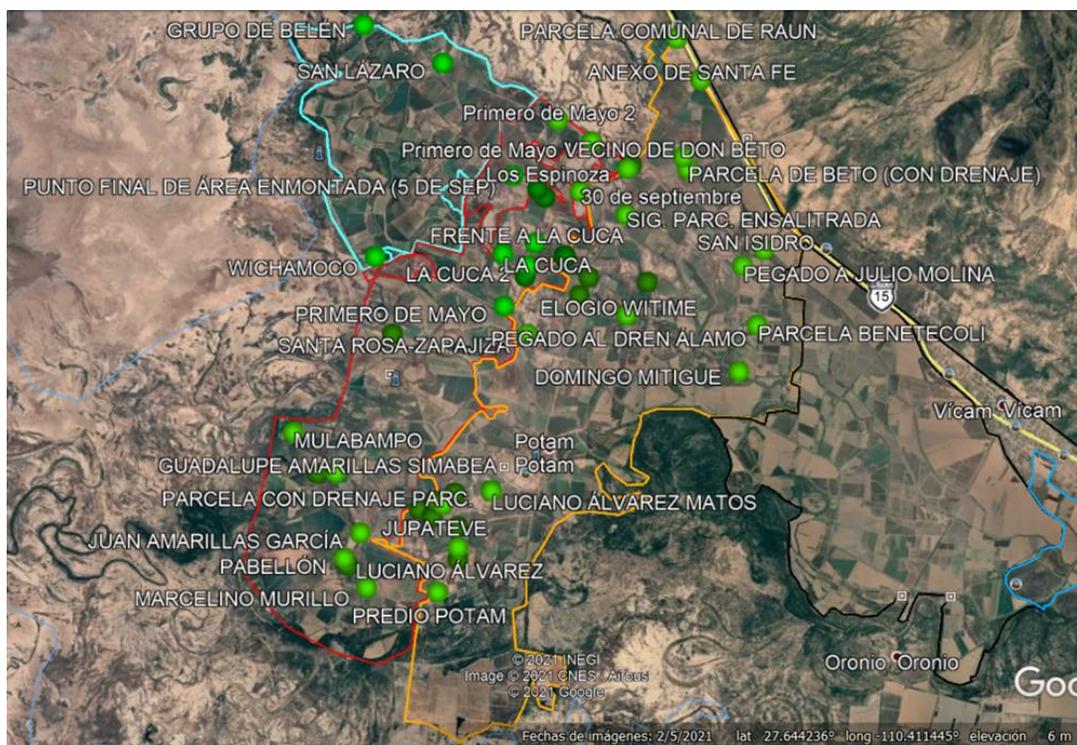


Figura 40. Localización de las áreas ensalitradas





Figura 41. Parcelas ensalitradas con manchones y enmontadas abandonadas por salinidad con infraestructura hidroagrícola.

Cuadro 17. Superficie con problemas de salinidad localizada en los recorridos.

No.	Pueblo	Parcela de	Superficie (ha)	Estado actual de la parcela
1	Pótam	Don Beto	10.55	Parcela con drenaje subterráneo
2	Pótam	Vecino a Don Beto	8.65	Ensalitrada
3	Pótam	San Isidro	7.78	Enmontada
4	Pótam	Julio Molina	11.29	Enmontada
5	Pótam	Vecino a Julio Molina	15.65	Ensalitrada
6	Pótam	Parcela benetecoli	4.97	Ensalitrada
7	Pótam	Parcela vecina a benetecoli	35.02	Enmontada
8	Pótam	Domingo Mitigue	18.38	Ensalitrada
9	Pótam	Elogio Witime	31.76	Ensalitrada
10	Pótam	Predio Tecui Bejui	51.05	Ensalitrada
11	Pótam	Loma bonita	82.32	Ensalitrada
12	Pótam	Cerca de 30 de septiembre	6.40	Ensalitrada
13	Pótam	Huaevas	15.53	Ensalitrada
14	Pótam	Santa Rosa	54.11	Ensalitrada
15	Pótam	Vecino a Luciano Álvarez Matos	21.59	Ensalitrada
16	Pótam	Porton	13.67	Parcela con drenaje subterráneo
17	Pótam	Mario Antonio	4.80	Manchones de sales
18	Pótam	Emeterio Witime	5.63	Enmontada
19	Pótam	Remigio	18.87	Ensalitrada
20	Pótam	Jupateve	7.12	Manchones de sales
21	Pótam	Alfonso Liso Bautista	2.74	Enmontada
22	Pótam	Cecilio García Murillo	20.05	Enmontada
23	Pótam	Luciano Álvarez	88.99	Enmontada
24	Pótam	Domingo Sumúa	1.29	Enmontada
25	Pótam	Predio Pótam	4.43	Manchones de sales
26	Pótam	Ramón González	3.69	Enmontada
27	Pótam	Los Espinoza	2.59	Manchones de sales





28	Ráhum	Marcelino Murillo	11.16	Manchones de sales
29	Ráhum	Los Alamos	21.01	Enmontada
30	Ráhum	Los Alamos	189.72	Ensalitrada
31	Ráhum	Pabellón	39.25	Enmontada
32	Ráhum	Juán Amarillas García	13.17	Manchones de sales
33	Ráhum	Guadalupe Amarillas Simabea	29.32	Ensalitrada
34	Ráhum	Sector Mulabampo	157.98	Enmontada
35	Ráhum	Mulabampo	36.83	Manchones de sales
36	Ráhum	Adolfo de la Huerta	27.80	Enmontada
37	Ráhum	Anexo de Santa Fe	17.68	Enmontada
38	Ráhum	Parcela comunal de Ráhum	14.53	Enmontada
39	Ráhum	La Piedra	3.82	Enmontada
40	Ráhum	Primero de mayo	17.49	Enmontada
41	Ráhum	Primero de mayo	72.24	Ensalitrada
42	Ráhum	La Cuca	5.67	Enmontada
43	Ráhum	La Cuca 2	1.93	Enmontada
44	Ráhum	Frente a La Cuca	122.10	Ensalitrada
45	Ráhum	Luisa Cupis Medina	10.00	Manchones de sales
46	Ráhum	5 de septiembre	234.22	Ensalitrada
47	Ráhum	Primero de mayo, Los Espinoza	157.10	Ensalitrada
48	Ráhum	30 de septiembre	15.71	Manchones de sales
49	Ráhum	Primero de Mayo	21.77	Enmontada
50	Ráhum	Primero de Mayo	15.05	Enmontada
51	Ráhum	Primero de Mayo	19.68	Ensalitrada
52	Huírivis	San Lázaro	37.70	Enmontada
53	Huírivis	San Lázaro	105.26	Enmontada
54	Huírivis	Wichamoco	89.58	Ensalitrada
55	Huírivis	Vecino a Wichamoco	16.62	Enmontada
56	Belem	Grupo de Belem	59.16	Enmontada
57	Torim	Torim	1.72	Ensalitrada
58	Torim	Torim	2.43	Ensalitrada
59	Bacum	Bacum	66.80	Ensalitrada
		Enmontada	739.20	
		Ensalitrada	1,314.19	
		Con manchones de sales	105.81	
		Con drenaje subterráneo	24.22	
		Total	2,183.42	





El cuadro 18, contiene información proporcionada por la CONAGUA en un plano digital y que muestra el área ensalitrada que complementa lo verificado en campo.

Cuadro 18. Parcelas registradas por la CONAGUA que complementan las parcelas del recorrido de campo.

No.	Pueblo	Parcela de:	Superficie (ha)	Estado actual de la parcela
1	Belém	Vecino sociedad UEPA	54.29	Ensalitrada
2	Huírivis	Vecino a Irene Valdéz	43.14	Ensalitrada
3	Huírivis	Vecino a Esteban Rodríguez	32.08	Ensalitrada
4	Huírivis	Vecino a Pithaya2	1.78	Ensalitrada
5	Huírivis	Vecino a Comunal de huírivis	28.22	Ensalitrada
6	Huírivis	Vecino a Los Vega	15.43	Ensalitrada
7	Huírivis	Vecino de Bateve	6.98	Ensalitrada
8	Huírivis	Vecino Natalio Valenzuela	43.86	Ensalitrada
9	Rahúm	Vecino de Cruz Alta	23.50	Ensalitrada
10	Rahúm	Vecino de Concepción García	17.35	Ensalitrada
11	Rahúm	Vecino a Labor Carmen	14.95	Ensalitrada
12	Rahúm	Vecino de Brijido Nocamea	76.00	Ensalitrada
13	Potám	Vecino a San Isidro	53.34	Ensalitrada
14	Potám	Vecino a conglomerado Pótam	1.45	Ensalitrada
15	Potám	Vecino de dolores Estrella	33.37	Ensalitrada
16	Potám	Vecino Juan Álvarez	0.73	Ensalitrada
17	Potám	Vecino de Armando Jiabuamea	5.14	Ensalitrada
18	Potám	Vecino Luis Leyva Palomares	0.57	Ensalitrada
19	Potám	Vecino de Julia Molina	3.07	Ensalitrada
20	Potám	Vecino de Soc. Fco. I. Madero	19.70	Ensalitrada
21	Potám	Vecino Soc. Loma Bonita	25.49	Ensalitrada
22	Potám	Vecino José Hilario Buitimea Cupiz	75.27	Ensalitrada
23	Potám	Vecino Felipe Valenzuela A.	19.89	Ensalitrada
24	Potám	Vecino de soc. Tres Cruces	23.61	Ensalitrada
25	Potám	Vecino Apolinar Molina	3.52	Ensalitrada
26	Loma de huamóchic	Vecino Soc. guamuchil No. 5	0.78	Ensalitrada
		Suma	623.51	



La Dirección de Infraestructura del Organismo de Cuenca Noroeste de la CONAGUA proporcionó un informe en donde el pueblo Yaqui manifiesta que se tienen 811.16 ha con proyectos ejecutivos para la instalación de drenaje subterráneo parcelario (Cuadro 19 y Figuras 42 y 43).

Cuadro 19. Superficie con proyectos ejecutivos proporcionados por CONAGUA y Pueblo Yaqui.

Sitio	Usuario	Superficie (ha)
Drenaje subterráneo 1	Comunidad de Rahúm	99.98
Drenaje subterráneo 2	Juan Gregorio Jaime León	86.00
Drenaje subterráneo 3	Comunidad de Rahúm	85.57
Drenaje subterráneo 4	Comunidad de Pótam	70.99
Drenaje subterráneo 5	Comunidad de Rahúm	50.37
Drenaje subterráneo 6	Lote Huirivis	62.00
Drenaje subterráneo 7	Comunidad de Rahúm	103.26
Drenaje subterráneo 8	Comunidad de Rahúm	122.39
Drenaje subterráneo 9	Comunidad de Rahúm	130.60
Suma		811.16

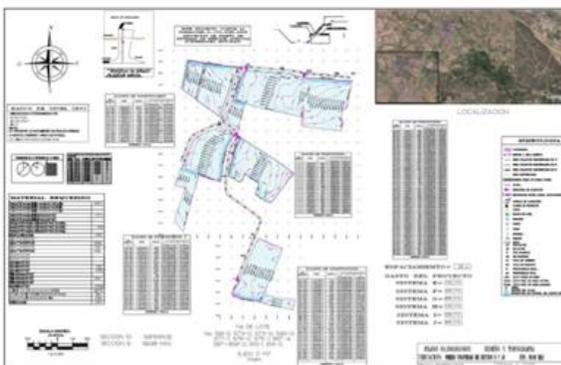


Figura 42. Proyecto ejecutivo con 99.98 ha para instalar drenaje subterráneo parcelario

Paseo Cuauhnáhuac No. 8532, Col. Progreso, CP. 62550, Jiutepec, Morelos. Tel: (777) 329 3600 www.gob.mx/imta



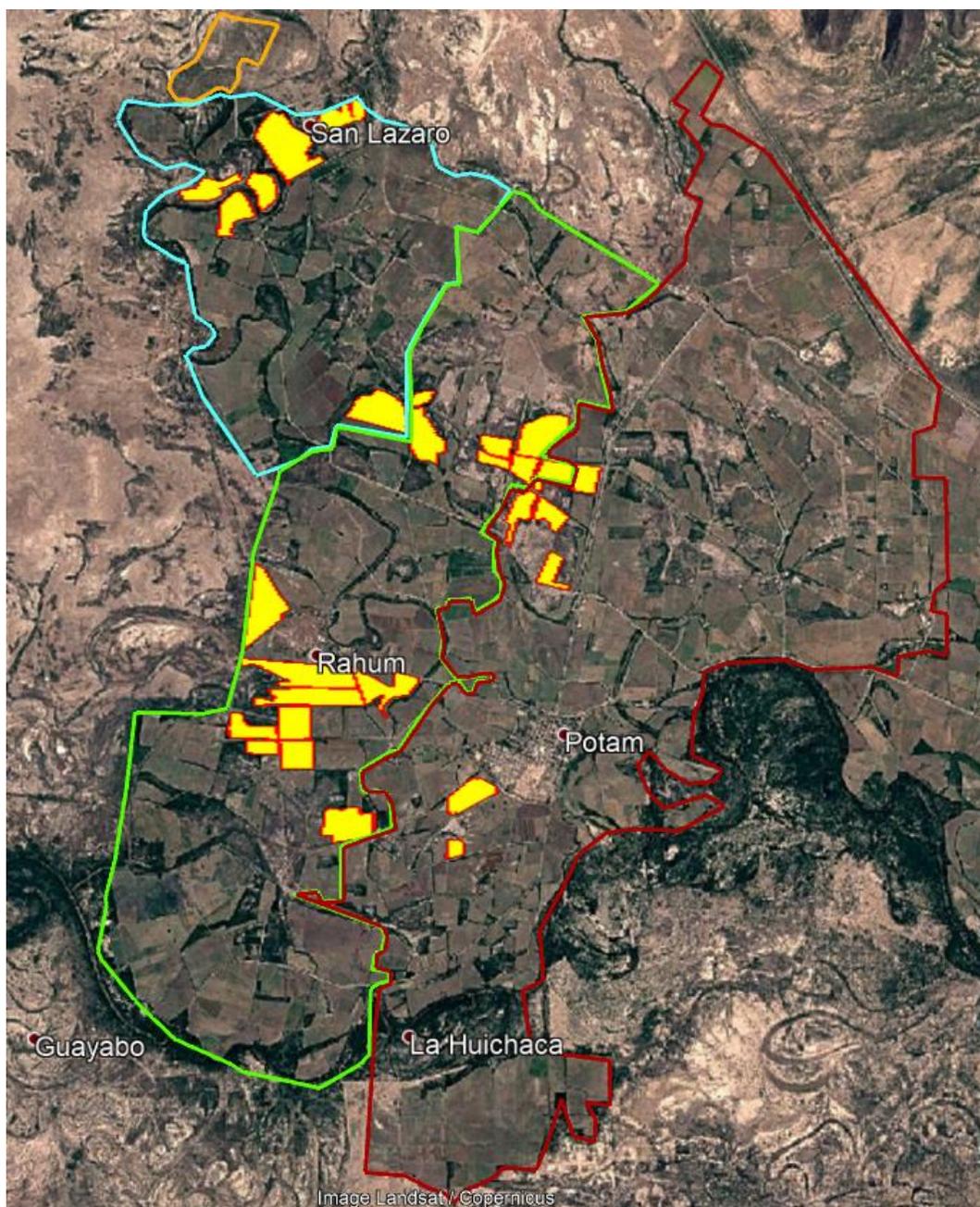


Figura 43. Localización de áreas con proyectos ejecutivos para la instalación de drenaje subterráneo parcelario





En el siguiente cuadro, se presentan las superficies enmontadas y ensalitradas, destacándose los Pueblo de Pótam y Ráhum.

Cuadro 20. Superficies enmontadas y ensalitradas definidas por Pueblo Yaqui-CONAGUA

Superficies (ha)		
Pueblo	Enmontada	Ensalitrada
Belem	41.90	54.29
Huírivis	626.65	227.30
Ráhum	669.21	933.70
Pótam	1,026.27	542.48
Vicam	371.75	0.00
Torim	1,543.39	4.15
Bacum	1,086.53	66.80
Cocorit	239.65	0.78
Suma	5,605.36	1,829.50
Total		7,434.86

En resumen, en cuadro 21 y la figura 44 muestra las superficies ensalitradas y enmontadas localizadas con los recorridos de campo, información proporcionada por CONAGUA Regional y Federal. Para tener una cifra más exacta se debe realizar un estudio de salinidad analizada en toda la superficie del Distrito de Riego 018 Pueblo Yaqui, Sonora.

Cuadro 21. Resumen de las parcelas ensalitradas y enmontadas

Parcelas	Ensalitradas (ha)	Abandonadas y enmontadas (ha)
Determinadas en el recorrido de campo	1,314.19	
Reportadas por CONAGUA (complemento)	623.51	
Determinadas en el recorrido de campo		739.20
Enmontadas reportadas por CONAGUA (complemento)		4866.16
Con manchones de sales (recorrido de campo)	105.81	
Con diseño de drenaje subterráneo (CONAGUA - Pueblo Yaqui)	811.16	
Ensalitradas encontradas con imagen de satélite	452.43	
Suma	3,307.10	5,605.36
Total de ensalitradas y abandonadas		8,912.46



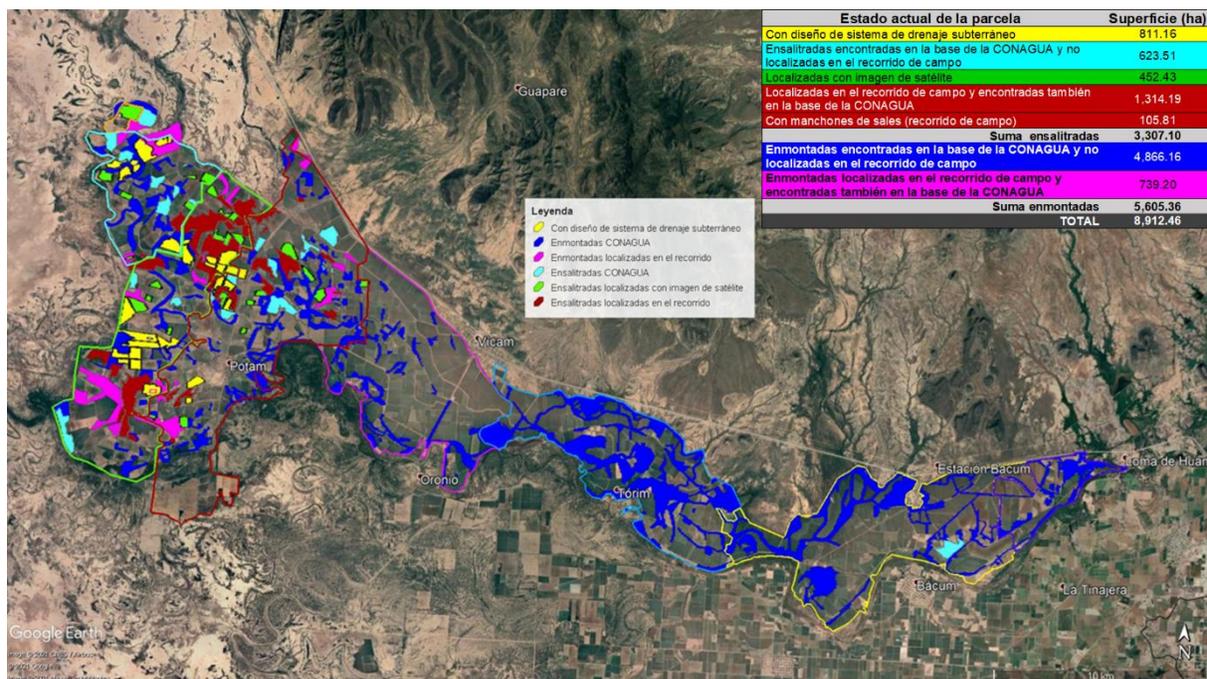


Figura 44. Plano localizando las parcelas ensalitradas y enmontadas en el D.R. 018 Pueblo Yaqui, Sonora.

Muestreo y medición de la salinidad del agua de riego y de los drenes a cielo abierto.

Se realizó un muestreo de agua en el canal de riego y en los drenes con un conductímetro, que nos permitió determinar el grado de salinidad. Los puntos de muestreo se observan en la figura 45. La calidad de agua del canal y de los drenes son aptas para riego (Cuadro 22). El agua de los drenes a cielo abierto es el agua de coleo, es una de las razones del incremento de la salinidad del suelo, porque aplican un exceso de agua en el riego, además arrastra mucho sedimento y colmata la sección hidráulica de los drenes a cielo abierto, mostrando un deficiente funcionamiento (Figura de la 46 a la 51).



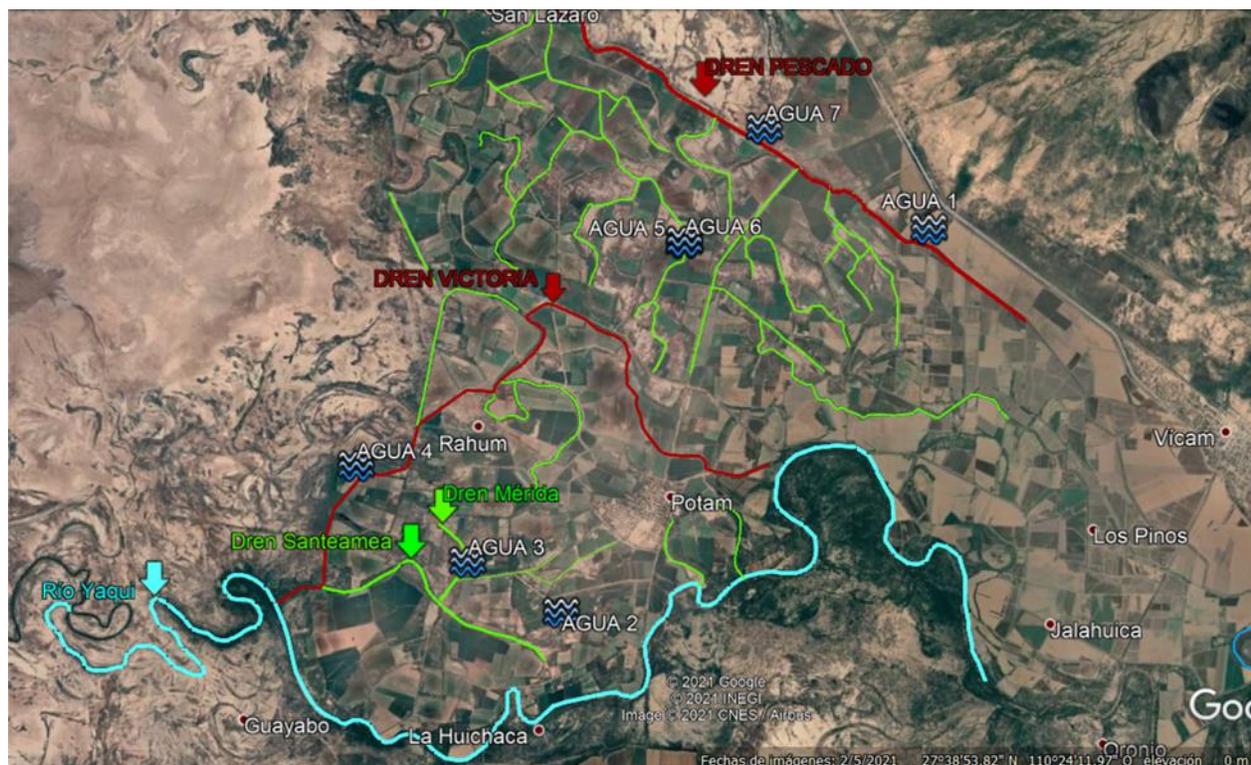


Figura 45. Localización de los puntos de muestreo y medición de la calidad del agua de riego y del agua de drenes



Figura 46. Aplicación de láminas de riego en exceso





Figura 47. Agua de coleo al dren



Figura 48. Dren colmatado por arrastre de sedimentos



Figura 49. Taponamiento del dren para aprovechar el agua para riego





Figura 50. Muestreo y medición de la calidad del agua del dren



Figura 51. Dren a cielo abierto con maleza y azolve, todavía tiene profundidad suficiente





Cuadro 22. Muestreo y medición de la calidad del agua de riego y del agua de drenes.

Muestra	Sitio	pH	Clasificación	C.E. (mS/cm)	Clasificación	Sólidos totales (ppm)	Diagnóstico
Agua 1	Dren El Pescado	5.3	Rango normal	555.0	No salina	279.0	Apta para el riego
Agua 2	Agua de coleo	6.8	Rango normal	355.0	No salina	179.0	Apta para el riego
Agua 3	Dren (ramal)	6.1	Rango normal	1,503.0	Ligeramente salina	1,794.0	Apta para el riego
Agua 4	Dren victoria	6.3	Rango normal	1,700.0	Ligeramente salina	870.0	Apta para el riego
Agua 5	Dren (ramal)	6.9	Rango normal	351.0	No salina	180.0	Apta para el riego
Agua 6	Dren (ramal)	7.8	Rango normal	378.0	No salina	193.0	Apta para el riego
Agua 7	Dren El Pescado	6.8	Rango normal	504.0	No salina	258.0	Apta para el riego
	Agua de riego	6.6	Rango normal	268.0	No salina	137.0	Apta para el riego
	Mínimo	5.3		268.0		137.0	
	Máximo	7.8		1,700.0		1,794.0	
	Promedio	6.6		701.8		486.3	

Diagnóstico

Palacios en 2011 manifiesta que aproximadamente las superficies ensalitradas son 5,000 ha, y las abandonadas y enmontadas son 3,000 ha.

Con base en los recorridos de campo, estudios o trabajos afines a la salinidad de los suelos, proporcionados por el Distrito de Riego 018, Pueblo Yaqui, Sonora; se detectan 8,912.46 ha. De las cuales 5,605.36 ha son abandonadas o enmontadas y 3,307.10 ha ensalitradas, es decir, las áreas abandonadas y enmontadas han aumentado en 2,605.36 ha y las ensalitradas han disminuido en 1,692.90 ha.

Al comparar los estudios realizados con el diagnóstico realizado en la actualidad, se concluye que el área ensalitrada ha disminuido, pero se incrementa las áreas abandonadas y por supuesto se enmonta con especies que se desarrollan en suelo salino como pino salado, huizache, etc. Esto es posible porque se siguen aplicando láminas de riego en exceso y falta de mantenimiento en los drenes a cielo abierto.

De continuar con esta práctica de riego y falta de mantenimiento en los drenes a cielo abierto, en un tiempo no muy lejano las áreas para cultivo van a ser mínimas o nulas. Por lo tanto, es necesario el mantenimiento de los drenes a cielo abierto y la instalación de sistemas de drenaje subterráneo parcelario, previo estudios correspondientes o revisando proyectos ejecutivos que se hayan elaborado.





Es necesario realizar los estudios para el mantenimiento de los drenes a cielo abierto que comprende los Pueblos Yaquis de Vícam, Pótam, Ráhum, Huírivis y Belem, con una longitud aproximada de 140 km, para programar su mantenimiento en los 4 años restantes del presente sexenio.

El mantenimiento de los drenes se debe comenzar desde la descarga hacia aguas arriba, al hacer el estudio topográfico se debe también incluir alguna estructura como alcantarilla, puente, entrega de agua superficial o de coleo. Se plantea realizar los estudios para el mantenimiento en 33 km que corresponde a los drenes Victoria y El Pescado.

Se recomienda que a la Asociación de Usuarios del Distrito de Riego se asigne la maquinaria idónea para realizar el mantenimiento, como se le asigna a los Distritos de Riego del resto del país. El estudio y planeación se realizará con base a toda la infraestructura hidroagícola existente.

Realizar un estudio de salinidad analizada en una superficie aproximada de 20,000 ha y que comprende el área de influencia de los pueblos Yaqui de Vícam, Pótam, Ráhum, Huírivis y Belem. Esto con la finalidad de conocer el grado de afectación salina de los suelos, es decir, suelos normales, suelos salinos, suelos salino-sódicos y suelos sódicos.

Se recomienda rehabilitar los pozos de observación del nivel freático del Distrito de Riego 018 Pueblo Yaqui, Sonora. Esto con el propósito de conocer el comportamiento del nivel freático en el transcurso del tiempo.





1.4 Elaboración de las especificaciones técnicas para concurso de proyectos de drenaje

1.4.1 Tubería, accesorios y protección de descargas.

A continuación, se describen las especificaciones técnicas para concurso de los materiales a utilizarse en la instalación de sistemas de drenaje.

Tubería y accesorios

CONCEPTO 1: Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad (pad), corrugado, flexible y ranurado de 4" de diámetro (\emptyset) con filtro.

Definición

Suministrar e instalar; cargar, acarrear hasta el sitio de su colocación, descargar la tubería según las indicaciones del proyecto, incluye la excavación y relleno de la zanja conforme a las líneas y niveles que se señalan en el proyecto para su instalación.

Requisitos de ejecución

El contratista trasladará los tubos conforme a la distancia que se requiera para situarlos en su lugar de colocación. La tubería deberá ser corrugada perforada de material de polietileno de alta densidad, con un diámetro nominal interno de 10.16 cm (4") y deberá cumplir con las siguientes especificaciones: NMX-E-240-SCFI-2002. El ancho de las ranuras alargadas u ovaladas (perforaciones) no excederá los 3.18 mm (1/8") y el largo no debe de exceder de 25.4 mm (1"). Las ranuras deberán ser en el centro del valle de la corrugación. La entrada de agua debe ser de al menos en un área de 100.00 cm²/m (4.73 pulg.2/pie) de tubería. El filtro de geotextil debe estar entre 400 y 600 micras.

El contratista instalará la tubería y accesorios con una zanjadora tipo cincel o de cadena o en v, el cual será jalado con tractor de orugas, la cual instalará la tubería conforme a los planos y especificaciones del proyecto de acuerdo con la topografía de la zona y a las condiciones del dren de descarga para lograr el correcto





funcionamiento del sistema de drenaje subterráneo; el control de la pendiente se realizará con una torreta tipo láser con giro de 360° con receptor en el cincel.

Alcance

Para fines de medición y base de pago, de este concepto de trabajo, incluye lo que corresponda por maquinaria, equipos, materiales, herramientas, personal y todo lo necesario para su cumplimiento y correcta ejecución.

Criterio de medición

Para efecto del pago se hará por METRO LINEAL, O PRECIO UNITARIO, O POR HECTÁREA COMO ACUERDEN LAS PARTES, con aproximación de un (1) decimal, la tubería efectivamente suministrada y colocada por el Contratista que cumpla las especificaciones y recibida a entera satisfacción de la Dependencia conforme a planos del proyecto, medida en el sitio de la ejecución.

CONCEPTO 2: Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad (pad), corrugado, flexible sin ranurado de 4" de diámetro (\emptyset) y sin filtro.

Definición

Suministrar e instalar; cargar, acarrear hasta el sitio de su colocación, descargar la tubería según las indicaciones del proyecto, incluye la excavación y relleno de la zanja conforme a las líneas y niveles que se señalan en el proyecto para su instalación.

Requisitos de ejecución

El contratista trasladará los tubos conforme a la distancia que se requiera para situarlos en su lugar de colocación. La tubería deberá ser corrugada perforada de material de polietileno de alta densidad, con un diámetro nominal interno de 10.16 cm (4") y deberá cumplir con las siguientes especificaciones: NMX-E-240-SCFI-2002. Para utilizar como colector parcelario.

El contratista instalará la tubería y accesorios con una zanjadora tipo cincel o de cadena o en v, el cual será jalado con tractor de orugas, la cual instalará la tubería conforme a los planos y especificaciones del proyecto de acuerdo a la topografía de la zona y a las condiciones del dren de descarga para lograr el correcto





funcionamiento del sistema de drenaje subterráneo; el control de la pendiente se realizará con una torreta tipo láser con giro de 360° con receptor en el cincel.

Alcance

Para fines de medición y base de pago, de este concepto de trabajo, incluye lo que corresponda por maquinaria, equipos, materiales, herramientas, personal y todo lo necesario para su cumplimiento y correcta ejecución.

Criterio de medición

Para efecto del pago se hará por METRO LINEAL, O PRECIO UNITARIO, O POR HECTÁREA COMO ACUERDEN LAS PARTES, con aproximación de un (1) decimal, la tubería efectivamente suministrada y colocada por el Contratista que cumpla las especificaciones y recibida a entera satisfacción de la Dependencia conforme a planos del proyecto, medida en el sitio de la ejecución.

CONCEPTO 3: Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad (pad), corrugado, flexible sin ranurado de 6" de \varnothing y sin filtro.

Definición

Suministrar e instalar; cargar, acarrear hasta el sitio de su colocación, descargar la tubería según las indicaciones del proyecto, incluye la excavación y relleno de la zanja conforme a las líneas y niveles que se señalan en el proyecto para su instalación.

Requisitos de ejecución

El contratista trasladará los tubos conforme a la distancia que se requiera para situarlos en su lugar de colocación. La tubería deberá ser corrugada perforada de material de polietileno de alta densidad, con un diámetro nominal interno de 15.24 cm. (6") y deberá cumplir con las siguientes especificaciones: NMX-E-240-SCFI-2002. Para utilizar como colector parcelario.

El contratista instalará la tubería y accesorios con una zanjadora tipo cincel o de cadena o en v, el cual será jalado con tractor de orugas, la cual instalará la tubería conforme a los planos y especificaciones del proyecto de acuerdo a la topografía de la zona y a las condiciones del dren de descarga para lograr el correcto funcionamiento del sistema de drenaje subterráneo; el control de la pendiente se realizará con una torreta tipo láser con giro de 360° con receptor en el cincel.





Alcance

Para fines de medición y base de pago, de este concepto de trabajo, incluye lo que corresponda por maquinaria, equipos, materiales, herramientas, personal y todo lo necesario para su cumplimiento y correcta ejecución.

Criterio de medición

Para efecto del pago se hará por METRO LINEAL, O PRECIO UNITARIO, O HECTÁREA, COMO ACUERDEN LAS PARTES, con aproximación de una (1) decimal, la tubería efectivamente suministrada y colocada por el Contratista que cumpla las especificaciones y recibida a entera satisfacción de la Dependencia conforme a planos de proyecto, medida en el sitio de la ejecución, al cual se le aplicará el precio unitario correspondiente.

CONCEPTO 4: Suministro e instalación de tubería de polietileno (pad), corrugado, flexible y sin ranurar de 8" de diámetro \varnothing y sin filtro.

Definición

Suministrar e instalar; cargar, acarrear hasta el sitio de su colocación, descargar la tubería según las indicaciones del proyecto, incluye la excavación y relleno de la zanja conforme a las líneas y niveles que se señalan en el proyecto para su instalación.

Requisitos de ejecución

El contratista trasladará los tubos conforme a la distancia que se requiera para situarlos en su lugar de colocación. La tubería deberá ser corrugada, sin perforar, de material de polietileno de alta densidad, con un diámetro nominal interno de 20.32 cm. (8") y deberá cumplir con las siguientes especificaciones: NMX-E-240-SCFI-2002.

El contratista instalará la tubería y accesorios con una zanjadora tipo cincel o de cadena o en v, el cual será jalado con tractor de orugas, la cual instalará la tubería conforme a los planos y especificaciones del proyecto de acuerdo a la topografía de la zona y a las condiciones del dren de descarga para lograr el correcto funcionamiento del sistema de drenaje subterráneo; el control de la pendiente se realizará con una torreta tipo láser con giro de 3600 con receptor en el cincel.





Alcance

Para fines de medición y base de pago, de este concepto de trabajo, incluye lo que corresponda por maquinaria, equipos, materiales, herramientas, personal y todo lo necesario para su cumplimiento y correcta ejecución.

Criterio de medición

Para efecto del pago se hará por METRO LINEAL, O PRECIO UNITARIO, O HECTÁREA, COMO ACUERDEN LAS PARTES, con aproximación de un (1) decimal, la tubería efectivamente suministrada y colocada por el Contratista que cumpla las especificaciones y recibida a entera satisfacción de la Dependencia conforme a planos de proyecto, medida en el sitio de la ejecución, al cual se le aplicará el precio unitario correspondiente.

CONCEPTO 5: Suministro e instalación de descarga de polietileno de alta densidad (pad), corrugado y doble pared de 8" de diámetro (\emptyset) y 3 metros de longitud.

Definición

Suministrar e instalar; cargar, acarrear hasta el sitio de su colocación, descargar la tubería según las indicaciones del proyecto, incluye la excavación y relleno de la zanja conforme a las líneas y niveles que se señalan en el proyecto para su instalación.

Requisitos de ejecución

El contratista trasladará los tubos conforme a la distancia que se requiera para situarlos en su lugar de colocación. La tubería deberá ser corrugada, de doble pared, sin perforaciones de material de polietileno de alta densidad, con un diámetro nominal interno de 20.32 cm. (8") y deberá cumplir con las siguientes especificaciones ASTM F-405/F667, AASHTO M 252-81 y M 294.

El contratista instalará la tubería y accesorios con una excavadora de llantas de 170 HP, la cual instalará la tubería conforme a los planos y especificaciones del proyecto de acuerdo a la topografía de la zona y a las condiciones del dren de descarga para lograr el correcto funcionamiento del sistema de drenaje subterráneo; el control de





la pendiente se realizará con una torreta tipo láser con giro de 3600 con receptor en el cincel.

Alcance

Para fines de medición y base de pago, de este concepto de trabajo, incluye lo que corresponda por maquinaria, equipos, materiales, herramientas, personal y todo lo necesario para su cumplimiento y correcta ejecución.

Criterio de medición

Para efecto del pago se hará por PIEZA DE 3 METROS LINEALES con aproximación de un (1) decimal, la tubería efectivamente suministrada y colocada por el contratista que cumpla las especificaciones y recibida a entera satisfacción de la Dependencia conforme a planos de proyecto, medida en el sitio de la ejecución, a la cual se le aplicará el precio unitario correspondiente.

CONCEPTO 6: Suministro e instalación de descarga de polietileno de alta densidad (pad), corrugado y doble pared de 6" de diámetro (\emptyset) y 3 metros de longitud.

Definición

Suministrar e instalar; cargar, acarrear hasta el sitio de su colocación, descargar la tubería según las indicaciones del proyecto, incluye la excavación y relleno de la zanja conforme a las líneas y niveles que se señalan en el proyecto para su instalación.

Requisitos de ejecución

El contratista trasladará los tubos conforme a la distancia que se requiera para situarlos en su lugar de colocación. La tubería deberá ser corrugada, de doble pared, sin perforaciones de material de polietileno de alta densidad, con un diámetro nominal interno de 15.24 cm. (6") y deberá cumplir con las siguientes especificaciones ASTM F-405/F667, AASHTO M 252-81 y M 294.

El contratista instalará la tubería y accesorios con una excavadora de llantas de 170 HP, la cual instalará la tubería conforme a los planos y especificaciones del proyecto de acuerdo a la topografía de la zona y a las condiciones del dren de descarga para lograr el correcto funcionamiento del sistema de drenaje subterráneo; el control de





la pendiente se realizará con una torreta tipo láser con giro de 3600 con receptor en el cincel.

Alcance

Para fines de medición y base de pago, de este concepto de trabajo, incluye lo que corresponda por maquinaria, equipos, materiales, herramientas, personal y todo lo necesario para su cumplimiento y correcta ejecución.

Criterio de medición

Para efecto del pago se hará por PIEZA DE 3 METROS LINEALES con aproximación de un (1) decimal, la tubería efectivamente suministrada y colocada por el Contratista que cumpla las especificaciones y recibida a entera satisfacción de la Dependencia a la cual se le aplicará el precio unitario correspondiente.

CONCEPTO 7: Suministro e instalación de indicador de salida de drenaje agrícola subterráneo.

Definición

Suministrar, instalar, cargar, acarrear hasta el sitio de su colocación; descargar el señalamiento del sitio de descarga según las indicaciones del proyecto para su instalación.

Requisitos de ejecución

El contratista trasladará los señalamientos conforme a la distancia que se requiera para situarlos en su lugar de colocación. Los señalamientos deberán contener un tubo galvanizado de diámetro de 3.175 cm. (1.25") con una longitud de 2 metros (6.55'), el cual deberá estar enterrado a una profundidad de 0.91 metros (3'), en el otro extremo deberá tener un letrero de material de lámina galvanizada lisa cedula 14 con dimensiones 0.30X.20 metros (11.81"X7.87"), el cual deberá indicar que es una DESCARGA DE DRENAJE AGRÍCOLA SUBTERRÁNEO, y con letras más pequeñas el nombre de la empresa y teléfono.

0.30 mts





**DESCARGA DE DRENAJE AGRÍCOLA
SUBTERRÁNEO**

Nombre de la empresa que instaló y teléfono

0.20 mts

Alcance

Para fines de medición y base de pago, de este concepto de trabajo, incluye lo que corresponda por equipos, materiales, herramientas, personal y todo lo necesario para su cumplimiento y correcta ejecución.

Criterio de medición

Para efecto del pago se hará por PIEZA de letrero de descarga de drenaje agrícola efectivamente suministrada y colocada por el Contratista, que cumpla las especificaciones y recibidos a entera satisfacción de la dependencia, al cual se le aplicará el precio unitario correspondiente.

CONCEPTO 8: Suministrar y colocar cople de "T" de 8"x8"x4" de diámetro (\emptyset), de material polietileno de alta densidad para instalación de drenaje agrícola subterráneo.

Definición

Suministrar y colocar, cargar, acarrear hasta el sitio de su colocación, descargar la "T de reducción" y colocar según las indicaciones del proyecto.

Requisitos de ejecución

El contratista trasladará los coples en T a la distancia que se requiera para situarlos en su lugar de colocación. Las Ts deberán ser de material de polietileno de alta densidad para tubería de drenaje agrícola subterráneo con un diámetro nominal interno de 20.32 cm. X 20.32 cm. X 10.16 cm. (8" X 8" X 4") y deberán cumplir con las siguientes especificaciones: NMX-E-240-SCFI-2002, ASTM F-405/F667, AASHTO M 252-81 y M 294.





Alcance

Para fines de medición y base de pago, de este concepto de trabajo, incluye lo que corresponda por equipos, materiales, herramientas, personal y todo lo necesario para su cumplimiento y correcta ejecución.

Criterio de medición

Para efecto del pago se hará por PIEZA con aproximación de un (1) decimal, la T reducción efectivamente suministrada y colocada por el Contratista que cumpla las especificaciones y recibida a entera satisfacción de la Dependencia, al cual se le aplicará el precio unitario correspondiente.

CONCEPTO 9: Suministrar y colocar cople de “T” de 6”x6”x4”de diámetro (Ø), de material polietileno de alta densidad para instalación de drenaje agrícola subterráneo.

Definición

Suministrar y colocar, cargar, acarrear hasta el sitio de su colocación, descargar la “T de reducción” y colocar según las indicaciones del proyecto.

Requisitos de ejecución

El contratista trasladará los coples en T a la distancia que se requiera para situarlos en su lugar de colocación. Las Te deberán ser de material de polietileno de alta densidad para tubería de drenaje agrícola subterráneo con un diámetro nominal interno de 15.24 cm. X 15.24 cm. X 10.16 cm. (6” X 6” X 4”) y deberán cumplir con las siguientes especificaciones ASTM F-405/F667, AASHTO M 252-81 y M 294.

Alcance

Para fines de medición y base de pago, de este concepto de trabajo, incluye lo que corresponda por equipos, materiales, herramientas, personal y todo lo necesario para su cumplimiento y correcta ejecución.

Criterio de medición





Para efecto del pago se hará por PIEZA con aproximación de una (1) decimal, la T reducción efectivamente suministrada y colocada por el Contratista que cumpla las especificaciones y recibida a entera satisfacción de la Dependencia, al cual se le aplicará el precio unitario correspondiente.

CONCEPTO 10: Suministrar y colocar cople de “T” de 4”x4”x4” de diámetro (\emptyset), de material polietileno de alta densidad para instalación de drenaje agrícola subterráneo.

Definición

Suministrar y colocar, cargar, acarrear hasta el sitio de su colocación, descargar la “T” y colocar según las indicaciones del proyecto.

Requisitos de ejecución

El contratista trasladará los coples en T a la distancia que se requiera para situarlos en su lugar de colocación. Las Te deberán ser de material de polietileno de alta densidad para tubería de drenaje agrícola subterráneo con un diámetro nominal interno de 10.16 cm. X 10.16 cm. X 10.16 cm. (4” X 4” X 4”) y deberán cumplir con las siguientes especificaciones: NMX-E-240-SCFI-2002, ASTM F-405/F667, AASHTO M 252-81 y M 294.

Alcance

Para fines de medición y base de pago, de este concepto de trabajo, incluye lo que corresponda por equipos, materiales, herramientas, personal y todo lo necesario para su cumplimiento y correcta ejecución.

Criterio de medición

Para efecto del pago se hará por PIEZA con aproximación de una (1) decimal, la T reducción efectivamente suministrada y colocada por el Contratista que cumpla las especificaciones y recibida a entera satisfacción de la Dependencia, al cual se le aplicará el precio unitario correspondiente.





CONCEPTO 11: Suministro e instalación de coples abiertos de 8" de diámetro (\varnothing) de material de polietileno de alta densidad, para instalación de drenaje agrícola subterráneo.

Definición

Suministrar y colocar, cargar, acarrear hasta el sitio de su colocación, descargar el cople abierto; instalación según las indicaciones del proyecto.

Requisitos de ejecución

El contratista trasladará los coples a la distancia que se requiera para situarlos en su lugar de colocación. Los coples deberán ser de material de polietileno de alta densidad para tubería de drenaje agrícola subterráneo con un diámetro nominal interno de 20.32 cm (8") y deberá cumplir con las siguientes especificaciones: NMX-E-240-SCFI-2002, ASTM F-405/F667, AASHTO M 252-81 y M 294.

Alcance

Para fines de medición y base de pago, de este concepto de trabajo, incluye lo que corresponda por equipos, materiales, herramientas, personal y todo lo necesario para su cumplimiento y correcta ejecución.

Criterio de medición

Para efecto del pago se hará por PIEZA con aproximación de una (1) decimal, el cople abierto efectivamente suministrado y colocada por el Contratista que cumpla las especificaciones y recibida a entera satisfacción de la Dependencia, al cual se le aplicará el precio unitario correspondiente.

CONCEPTO 12: Suministro e instalación de coples abiertos de 6" de diámetro (\varnothing) de material de polietileno de alta densidad, para instalación de drenaje agrícola subterráneo.

Definición





Suministrar y colocar, cargar, acarrear hasta el sitio de su colocación, descargar el cople abierto; instalación según las indicaciones del proyecto.

Requisitos de ejecución

El contratista trasladará los coples a la distancia que se requiera para situarlos en su lugar de colocación. Los coples deberán ser de material de polietileno de alta densidad para tubería de drenaje agrícola subterráneo con un diámetro nominal interno de 15.24 cm (6") y deberá cumplir con las siguientes especificaciones: NMX-E-240-SCFI-2002, ASTM F-405/F667, AASHTO M 252-81 y M 294.

Alcance

Para fines de medición y base de pago, de este concepto de trabajo, incluye lo que corresponda por equipos, materiales, herramientas, personal y todo lo necesario para su cumplimiento y correcta ejecución.

Criterio de medición

Para efecto del pago se hará por PIEZA con aproximación de una (1) decimal, el cople abierto efectivamente suministrada y colocada por el Contratista que cumpla las especificaciones y recibida a entera satisfacción de la Dependencia, al cual se le aplicará el precio unitario correspondiente.

CONCEPTO 13: Suministro e instalación de cople abierto de 4" de diámetro (\emptyset) de material de polietileno de alta densidad, para instalación de drenaje agrícola subterráneo.

Definición

Suministrar y colocar, cargar, acarrear hasta el sitio de su colocación, descargar el cople abierto; instalación según las indicaciones del proyecto para su instalación.

Requisitos de ejecución

El contratista trasladará los coples a la distancia que se requiera para situarlos en su lugar de colocación. Los coples deberán ser de material de polietileno de alta densidad para tubería de drenaje agrícola subterráneo con un diámetro nominal interno de 10.16 cm (4") y deberá cumplir con las siguientes especificaciones: NMX-E-240-SCFI-2002, ASTM F-405/F667, AASHTO M 252-81 y M 294.





Alcance

Para fines de medición y base de pago, de este concepto de trabajo, incluye lo que corresponda por equipos, materiales, herramientas, personal y todo lo necesario para su cumplimiento y correcta ejecución.

Criterio de medición

Para efecto del pago se hará por PIEZA con aproximación de una (1) decimal, el cople abierto efectivamente suministrado y colocado por el Contratista que cumpla las especificaciones y recibida a entera satisfacción de la Dependencia, al cual se le aplicará el precio unitario correspondiente.

CONCEPTO 14: Suministro e instalación de rejilla para descarga de drenaje agrícola subterráneo de 6" de diámetro (\emptyset).

Definición

Suministrar y colocar, cargar, acarrear hasta el sitio de su colocación, descargar las rejillas; instalación según las indicaciones del proyecto.

Requisitos de ejecución

El contratista suministrará las rejillas para su colocación en el Sitio de Descarga conforme a los planos y especificaciones del proyecto, transportándolos la distancia que se requiera para situarlos en su lugar de colocación. Las rejillas deberán de tener una separación de 5.08 cm. (2") con una longitud de 4" de tal manera que cubra la circunferencia del tubo.

Alcance

Para fines de medición y base de pago, de este concepto de trabajo, incluye lo que corresponda por equipos, materiales, herramientas, personal y todo lo necesario para su cumplimiento y correcta ejecución.

Criterio de medición

Para efecto del pago se hará por PIEZA con aproximación de una (1) decimal, la rejilla efectivamente suministrada y colocada por el Contratista que cumpla las





especificaciones y recibida a entera satisfacción de la Dependencia, al cual se le aplicará el precio unitario correspondiente.

CONCEPTO 15: Suministro e instalación de rejilla para descarga de drenaje agrícola subterráneo de 8" de diámetro (\emptyset).

Definición

Suministrar y colocar, cargar, acarrear hasta el sitio de su colocación, descargar las rejillas; instalación según las indicaciones del proyecto.

Requisitos de ejecución

El contratista suministrará las rejillas para su colocación en el Sitio de Descarga conforme a los planos y especificaciones del proyecto, transportándolos la distancia que se requiera para situarlos en su lugar de colocación. Las rejillas deberán de tener una separación de 5.08 cm (2") con una longitud de 8" de tal manera que cubra la circunferencia del tubo.

Alcance

Para fines de medición y base de pago, de este concepto de trabajo, incluye lo que corresponda por equipos, materiales, herramientas, personal y todo lo necesario para su cumplimiento y correcta ejecución.

Criterio de medición

Para efecto del pago se hará por PIEZA con aproximación de una (1) decimal, la rejilla efectivamente suministrada y colocada por el Contratista que cumpla las especificaciones y recibida a entera satisfacción de la Dependencia, al cual se le aplicará el precio unitario correspondiente.

CONCEPTO 16: Suministro e instalación de tapa de polietileno de alta densidad de 4" de diámetro (\emptyset), para instalación de drenaje agrícola subterráneo.

Definición





Suministrar y colocar, cargar, acarrear hasta el sitio de su colocación, descargar el tapón; instalación según las indicaciones del proyecto.

Requisitos de ejecución

El contratista trasladará las rejillas a la distancia que se requiera para situarlos en su lugar de colocación. Los tapones deberán ser de material de polietileno de alta densidad para tubería de drenaje agrícola subterráneo con un diámetro nominal interno de 10.16 cm (4") y deberá cumplir con las siguientes especificaciones: NMX-E-240-SCFI-2002, ASTM F-405/F667, AASHTO M 252-81 y M 294.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para garantizar la seguridad de las personas, de las propiedades, y de las obras y será el único responsable de los daños ocasionados por la omisión de ellas. Los daños y perjuicios a terceros ocasionados por trabajos ejecutados indebidamente dentro o fuera de las áreas señaladas en el proyecto, serán de exclusiva responsabilidad del contratista, por lo que deberá cubrir a sus expensas todas las reclamaciones que por tal motivo se presenten.

Alcance

Para fines de medición y base de pago, de este concepto de trabajo, incluye lo que corresponda por equipos, materiales, herramientas, personal y todo lo necesario para su cumplimiento y correcta ejecución.

Criterio de medición

Para efecto del pago se hará por PIEZA con aproximación de una (1) decimal, el tapón efectivamente suministrada y colocada por el Contratista que cumpla las especificaciones y recibida a entera satisfacción de la Dependencia, al cual se le aplicará el precio unitario correspondiente.

CONCEPTO 17: Localización y trazo del proyecto en campo para su instalación.

Definición

El contratista deberá llevar a cabo la Localización y el Trazo de los sitios en donde se efectuará la instalación de la infraestructura del sistema de drenaje agrícola subterráneo.



Requisitos de ejecución

El contratista deberá emplear los procedimientos y equipos necesarios para Localizar y Trazar en campo, los sitios en donde se instalará la infraestructura de drenaje agrícola subterráneo. La localización y el trazado de los sitios serán conforme a los planos y especificaciones de proyecto.

Alcance

Para fines de medición y base de pago, de este concepto de trabajo, incluye lo que corresponda por equipos, materiales, herramientas, personal y todo lo necesario para su cumplimiento y correcta ejecución.

Criterio de medición

Para efecto del pago se hará por METRO LINEAL, O PRECIO UNITARIO, O HECTÁREA, COMO ACUERDEN LAS PARTES con aproximación de un (1) decimal que cumpla las especificaciones de proyecto y a los planos del mismo, al cual se le aplicará el precio unitario correspondiente.

CONCEPTO 18: Excavación y remoción de material de bordo de dren para descarga

Definición

Excavación y remoción de bordo de dren de cualquier material, excepto roca, para formar zanja y alojar la tubería de descarga del sistema de drenaje, incluye el relleno de zanja con material producto de la excavación.

Requisitos de ejecución

El contratista deberá emplear los procedimientos, maquinaria y equipos necesarios para excavar y remover material de bordo de dren. La excavación y remoción de los sitios serán conforme a los planos y especificaciones de proyecto, así mismo el contratista extenderá el material excedente en donde lo indique el ingeniero supervisor y que no exceda una distancia de 1 km.

Alcance





Para fines de medición y base de pago, de este concepto de trabajo, incluye lo que corresponda por maquinaria, equipos, materiales, herramientas, personal y todo lo necesario para su cumplimiento y correcta ejecución.

Criterio de medición

Para efecto del pago se hará por METRO CÚBICO con aproximación de un (1) decimal, el volumen efectivamente removido y excavado por el Contratista que cumpla las especificaciones y recibida a entera satisfacción de la Dependencia, al cual se le aplicará el precio unitario correspondiente.

CONCEPTO 19: Construcción de la protección del dren colector parcelario, del sistema de drenaje agrícola subterráneo.

Definición

Construir una protección de la descarga (caída de agua) con base de concreto y blocks de cemento, para protección de salida de drenaje, según las indicaciones del proyecto para su instalación, en las líneas y niveles que le sean señalados en el mismo.

Requisitos de ejecución

El contratista instalará la protección de las descargas de agua a base de concreto y blocks de cemento o material de polietileno de alta densidad (PAD) desde los niveles especificados en el plano de construcción y con dimensiones de 130 cm de largo, 80 cm de ancho, 120 cm de largo y con espesor de 15 cm.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para garantizar la seguridad de las personas, de las propiedades, y de las obras y será el único responsable de los daños ocasionados por la omisión de ellas. Los daños y perjuicios a terceros ocasionados por trabajos ejecutados indebidamente dentro o fuera de las áreas señaladas en el proyecto, serán de exclusiva responsabilidad del contratista, por lo que deberá cubrir a sus expensas todas las reclamaciones que por tal motivo se presenten.

Alcance





Para fines de medición y base de pago, de este concepto de trabajo, incluye lo que corresponda por equipos, materiales, herramientas, personal y todo lo necesario para su cumplimiento y correcta ejecución.

Criterio de medición

Para efecto del pago se hará por PIEZA de material colocado en las Descargas de Agua efectivamente construidas por el Contratista, que cumpla las especificaciones y recibidos a entera satisfacción de la Convocante conforme a los planos de proyecto, medidos en el sitio de la ejecución, al cual se le aplicará el precio unitario correspondiente.

Se debe tener otras consideraciones en las tuberías y accesorios que se enumeran a continuación:

Tubería y accesorios

Las características de presentación, técnicas e hidráulicas se muestran en los cuadros 23 al 27.

Cuadro 23. Presentación de tubería corrugada de polietileno de alta densidad con o sin ranura y con o sin filtro geotextil

Diámetro	Presentación en rollos		Norma
3"	1500 m	120 m	ASTM-F405
4"	915 m	80 m	ASTM-F405
6"	429 m	40 m	ASTM-F405
8"	150 m	25 m	ASTM-F667

Cuadro 24. Características técnicas de la tubería

Concepto	Diámetro nominal (pulgadas)		
	4"	6"	8"
Diámetro interior (pulg)	4	6	8
Diámetro exterior (pulg)	4.6	6.6	8.8
Distancia entre corona (pulg)	0.55	0.55	1.00
Peso (gramos por pie)	150	330	468
Corrugado	Anular	Anular	Anular
Área perforada mínima (pulg ²)	1.00	1.00	1.00



Cuadro 25. Características del filtro geotextil

Especificaciones	Manga "Regular"
Fibra	Poliéster
Peso (Onzas/yardas ²)	4.5-3.5
Espesor (pulgadas)	0.04
Resistencia al peso (lp ²)	100
Resistencia a punzada	N/A
Permeabilidad al aire (pie ³ /pie ² min)	700
Flujo del agua (gal/pie ² min) 3" col.	700
Permeabilidad al agua (s(-1))	2.4
Malla (EU)	30
Micrones	600
Degradación al ultra violeta	70%

Cuadro 26. Características del filtro geotextil (Carriff Engineered Fabrics Corporation, www.carriff.com)

Especificaciones	Norma	Valor
Fibra		Poliéster
Masa (Onzas/yardas ²)	ASTM D3887	2.8-3.9
Espesor (mm)	ASTM D4491	0.75
Resistencia al rompimiento (kpa)	ASTM D3786	760
Resistencia a punzada (N)	ASTM D6241	1000
Permeabilidad, K (cm/s)	ASTM D4491	0.39
Flujo del agua (gal/min/ft ²)	ASTM D4491 (2" carga cte)	300
Permitividad (s-1)	ASTM D4491	4.5
Malla (EU)	ASTM D4751	30
Micrones	CAN/CGSB-148.1, M10-94	450
Abertura aparente (mm)	ASTM D4751	0.6
Denier del hilo (densidad)		150
Peso específico		1.3
Temperatura de fusión (°C)		230





Cuadro 27. Características del filtro geotextil (Manual de diseño con geosintéticos, Geosistemas PAVCO, <http://www.geosoftpavco.com>)

Especificaciones	Norma	Valor
Fibra		Poliéster
Espesor (mm)	ASTM D5199	1.2
Resistencia al estallido (kpa, psi)	ASTM D3786	6653, 965
Resistencia al punzonamiento (N, lb)	ASTM D4833	1060, 238
Permeabilidad, K (cm/s)	ASTM D4491	0.064
Tasa de flujo (l/min/m ²)	ASTM D4491	1500
Permitividad (s ⁻¹)	ASTM D4491	0.54
Malla (EU)	ASTM D4751	30
Resistencia UV @ 500 horas (%)	ASTM D4355	>70
Abertura aparente (mm)	ASTM D4751	0.6
Método Grab - Resistencia a la tensión - Elongación (N, lb)	ASTM D4632	2400, 540
Método tira ancha - Sentido longitudinal - Elongación (kN/m)	ASTM D4595	66
Sentido transversal - Elongación (kN/m)	ASTM D4595	57
Método CBR - Resistencia al punzonamiento (kN)	ASTM D6241	8
Resistencia al rasgado trapezoidal (N, lb)	ASTM D4533	690, 155

La tubería debe de ser fabricada con base en la norma NMX-E-240-SCFI-2002; en el país no existe una certificación actualmente para la norma, pero debe de comprobarse con hojas de control de calidad de la tubería que se apega a ella en base a la demostración de las pruebas de calidad del fabricante.



ADS MEXICANA SA DE CV

CÓDIGO DE PRODUCTO				PLANTA DE FABRICACIÓN		FECHA DE FABRICACIÓN		
Dámetro P _h (mm)	Serie	Longitud Pies (mts)	Sufijo			Año	Mes	Día
03 (76.2)	01	0020 (6.1)	C	Noreste (11)		2020	Ene	1 11 21
04 (101.6)	40	0040 (12.2)		Pacífico Norte (12)	●	2021	Feb	2 12 22
06 (152.4)	41	0100 (30.5)		Centro (13)			Mar	3 13 23
08 (203.2)	43	0250 (76.2)					Abr	4 14 24
	51	1311 (399.6)					May	5 15 25
	80	3000 (914.4)	●				Jun	6 16 26
	81						Jul	7 17 27
							Ago	8 18 28
							Sep	9 19 29
							Oct	10 20 30
							Nov	31
							Dic	

EQUIPO	TURNO	NORMA DE FABRICACIÓN
1 ●	1	NMX-E-240
2 ●	2 ●	AG. #6
3	3	UPIPI/F...

Planta Noreste Carr. A Villa de García Km 0.8 Zona Inds. Poniente Sta. Catalina NL	Planta Pacífico Norte Calle 2, Carr. México 15 Km 177.9 Ruiz Cornejo, Guasave, Sin	Planta Centro Calle Parque 10 Parque Inds. Jilotepec Jilotepec, Edo. de México	El código de producto, así como el resto de la información se obtiene mediante la perforación de los campos correspondientes
---	---	---	--

Figura 52. Hoja de control de calidad.

Puede ser otro fabricante siempre y cuando cumpla con la certificación de la norma en mención.

1.4.2 Maquinaria y equipo

Maquinaria

La maquinaria con características técnicas técnicas idóneas para la instalación de sistemas de drenaje subterráneo son tractores de orugas o cadenas.

Equipo

Existen dos tipos de equipo que se acoplan al tractor de orugas o cadenas para la instalación de drenaje subterráneo parcelario: Tipo Cincel, Tipo en V y el de Tipo Cadena.

Las “zanjadoras”, que abren una trinchera o excavación de unos 20 a 50 cm de ancho, con una profundidad de hasta 2.5 m. Esto se realiza con un dispositivo que consiste en una rueda o una cadena giratoria con cuchillas o cucharones.





Los “arados de drenaje”, que instalan normalmente la tubería hasta una profundidad de 1.8 m, sin necesidad de abrir una trinchera, y pueden ser de dos tipos:

Los que tienen una cuchilla similar a la de arado de subsuelo llamado cincel o subsuelo.

Los que utilizan una cuchilla en forma de “V” llamados arados en delta, que van cortando al suelo con una sección triangular y colocando la tubería en el vértice inferior, que son de fabricación más reciente.

Equipo adicional

Un dispositivo para controlar la profundidad y pendiente del dren en forma manual o automática. En este último caso, que actualmente es el más difundido, se usa un receptor que capta la señal proporcionada desde una torreta por un equipo emisor de rayos láser, que describe un plano a una altura de alrededor de 3 m.

Un dispositivo para almacenar un rollo de tubería. Otras veces la tubería se coloca en el terreno a lo largo de los sitios donde se construirán los drenes.

Un dispositivo para colocar la tubería.

Los arados de drenaje (tipo cincel o delta) presentan las siguientes ventajas ante las zanjadoras:

- No abren trinchera, por lo que se ahorra el relleno de las mismas.
- Mayor velocidad de instalación de los drenes.
- Son más productivos porque tienen menos desgaste y descomposturas, debido a que poseen menos partes móviles en relación con las zanjadoras.
- Están mejor adaptados para la instalación de drenes en suelos pedregosos.
- La instalación de drenes hasta 1.3 ó 1.4 m de profundidad es más económica. Las ventajas de la instalación con arados de drenaje, decrecen a medida que aumenta la profundidad de instalación de los drenes y la consiguiente resistencia de los suelos.

En la actualidad existe maquinaria para la instalación de drenaje subterráneo parcelario con tecnología de última generación; fabricada de origen y no con cinceles adaptados, como los antes descritos que cada vez lo utilizan muy poco.





Las características de esta maquinaria moderna es la siguiente:

- Cinceles de doble enlace. El enlace doble de flotación libre previene condiciones de "nariz hacia abajo" en condiciones de suelo duro y compactado, manteniendo la precisión del arado y la pendiente.
- Alimentador de tubería (Power Feeder). Mejora la consistencia y coherencia durante el proceso de instalación, reduce la tensión de la alimentación manual el tubo, disminuyendo el estiramiento y con ello un posible debilitamiento de su estructura.
- Ajustes en profundidad Hidráulica. El operador puede ajustar rápidamente la profundidad del arado sin interferencia manual, haciéndolo más fácil y más seguro.
- Carrete a bordo. Instalación de tubería en el subsuelo consistente (ritmo) y más simple, elimina obstáculos en el suelo y daños de la tubería durante el tendido en campo, Permitiendo un trabajo más eficiente al disminuir los cortes y uniones a través de coples por golpes durante la manipulación.
- Cincel y bota. Cincel (arado) diseñado para máxima resistencia y peso ligero. Con filo de corte plano o en forma de V, produciendo la máxima rotura y elevación, reduciendo la fuerza de tracción requerida. Los conductos (botas) diseñados para un acoplamiento estrecho a la hoja y bisagras para facilitar el giro y precisión.
- La máquina también debe de cumplir con las siguientes características
- Cumplir con profundidad de cincel: 2.10 m, para instalar colectores parcelarios
- Caballos de fuerza mínimos: 360 o 440 o 550 HP
- Presión sobre el suelo: 36 kpa
- Tren motriz: Hidrostático de 2 velocidades

Consideraciones adicionales

CAPACIDAD DE INSTALACIÓN

La empresa asignada a la obra debe de cumplir con el requisito de haber sido revisado por el IMTA y aprobado en el cumplimiento de las normas:





NMX-O-184-SCFI-2011 SISTEMAS DE DRENAJE AGRÍCOLA – LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE DRENAJE AGRÍCOLA SUBTERRÁNEO ENTUBADO – ESPECIFICACIONES.

La empresa debe de contar con la infraestructura necesaria que garantice la culminación de la obra en un periodo no mayor a 60 días a partir de la fecha del anticipo de obra.

PERSONAL

La empresa debe presentar los curriculum vitae del personal técnico que trabaja en la instalación de los sistemas de drenaje subterráneo parcelario.

CERTIFICACIÓN O RECONOCIMIENTO

La empresa debe presentar una certificación o reconocimiento de haber sido verificados durante la instalación los proyectos de drenaje subterráneo parcelario y su aprobación correspondiente, de la norma: NMX-O-184-SCFI-2011 SISTEMAS DE DRENAJE AGRÍCOLA – LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE DRENAJE AGRÍCOLA SUBTERRÁNEO ENTUBADO – ESPECIFICACIONES.

Los materiales como la tubería, filtro geotextil y accesorios, reúnen las características que se muestran en las especificaciones técnicas.

Recomendaciones

Los drenes y colectores parcelarios deben de ser referenciados con GPS para facilitar su ubicación para el mantenimiento de las mismas.

Si durante la instalación de los sistemas de drenaje subterráneo parcelario surgiera algún detalle técnico se debe consultar con el técnico encargado de la supervisión de dichos proyectos y consensuar las adecuaciones pertinentes para que la obra se termine en forma técnica y confiable.

Se debe entregar a los beneficiarios los planos impresos en papel y en un disco magnético o USB con las indicaciones antes mencionadas.





2. SUPERVISIÓN DE LA INSTALACIÓN Y PRUEBAS DEL BUEN FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO.

Respecto a este punto, la participación del IMTA estuvo sujeta al inicio de los trabajos de instalación que se den, una vez que los Pueblos Yaquis efectuaron los procesos necesarios para la contratación de la empresa que realizó los trabajos de instalación de drenaje parcelario subterráneo, donde la CONAGUA tiene conocimiento de ello.

En este tenor, la firma de contratos entre los pueblos yaquis de Pótam y Ráhum y la empresa IRRI DREN DE MÉXICO S. A. DE C.V., se formalizaron el pasado 22 de noviembre de 2021, lo cual generó un desfase en la ejecución de la instalación y por ende en la supervisión a realizar por el IMTA programada en el anexo técnico.

Aunado a ello, se presentan los siguientes avances:

2.1 Instalación

Tomando como base el plano de diseño se realizó:

2.1.1 Trazo y replanteo de los diseños de sistemas de drenaje

Con base en el plano de diseño se localizó el Banco de Nivel (BN) con el GPS, se procedió primero con el colector, se realizó el cadenamamiento y colocación de banderitas a cada 25 metros, posteriormente se procedió al replanteo con las líneas o drenes parcelarios subterráneos considerando la pendiente y su longitud, así como de los colectores (Figuras 53 a la 59).





Figura 53. Localización del Banco de Nivel (BN) e instalación del GPS



Figura 54. Cadenamiento del colector





Figura 55. Georreferenciación de la línea con el colector



Figura 56. Georreferenciación de la línea



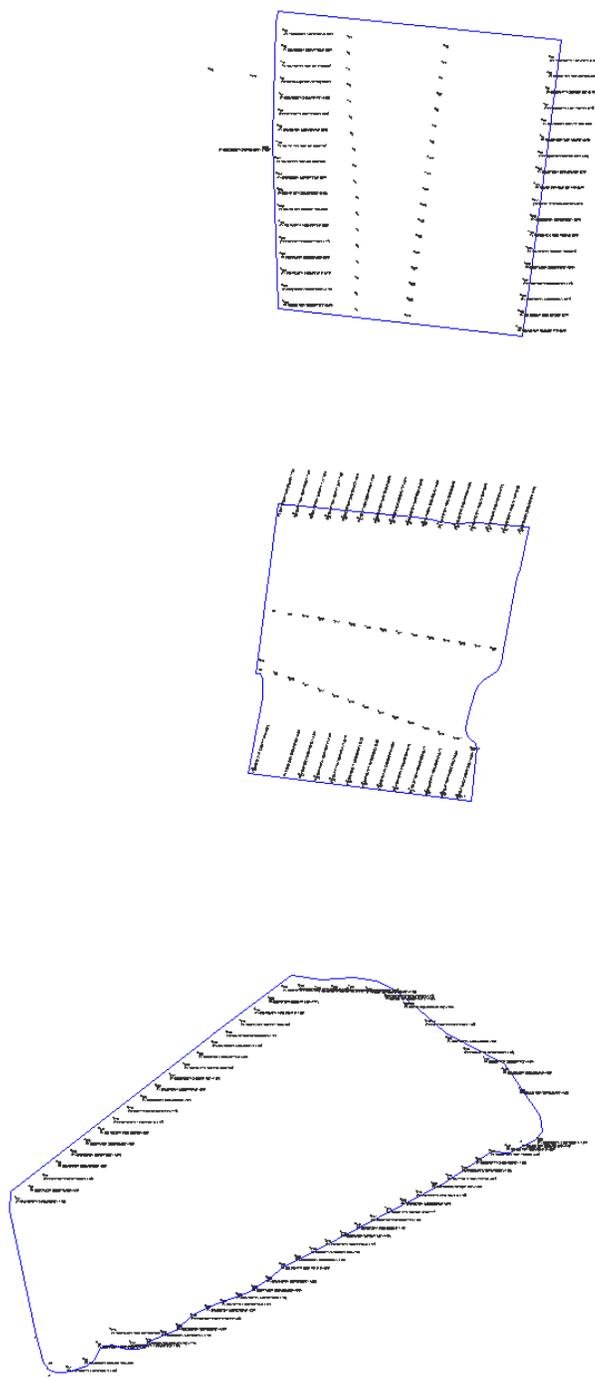


Figura 57. Georreferenciación de los sistemas de drenaje subterráneo parcelario instalados en Pótam.



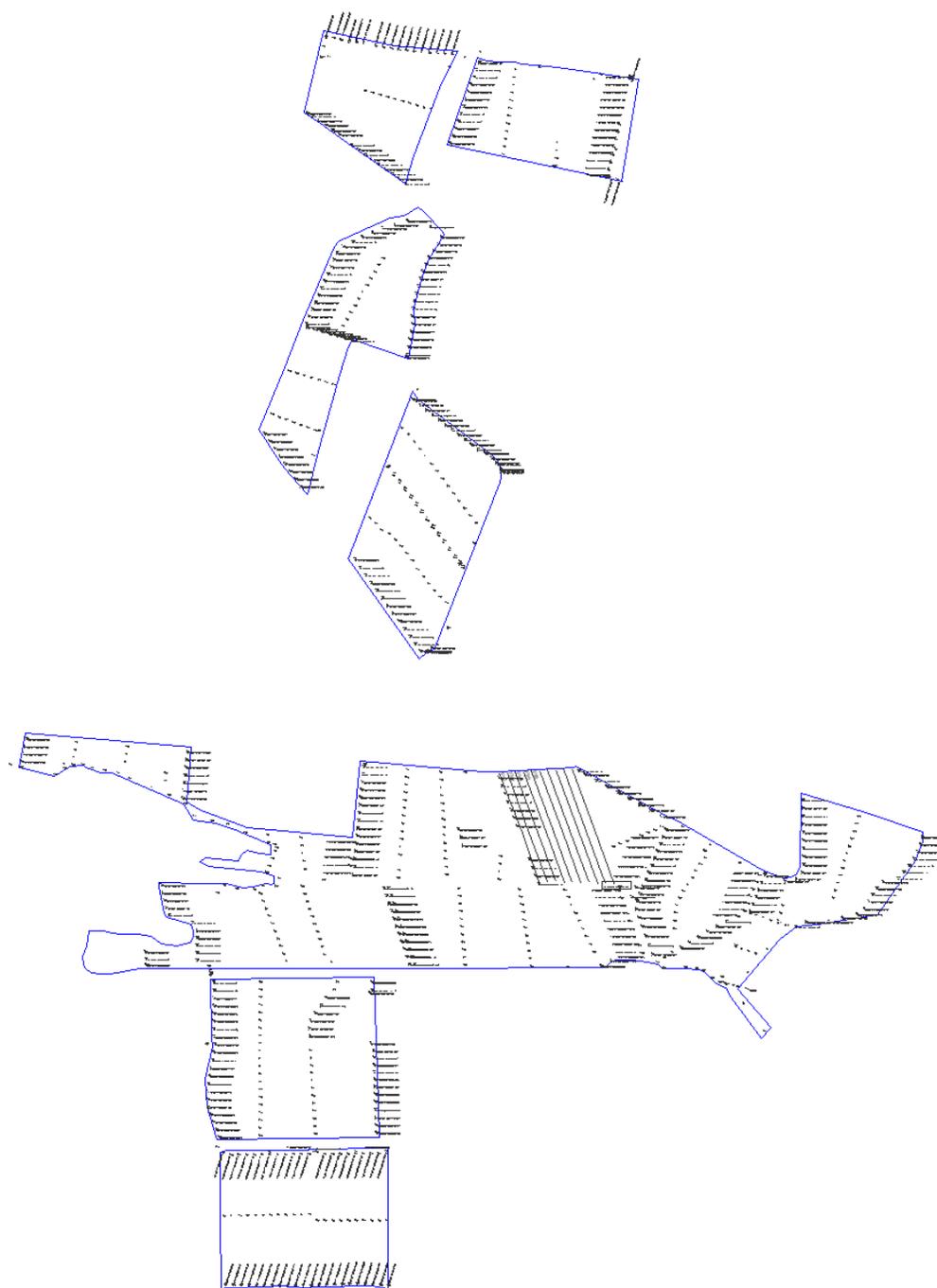


Figura 58. Georreferenciación de los sistemas de drenaje subterráneo parcelario instalados en Ráhum.



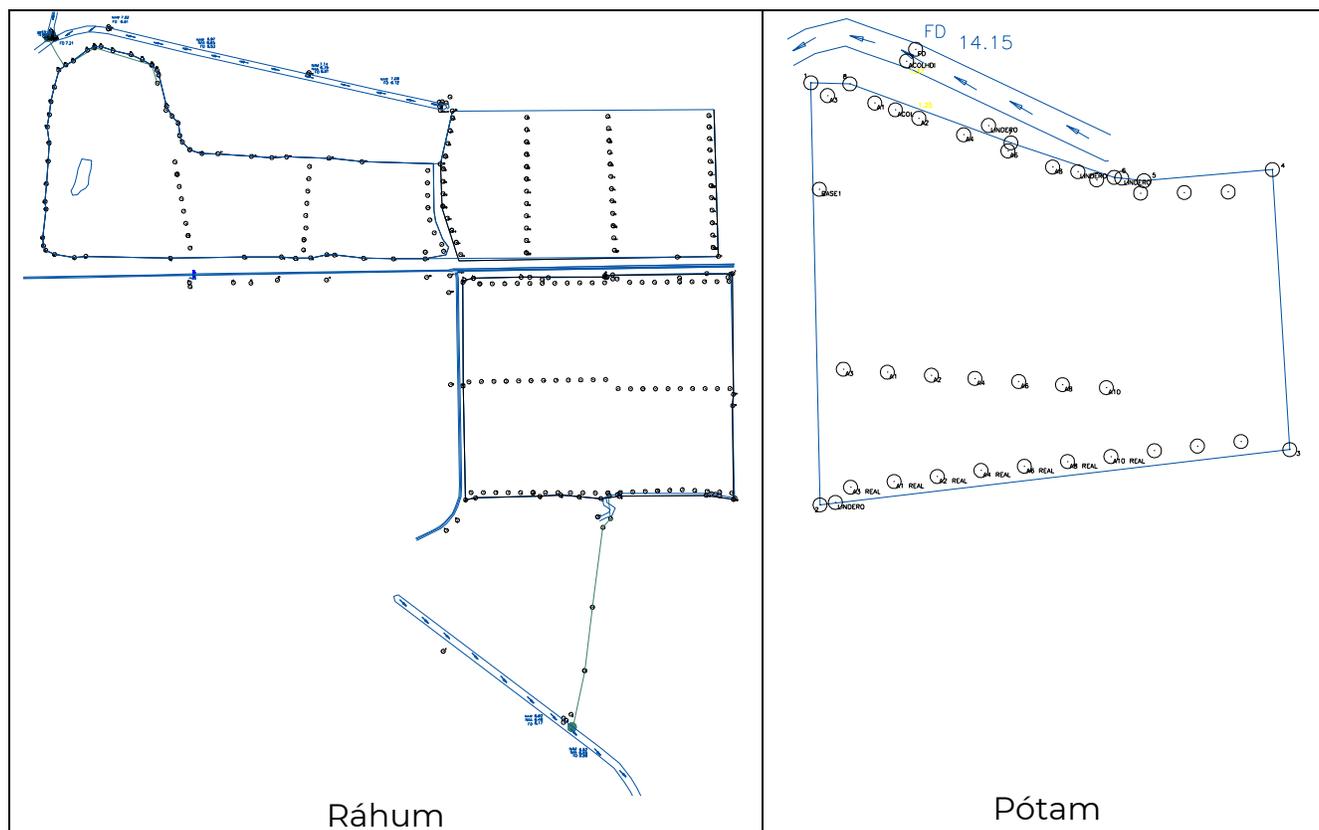


Figura 59. Georreferenciación de los últimos sistemas de drenaje subterráneo parcelario instalados en Ráhum y Pótam.

2.1.2 Revisión de maquinaria y equipo para la instalación de sistemas de drenaje.

Las dos zanjadoras que se utilizaron para la instalación de los sistemas de drenaje subterráneo parcelario son de marca LWR Bron, con las siguientes características:

- Cinceles de doble enlace. El enlace doble de flotación libre previene condiciones de "nariz hacia abajo" en condiciones de suelo duro y compactado, manteniendo la precisión del arado y la pendiente.
- Alimentador de tubería (Power Feeder). Mejora la consistencia y coherencia durante el proceso de instalación, reduce la tensión de la alimentación manual el tubo, disminuyendo el estiramiento y con ello un posible debilitamiento de su estructura.





- Ajustes en profundidad Hidráulica. El operador puede ajustar rápidamente la profundidad del arado sin interferencia manual, haciéndolo más fácil y seguro.
- Carrete a bordo. Instalación de tubería en el subsuelo consistente (ritmo) y más simple, elimina obstáculos en el suelo y daños de la tubería durante el tendido en campo, Permitiendo un trabajo más eficiente al disminuir los cortes y uniones a través de coples por golpes durante la manipulación.
- Cincel y bota. Cincel (arado) diseñado para máxima resistencia y peso ligero. Con filo de corte plano o en forma de V, produciendo la máxima rotura y elevación, reduciendo la fuerza de tracción requerida. Los conductos (botas) diseñados para un acoplamiento estrecho a la hoja y bisagras para facilitar el giro y precisión.
- Profundidad de cincel: 2.10 m, para instalar colectores parcelarios.
- Caballos de fuerza mínimos: 440 HP
- Presión sobre el suelo: 36 kpa
- Tren motriz: Hidrostático de 2 velocidades

Equipo complementario es el siguiente: torreta con nivel laser giratorio de 360°, donde se regula la pendiente, y receptor que recibe la señal instalada en la zanjadora, cuatrimoto para localización y georreferenciación de las líneas y colectores, trascabo para abrir ventanas en la unión de la línea al colector. Además, cinta métrica, banderillas para identificar la dirección y ubicación de los colectores y líneas (figuras 61 a la 63).





Figura 60. Zanjadoras utilizadas en la instalación de sistemas de drenaje subterráneo parcelario





Figura 61. Torreta con nivel láser giratorio de 360° y su receptor en la zanjadora.



Figura 62. Cuatrimoto





Figura 63. Trascabo

2.1.3 Supervisión de la instalación del sistema de drenaje.

Se proporcionó al operador de la máquina instaladora una copia del plano de diseño detallado del sistema de drenaje donde se indicaron los cambios de diámetro y pendiente, y las conexiones.



Figura 64. Revisión del plano de diseño con el operador de la máquina instaladora.

Paseo Cuauhnáhuac No. 8532, Col. Progreso, CP. 62550, Jiutepec, Morelos. Tel: (777) 329 3600 www.gob.mx/imta



Se revisó la tubería y accesorios, así como, el equipo láser con la pendiente de diseño.



Figura 65. Revisión de la tubería y accesorios

Se supervisó que se instalara primero los colectores y después los laterales. En ambos casos la instalación se inició por la descarga.

Para conectar un lateral al colector se hizo una fosa utilizando una retroexcavadora, teniendo mucho cuidado de no averiar o romper la tubería durante esta operación.





Durante la instalación se supervisó que la máquina siguiera en lo posible una línea recta. La instalación se suspendió temporalmente cuando hubo cambios en el diámetro, en la dirección de la tubería o un cambio fuerte en la pendiente para hacer los ajustes necesarios.

La máquina antes de terminar de instalar la tubería de drenaje, corta y tapa la tubería automáticamente. Para evitar el derrumbe de las paredes de la trinchera se recomendó terminar la instalación de tramos de dren o colector en el mismo día que se inician.

Durante el proceso de instalación se llevó a cabo lo manifestado en los párrafos anteriores donde la empresa encargada de la instalación cumplió de manera aceptable.

En el Anexo 3 se agregan las minutas que dan cuenta de algunas adecuaciones que se realizaron en los diseños de los sistemas de drenaje por situaciones no previstas que se resolvieron en campo.

2.2 Verificación

Se realizó la verificación en la totalidad de los colectores y en un 20 % de los laterales tomados al azar, de acuerdo con lo que establece la NMX-O-184-SCFI-2011 en su epígrafe 6.3 "Verificación de la instalación del sistema". El rango de variación permisible en la verificación de pendientes de laterales y colectores fue del 50% del diámetro de la tubería, por arriba o por debajo de la línea de pendiente de diseño.

2.2.1 Verificación de la instalación del sistema de drenaje

Con la información de las líneas de instalación proporcionadas, en plano, por la empresa, se procedió a la localización de los bancos de referencia utilizados para el trazo en campo de las líneas de instalación. En el plano se localizaron cuatro bancos de referencia, los cuales se listan a continuación:



Cuadro 28. Coordenadas de los bancos de referencia

No. Banco	Coordenada X (UTM)	Coordenada Y (UTM)	Coordenada Z (m)
1	558,180.05	3,061,084.91	8.26
2	558,163.17	3,060,539.22	8.16
3	557,574.17	3,058,754.26	8.63
4	553,345.22	3,056,033.64	10.83



Figura 66. Bancos de referencia para el trazo de instalación



Con los planos proporcionados, se recorrió la zona de las localidades de Ráhum y Pótam, donde se instalaron los sistemas de drenaje, de los recorridos se identificaron las parcelas instaladas y las pendientes de instalar. Su distribución se muestra en la imagen siguiente:

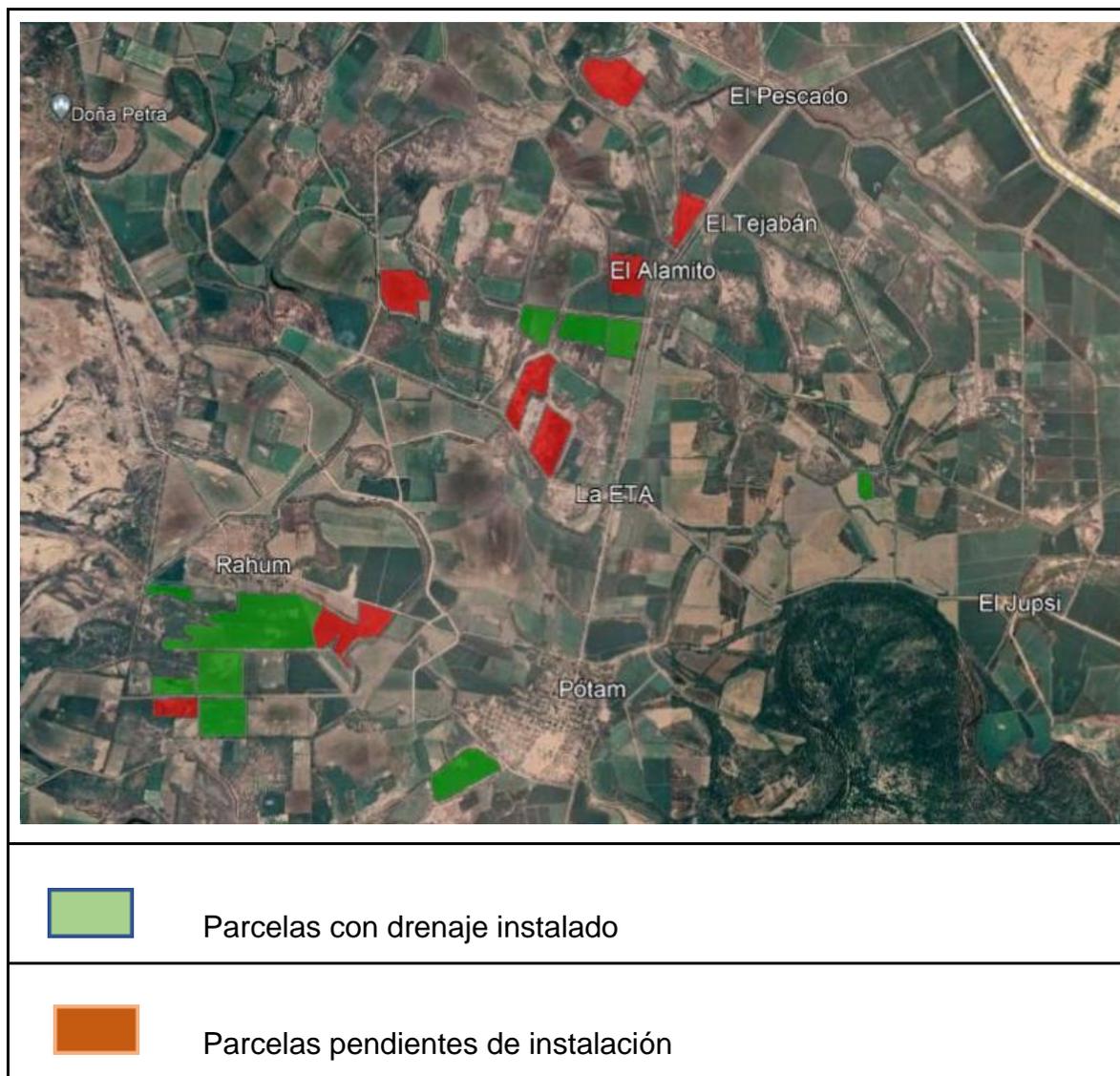


Figura 67. Parcelas con y sin instalación



Para la supervisión de la instalación, de acuerdo a los términos de referencia, se llevó a cabo un levantamiento topográfico sobre una parte de las líneas de drenaje y los colectores instalados, con el objeto de verificar las pendientes de instalación de los sistemas. Se utilizaron equipos para levantamientos geodésicos con corrección diferencial en tiempo real (RTK) para obtener una precisión de centímetros en la coordenada z. Para el sondeo en el terreno de los tubos instalados en las parcelas, se construyeron sondas utilizando varilla de acero cold rolled 5/8" de diámetro en forma de T con punta achatada para no dañar los tubos.



Figura 68. Establecimiento de base de referencia para la supervisión de la instalación





Figura 69. Sondas para verificar la tubería instalada

Para la verificación de la instalación se hizo un recorrido sobre las líneas seleccionadas enterrando la sonda hasta encontrar el lomo del tubo y medir la cota con el equipo geodésico.





Figura 70. Sondeo sobre las líneas de drenaje instalado

Asimismo, se midió la cota en la descarga a los drenes.



Figura 71. Descarga a los drenes a cielo abierto.



Se tomó una muestra de líneas y colectores en las 237 ha de drenaje instalado. La distribución de las parcelas supervisadas se muestra a continuación:



Figura 72. Líneas de drenaje supervisadas

A continuación se muestran ejemplos de perfiles de las líneas de drenaje supervisadas, en el anexo 1, se colocaron las demás gráficas. Se puede observar que las pendientes encontradas en campo, se encuentran igual o cercanas a los valores de las pendientes de diseño.



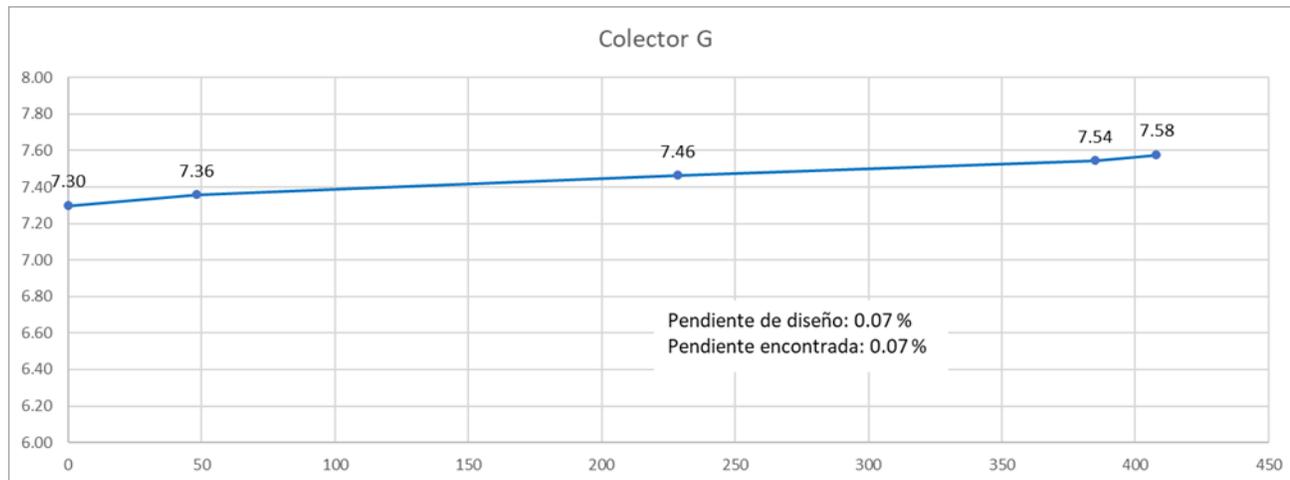


Figura 73. Perfil del colector G

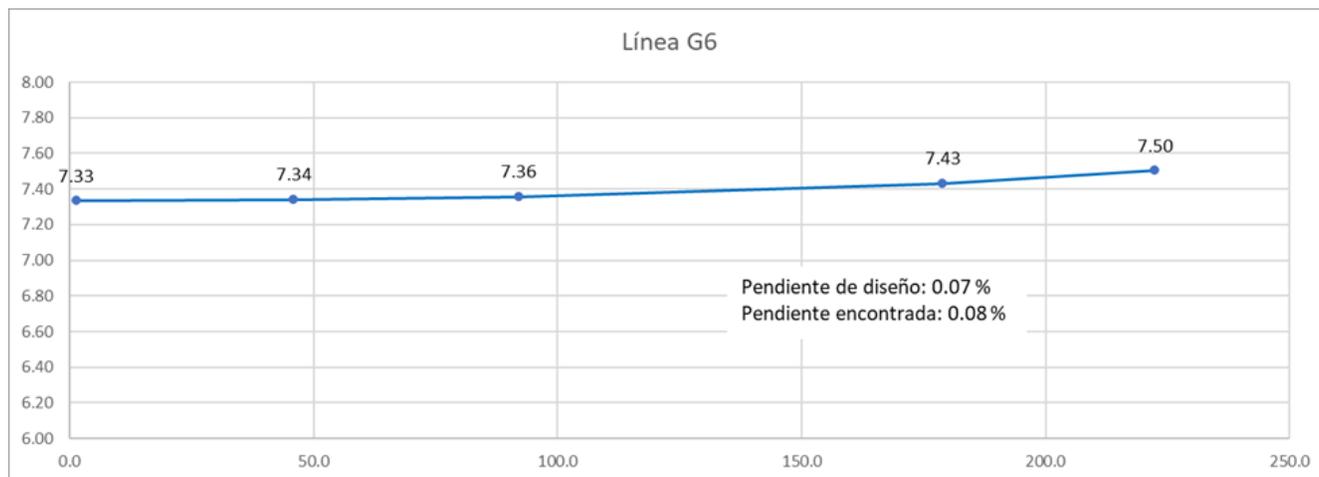


Figura 74. Perfil de la línea G6



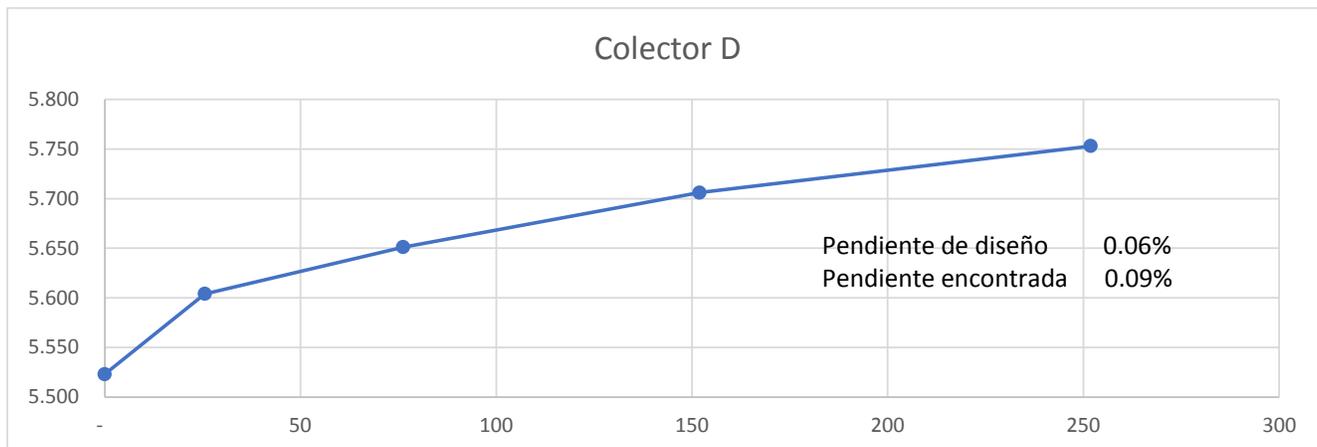


Figura 75. Perfil del colector D

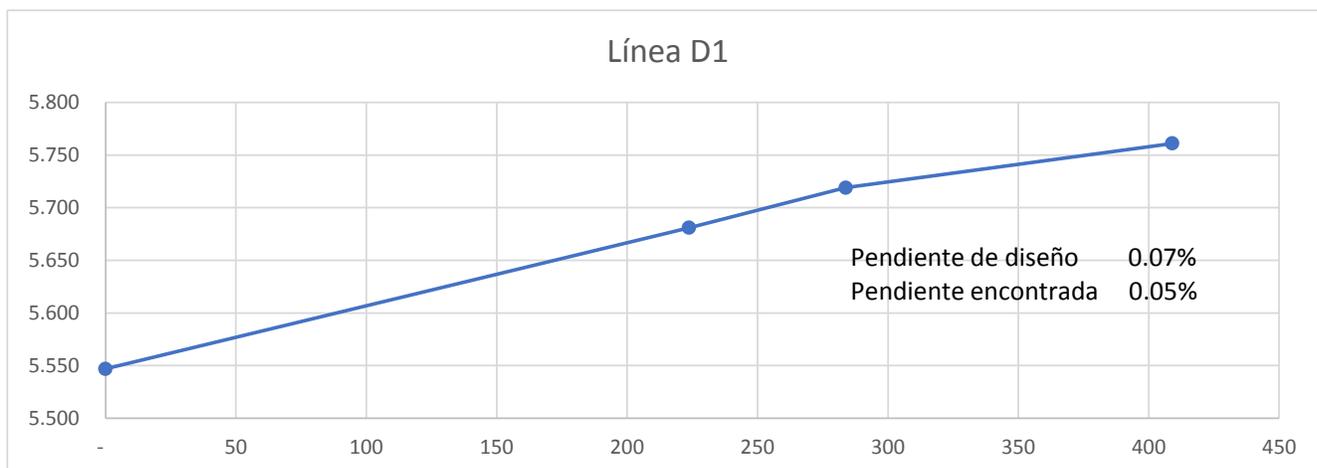


Figura 76. Perfil de la línea D1



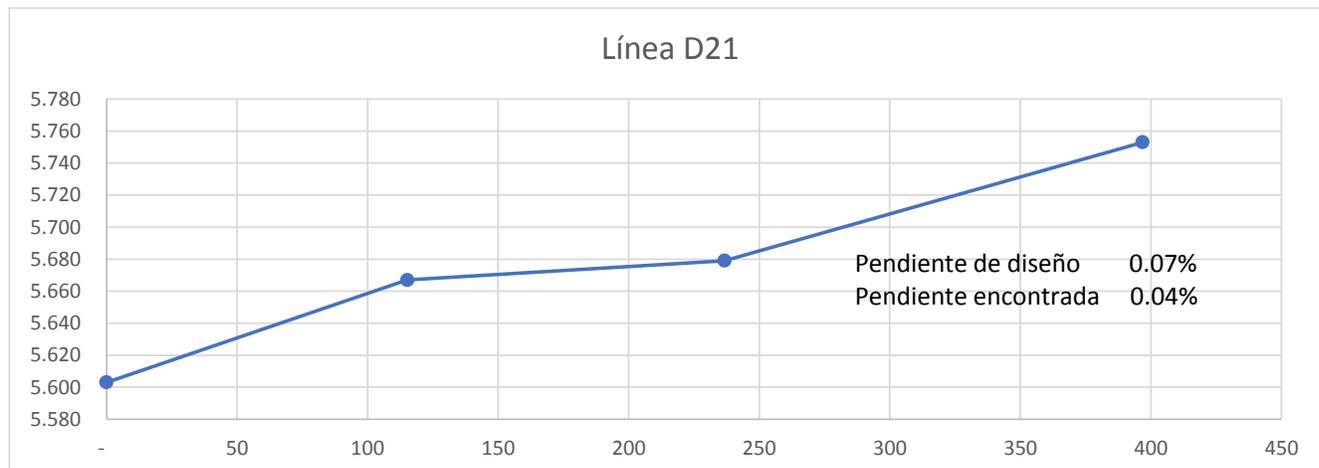


Figura 77. Perfil de la línea D21 (revisar numeración)

Además, se observó que el gasto evacuado en una parcela, al inicio del riego y con el riego establecido, fue el aceptable, lo que verifica el buen funcionamiento de los sistemas de drenaje.





Iniciando el riego



Durante el riego

Figura 78. Colectores parcelarios desalojando el exceso de agua de riego.





3. CAPACITACIÓN EN SERVICIO Y BUENAS PRÁCTICAS EN DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO Y REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINOS

El desarrollo de una región solo puede crecer a través de las personas que la integran y una vía de crecimiento para ellas se encuentra en la capacitación y el aprendizaje. Se sabe que la efectividad de las acciones de un equipo de trabajo (independiente del área específica de trabajo), dependerá de la forma como cada miembro de su grupo realice el trabajo y lo integre con el resto del proceso productivo.

La capacitación es una inversión, no un gasto; se debe considerar como un importante motivador para los trabajadores, técnicos, productores o receptores de ella, puesto que les da la confianza por el beneficio que reciben como personas y no sólo porque hagan bien su trabajo. Esta sensación de apoyo se ve incrementada cuando algunos talleres son impartidos no sólo para mejorar su trabajo actual sino también para su propio desarrollo personal y futura mejoría económica. Nada resulta más difícil en la vida, si se es responsable, que tener que ejecutar una tarea o acción sin conocimiento.

La capacitación es la oportunidad de mejorar su desarrollo personal, el entorno en que viven, sus sistemas productivos, su relación personal y social, el crecimiento profesional, más todos y cada uno de los beneficios que trae la capacitación.

En este orden de ideas, se proporcionaron herramientas técnico-metodológicas a los técnicos y productores de los Pueblos Yaquis en lo relacionado con el drenaje agrícola y la rehabilitación de suelos salinos, haciendo uso de técnicas participativas, que facilitan el aprendizaje. Los temas fueron:

- 1) Taller de diseño e instalación de sistema de drenaje subterráneo parcelario
- 2) Taller de rehabilitación de suelos salinos
- 3) Prácticas de campo sobre la instalación y rehabilitación de suelos salinos.

Antes del inicio de los talleres se solicitó el apoyo de las Autoridades Tradicionales del Pueblo Yaqui para hacer la difusión de los eventos de capacitación, además de que se pegaron carteles en el Pueblo de Vícam y en las oficinas del Distrito de Riego 018 (figura 79).





Figura 79. Carteles promoviendo los talleres de drenaje agrícola.

Los talleres de drenaje agrícola subterráneo parcelario y rehabilitación de suelos salinos, se llevaron a cabo en las instalaciones del Distrito de Riego 018, en el Pueblo de Vícam, Sonora (figura 80).



Figura 80. Oficinas del D.R. 018, lugar de los talleres.

3.1 Taller de diseño e instalación de sistema de drenaje subterráneo parcelario

Los temas expuestos fueron:

Paseo Cuauhnáhuac No. 8532, Col. Progreso, CP. 62550, Jiutepec, Morelos. Tel: (777) 329 3600 www.gob.mx/imta





1. Diagnóstico para la determinación de áreas con problemas de salinidad y manto freático.
2. Diseño de sistemas de drenaje agrícola:

- a) Drenaje Superficial. Drenaje Principal o colectores y Drenaje superficial parcelario
- b) Drenaje subterráneo parcelario. Determinación de parámetros hidrodinámicos, Conductividad hidráulica a saturación y porosidad drenable. Separación de drenes por el método de régimen permanente y por el método del régimen no permanente
- c) Prácticas de diseño, utilizando el software AutoCAD y CivilCad, como ejercicios se diseñaron parcelas de los sistemas instalados con diferentes parámetros hidrodinámicos.

3. Instalación de sistemas drenaje. Maquinaria para la construcción e instalación de drenaje superficial y subterráneo, así como la operación de esta.

El primer taller empezó el 9 de diciembre de 2021, teniendo una participación de 11 personas, principalmente técnicos Yaquis (figura 81 y 82).

Taller de diseño e instalación de sistema de drenaje subterráneo parcelario
 Lugar: Vicam, Sonora Fecha: 9 de diciembre 2021

No.	Nombre	Técnico o productor Institución o empresa	Correo	Teléfono	Firma
1	Cornelio Molina Valencia	INPI - Técnico	guasimitas@hotmail.com	644 90-12 60	<i>[Firma]</i>
2	Carlos Alfredo Valenzuela S	Técnico	caralf13_@outlook.es	6491915361	<i>[Firma]</i>
3	Eduardo Gustavo Flores Valencia	Técnico	eflores.valencia@tyt.edu.mx	6441178375	<i>[Firma]</i>
4	Rafael Saporien Burrueta	Técnico	rafael.saporien@hondaitalia.com	6111295137	<i>[Firma]</i>
5	Amilcar Zamorano Arayo	Comisión Estatal Agua	amilcargamoran@qual.com	662407455	<i>[Firma]</i>
6	Jose Manuel Velazquez Vazquez	Técnico	manuelvb@outlook.es	6441521838	<i>[Firma]</i>
7	Ivan Aurelio Ayala Castillo	Comisión Estatal Agua	ivan7ayala@gmail.com	6624716729	<i>[Firma]</i>
8	Manuel Dávila Ayala	Técnico	vazqu岸@outlook.com	6444548774	<i>[Firma]</i>
9	Alfonso Ángel Valenzuela R	Productor	amv212021@gmail.com	64441463456	<i>[Firma]</i>
10	Jose Christian Lopez Guardia Agui	Dian Systeo	christian_lopez@outlook.com	642853965	<i>[Firma]</i>
11	Gonzalez Chameca Cesar Felipe	Técnico	cesca-g-94@hotmail.com	6221084536	<i>[Firma]</i>
12	Carlos Alfredo Valenzuela S	Técnico	Repetido		

Figura 81. Lista de asistencia del 9 de diciembre de 2021.





Figura 82. Presentación del taller de diseño e instalación de sistemas de drenaje subterráneo parcelario.

Después de la bienvenida y presentación del Taller, a los asistentes se les aplicó un cuestionario diagnóstico para conocer el grado de conocimientos sobre el drenaje agrícola subterráneo parcelario, encontrando que la mayoría tiene conocimientos básicos sobre el tema (figura 83).



MEDIO AMBIENTE | IMTA

CUESTIONARIO DIAGNÓSTICO

Nombre: Cornelio Molina Valcárces Fecha: 9/12/2021 Lugar: Est. Vicam Oficinas de CONAGUA

- ¿Qué entiende por drenaje agrícola? Es el Suelo tiene esta Característica Natural. En la Agricultura, consiste en circular los excedentes de agua de los Riegos, lo obtiene de la Pendiente del suelo, hacia los drenes Constructados.
- Escriba los tipos de drenaje agrícola que conozca
Existen las Redes de Drenaje en Zonas Agrícolas, que van desde colectores secundarios y primarios a otros colectores principales. En suelos Salinos existe el Sistema de Bayonetas a Cielo Abierto y recien
- ¿A qué se debe que se produzcan problemas de drenaje? otras Tecnologías de los suelos tienen de manera natural drenaje subterráneo distintos materiales minerales en su composición. Suelos Arcillosos, Arcillosos. Cuando se combinan los factores de Falta de Labores Culturales apropiados y Suelos Arcillosos Es muy probable que se endurezcan los suelos en la capa arable.
- ¿Qué es el nivel freático?
Nivel freático, es la altura del Espeso del agua con respecto al punto de medición del mismo. Respecto al suelo, de forma Natural, o manto freático
- ¿Qué es la conductividad hidráulica?
Es la capacidad del Agua para generar niveles de electricidad, se mide en cm^2/s
- ¿Qué beneficios ofrece el drenaje agrícola? El drenaje Agrícola ayuda a que se percoleen los Excedentes del Agua de Riego, en donde van contenidas las Sales disueltas, ppalmente Cloruro Na^+ NatCl.

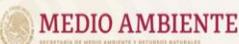
Figura 83. Ejemplo del cuestionario diagnóstico aplicado.

En el primer día del taller se presentaron los antecedentes y conceptos básicos (figura 84), así como la obtención de la información básica para el diseño e instalación del drenaje agrícola subterráneo parcelario y por último, la selección del filtro para la tubería enterrada.





CURSO-TALLER DE DRENAJE AGRÍCOLA



M.C. JOSÉ RODOLFO NAMUCHE VARGAS
rnamuche@tiaoc.imta.mx
M.I. ERICKDEL CASTILLO SOLIS
erickdel_castillo@tiaoc.imta.mx
PUEBLO YAQUI, SON. DICIEMBRE 2021



TALLER I. DISEÑO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO



ANTECEDENTES

a) En el ámbito Mundial

A mediados del siglo 20 la superficie mundial de riego era de 121 millones/ha, a principio del siglo 21 era de 277 millones/ ha, en el año 2012 era de 324 millones/ha. Los países que han alcanzado el mayor riego mundialmente son: India-67, China-65, Estados Unidos-26 y Pakistán con 20 millones hectáreas respectivamente, la suma de las áreas de riego de estos 4 países representan el 55 % de la superficie mundial de riego, otro grupo de países con más de 6 millones/ha esta integrado por: Irán, Indonesia, México y Tailandia y representan el 9 % del total.

Aproximadamente un tercio de las extensiones de regadío en los países más importantes en cuanto a agricultura regada experimenta serias problemas de suelos con sales, por ejemplo: Israel 13 %, Australia 20 %, Chile: 20 %, China 15 %, Egipto 30 %. Los problemas se manifiestan igualmente en los proyectos grandes de riego como en los pequeños.

La FAO ha estimado que en 1990 unos 52 millones de ha de suelos en proyectos de riego requieren mejoras en su drenaje subterráneo para poder controlar los problemas de salinización.



SISTEMAS DE DRENAJE

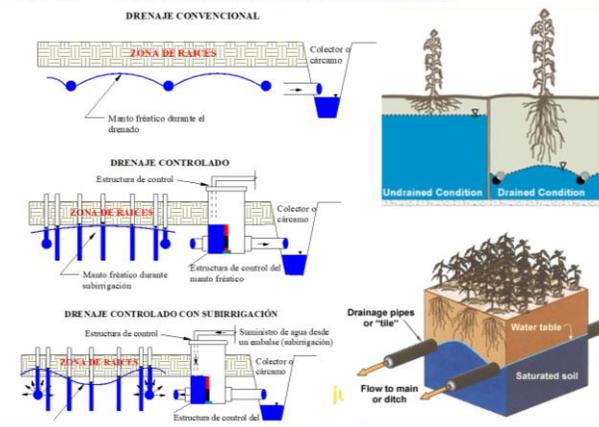


Figura 84. Presentación del taller de Diseño e instalación de sistemas de drenaje subterráneo parcelario.

En el segundo día (10 de diciembre), se contó con 16 participantes (figura 85 y 86), y se comenzó con el tema sobre el diseño de sistemas de drenaje subterráneo agrícola, utilizando la norma mexicana NMX-O-170-SCFI-2011.



Taller de diseño e instalación de sistema de drenaje subterráneo parcelario

Lugar: Vicam, Sonora Fecha: 10-Dic-21

No.	Nombre	Técnico o productor Institución o empresa	Correo	Teléfono	Firma
1	Amikar Zamorano Araujo	Comisión Estatal Agua	amikarzamorano@gmail.com	6621407155	[Firma]
2	Ivan Aurelio Aguayo Castillo	Comisión Estatal Agua	ivan76aguayo@gmail.com	6624710724	[Firma]
3	Jose Manuel Velazquez Vazquez	Técnico	manuelvelazquez@outlook.com	6941521538	[Firma]
4	Juan Domingo Velazquez	Técnico	JuanDomingoV23@gmail.com	6442594536	[Firma]
5	Cornelio Molina Valencia	INPI - cc Pátam	guasimitos@hotmail.com	6441901260	[Firma]
6	Eduardo Gustavo Flores Valencia	Técnico	efloresvalencia@itv.ecolima	6941178375	Eduardo G. F.V.
7	Roque Saporisa Bautista	Técnico	roque.saporisa@matamora.com	6441245137	[Firma]
8	Héctor Vázquez Juárez	Técnico	vazquezart@hotmail.com	6444548174	[Firma]
9	Jose Christian Lopez Gonzalez	Agri Drain Systems	Christian_lopez@drain.com	6923538465	Christian L.P.
10	Gonzalo Enrique Lopez Ferrer	Técnico	Gonzalo_g_94@hotmail.com	6221096536	[Firma]
11	Carlos Alfredo Valenzuela S.	Técnico	caraliba@outlook.es	64911415361	[Firma]
12	Jesús Domínguez Rodríguez			6444571353	[Firma]
13	Hedelberto Olea B.	Técnico	OleaBautista72@hotmail.com	6441540187	Hedelberto olea B.
14	Hedel Olea J.		edelolea1234@gmail.com	6441915623	[Firma]
15	Miguel Ángel Valenzuela A.	Productor	amos212021@gmail.com	6441483956	[Firma]
16	Miguel Idelfonso U.		ValenzuelaRodriguezDiana27@Com.com	644115343	[Firma]

Figura 85. Lista de asistencia del 10 de diciembre de 2021.



Figura 86. Segundo día del taller de diseño e instalación de sistemas de drenaje subterráneo parcelario.

La presentación estuvo basada en lo descrito en la norma y en los proyectos que se han realizado en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, sobre el diseño de sistemas de drenaje subterráneo entubado (figura 87). El contenido de la



presentación fue el siguiente: 1. Objetivo, 2. Definiciones, 3. Clasificación, 4. Especificaciones, 5. Diseño, y 6. Ejemplos.

5. DISEÑO DE SISTEMAS DE DRENAJE AGRÍCOLA SUBTERRÁNEO

5.1 Cálculo de la separación entre drenes
Régimen transitorio (Glover-Dumm)

6. EJEMPLOS

4. Diseño en perfil

Figura 87. Presentación sobre el diseño de sistemas de drenaje subterráneo parcelario.

Para el diseño de sistemas de drenaje se utilizaron los programas, Espadren (para la obtención de la separación entre los drenes subterráneos), Autocad y CivilCad para el diseño en planta y perfil de los sistemas de drenaje subterráneo parcelario.

En el tercer día del taller (11 de diciembre), asistieron 12 personas (figura 88 y 89). En este día se realizaron ejercicios para la aplicación de los programas Espadren, Autocad y Civilcad, se realizó el diseño completo tanto en planta como en perfil de un sistema de drenaje subterráneo parcelario y a los participantes se les dejó un ejercicio para su elaboración en casa.



Taller de diseño e instalación de sistema de drenaje subterráneo parcelario

Lugar: Xicam, Sonora Fecha: 11-Dic-2021

No.	Nombre	Técnico o productor Institución o empresa	Correo	Teléfono	Firma
1	Juan Domingo Melina	Técnico	juanadomingo@gmail.com	6442594538	
2	Roque Suponca Buitrago	Técnico	roque.suponca@hotmail.com	6441293187	Roque S.
3	Huaco Vazquez Duarte	Técnico	vazqueduf@hotmail.com	6444543176	Huaco V.D.
4	Cornelio Molina Valencia	Técnico	guasimitos@hotmail.com	6441901260	Cornelio
5	Eduardo Gustavo Flores Valencia	Técnico	eflores.valencia@itvz.edu.mx	6491175375	
6	Martin Romelio Ahorra	Técnico	siore@gmail.com	6442586845	Martin
7	Cesar Felipe Gonzalez Arreola	Técnico	Cesar-g-94@hotmail.com	6221096536	Cesar Felipe G.
8	Hedeberto Olea Jarama		edel@leal-34@gmail.com	6441915823	Hedeberto
9	Hedeberto Olea Bustamante	Técnico	Oleaobustamante72@hotmail.com	644159167	Hedeberto Olea B.
10	José Manuel Velázquez Vázquez	Técnico	manuelvela@outlook.es	6441521838	José Manuel
11	Carlos Alfredo Valenzuela S.	Técnico	caralib3@outlook.es	6441419361	Carlos A.
12	Miguel Ángel Valenzuela Akumachi	Productor	gmas212021@gmail.com	6441463956	Miguel Ángel

Figura 88. Lista de asistencia del 11 de diciembre de 2021



Figura 89. Tercer día del taller de diseño e instalación de sistemas de drenaje subterráneo parcelario.

Se llevó a cabo el cuarto día, con la asistencia de 13 personas (figura 90 y 91). En este día se terminaron de presentar los temas sobre la revisión de proyectos ejecutivos, el replanteo, la instalación, la supervisión, el funcionamiento, la conservación y mantenimiento de sistemas de drenaje subterráneo parcelario (figura 92).



Taller de diseño e instalación de sistema de drenaje subterráneo parcelario

Lugar: Vicam, Sonora Fecha: 13-Dic-2021

No.	Nombre	Técnico o productor Institución o empresa	Correo	Teléfono	Firma
1	Ivan Aurelio Ayala Castillo	CEA	ivan76ayala@gmail.com	6624710724	[Firma]
2	Amilcar Zamorano Araujo	CEA	amilcarzamorano@gmail.com	6621407455	[Firma]
3	Juan Domingo Molina J.	triboyagua Técnica	myvandemingo03@gmail.com	6441594538	[Firma]
4	Martin Rommel Alvarez Obeso	Técnico	martin0684@gmail.com	6442586845	[Firma]
5	Cornelio Molina Valencia	Técnico	guasimita@hotmail.com	6441901260	[Firma]
6	Hilari Vargas Duarte	Técnico	vargduar@hotmail.com	6444548176	[Firma]
7	Moque Sopoman Buitimea	Técnico	voge.sopoma@utor.mx	5711295137	[Firma]
8	Hedelberto Olea Jucameca		edelo10en1234@gmail.com	6441915623	[Firma]
9	Cesar Felipe Gonzalez Cruz	Técnico	Cesar-g-77@hotmail.com	6221096633	[Firma]
10	Jose Manuel Velazquez Vargas	Técnico	manuelvel2@outlook.com	6441521838	[Firma]
11	Juan Gomez Preciado	Técnico	gomez.preciadojuan@hotmail.com	6441592480	[Firma]
12	Edardo Gustavo Flores Vilana	Técnico	edfloresvalencia@hotmail.com	6441173375	[Firma]
13	Hedelberto Olea Buitimea	Técnico	oleabuitimea_72@hotmail.com	6441540187	[Firma]

Figura 90. Lista de asistencia del 13 de diciembre de 2021



Figura 91. Cuarto día del taller de diseño e instalación de sistemas de drenaje subterráneo parcelario.





Figura 92. Presentación final sobre el diseño e instalación de sistemas de drenaje subterráneo parcelario.

3.2 Taller de rehabilitación de suelos salinos

Temas expuestos:

- a) Salinidad de los suelos, Degradación natural y Degradación antrópica.
- b) Degradación de suelos, Física, Química y Biológica.
- c) Suelos afectados por sales, Normales, Salinos, Salino-sódicos y Sódicos.
 - Parámetros fisicoquímicos para análisis de suelos, agua de riego, drenada y de manto freático.
 - Directrices para evaluar la degradación de suelos salinos

Paseo Cuauhnáhuac No. 8532, Col. Progreso, CP. 62550, Jiutepec, Morelos. Tel: (777) 329 3600 www.gob.mx/imta



- d) Prácticas culturales, i) Subsoleo, ii) Rastreo cruzado, iii) Determinación y Aplicación de Láminas de Lavado, iv) Cálculo y Aplicación de Mejoradores Químicos y v) Biológicas.

El taller de rehabilitación de suelos salinos se llevó a cabo el día 15 de diciembre de 2021, con la asistencia de 15 personas:

| |

Taller de rehabilitación de suelos salinos

Lugar: Vicam, Sonora Fecha: 15 - Dic - 2021

No.	Nombre	Técnico o productor Institución o empresa	Correo	Teléfono	Firma
1-	Jose Manuel Velazquez Vazquez	Técnico	manuelvelo@outlook.es	6941521838	<i>[Firma]</i>
2-	Juan Domingo Molina Salinas	Técnico T.F.	mywambnrijo03@gmail.com	492544538	<i>[Firma]</i>
3	Amilcar Zamorano Araujo	CEA	amilcar.zamorano@gmail.com	6621402155	<i>[Firma]</i>
4-	Juan Aurelio Ayde Castillo	CEA	juan76castillo@gmail.com	6624710824	<i>[Firma]</i>
5	Eduardo Gustavo Flores Valencia	Técnico	eflores.valencia@itvz.edu.mx	6941175375	Eduardo G.F.
6	Martín Horacio Álvarez Caceres	Técnico	svai0654@gmail.com	6442556845	Martin G.B.
7	Noque Supernas	Técnico	noque-supernas@hotmail.com	677295137	Noque Supernas
8	Jesús Damían Rodríguez H			6777571353	Jesús D. Rodríguez H.
9	Carlos Alfredo Valenzuela S	Técnico	caralris_@outlook.es	6491415261	Carlos A.S.
10-	Hilario Cuevas Duarte	Técnico	varquedart@hotmail.com	6444548178	Hilario D.S.
11	Cornelio Molina Valencia	T.O.A. IMPI-CEA	quasimitas@hotmail.com	67441901260	<i>[Firma]</i>
12	Miguel Ángel Valenzuela Almonda	Productor	amcas212021@gmail.com	6441463956	Miguel Ángel Valenzuela
14	Hedelberto Olea Jucamea		edelo1234@gmail.com	6941915623	<i>[Firma]</i>
15	Hedelberto Olea Bautimes	Técnico	OleaBautimes_72@hotmail.com	6941570187	Hedelberto olea

Figura 93. Lista de asistencia del 15 de diciembre de 2021.



Figura 94. Taller de rehabilitación de suelos salinos.



En este taller se abordaron los temas sobre los procesos de degradación de los suelos, los tipos de suelos afectados por sales, los efectos de la salinidad en la producción de cultivos, los trabajos en laboratorio para medir la salinidad en las muestras de suelo, las directrices para evaluar los suelos salinos, sódicos o calcáreos, las prácticas culturales para la rehabilitación de suelos afectados por sales (figura 95).

TALLER II: REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINOS

Sales	Solubilidad Máxima		
	CE (dS/m)	g/L	meq/L
Na₂CO₃	693	441	8,320
MgCl₂	618	353	7,413
Na₂SO₄	504	430	6,064
NaCl	453	318	5,440
MgSO₄	363	262	4,352
NaCO₃H	272	137	3,261
CaSO₄	2.5	2.04	30
CaCO₃	0.8	0.01	10
MgCO₃	0.8	000	10

Todas las sales solubles pueden constituir soluciones con altísimos valores de CE. Sin embargo el yeso tan solo puede dar soluciones con un máximo de 2.5 dS/m. Cuando en un suelo, el yeso es muy abundante, solo se encontrara disuelto 2.04 gr/l y el resto se encontrara precipitado, por lo que la solución nunca superará el valor de 2.5 dS/m.

Extracción de sales, lote 17 Ejido Nuevo Sinaloa, Módulo No. 3, DR 076 Línea 9 Espaciamiento

Extracción de sales, lote 17 Ejido Nuevo Sinaloa, Módulo No. 3, DR 076 Línea 5, Espaciamiento 50 m

d) Químicas. Consisten en aplicar mejoradores como yeso, ácido sulfúrico, etc., con la finalidad de recuperar suelos sódicos, es decir suelos que tienen un porcentaje de sodio intercambiable (PSI) mayores del 15 % y una conductividad eléctrica menor de 4 dS/m. Antes de decidir si es necesario aplicar un mejorador se debe corroborar con la relación (9). La cantidad de mejorador químico se estima mediante la fórmula siguiente:

$$D_m = \frac{(PSI_i - PSI_f) \cdot CIC \cdot P_e \cdot h \cdot d_s}{100}$$

Dónde: D_m es la dosis de mejorador químico (kg/ha), PSI_i y PSI_f son el porcentaje de sodio intercambiable Inicial y final, respectivamente (%). CIC es la capacidad de intercambio catiónico (meq/100 g de suelo), P_e es el peso equivalente del mejorador, h es la profundidad hasta la que se desea rehabilitar el suelo (cm) y d_s es la densidad aparente del mismo (g/cm³).

Figura 95. Presentación del taller sobre la rehabilitación de suelos salinos.



3.3 Prácticas de campo sobre la instalación y rehabilitación de suelos salinos

El taller de las prácticas de campo sobre la instalación y rehabilitación de suelos salinos se realizó el 14 de diciembre de 2021. La asistencia a este taller fue de 8 personas (figura 96 y 97).

| |

Taller: Prácticas de campo sobre la instalación y rehabilitación de suelos salinos

Lugar: Vicam y Pakun, Sonora Fecha: 14-Dic-21

No.	Nombre	Técnico o productor Institución o empresa	Correo	Teléfono	Firma
1	Juan Domingo Molina Valencia	Técnico	mjuandomingo03@gmail.com	6442574538	[Firma]
2	Jose Christian Lopez Gonzalez	Agrivian SpA	christianlopez@agrivian.com	6428538865	[Firma]
3	Cornelio Molina Valencia	Tecauco Lup	gmsm170@hotmail.com	6441901266	[Firma]
4	Miguel Angel Valenzuela Alvarado	Productor	amos212021@gmail.com	6441463956	[Firma]
5	Alejo Vazquez Duarte	Tecauco	vazqueduarte@hotmail.com	6444548176	[Firma]
6	Juan Gomez Preciado	Técnico	gomezpreciaojuan@hotmail.com	6441592480	[Firma]
7	Raquel Sapoama	Técnico	rsapoama@hotmail.com	6581295137	[Firma]
8	Jesús Damian Rodríguez H.			6444571355	[Firma]

Figura 96. Lista de asistencia del 14 de diciembre de 2021



Figura 97. Asistencia a las prácticas de campo.



Las prácticas de campo se realizaron en una parcela en la que se le instaló el sistema de drenaje subterráneo parcelario, que se encuentra a un costado del Pueblo de Ráhum (figura 98).



Figura 98. Ubicación del sitio donde se realizaron las prácticas de campo.

Como primera práctica de campo, se obtuvo el gasto evacuado por el sistema de drenaje subterráneo parcelario (figura 99). Después de la obtención del gasto evacuado, se analizó el pH, la conductividad eléctrica, temperatura y de sólidos disueltos totales, de la muestra de agua obtenida. Para después, calcularse la cantidad de sales que evacua el sistema en un día, con el gasto medido (figura 100).

En campo se observó el problema de manchones de sales en la parcela escogida, y se manifestó que con el sistema de drenaje, dicho problema desaparecerá paulatinamente (figura 101).

Debido a la importancia del conocimiento del comportamiento de los niveles freáticos, se platicó tanto en las presentaciones en el aula como en el campo sobre la obtención de los datos freáticos, por lo que se localizó un pozo de observación y se realizó la medición de la profundidad del nivel freático (figura 102). También se realizó prácticas sobre la instalación de los sistemas de drenaje y se visitó una parcela en donde se llevaba a cabo la instalación (figura 103 y 104).



Figura 99. Obtención del gasto evacuado por el sistema de drenaje.





Figura 100. Medición de parámetros de calidad del agua y obtención de la cantidad de sales.





Figura 101. Problemas de salinidad en la parcela seleccionada.



Figura 102. Pozo de observación para la medición del nivel freático.





Figura 103. Plática sobre el proceso de la instalación de sistemas de drenaje subterráneo parcelario



Figura 104. Abriendo ventanas para iniciar la instalación de la línea, previo coplee al colector





Al inicio de los talleres se aplicó un cuestionario diagnóstico para conocer los conocimientos que los participantes tenían sobre el tema del drenaje agrícola subterráneo parcelario, y al finalizar los talleres se realizó un cuestionario sobre los conocimientos adquiridos y sobre la opinión de los talleres en general (figura 105).

CURSO TALLER DE DRENAJE AGRÍCOLA

Nombre: *ROQUE SOPOMEN BUSTAMEN* Fecha: *16/12/21*

1. ¿Cómo se origina la salinidad y sugerencias para combatirla?
2. ¿Cuándo la curva de infiltración toma el valor de la conductividad hidráulica?
3. ¿Cómo valora el curso y que sugiere para mejorarlo?

① *POUR LA ACCUMULATION DE SABLES EN LE SUELO, DÉVIENT AU EXCES, DE L'EAU, FERTILISANTS, ÉLEVATION DE NIVEAU K.A.T.I.C.O., COMPACTATION, AGUA DE RIEGO UTILIZADO*

SE PUEDE MEJORAR MEDIANTE UN ANÁLISIS DE SUELO PARA VALORAR, PREVIO, DONDE SE PRESE LOS ELEMENTOS, COMO: PH, CONDUCTIVIDAD, ELECTRICIDAD, TEXTURA, NIVEL DE NITRÓGENO, HORMONAS, TEMPERATURA ESTOS DATOS IDENTIFICADOS, SE ESTABLECE EL MÉTODO CORRESPONDIENTE, QUE PUEDE SER DRENAJE, SUBTERRANEO O A CIELO ABIERTO.

② *... CUANDO LA CURVA DE INFILTRACION, SE NORMALIZA O LLEGA A UN VALOR CONSTANTE, PARA SU EQUILIBRIO*

③ *... MUY BUENA, QUE SE SIGA IMPARTIENDO ESTE TIPO DE CURSOS, PARA UN MAYOR ENTENDIMIENTO DEL SISTEMA, SOBRE TODO CON PRÁCTICAS DE CAMPO PARA MAYOR ENTENDIMIENTO Y ESTABLECER UNA PARCELA DEMOSTRATIVA PARA UN SEGUIMIENTO MAS AFONDO Y OBTENER LOS RESULTADOS ESPERADOS, DESDE LA SELECCIÓN DE LA PARCELA CON LAS CONDICIONES QUE PRESENTA, ANTES DE INICIAR EL PROCESO DE RECUPERACIÓN, PARA QUE EL ESFUERZO SEA COMPARTIDO*

Figura 105. Cuestionario aplicado al finalizar los talleres.





CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA



A los participantes se les entregó una memoria USB con el material utilizado en los talleres de drenaje agrícola, como son las presentaciones, normas de drenaje, ejercicios hechos en el aula, el programa Ks, para el cálculo de la conductividad hidráulica a saturación, así como su manual, y el manual de drenaje agrícola en zonas áridas.



OTORGAN LA PRESENTE CONSTANCIA A:

EDUARDO GUSTAVO FLORES VALENCIA

POR SU ASISTENCIA AL CURSO:

"TALLER DE DISEÑO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO PARCELARIO"

CELEBRADO EN VICAM, GUAYMAS, SONORA,
LOS DÍAS 9 AL 11 DE DICIEMBRE DE 2021, 15 HORAS.

GUAYMAS, SONORA, A 11 DE DICIEMBRE DE 2021.

DR. NAHÚN HAMED GARCÍA VILLANUEVA
GERENTE DE DISTRITOS DE RIEGO
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Antonio Quevedo
DR. JOSÉ ANTONIO QUEVEDO TIZNADO
ENCARGADO DE LA COORDINACIÓN DE RIEGO Y DRENAJE
INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA



OTORGAN LA PRESENTE CONSTANCIA A:

IVÁN AURELIO AYALA CASTILLO

POR SU ASISTENCIA AL CURSO:

"TALLER DE REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINOS"

CELEBRADO EN VICAM, GUAYMAS, SONORA,
LOS DÍAS 13 Y 14 DE DICIEMBRE DE 2021, CON UNA DURACIÓN DE 10 HORAS.

GUAYMAS, SONORA, A 14 DE DICIEMBRE DE 2021.

DR. NAHÚN HAMED GARCÍA VILLANUEVA
GERENTE DE DISTRITOS DE RIEGO
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Antonio Quevedo
DR. JOSÉ ANTONIO QUEVEDO TIZNADO
ENCARGADO DE LA COORDINACIÓN DE RIEGO Y DRENAJE
INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

DR. NAHÚN HAMED GARCÍA VILLANUEVA
GERENTE DE DISTRITOS DE RIEGO
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

OTORGAN LA PRESENTE CONSTANCIA A:

HEDELIBERTO OLEA BUITIMEA

POR SU ASISTENCIA AL CURSO-TALLER:

"PRÁCTICAS DE CAMPO SOBRE LA INSTALACIÓN Y REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINOS"

CELEBRADO EN VICAM, GUAYMAS, SONORA,
LOS DÍAS 15 Y 16 DE DICIEMBRE DE 2021, CON UNA DURACIÓN DE 10 HORAS.

GUAYMAS, SONORA, A 16 DE DICIEMBRE DE 2021.

Antonio Quevedo
DR. JOSÉ ANTONIO QUEVEDO TIZNADO
ENCARGADO DE LA COORDINACIÓN DE RIEGO Y DRENAJE
INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

Figura 106. Constancias de participación de los talleres de drenaje agrícola.

Paseo Cuauhnáhuac No. 8532, Col. Progreso, CP. 62550, Jiutepec, Morelos. Tel: (777) 329 3600 www.gob.mx/imta



CONVENIO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN
No. SGIH-GDR-CDMX-21-COLAB-001-RF-CC



Como última actividad se realizó un convivio en las mismas instalaciones en donde se realizaron los talleres (figura 107).



Figura 107. Personas que asistieron a los talleres de drenaje agrícola.





CONCLUSIONES

Los “Servicios de asistencia especializada en drenaje parcelario subterráneo del Distrito de Riego 018 del Pueblo Yaqui”, han permitido dar sustento técnico a las acciones paralelas de instalación de drenaje agrícola que se desarrollan en el marco de la recuperación de suelos salinos del Plan de Justicia Yaqui. Dichas actividades son: verificación de planos y documentos técnicos, recorridos de campo, elaboración de especificaciones técnicas para concurso de proyectos de drenaje, trazo y replanteo de los diseños de sistemas de drenaje, revisión de maquinaria y equipo para la instalación de sistemas de drenaje, supervisión de la instalación del sistema de drenaje, verificación de la instalación del sistema de drenaje, taller de diseño e instalación de sistema de drenaje subterráneo parcelario, taller de rehabilitación de suelos salinos y prácticas de campo sobre la instalación y rehabilitación de suelos salinos. Dichas actividades se describen brevemente a continuación:

1) Verificación de planos y documentos técnicos de drenaje subterráneo parcelario y elaboración de especificaciones técnicas para su instalación.

Debido a la aplicación de láminas de riego excesivas y la falta de mantenimiento a los sistemas de drenaje ha dado el origen de la salinidad de los suelos, quedando en algunos casos con parcelas abandonadas.

Con base en los recorridos de campo, estudios o trabajos afines a la salinidad de los suelos proporcionados por el Distrito de Riego 018, Colonias Yaquis, Sonora; en los que comprende los Pueblos Yaquis de Vícam, Pótam, Ráhum, Huírivis y Belem donde se detectan 8,912.46 ha. De las cuales 5,605.36 ha son abandonadas o enmontadas y 3,307.10 ha con degradación de leve a muy fuerte. La CONAGUA considero instalar 400 ha por año durante el presente sexenio, un total de 1,600ha. Para el año 2021 se programó instalar 405 ha, de las cuales corresponden 105 ha al pueblo de Pótam y 300 ha al Pueblo de Ráhum. Al IMTA le proporcionaron los proyectos ejecutivos, realizando la verificación en campo y los diseños considerando las características hidráulicas, diámetro y longitud de la tubería, profundidad y pendiente y la salida del colector, al dren a cielo abierto, considerando que descarga este por encima de la rasante de dicho dren, así como, la separación entre drenes subterráneos parcelarios. Asimismo se realizó un análisis de costos para obtener el costo/ha de instalación de drenaje agrícola subterráneo. Los proyectos se aceptaron en general con algunas adecuaciones no trascendentales para proceder a la instalación.





Se elaboraron las especificaciones técnicas con base a las normas mexicanas de drenaje.

2) Supervisión de la instalación y pruebas del buen funcionamiento de los sistemas de drenaje subterráneo parcelario. Con base a las especificaciones técnicas se revisó la maquinaria, tubería y accesorios, aprobando lo mostrado por la empresa IRRIDREN que es que se encargada de instalar las 405 ha de drenaje subterráneo parcelario.

Se llevó a cabo la supervisión del replanteo y la pendiente en campo de los sistemas de drenaje, donde se acepta con algunas adecuaciones sin que afecte el funcionamiento. De las 405 ha programas solo se han instalado 48 ha en el pueblo de Pótam y 184 ha en el Pueblo de Ráhum, con un total de 232 ha. La superficie por instalar es de 273 ha, de las cuales 57 ha son del Pueblo de Pótam y 116 ha del Pueblo de Ráhum; es debido a que estas parcelas se encontraban con bordeo, rastreadas, algunas sembradas en seco y otras regadas. Esto es corroborado por la empresa supervisora de drenaje.

3) Seguimiento en el proceso de rehabilitación de suelos salinos con los sistemas de drenaje subterráneo parcelario instalados. Debido a los procesos administrativos y jurídicos, las actividades programadas no se han realizado por lo expuesto en el inciso anterior.

4) Capacitación en servicio y buenas prácticas en drenaje subterráneo parcelario y rehabilitación de suelos salinos. Se impartió un curso taller de Drenaje Agrícola a técnicos de los Pueblos Yaquis, y comprende los siguientes talleres: a) Taller de diseño e instalación de sistema de drenaje subterráneo parcelario, b) Taller de rehabilitación de suelos salinos y c) Taller de rehabilitación de suelos salinos. La asistencia de los técnicos fue de 11 a 16 técnicos por un tiempo de 40 horas, donde se interactuaba expositor y participante con preguntas y respuestas con lo que ellos observaban en campo y sobre todo los trabajos que se estaban ejecutando para la instalación de los sistemas de drenaje. Así mismo, manifestaron que les gustaría darles el seguimiento a las parcelas que se les esta instalando sistemas de drenaje subterráneo parcelario.





En resumen i) Se detectaron 8,912.46 ha, de las cuales 5,605.36 ha son abandonadas o enmontadas y 3,307.10 ha con degradación de leve a muy fuerte. La CONAGUA para el año 2021 se programó instalar 405 ha, de las cuales corresponden 105 ha al pueblo de Potam y 300 ha al Pueblo de Rahum. Al IMTA le proporcionaron los proyectos ejecutivos, realizando la verificación en campo y los diseños, los cuales son aceptables. Se han instalado 48 ha en el pueblo de Potam y 184 ha en el Pueblo de Rahum, con un total de 232 ha. La superficie por instalar es de 273 ha, de las cuales 57 ha son del Pueblo de Potam y 116 ha del Pueblo de Rahum; es debido a que estas parcelas se encontraban con bordeo, rastreadas, algunas sembradas en seco y otras regadas. Esto es corroborado por la empresa supervisora de drenaje. ii) El Curso Taller de drenaje agrícola tuvo una buena aceptación de los técnicos Yaquis. iii) A nivel de Distrito de Riego se recomienda realizar un estudio de salinidad, instalar pozos de observación, manejo del agua a nivel parcelario y la rehabilitación de la infraestructura hidroagrícola.

Es de señalarse que la firma de contratos entre los pueblos yaquis de Potham y Rahum y la empresa IRRI DREN DE MÉXICO S. A. DE C.V., se formalizaron el pasado 22 de noviembre de 2021, lo cual generó un desfase en la ejecución de la instalación y por ende en la supervisión a realizar por el IMTA. Sin embargo, a pesar de ello se lograron acuerdos con los Pueblos Yaquis para aumentar la fuerza de trabajo y así ajustar en la medida de lo posible el avance en cuanto a lo programado y lo ejecutado, lo cual permitió que no se interrumpieran los trabajos de instalación para alcanzar cerca del 60% de la superficie contemplada (232 ha) y así optimizar los recursos en pleno ciclo agrícola otoño-invierno, donde varios usuarios ocuparon sus parcelas para siembra a pesar de no estar en las mejores condiciones para ello. En el Anexo 2 se detalla la situación a finales de diciembre de las parcelas contempladas para llevar los trabajos de instalación.

Es así que los servicios de asistencia especializada en drenaje parcelario subterráneo del Distrito de Riego 018 del Pueblo Yaqui, y las actividades específicas desarrolladas en el marco de los mismos, coadyuvan a la reincorporación de terrenos de cultivos abandonados, por altas concentraciones de sal, presente en dichos terrenos con la finalidad de aumentar la eficiencia agrícola de los productores.



ANEXO 1. PERFILES DE LOS COLECTORES Y LÍNEAS VERIFICADAS.

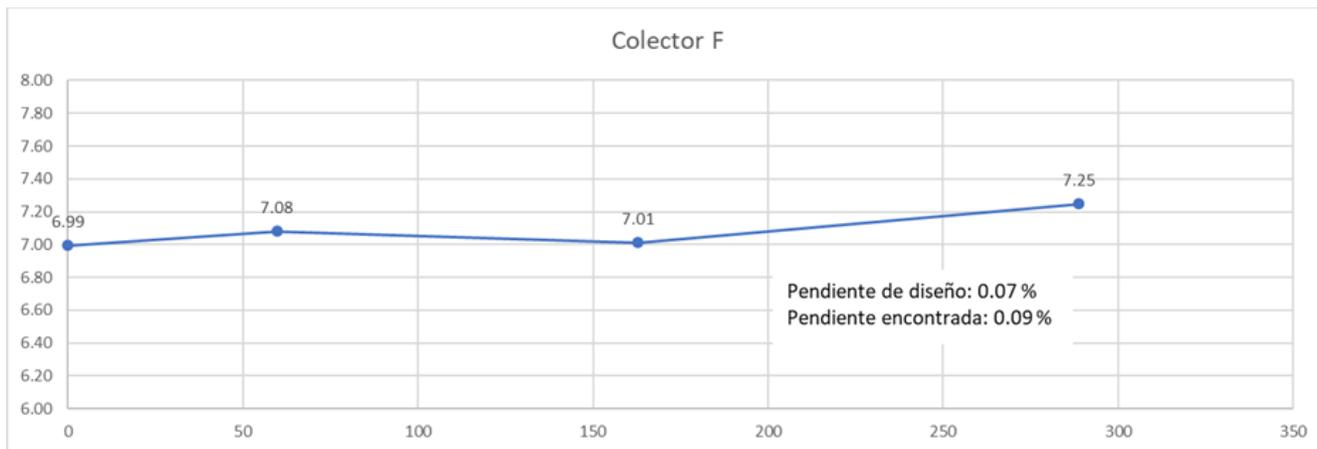


Figura 108. Perfil del colector F.

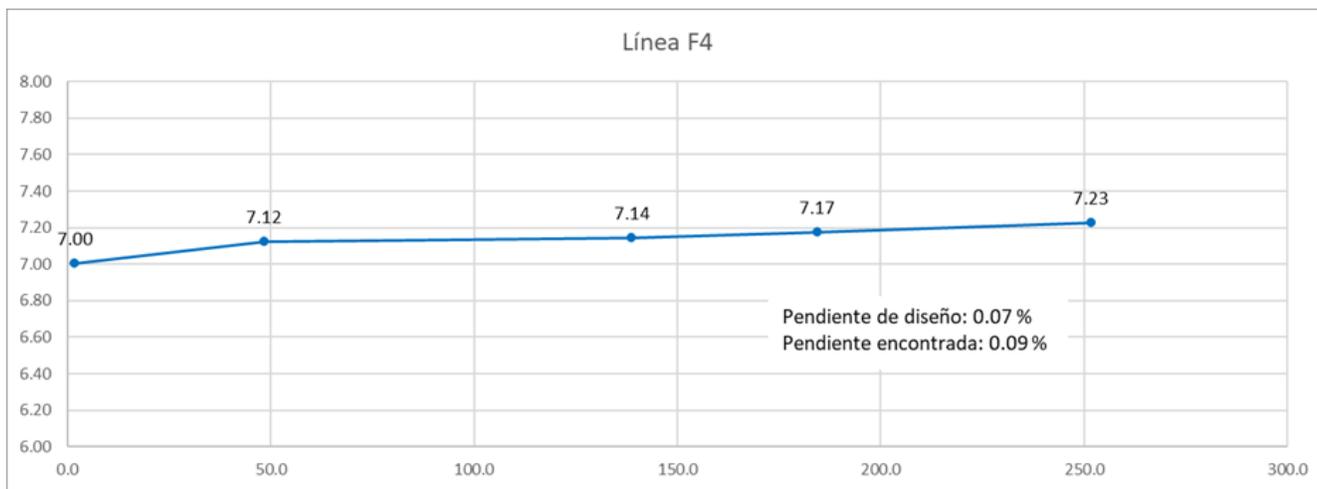


Figura 109. Perfil de la línea F4.



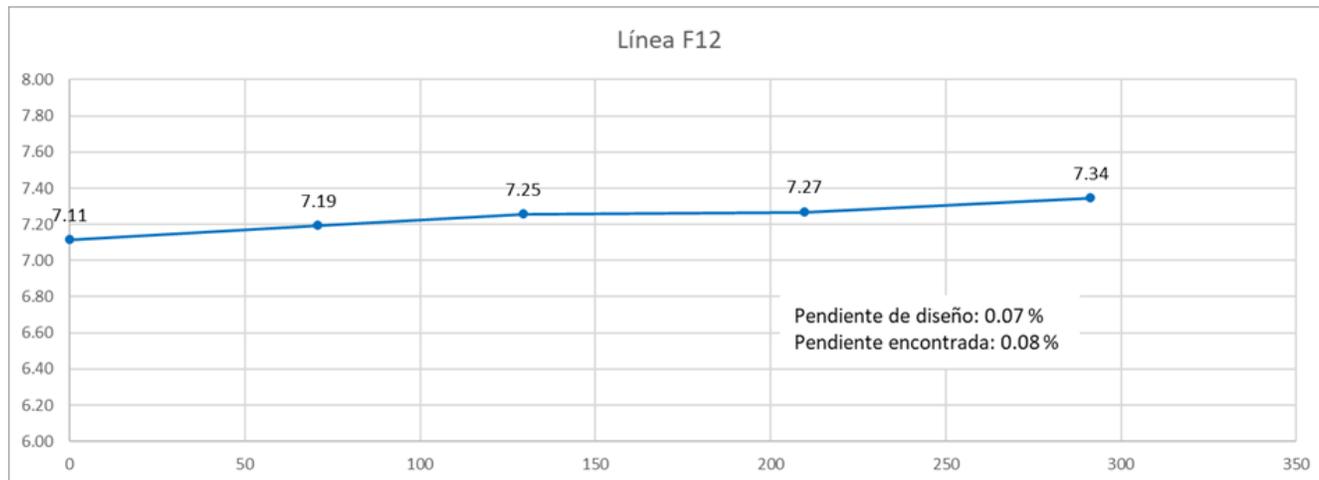


Figura 110. Perfil de la línea F12.

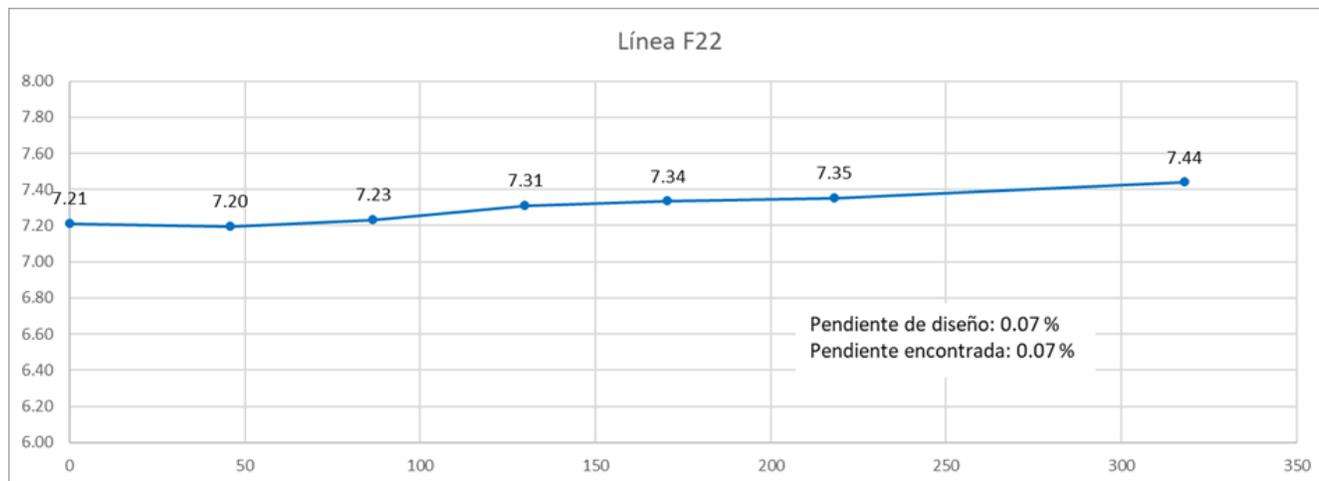


Figura 111. Perfil de la línea F22.



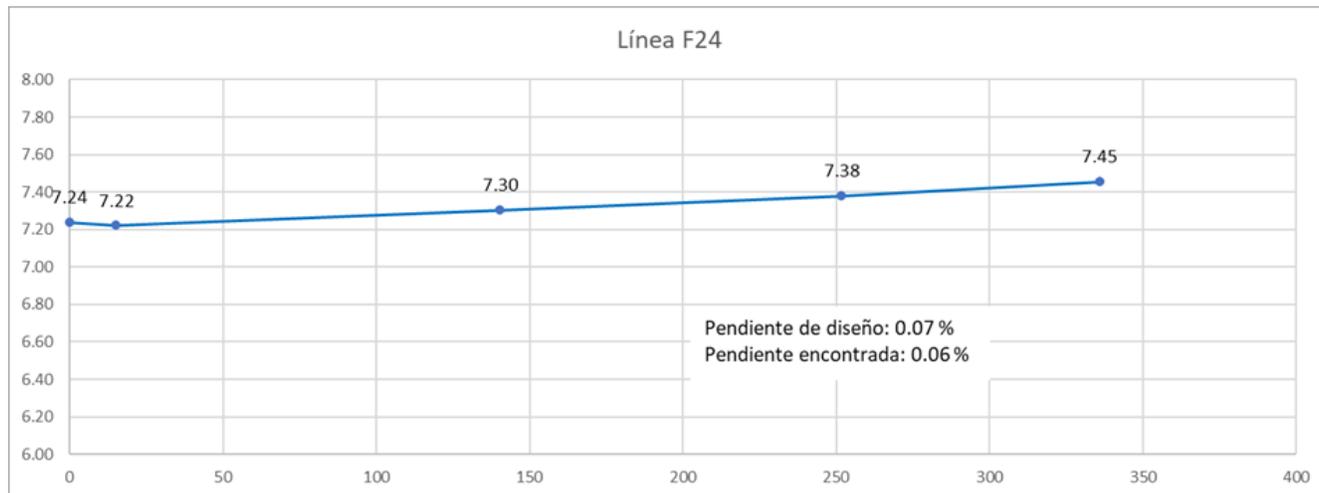


Figura 112. Perfil de la línea F24.

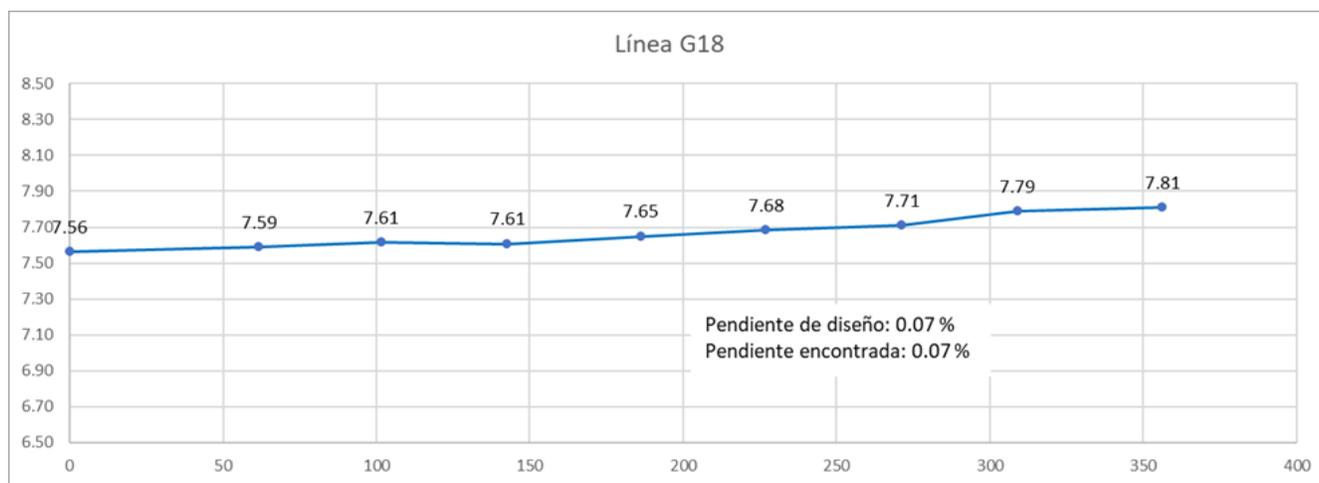


Figura 113. Perfil de la línea G18.



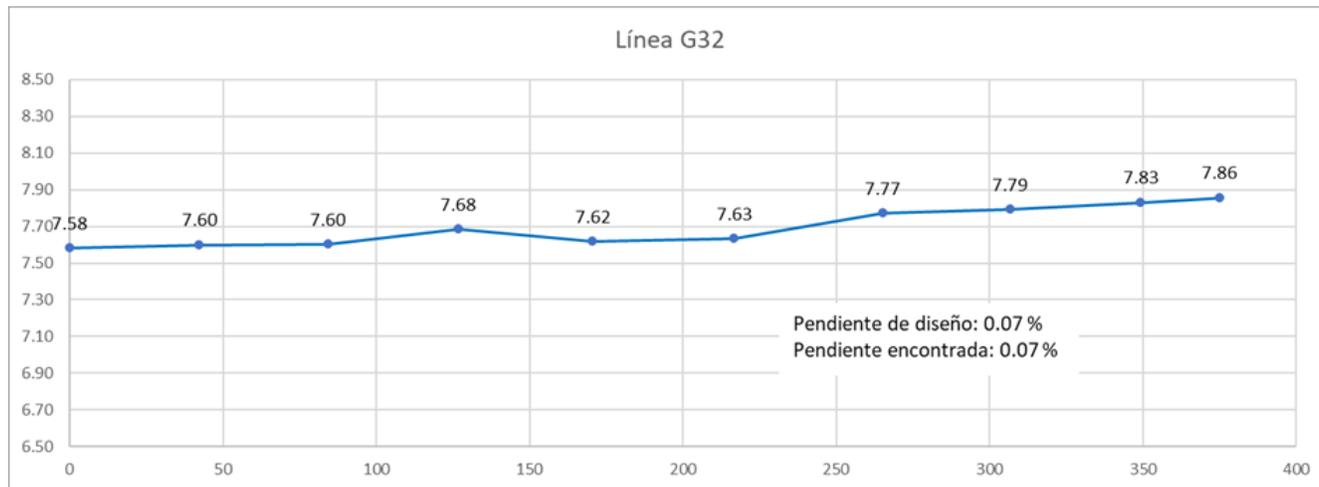


Figura 114. Perfil de la línea G32.

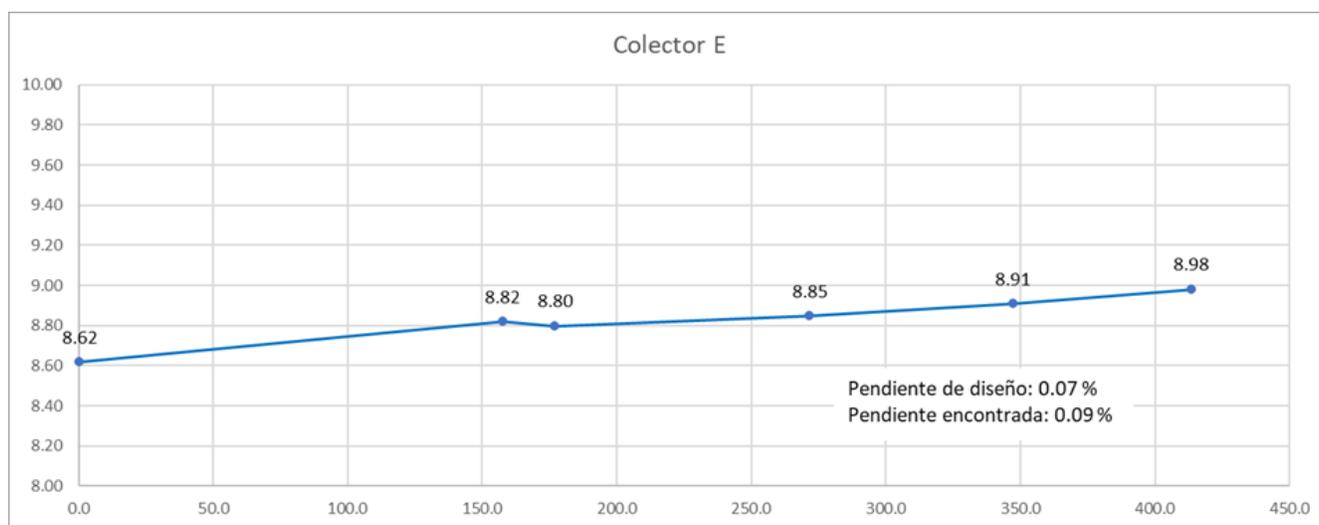


Figura 115. Perfil del colector E.



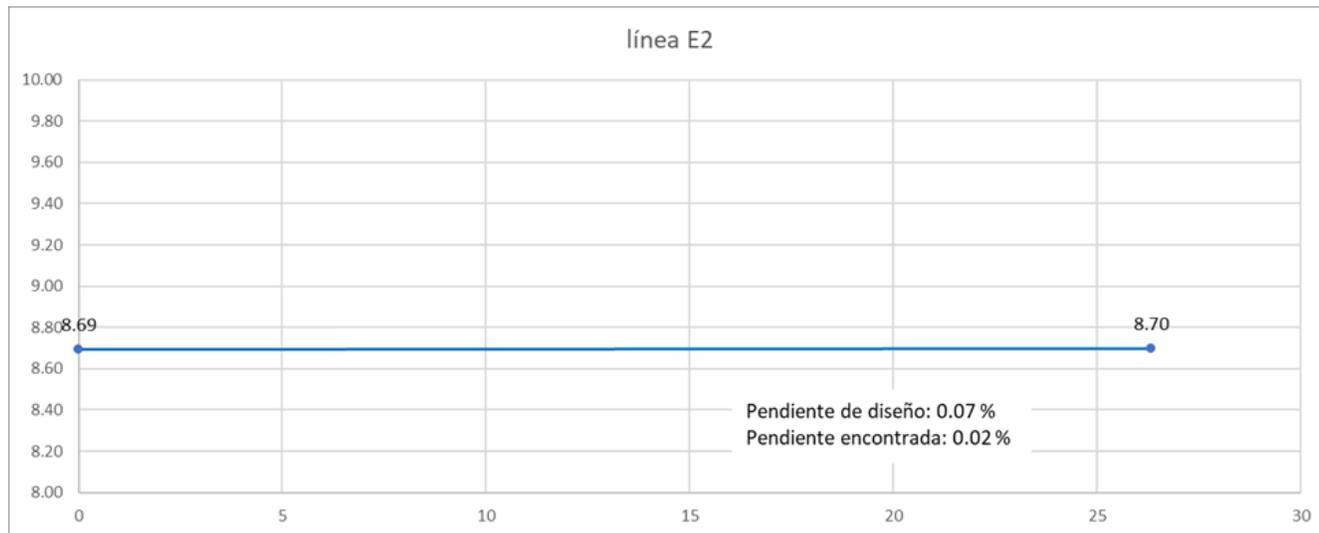


Figura 116. Perfil de la línea E2.

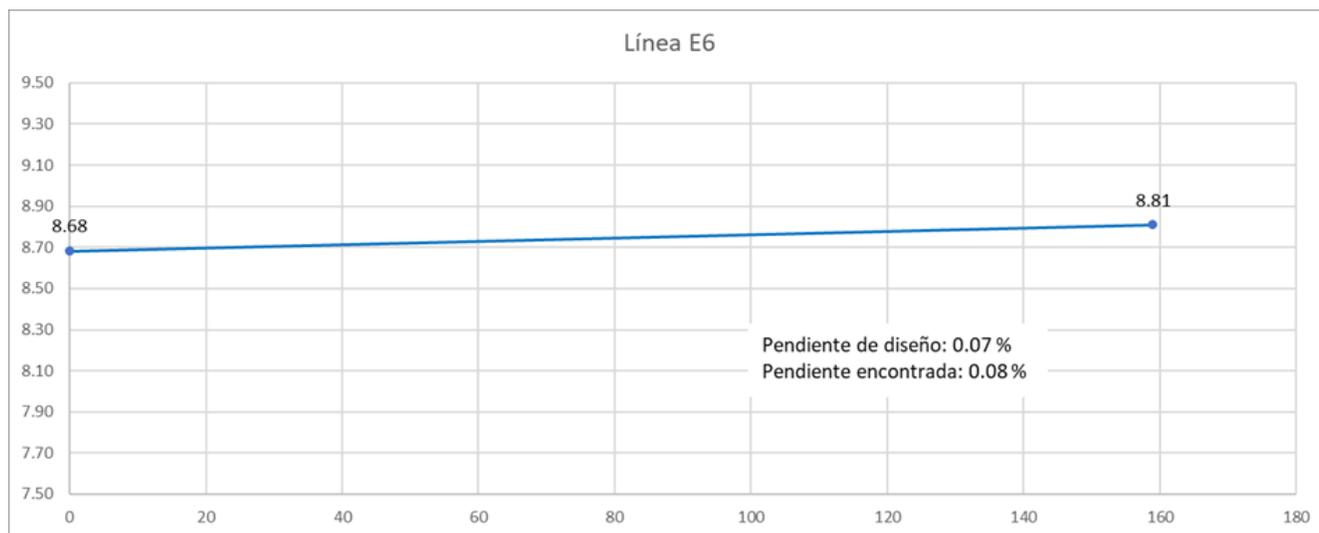


Figura 117. Perfil de la línea E6.



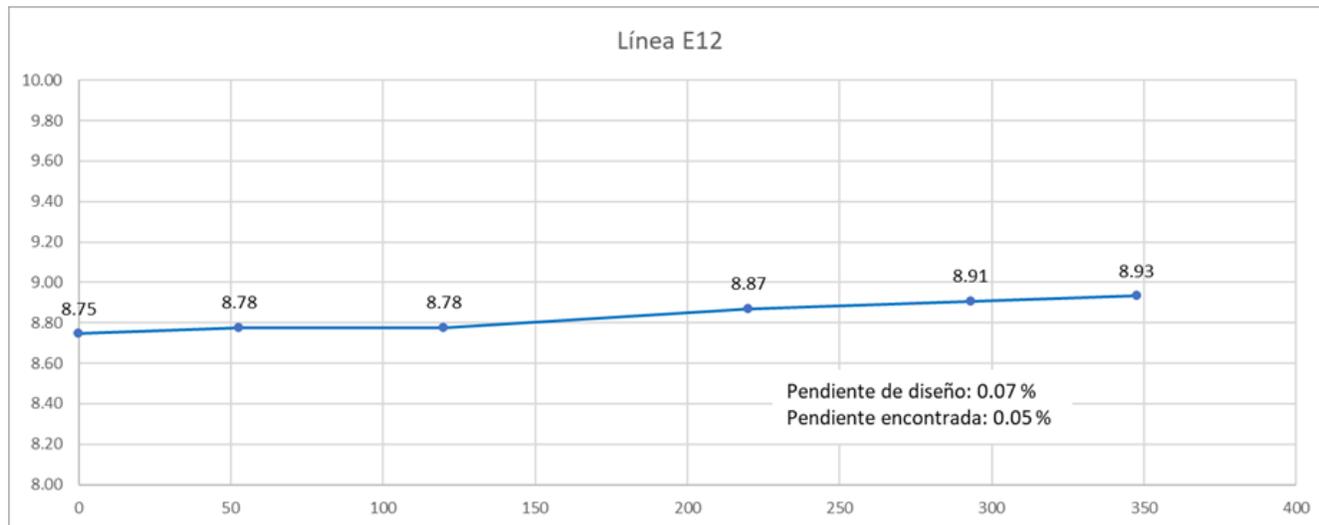


Figura 118. Perfil de la línea E12.

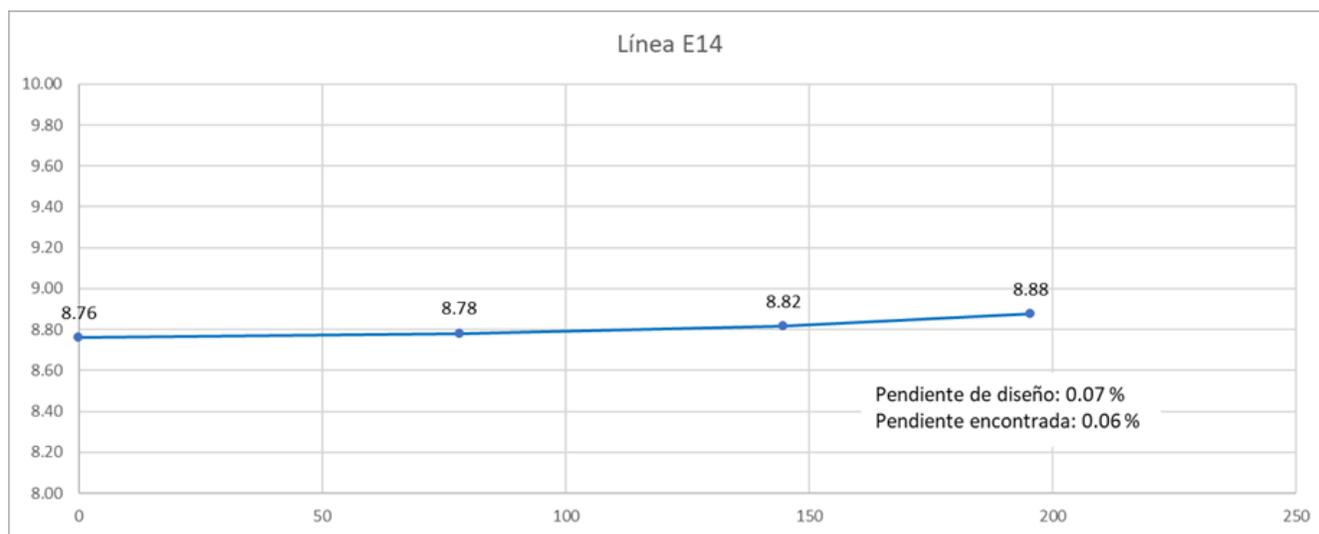


Figura 119. Perfil de la línea E14.



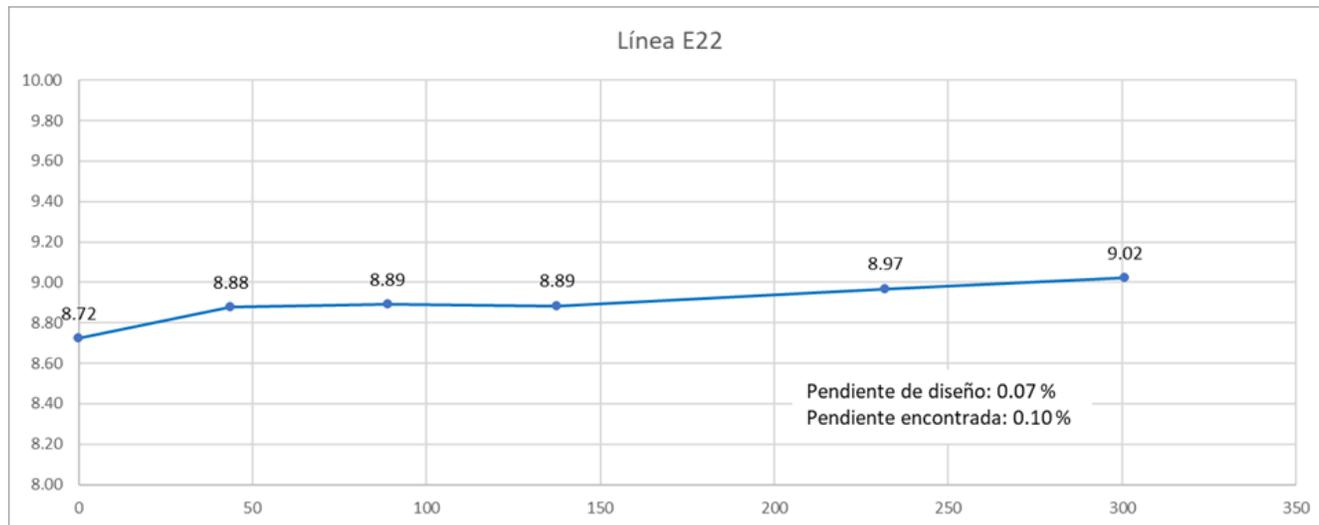


Figura 120. Perfil de la línea E22.

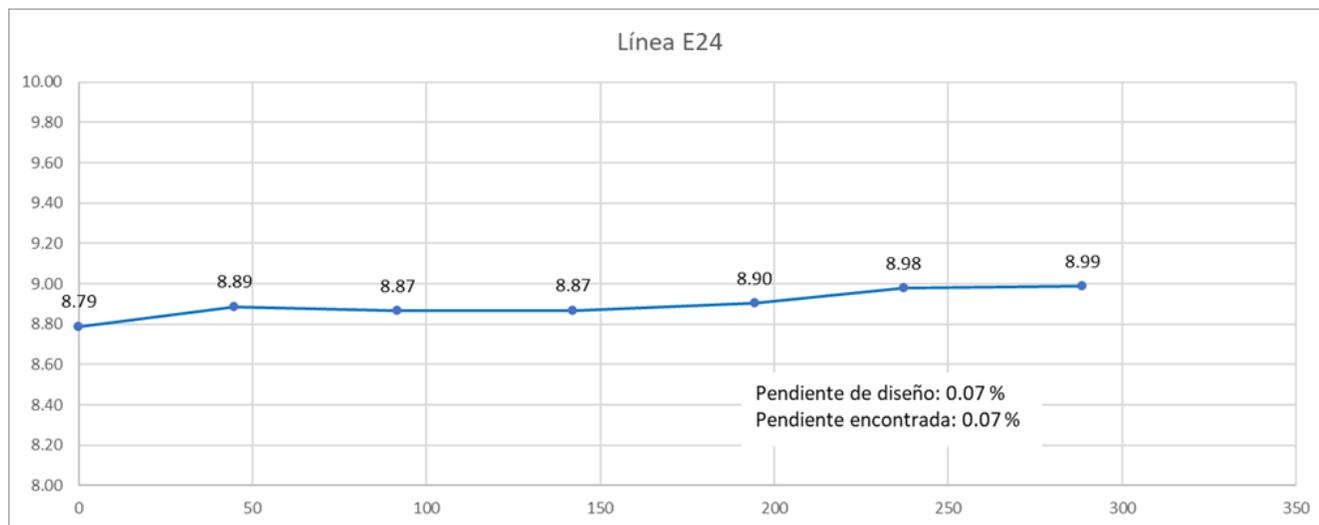


Figura 121. Perfil de la línea E24.



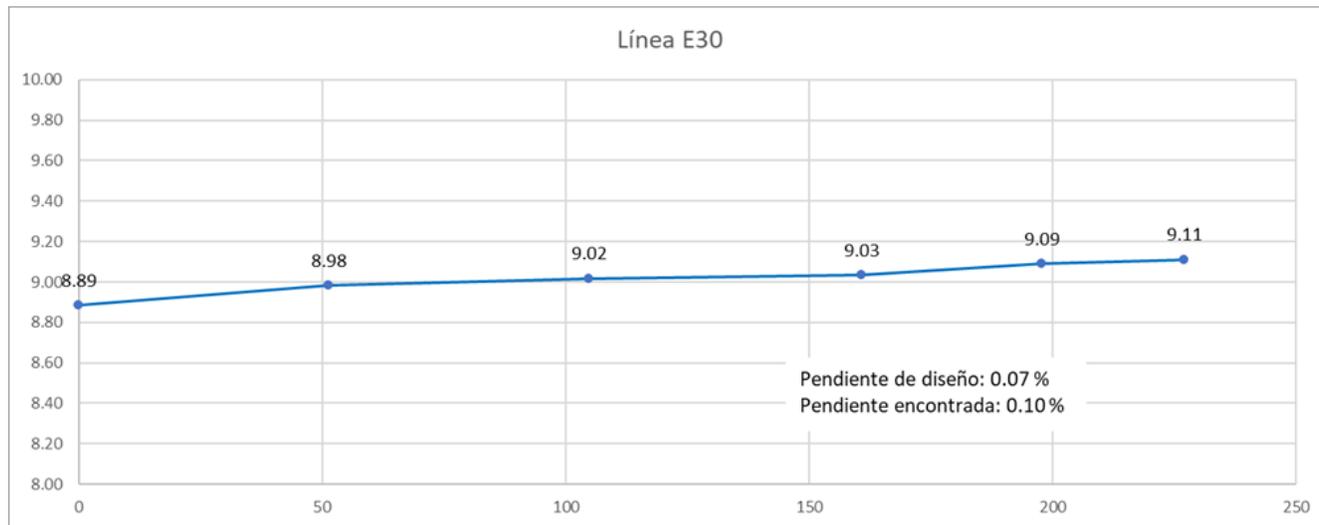


Figura 122. Perfil de la línea E30.

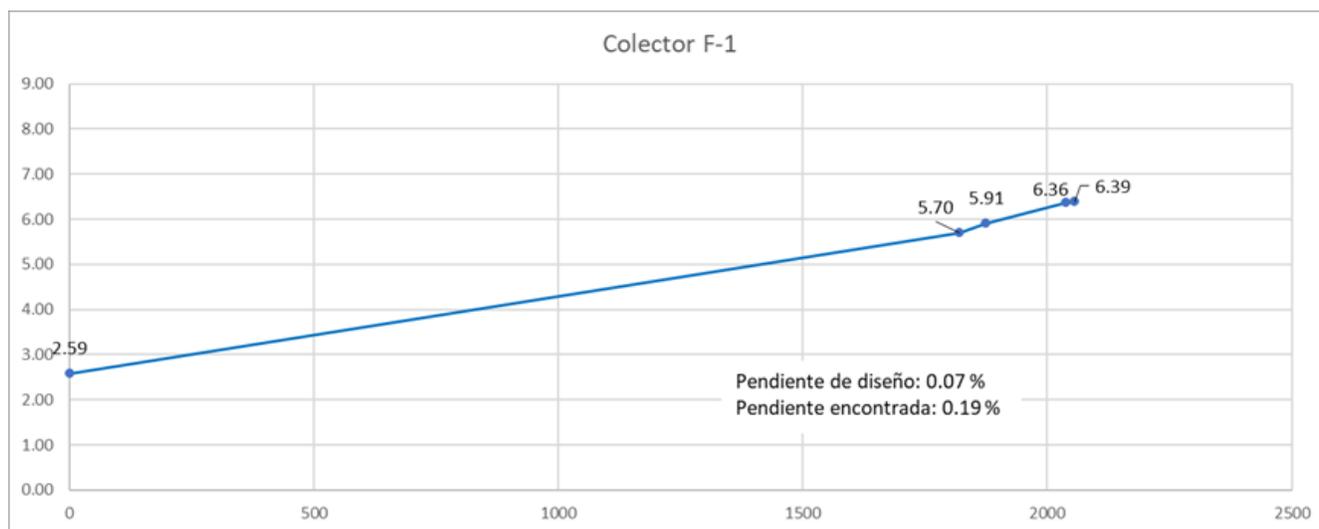


Figura 123. Perfil del colector F-1.



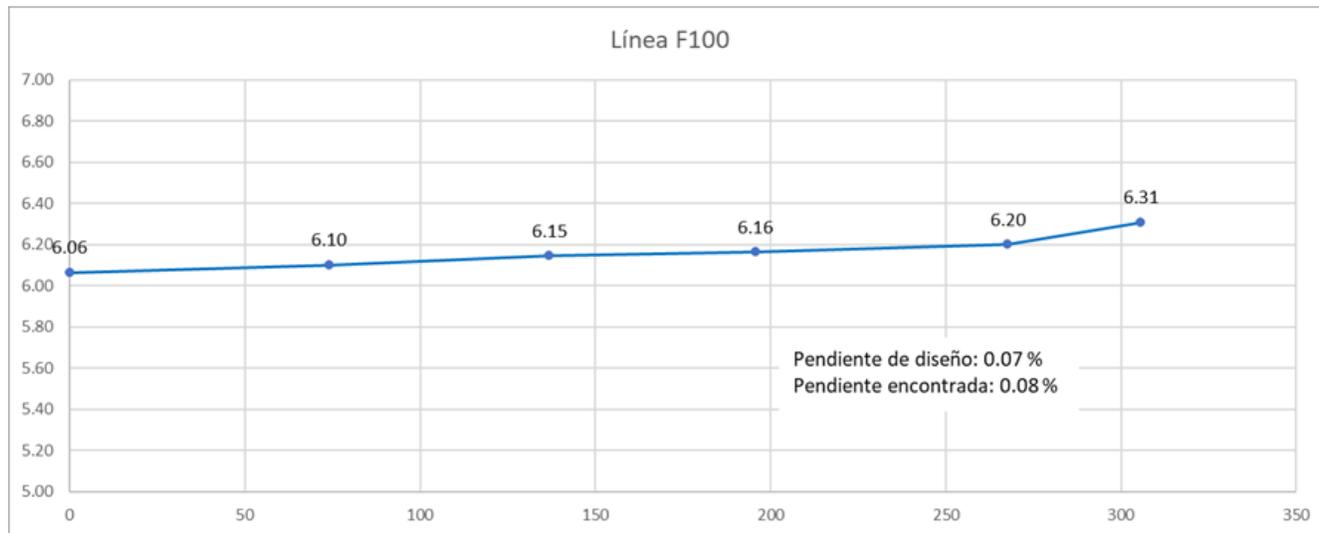


Figura 124. Perfil de la línea F100.

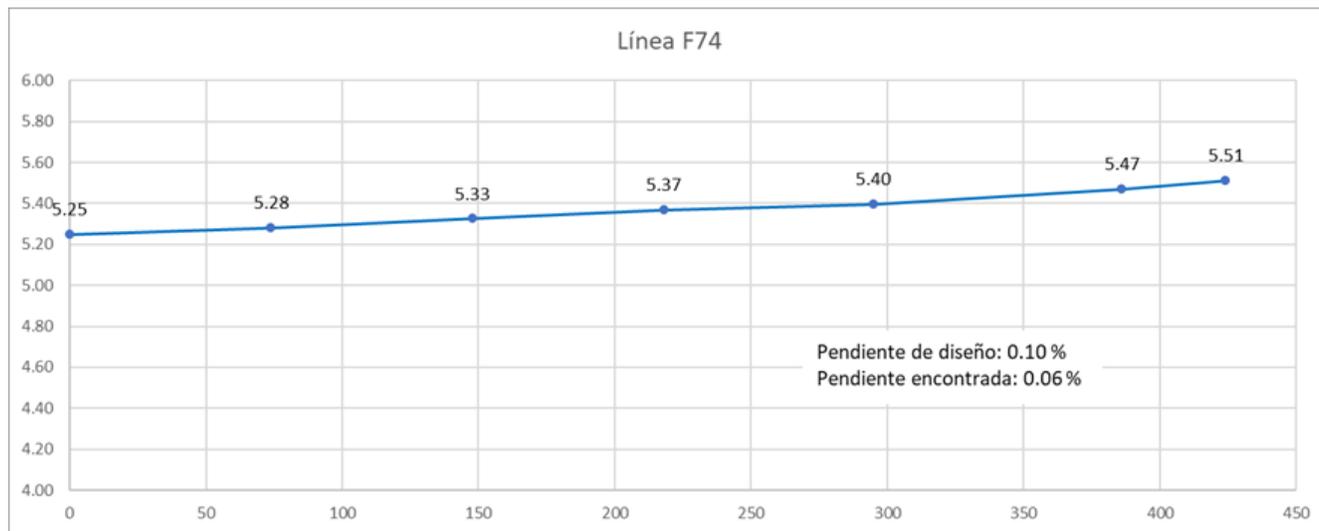


Figura 125. Perfil de la línea F74.



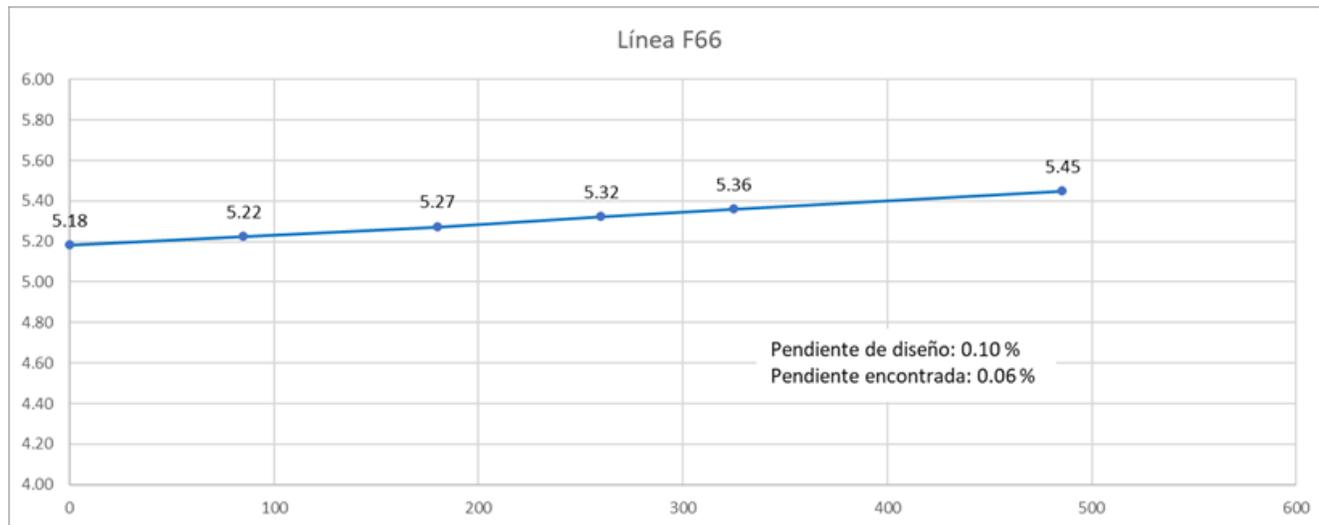


Figura 126. Perfil de la línea F66.

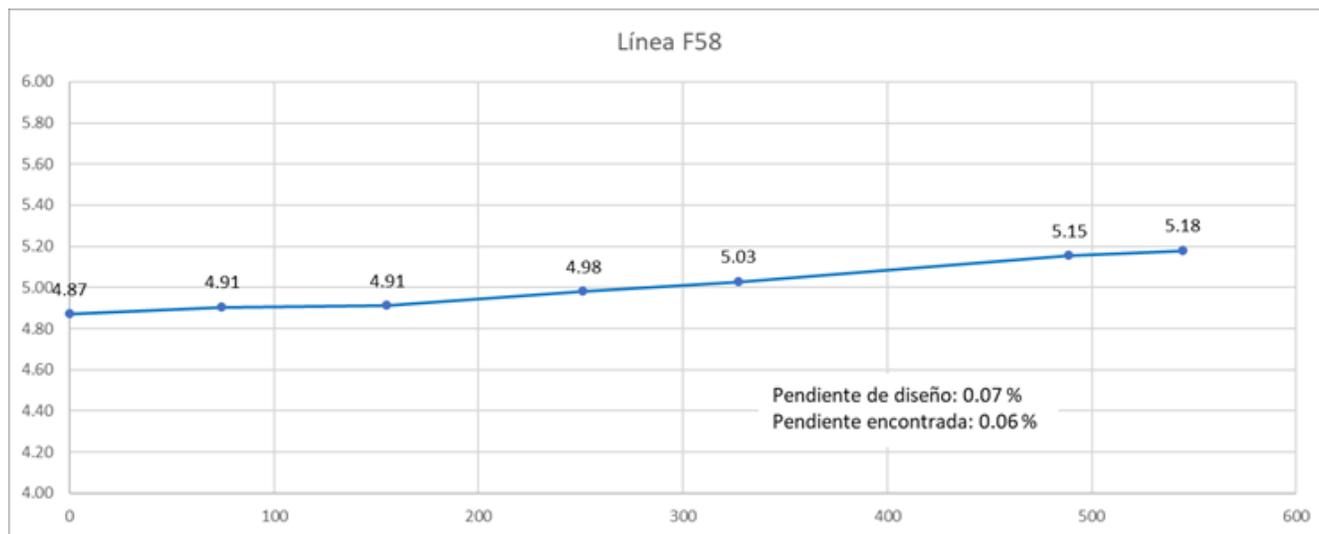


Figura 127. Perfil de la línea F58.



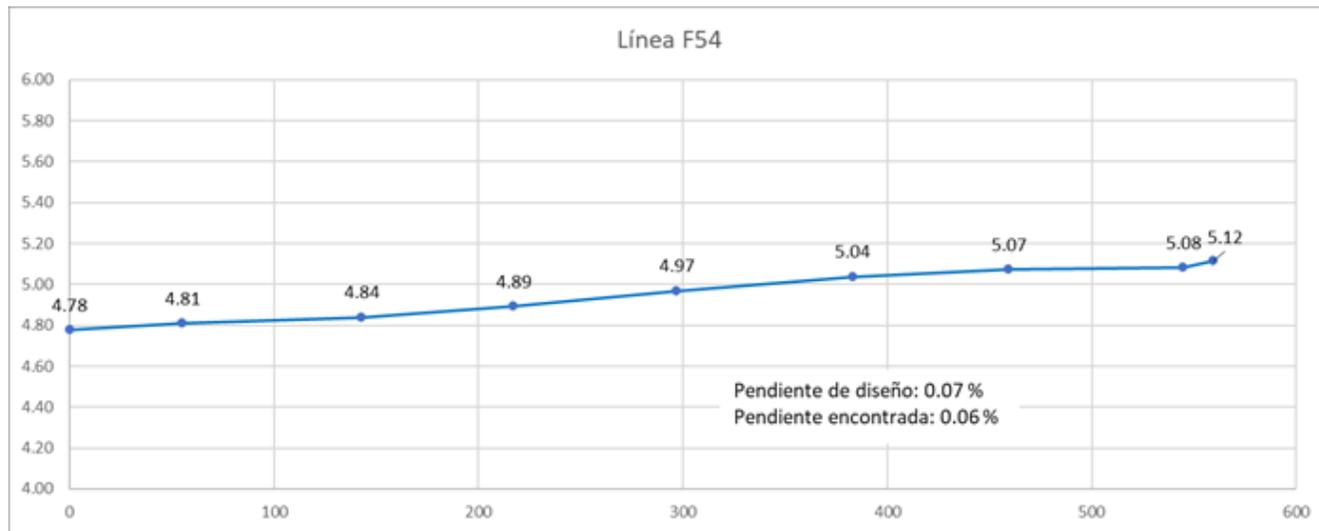


Figura 128. Perfil de la línea F54.

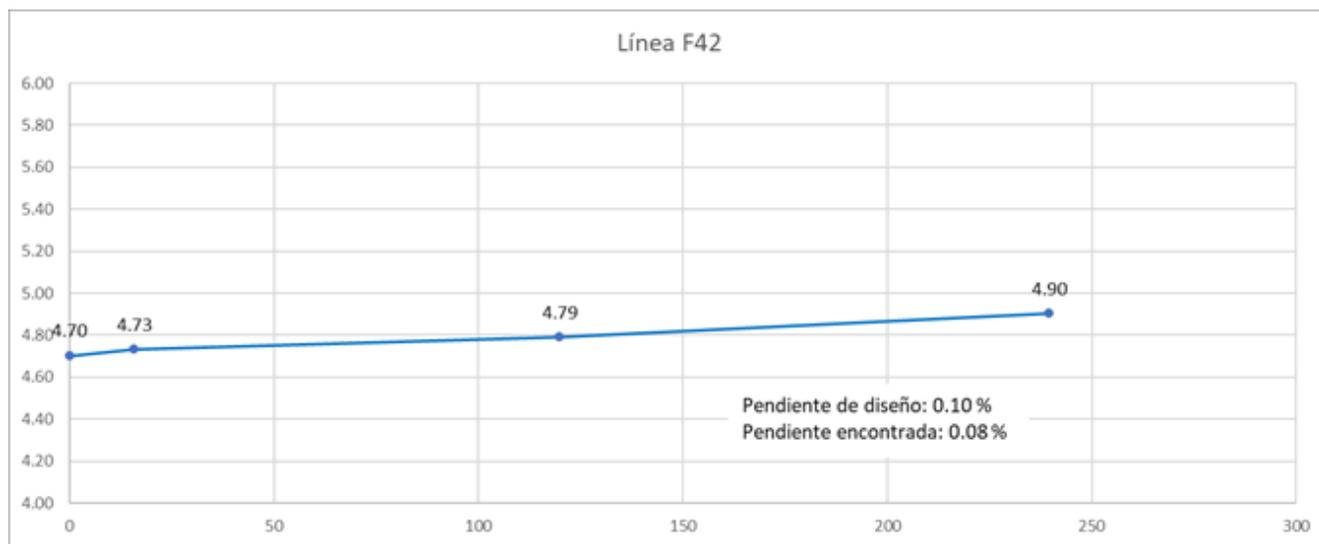


Figura 129. Perfil de la línea F42.



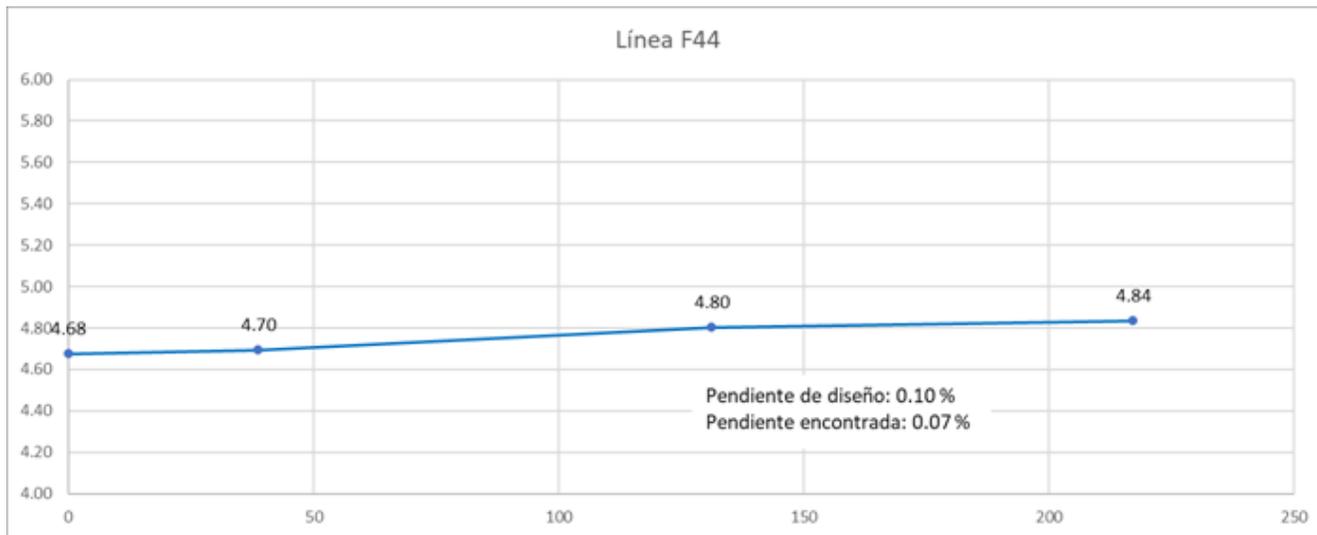


Figura 130. Perfil de la línea F44.

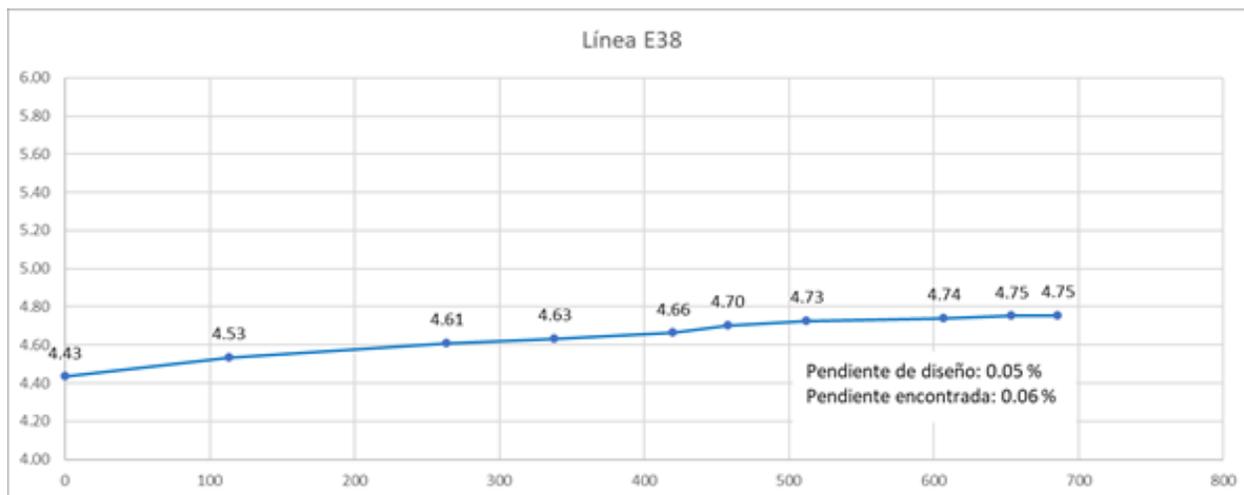


Figura 131. Perfil de la línea E38.



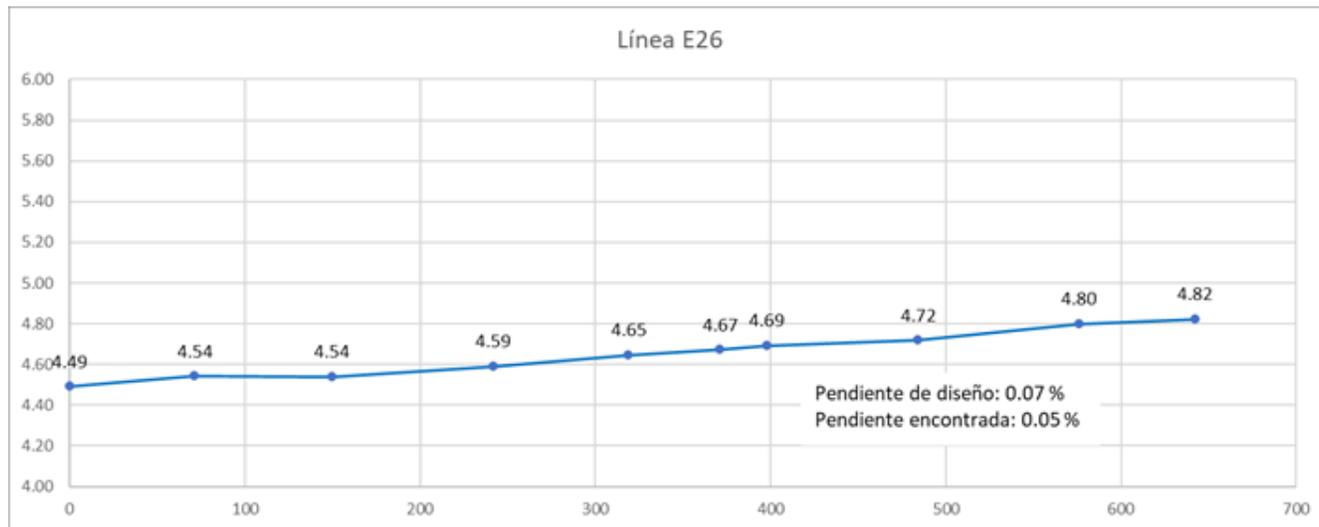


Figura 132. Perfil de la línea E26.

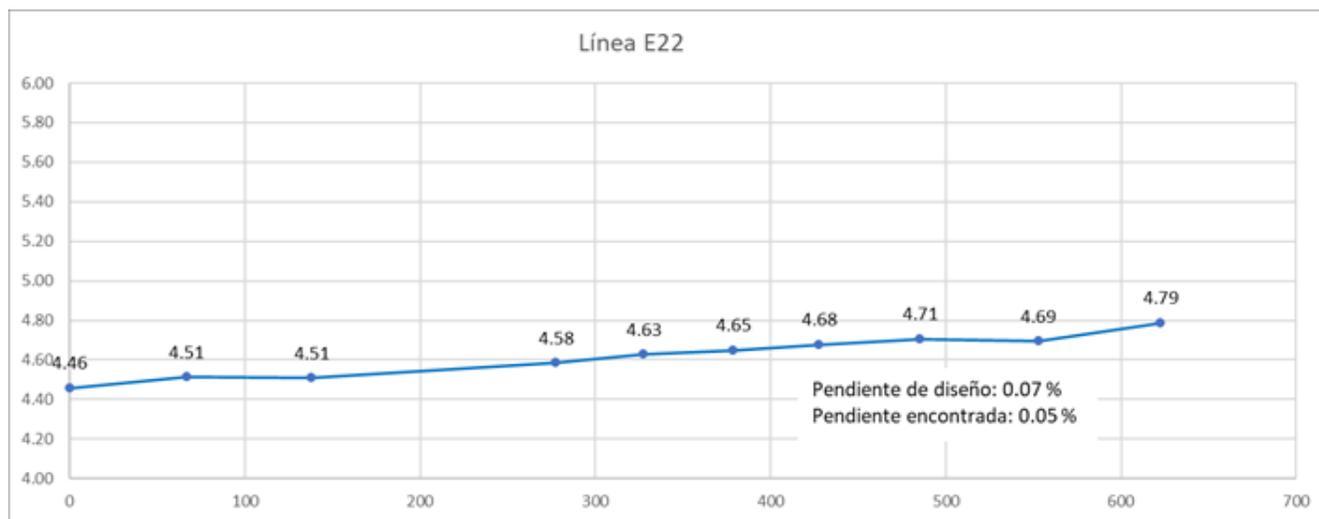


Figura 133. Perfil de la línea E22.



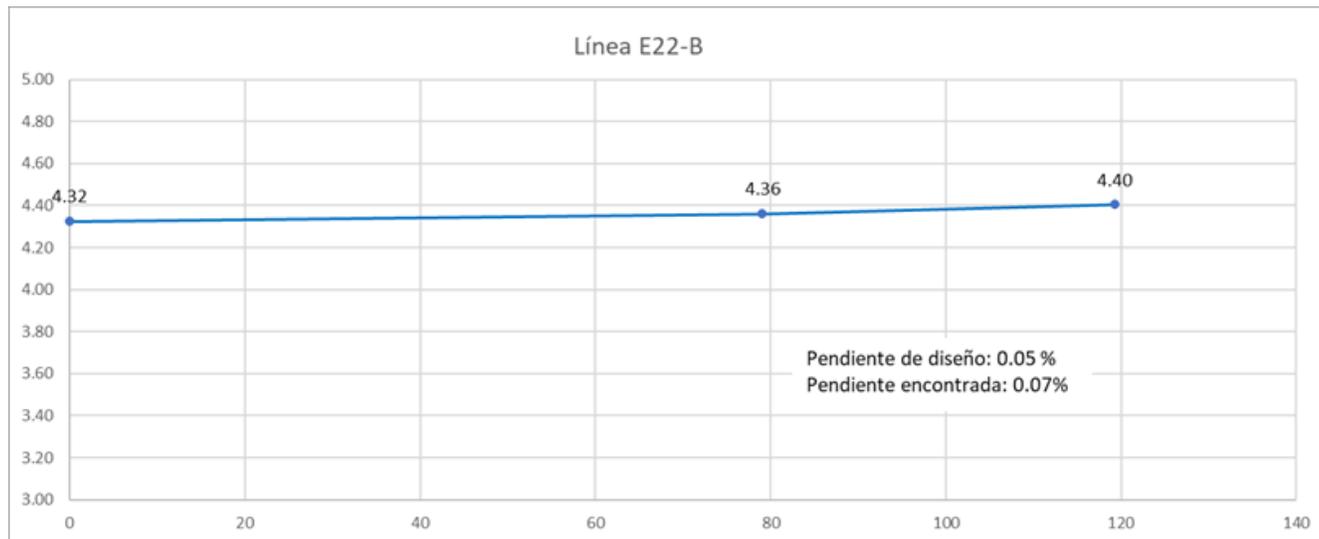


Figura 134. Perfil de la línea E22-B.

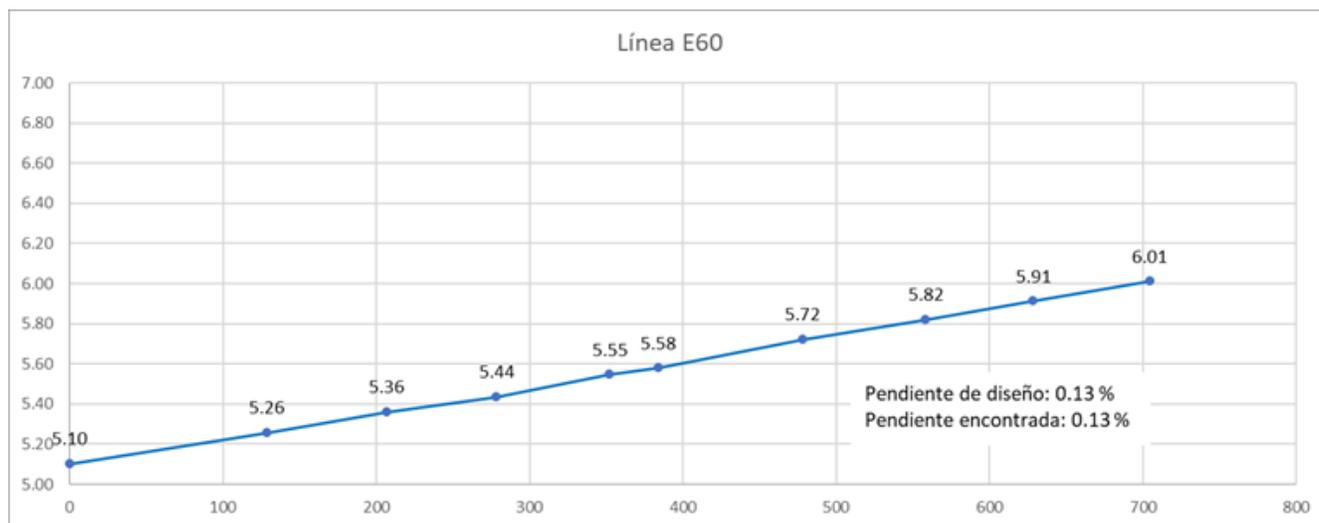


Figura 135. Perfil de la línea E60.



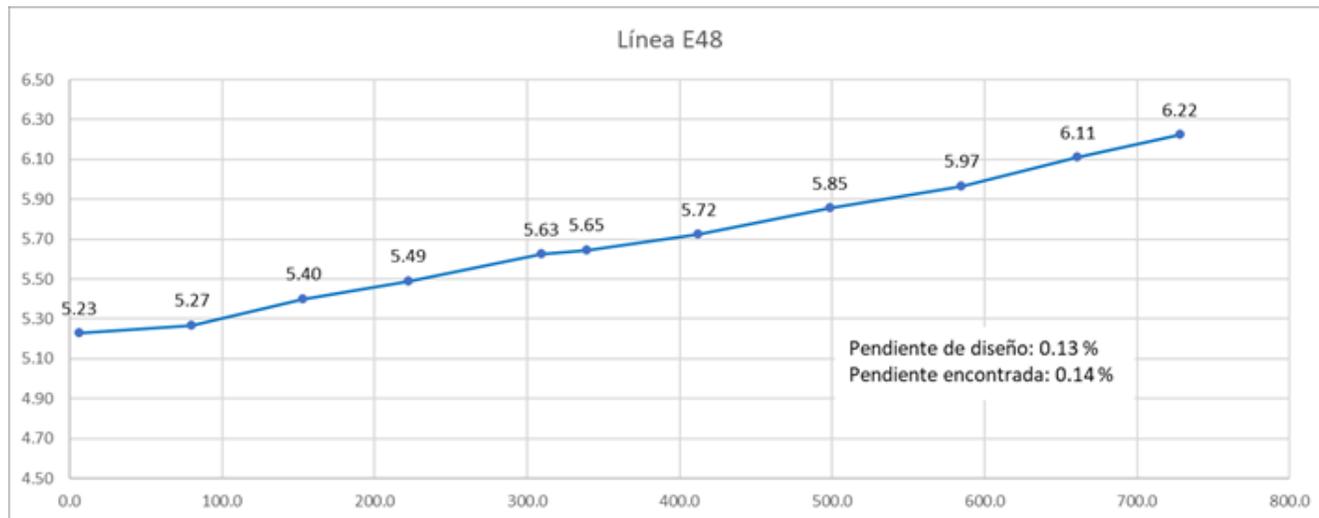


Figura 136. Perfil de la línea E48.

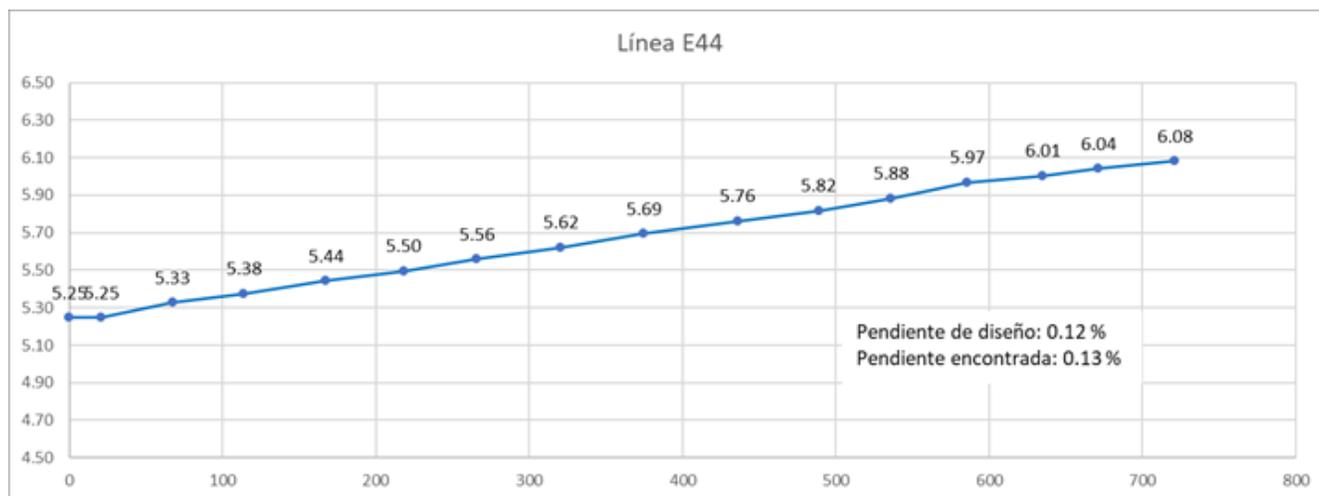


Figura 137. Perfil de la línea E44.



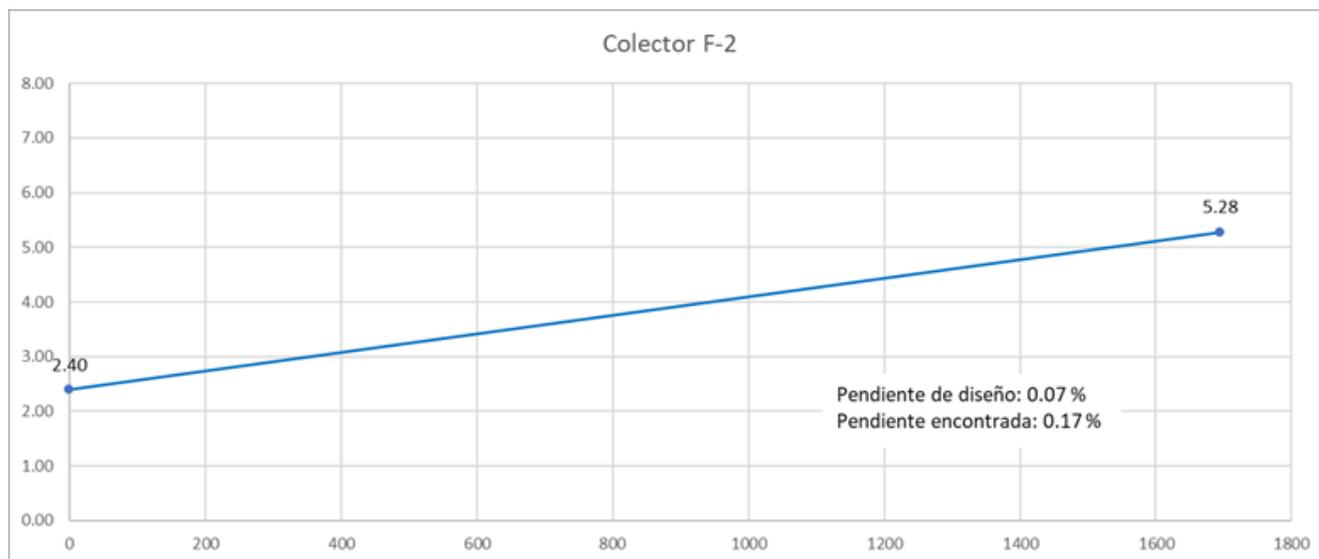


Figura 138. Perfil del colector F-2.

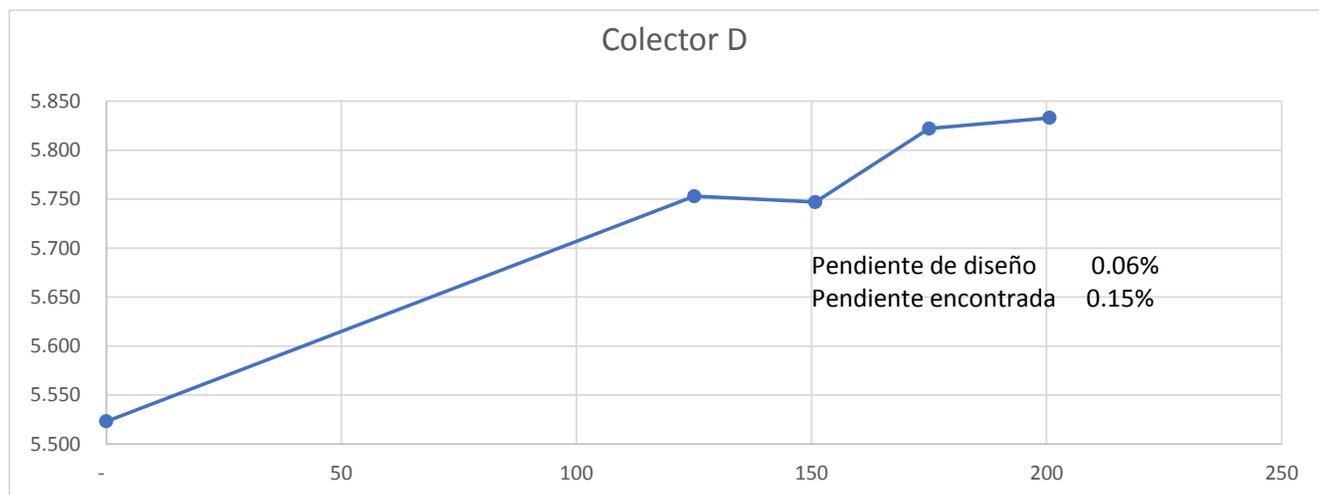


Figura 139. Perfil del colector D.



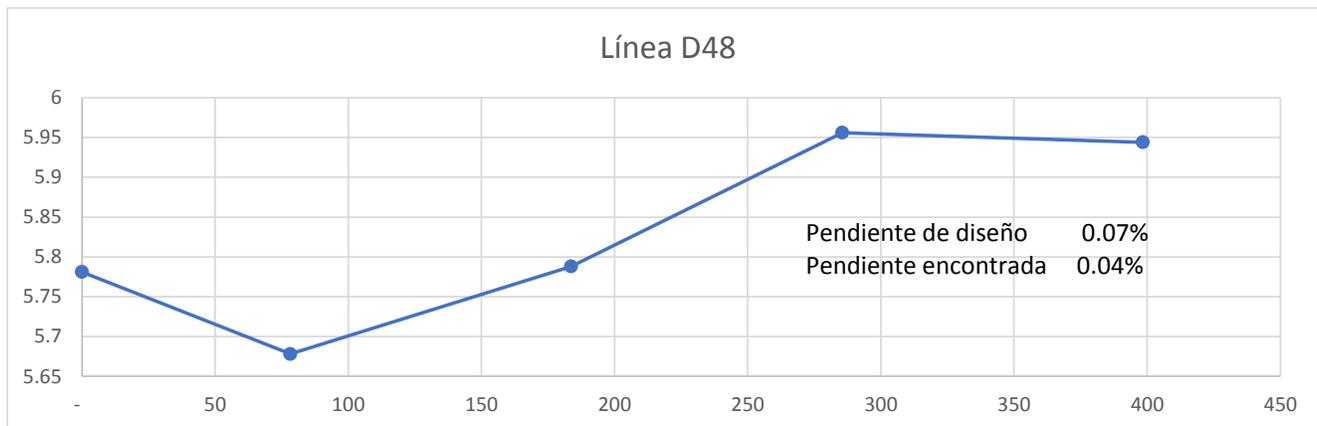


Figura 140. Perfil de la línea D48.

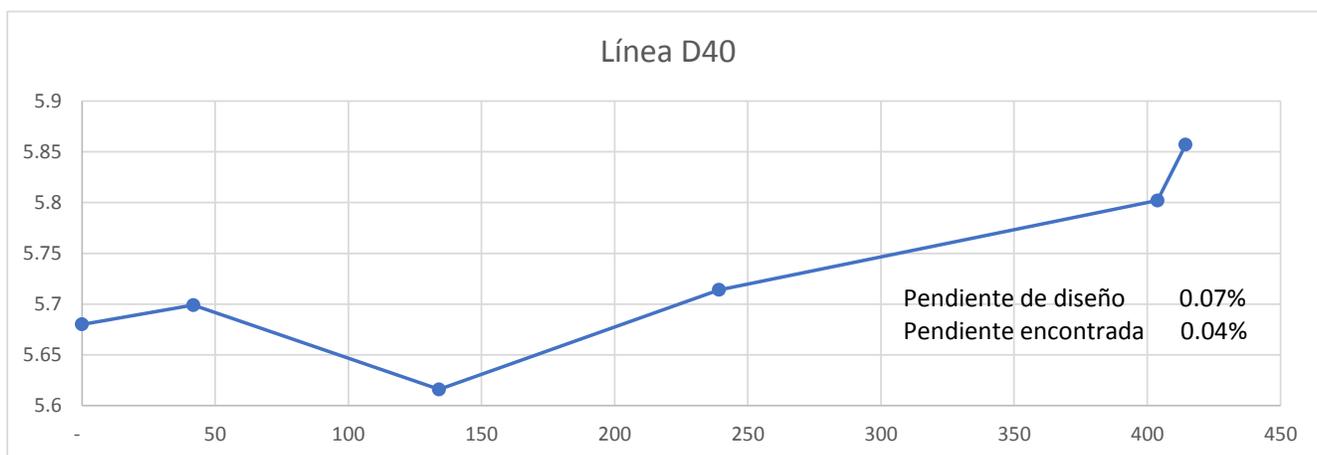


Figura 141. Perfil de la línea D40.



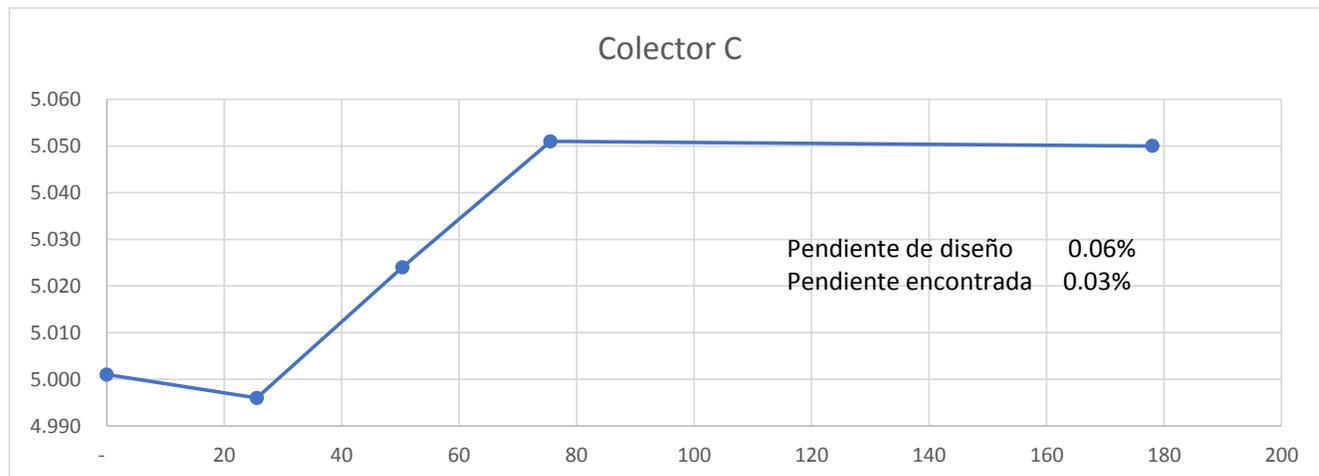


Figura 142. Perfil del colector C.

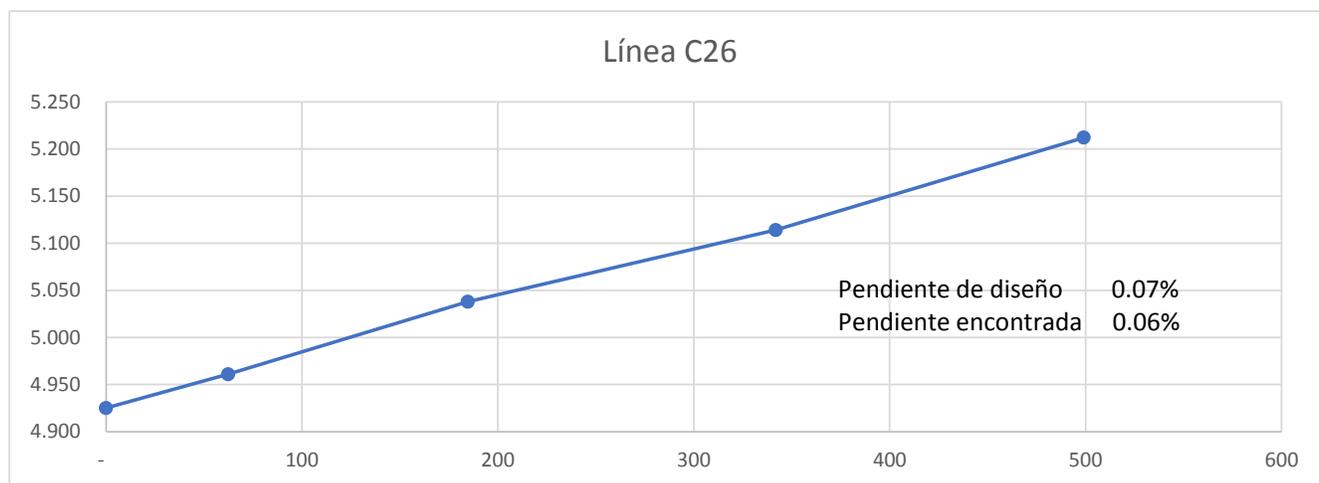


Figura 143. Perfil de la línea C26.



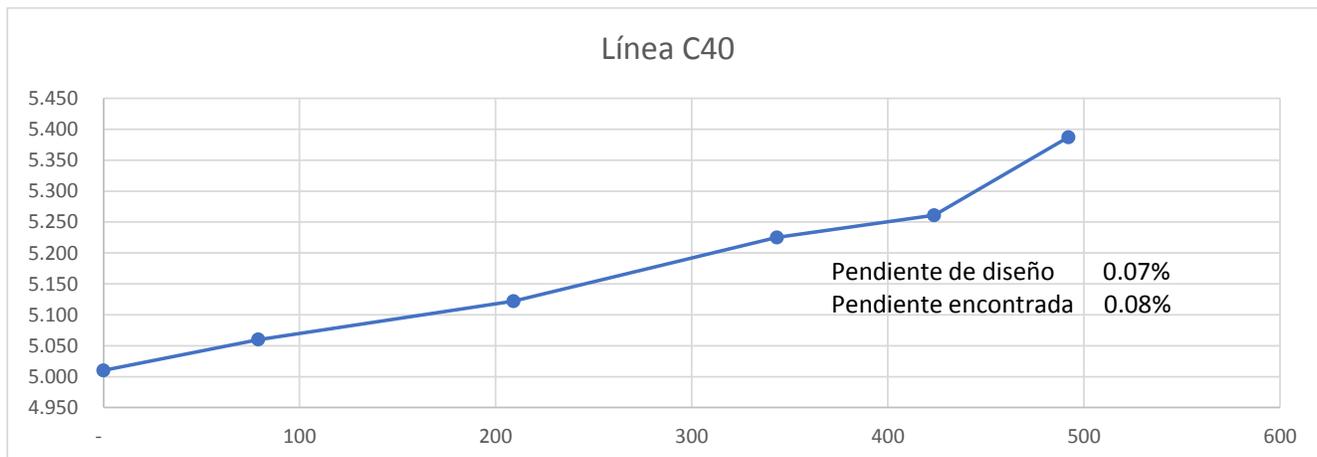


Figura 144. Perfil de la línea C40.

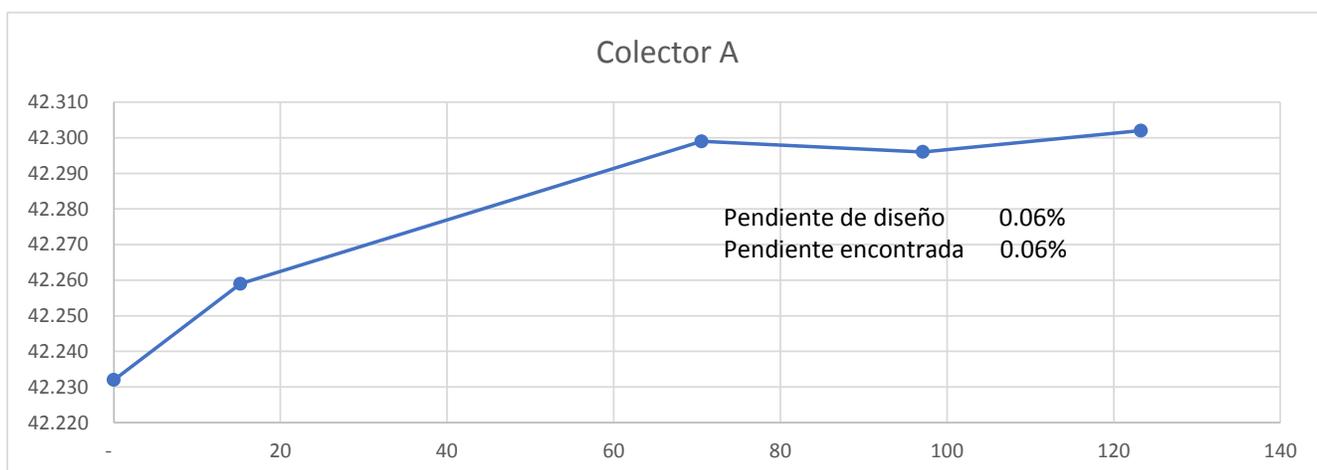


Figura 145. Perfil del colector A.



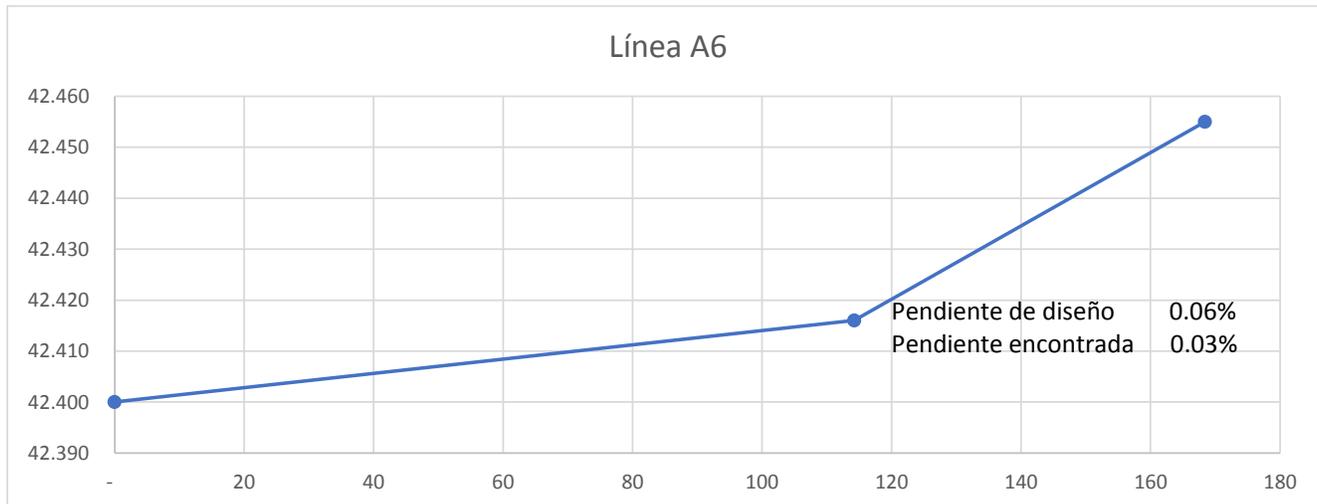


Figura 146. Perfil de la línea A6.

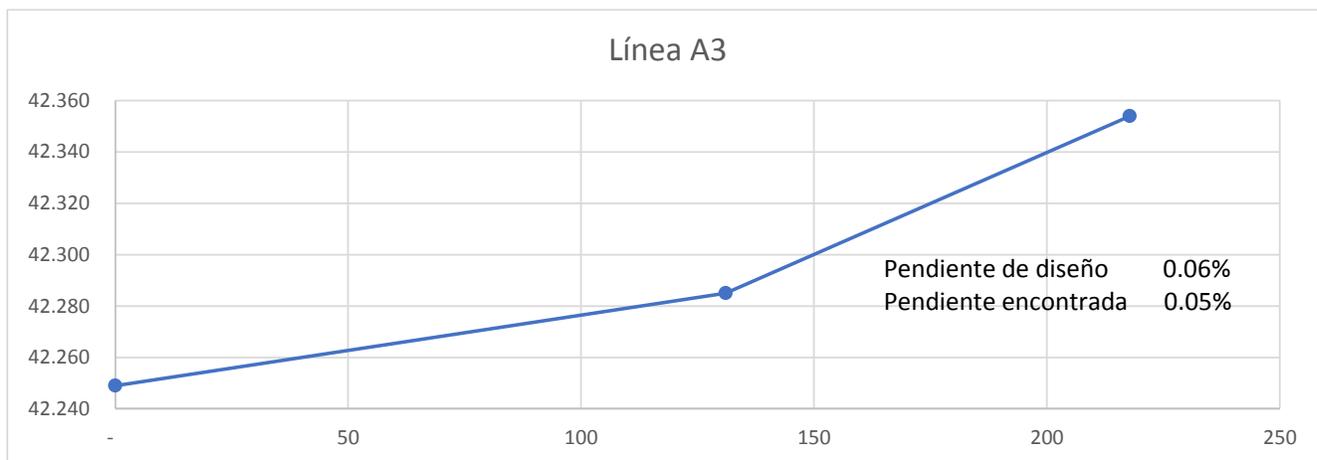
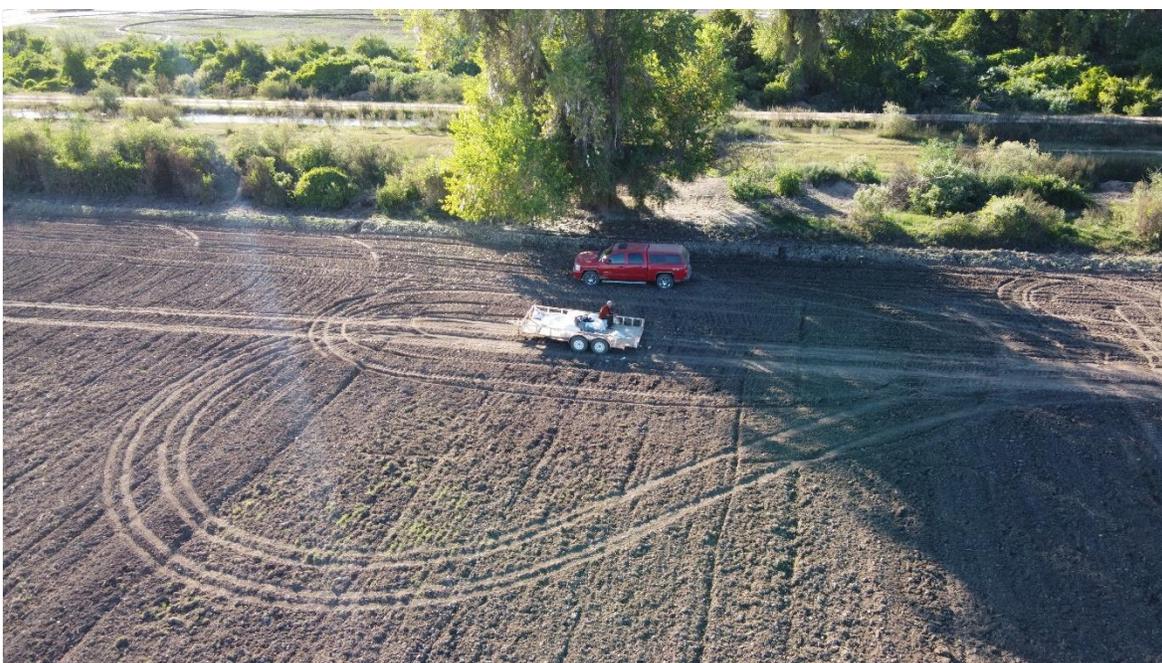


Figura 147. Perfil de la línea A3.





El lote se encuentra en proceso de siembra

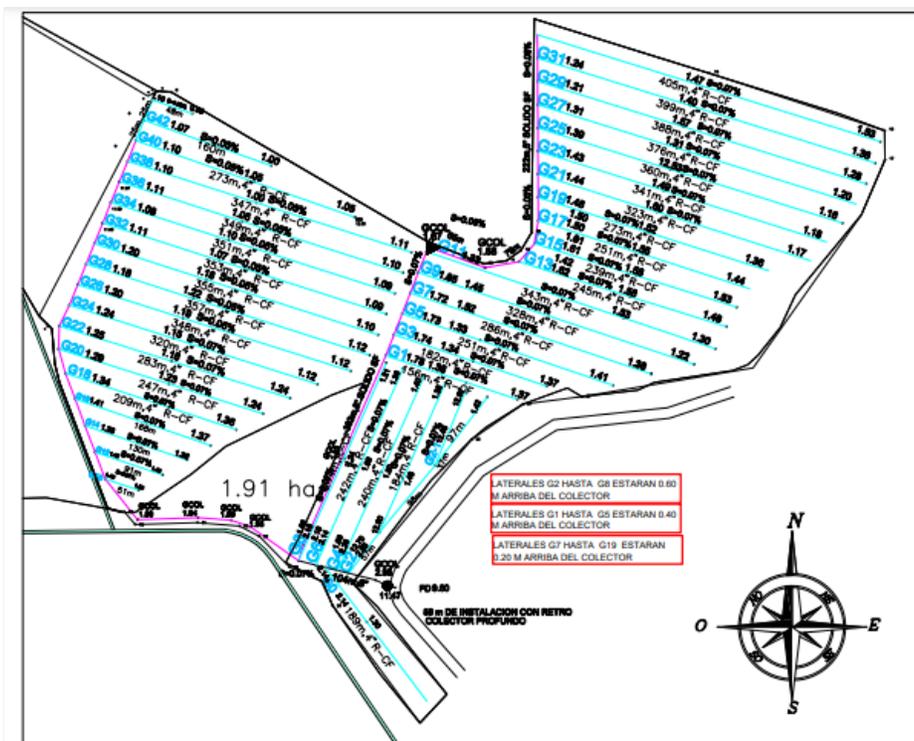


Lote en proceso de siembra al momento del reconocimiento





Lote de 30 ha.



Pueblo de Rahúm, 30 has pendientes de instalación

Paseo Cuauhnáhuac No. 8532, Col. Progreso, CP. 62550, Jiutepec, Morelos. Tel: (777) 329 3600 www.gob.mx/imta



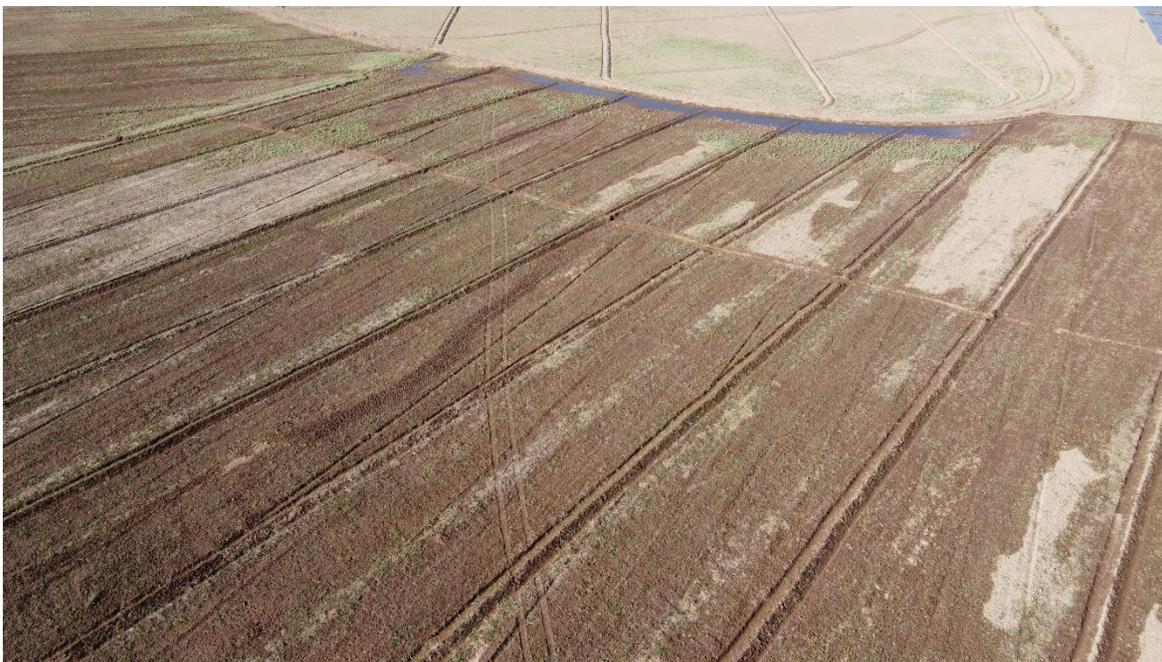


El lote se encuentra con riego establecido

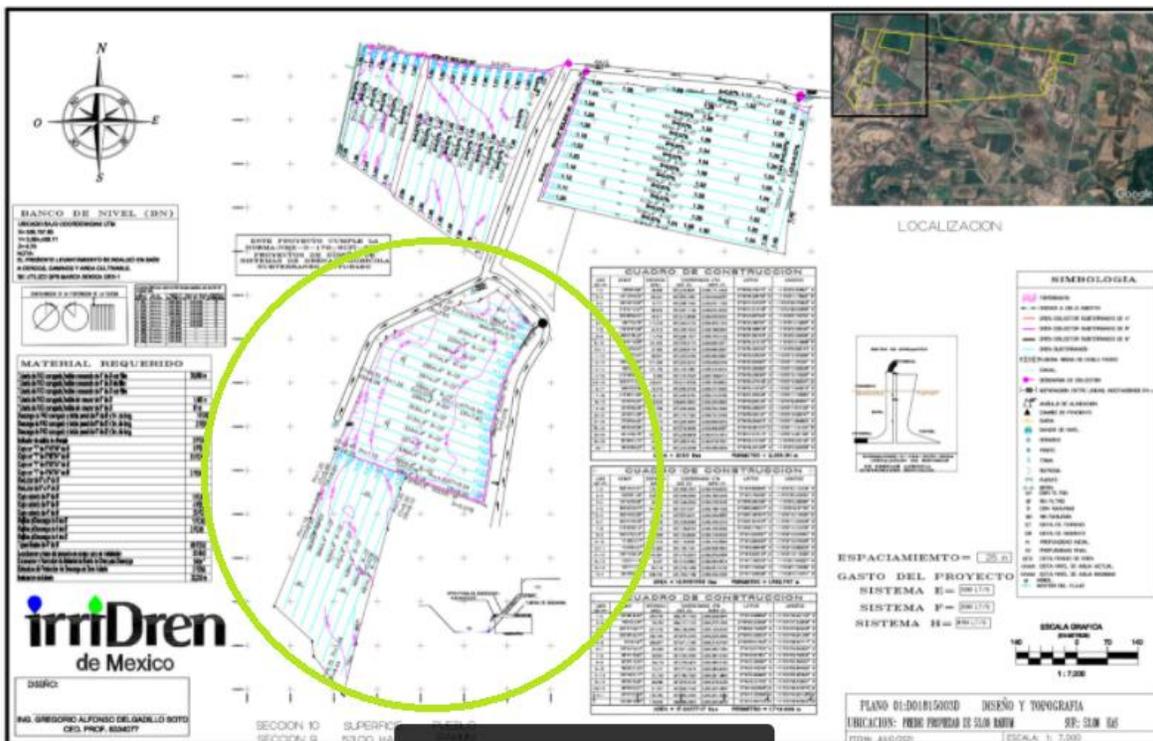


Con riego en parte baja donde se ubicaría el colector





Lote de 21.50 ha



Lote de 21.50 ha, Pueblo de Ráhum

Paseo Cuauhnáhuac No. 8532, Col. Progreso, CP. 62550, Jiutepec, Morelos. Tel: (777) 329 3600 www.gob.mx/imta





CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA



Lote completamente regado



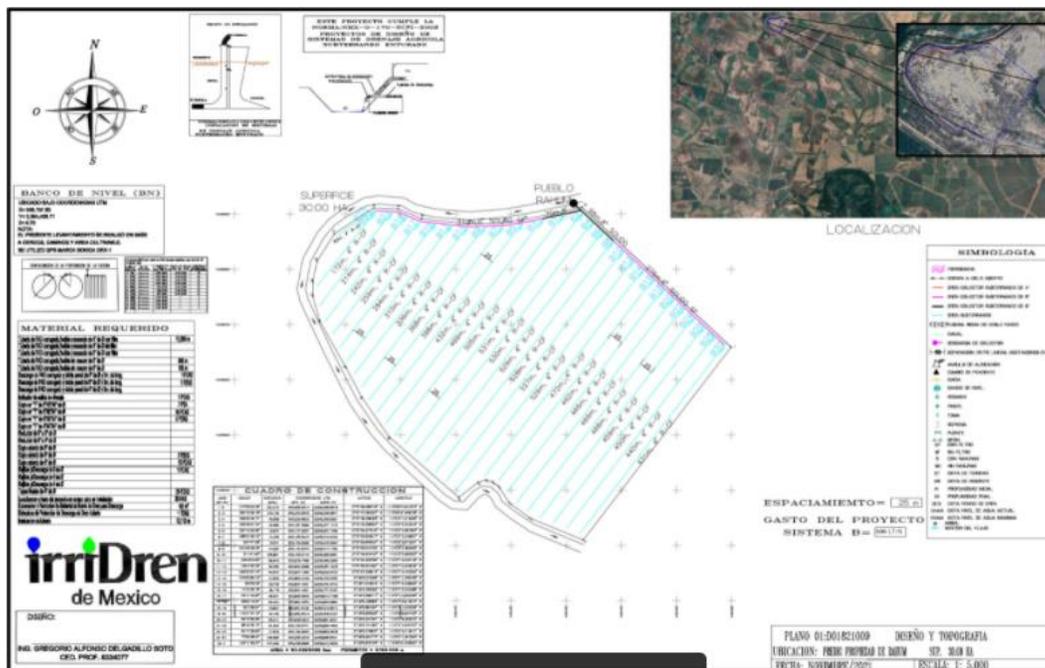
Paseo Cuauhnáhuac No. 8532, Col. Progreso, CP. 62550, Jiutepec, Morelos. Tel: (777) 329 3600 www.gob.mx/imta



CONVENIO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN
No. SGIH-GDR-CDMX-21-COLAB-001-RF-CC



Lote de 30 ha de Ráhum



Lote de 30 ha, Pueblo de RAHUM





Lote cuenta con monte ligero que no es impedimento para la instalación, pero se encuentra húmedo debido a que los vecinos de lote que desfogan sus excedentes de riego a esta parcela





Cuadro A1. Resumen del proceso de instalación de los sistemas de drenaje subterráneo parcelario

PUEBLO	ÁREA INSTALADA	ÁREA INSTALANDO	ÁREA POR INSTALAR	MOTIVOS U OBSERVACIONES
RAHUM	130.5	17	30	RIEGO
			11	CRUCE DE CANAL
		25	21.5	SEMBRANDO
		11.5	23.5	SEMBRANDO
		0	30	MONTE LIGERO RIEGO
	130.5	53.5	116	

RAHUM 300

PUEBLO	ÁREA INSTALADA	ÁREA INSTALANDO	ÁREA POR INSTALAR	MOTIVOS U OBSERVACIONES
POTAM	27	5	19.5	RIEGO
	16	0	23.5	SEMBRANDO
	0	0	14	MONTE LIGERO Y PESADO
	43	5	57	

POTAM 105





En el Pueblo de Ráhum se han instalado 130 ha, en proceso de instalación 53.5 ha y por instalar 116.5 ha.

En el Pueblo de Pótam se han instalado 43 ha, en proceso de instalación 5 ha y por instalar 57.0 ha.

El área total en proceso de instalación se lleva un avance considerable y se planea terminarlas el día 23 de diciembre 2021.

A pesar de haber solicitado las autoridades de los Pueblos de Pótam y Ráhum, a la jefatura distrito de riego, reprogramara los riegos en las parcelas restantes, no ha sido posible debido a que ya se les estaba pasando la época de siembra; por lo tanto han regado y están sembrando, otras tienen monte ligero y pesado por lo que tienen que desmontar para poder instalarlos.





CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA



ANEXO 3. MINUTAS DE ADECUACIONES EN LOS SISTEMAS DE DRENAJE



MINUTA MODIFICATORIA

Potam, Rio yaqui, Sonora a 02 de Diciembre del 2021

Minuta que se levanta con motivo de la adecuaciones en los diseños derivado del reconocimiento en campo del proyecto “D10821011B y D10814004B” con una superficie de 5.00 ha y 27.00 ha que forma parte del contrato de “INSTALACION DE DRENAJE PARCELARIO SUBTERRANEO EN UNA SUPERFICIE DE 105.00 HAS, LOCALIZADAS DENTRO DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PUEBLO DE POTAM, DEL DISTRITO DE RIEGO No. 018, PUEBLOS YAQUIS, MUNICIPIO DE GUAYMAS, ESTADO DE SONORA”, conforme a la Norma NMX-0-184-SCFI-2011 Párrafo 6.1.3.

En virtud de que el predio del proyecto “D10821011B” con una superficie de 5.00 ha al hacerse la inspección de campo para la instalación de drenaje parcelario se encontró enmontado en la parte SUR del lote, requiriéndose su eliminación, se acordó por parte de IMTA modificar el proyecto sin sobrepasar el monto asignado para dicho proyecto, por lo que se exime de responsabilidad a la empresa IRRIDREN DE MEXICO SA DE CV por la modificación realizadas (Figuras 1 y 2).

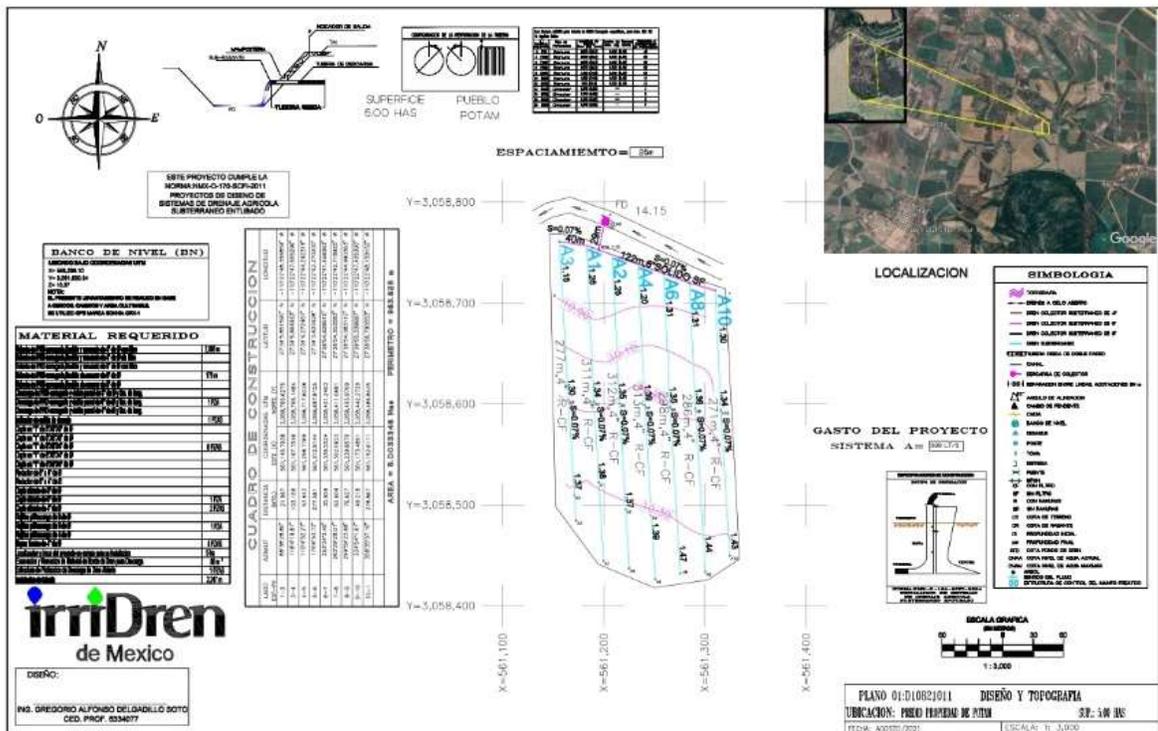


Figura 1. Proyecto original.

MINUTA MODIFICATORIA

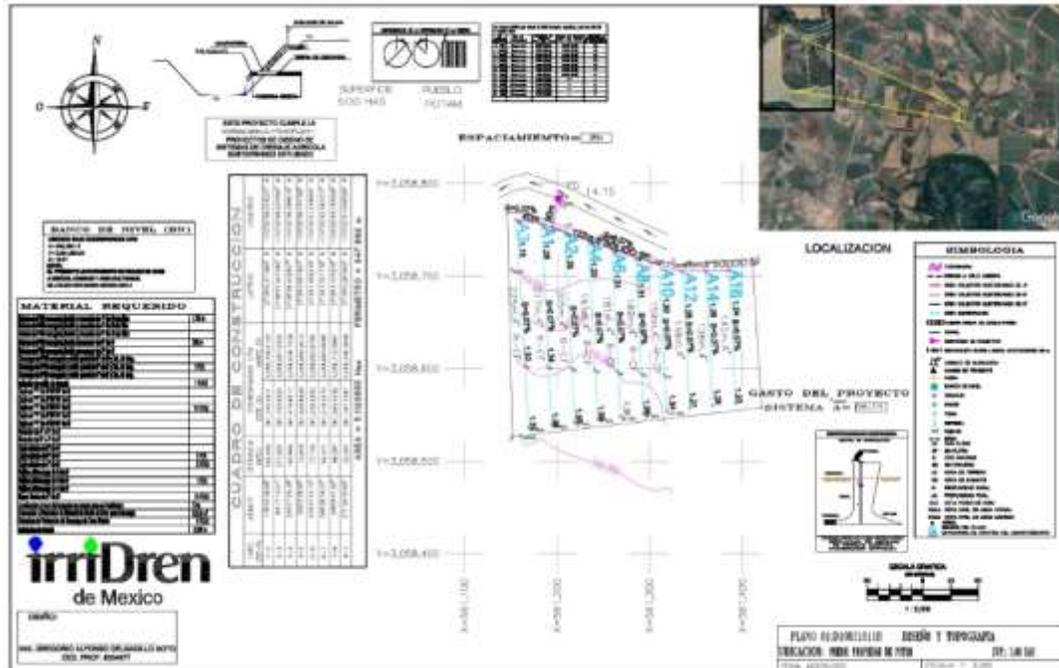


Figura 2. Proyecto modificado.

En el proyecto “D10821004B” con una superficie de **27.00 ha** se propuso **IMTA** añadir una segunda descarga del sistema de drenaje en el punto medio del predio, sin embargo, en dicho punto sugerido al hacerse la inspección de campo para la instalación se encontró azolvado el dren de descarga en dicho punto, por lo que no se instalaría la descarga sugerida quedando la única descarga propuesta en el proyecto original (Figura 3 y 4).

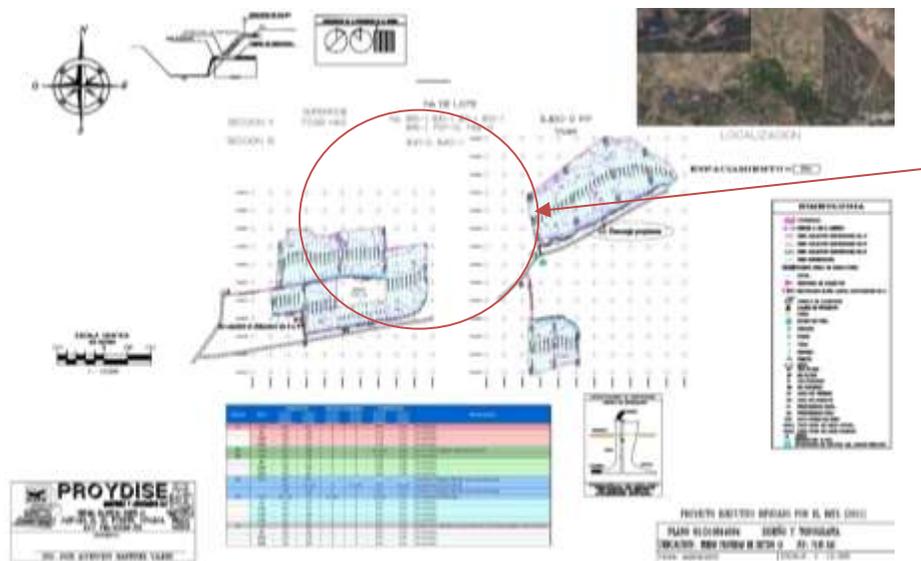


Figura 3. Proyecto original

MINUTA MODIFICATORIA

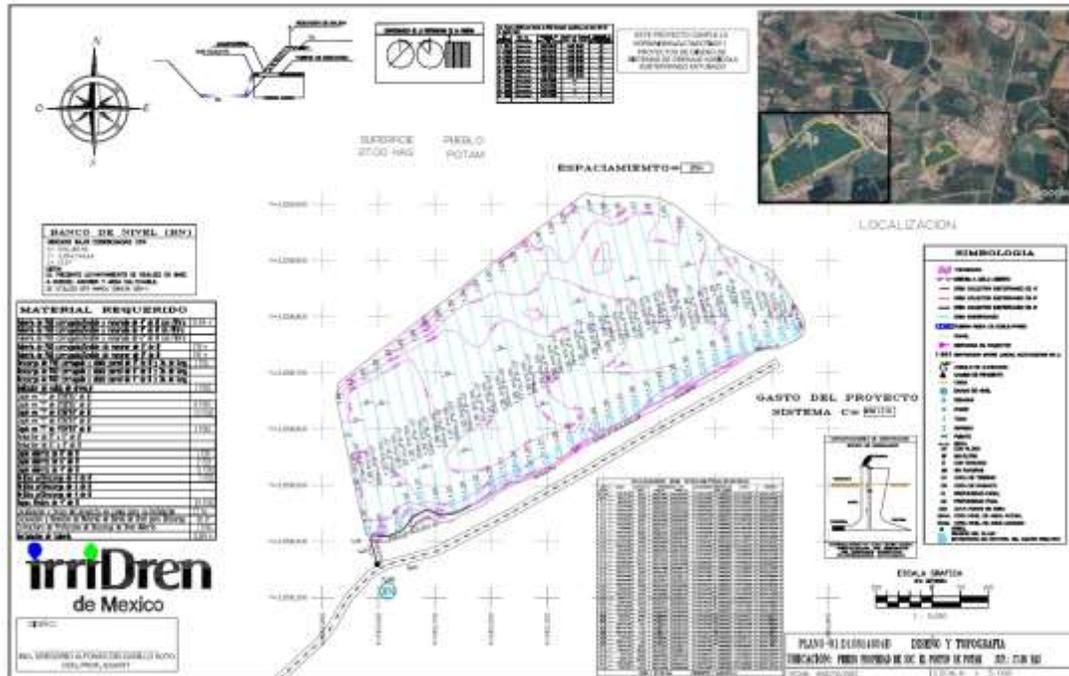


Figura 4. Proyecto modificado.

ATENTAMENTE

M.C. RODOLFO NAMUCHE VARGAS
IMTA "SERVICIOS DE ASISTENCIA
ESPECIALIZADA EN DRENAJE
PARCELARIO SUBTERRÁNEO DEL
DISTRITO DE RIEGO 018 DEL PUEBLO
YAQUI"

LIC. CARLOS A. BALDENE BRO PATRON
IRRIDREN DE MEXICO SA DE CV

MINUTA MODIFICATORIA

Pueblo de Rahum, Sonora a 02 de diciembre del 2021

Minuta que se levanta con motivo de la adecuaciones en los diseños derivado del reconocimiento en campo del proyecto “D01815012BA” con una superficie de **193.50 ha** que forma parte del contrato de “**INSTALACION DE DRENAJE PARCELARIO SUBTERRANEO EN UNA SUPERFICIE DE 300.00 HAS, LOCALIZADAS DENTRO DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PUEBLO DE RAHUM, DEL DISTRITO DE RIEGO No. 018, PUEBLOS YAQUIS, MUNICIPIO DE GUAYMAS, ESTADO DE SONORA**”, conforme a la Norma **NMX-0-184-SCFI-2011** Párrafo **6.1.3**.

En virtud de que el predio del proyecto “D01815012BA” con una superficie de **193.50 ha** al hacerse la inspección de campo para la instalación de drenaje parcelario se encontró en el predio denominado como **25 has** (Fig. 1.1) el dren colector pasaba cerca del lindero de una parcela, al momento de instalar estaba regando por lo que se tuvo que recorrer 15 metros dicho colector, dando a conocer al supervisor IMTA-CONAGUA, M.C. José Rodolfo Namuche Vargas, el cual dio su visto bueno, procediendo a modificar el proyecto e instalarlo conforme al nuevo diseño. La empresa IRRIDREN DE MEXICO SA DE CV se comprometió realizar el proyecto sin sobrepasar el monto asignado al sistema de drenaje, por lo que se exime de responsabilidad a la empresa por la modificación realizada (Figuras 1 y 2).

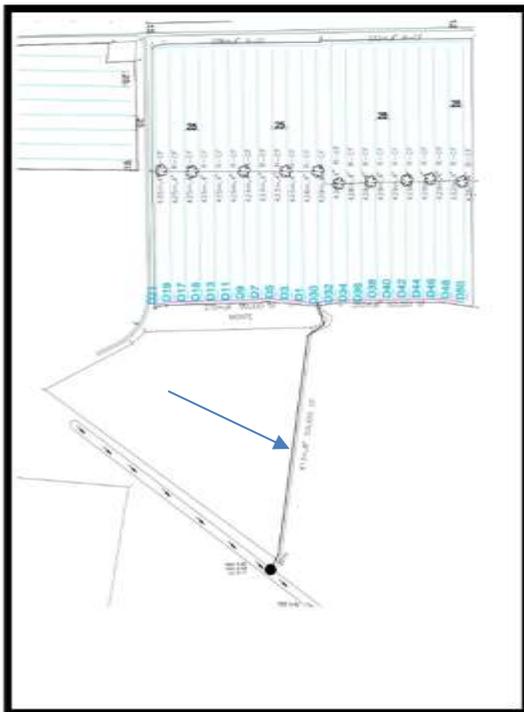


Figura 1. Proyecto Original

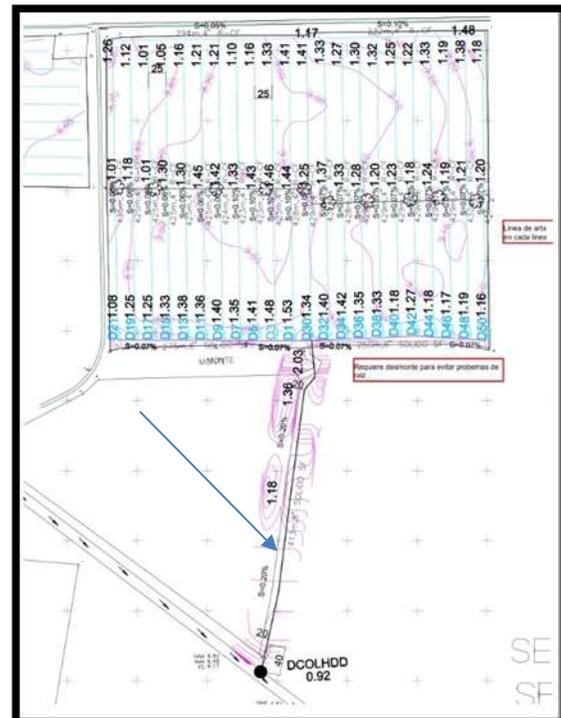


Figura 2. Proyecto Modificado

MINUTA MODIFICATORIA

En el proyecto **D01815012BA** con una superficie de **193.50 ha** al hacerse la inspección de campo para la instalación de drenaje parcelario se encontró en el predio denominado como **11.50 has**, se adecuo el colector al lindero de las parcelas las cuales al proyecto original presentaron una modificación la cual ocasiono un aumento en las líneas de 4" por el cambio de posición del colector se acordó por parte de **IMTA-CONAGUA** modificar el proyecto sin sobrepasar el monto asignado para dicho proyecto, por lo que se exime de responsabilidad a la empresa **IRRIDREN DE MEXICO SA DE CV** por la modificación realizadas (Figuras 3 y 4).

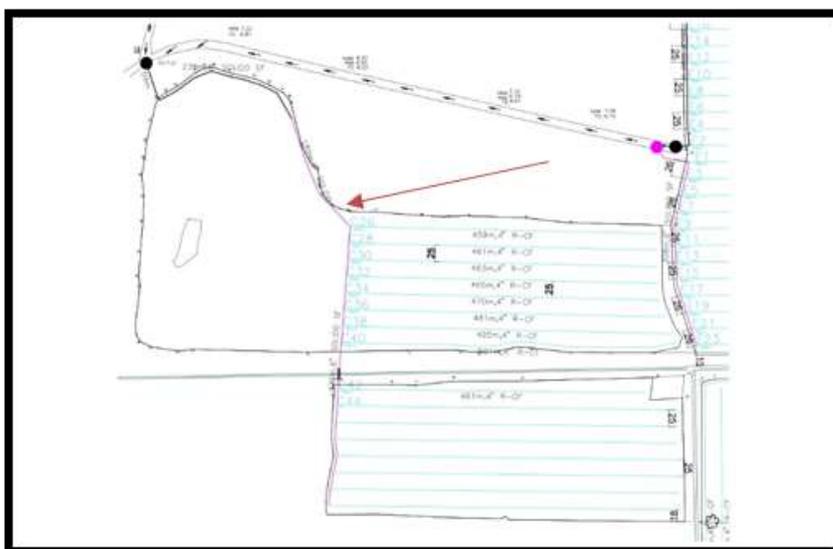


Figura 3. Plano original

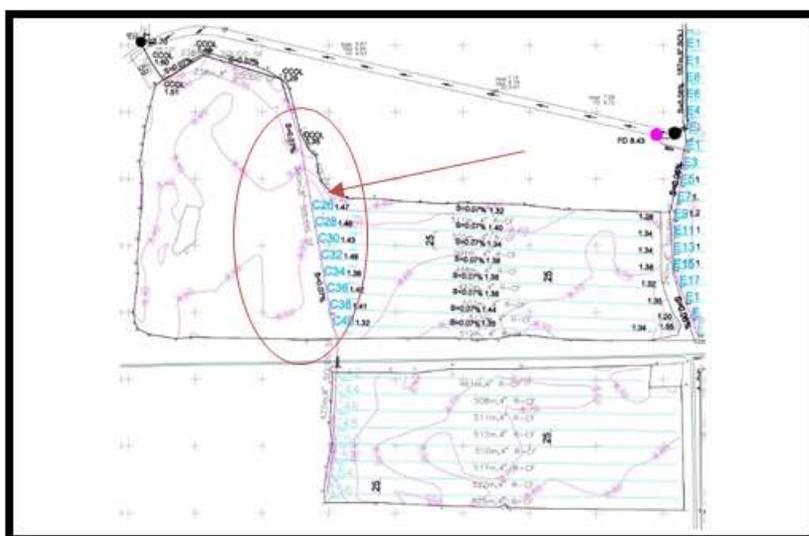


Figura 4. Plano modificado

MINUTA MODIFICATORIA

En el proyecto **D01815012BA** con una superficie de **193.50 ha** al hacerse la inspección de campo para la instalación de drenaje parcelario se encontró en el predio denominado como **28.00 has**, el cual se adecuo aumentando la parte final de los laterales, así como, el colector en 20 metros para poder proteger la descarga. Se acordó por parte de **IMTA-CONAGUA** modificar el proyecto sin sobrepasar el monto asignado para dicho proyecto, por lo que se exime de responsabilidad a la empresa **IRRIDREN DE MEXICO SA DE CV** por la modificación realizadas (Figuras 5 y 6).

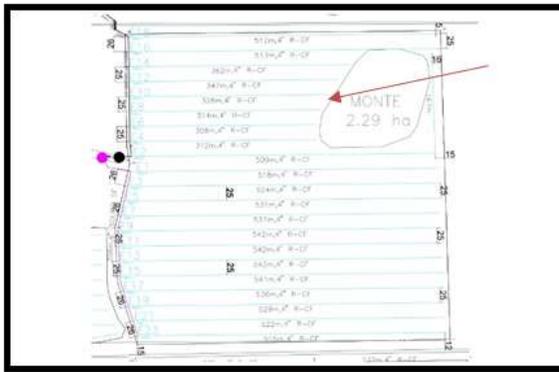


Figura 5. Plano original

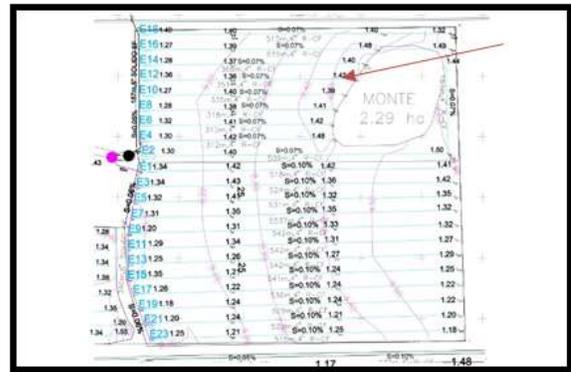


Figura 6. Plano modificado

ATENTAMENTE

M.C. RODOLFO NAMUCHE VARGAS
IMTA-CONAGUA

LIC. CARLOS A. BALDENE BRO PATRON
IRRIDREN DE MEXICO SA DE CV