

**PROGRAMA DE SANEAMIENTO BASICO, AMBIENTAL Y DE AGUA
POTABLE PARA EL CORREGIMIENTO DE SAN JOSE DEL
MUNICIPIO DE SUAITA**

JULIO CESAR FAJARDO BARAJAS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICO MECNICAS
INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2004

**PROGRAMA DE SANEAMIENTO BASICO, AMBIENTAL Y DE AGUA
POTABLE PARA EL CORREGIMIENTO DE SAN JOSE DEL
MUNICIPIO DE SUAITA**

JULIO CESAR FAJARDO BARAJAS

Trabajo de investigación
para optar el título de Ingeniero Civil.

Director:
Mario García
Ingeniero Civil, M Sc.

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICO MECÁNICAS
INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2004**

DEDICATORIA

A **Dios** gracias por haberme brindado la oportunidad de lograr este objetivo y por culminar con éxito esta etapa de mi vida.

Dedico este proyecto a mis padres **Carlos Humberto** y **Amelia**, a mis hermanos, **Carlos H.** e **Ivonne Andrea** y a mi gran amiga y querer, **Sonia E. Bareño**, los cuales me brindaron su apoyo incondicional y han sido parte fundamental en la realización de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero Civil, M Sc. Mario García Solano, por su colaboración y aporte de conocimientos y experiencia, fundamentales y esenciales para el desarrollo del proyecto.

Al Sr. Alberto Plata, Técnico de Saneamiento Básico del Corregimiento de San José de Suaita, por su colaboración en la identificación de la problemática correspondiente al área en estudio, suministro de informes y reseñas de la localidad y participación activa en la toma de datos relacionados al proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

| | Pág. |
|---|-------------|
| INTRODUCCIÓN..... | 35 |
| 1.0 MUNICIPIO DE SUAITA..... | 36 |
| 1.1 RESEÑA HISTÓRICA..... | 36 |
| 1.2. MEDIO GEOGRÁFICO..... | 37 |
| 1.2.1 Datos Generales..... | 37 |
| 1.2.2 Regiones Socioeconómicas..... | 38 |
| 1.3 COMPONENTES BIOFÍSICOS..... | 38 |
| 1.3.1 Clima..... | 39 |
| 1.3.2 Geología..... | 40 |
| 1.3.3 Geomorfología..... | 40 |
| 1.3.4 Hidrología..... | 41 |
| 1.3.5 Suelo..... | 42 |
| 1.4 DIVISIÓN POLÍTICA..... | 44 |
| 1.4.1 Limites..... | 45 |
| 1.4.2 Divisiones Político Administrativas..... | 45 |
| 1.4.3 Demografía..... | 46 |
| 1.5 DESCRIPCIÓN CULTURAL..... | 47 |
| 1.5.1 Costumbres..... | 47 |
| 1.5.2 Alimentación..... | 48 |
| 1.5.3 Vestido..... | 48 |
| 1.5.4 Vivienda..... | 48 |
| 1.5.5 Religión..... | 48 |
| 1.6 SALUD..... | 49 |
| 1.7 EDUCACIÓN..... | 49 |
| 1.8 SERVICIO PÚBLICOS DOMICILIARIOS..... | 50 |

| | | |
|--------|----------------------------------|----|
| 1.8.1 | Acueducto..... | 50 |
| 1.8.2 | Alcantarillado..... | 51 |
| 1.8.3 | Aseo..... | 51 |
| 1.8.4 | Energía Eléctrica..... | 52 |
| 1.8.5 | Comunicaciones..... | 52 |
| 1.8.6 | Transporte..... | 53 |
| 1.8.7 | Alumbrado Público..... | 54 |
| 1.8.8 | Servicios Complementarios..... | 54 |
| 1.8.9 | Servicios Administrativos..... | 54 |
| 1.9 | BASE ECONÓMICA..... | 55 |
| 1.9.1 | Sector Agrícola..... | 56 |
| 1.9.2 | Sector Pecuario..... | 57 |
| 1.9.3 | Sector Agroindustrial..... | 58 |
| 1.9.4 | Sector Servicios..... | 58 |
| 2.0 | AGUA POTABLE..... | 61 |
| 2.1 | ACUEDUCTO..... | 62 |
| 2.1.1 | Fuentes De Abastecimiento..... | 62 |
| 2.1.2 | Captación..... | 63 |
| 2.1.3 | Línea De Conducción..... | 63 |
| 2.1.4 | Potabilización..... | 64 |
| 2.1.5 | Almacenamiento Y Regulación..... | 64 |
| 2.1.6 | Distribución..... | 64 |
| 2.1.7 | Redes de distribución..... | 65 |
| 2.1.8 | Tuberías..... | 66 |
| 2.1.9 | Piezas especiales..... | 67 |
| 2.1.10 | Válvulas..... | 67 |
| 2.1.11 | Hidrantes..... | 67 |
| 2.1.12 | Tanques de distribución..... | 67 |
| 2.1.13 | Conexión Domiciliaria..... | 68 |

| | | |
|--------|--|----|
| 2.1.14 | Bombas..... | 68 |
| 2.1.15 | Presiones..... | 68 |
| 2.2 | CONTROL Y MANEJO DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO. | 69 |
| 2.2.1 | Captación..... | 70 |
| 2.2.2 | Línea De Aducción, Conducción Y Redes De Distribución..... | 71 |
| 2.2.3 | Tanques De Almacenamiento..... | 72 |
| 2.2.4 | Planta De Tratamiento..... | 73 |
| 3.0 | DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL..... | 74 |
| 3.1 | GENERALIDADES..... | 74 |
| 3.1.1 | Objetivo..... | 74 |
| 3.1.2 | Localización..... | 74 |
| 3.1.3 | Descripción Del Proyecto..... | 74 |
| 3.2 | LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO..... | 75 |
| 3.2.1 | Levantamiento Planimétrico..... | 76 |
| 3.2.2 | Levantamiento Altimétrico..... | 76 |
| 3.3 | CONDICIONES GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS..... | 77 |
| 3.4 | ÁREAS DE ABASTECIMIENTO..... | 77 |
| 3.5 | CAPACIDAD DE LA RED..... | 77 |
| 3.6 | RED DE DISTRIBUCIÓN..... | 78 |
| 3.6.1 | Nivel De Complejidad Del Sistema..... | 79 |
| 3.6.2 | Periodo de diseño..... | 80 |
| 3.6.3 | Densidad De Población..... | 80 |
| 3.6.4 | Dotación (D)..... | 82 |
| 3.6.5 | Demanda (Q)..... | 85 |
| 3.6.6 | Trazado De La Red..... | 90 |
| 3.6.7 | Presiones De La Red..... | 90 |
| 3.6.8 | Sectorización Del Servicio..... | 91 |
| 3.6.9 | Diámetros De La Red..... | 92 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 3.6.10 | Materiales De La Red | 93 |
| 3.7 | ACOMETIDAS | 94 |
| 3.8 | DISEÑO HIDRÁULICO | 95 |
| 3.8.1 | Cálculos Hidráulicos | 97 |
| 3.8.2 | Presupuesto General | 103 |
| 4.0 | AGUAS RESIDUALES | 104 |
| 4.1 | FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA RESIDUAL | 106 |
| 4.1.1 | Excrementos Humanos | 106 |
| 4.1.2 | Desperdicios Domiciliarios | 106 |
| 4.1.3 | Aguas De Lavado De Las Calles Y Corrientes Pluviales | 106 |
| 4.1.4 | Infiltraciones De Aguas Subterráneas | 107 |
| 4.1.5 | Residuos Industriales | 107 |
| 4.2 | CARACTERÍSTICAS FÍSICAS | 108 |
| 4.2.1 | Sólidos Totales | 108 |
| 4.2.2 | Color | 110 |
| 4.2.3 | Densidad | 110 |
| 4.2.4 | Temperatura | 110 |
| 4.2.5 | Turbiedad | 111 |
| 4.2.6 | Olor | 111 |
| 4.3. | CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS | 111 |
| 4.3.1 | Materia Orgánica | 111 |
| 4.3.2 | Materia Inorgánica | 113 |
| 4.3.3 | Gases | 115 |
| 4.3.4 | Características Biológicas | 117 |
| 4.3.5 | Medida Del Contenido Orgánico | 119 |
| 5.0 | SISTEMA DE ALCANTARILLADO | 122 |
| 5.1 | ALCANTARILLA | 122 |
| 5.1.1 | Tipos De Alcantarillas | 123 |
| 5.2 | CANTIDAD ESTIMADA DE AGUAS NEGRAS | 123 |

| | | |
|--------------|--|------------|
| 6.0 | DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL..... | 125 |
| 6.1 | GENERALIDADES..... | 125 |
| 6.1.1 | Objetivo..... | 125 |
| 6.1.2 | Localización..... | 125 |
| 6.1.3 | Descripción Del Proyecto..... | 125 |
| 6.2 | LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO..... | 126 |
| 6.2.1 | Levantamiento Planimétrico..... | 127 |
| 6.2.2 | Levantamiento Altimétrico..... | 127 |
| 6.3 | RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO..... | 127 |
| 6.3.1 | Periodo De Diseño..... | 128 |
| 6.3.2 | Caudales..... | 128 |
| 6.4 | SALIDAS PLUVIALES..... | 134 |
| 6.4.1 | Caudal De Diseño (Qd)..... | 134 |
| 6.5 | Normas Generales De Diseño..... | 138 |
| 6.5.1 | Localización Relativa De Colectores..... | 138 |
| 6.5.2 | Profundidades De Los Colectores..... | 139 |
| 6.5.3 | Diseño Hidráulico..... | 139 |
| 6.5.4 | Estructuras Y Obras Complementarias De Alcantarillado..... | 148 |
| 6.5.5 | Especificaciones Generales De Los Materiales..... | 151 |
| 6.5.6 | Cálculos Hidráulicos..... | 152 |
| 6.5.7 | Presupuesto General..... | 162 |
| 7.0 | TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES..... | 164 |
| 7.1 | SISTEMAS DE TRATAMIENTO..... | 164 |
| 7.1.1 | Sistemas Aeróbicos..... | 165 |
| 7.1.2 | Sistemas Anaeróbicos..... | 168 |
| 7.1.3 | Sistemas Facultativos..... | 169 |
| 7.2 | ETAPAS DE TRATAMIENTO EN AGUAS RESIDUALES..... | 172 |
| 7.2.1 | Tratamiento Preliminar..... | 173 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 7.2.2 | Tratamiento Primario..... | 173 |
| 7.2.3 | Tratamiento Secundario..... | 174 |
| 7.2.4 | Cloración..... | 174 |
| 7.2.5 | Tratamiento De Los Lodos..... | 175 |
| 8.0 | DISEÑO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESID..... | 176 |
| 8.1 | GENERALIDADES..... | 176 |
| 8.1.1 | Objetivo..... | 176 |
| 8.1.2 | Localización..... | 176 |
| 8.1.3 | Descripción Del Proyecto..... | 176 |
| 8.2 | LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO..... | 177 |
| 8.3 | PARÁMETROS DE DISEÑO..... | 178 |
| 8.3.1 | Periodo de diseño..... | 178 |
| 8.3.2 | Caudales..... | 179 |
| 8.3.3 | Densidad De Población (D)..... | 181 |
| 8.3.4 | Composición Del Agua Residual..... | 181 |
| 8.3.5 | Propiedad Del Terreno..... | 181 |
| 8.4 | DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES..... | 182 |
| 8.4.1 | Tratamiento Preliminar..... | 182 |
| 8.4.2 | Tratamiento Primario..... | 198 |
| 8.4.3 | Tratamiento Secundario..... | 215 |
| 8.4.4 | Diseño Humedal Artificial Flujo Subsuperficial (HAFS)..... | 233 |
| 8.4.5 | Estructuras Exteriores Y Complementarias..... | 235 |
| 8.4.6 | Presupuesto General..... | 242 |
| 9.0 | RESIDUOS SÓLIDOS..... | 244 |
| 9.1 | CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS..... | 245 |
| 9.2 | COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS..... | 246 |
| 10.0 | TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS..... | 248 |
| 10.1 | ALMACENAMIENTO..... | 248 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 10.1.1 | Normas Para El Almacenamiento De Basuras | 249 |
| 10.1.2 | Tamaño Del Recipiente | 250 |
| 10.1.3 | Peso Del Recipiente | 250 |
| 10.1.4 | Material Del Recipiente | 251 |
| 10.1.5 | Características De Recipientes Retornables | 251 |
| 10.1.6 | Características De Recipientes Desechables | 251 |
| 10.2 | RELLENO SANITARIO | 252 |
| 10.2.1 | Parámetros De Diseño | 256 |
| 10.2.2 | Capacidad De La Planta De Tratamiento | 262 |
| 10.2.3 | Drenaje De Aguas Lluvias | 263 |
| 10.3 | COMPOSTACIÓN | 265 |
| 10.3.1 | Propiedades | 265 |
| 10.3.2 | Parámetros De Diseño Para La Descomposición Aerobia | 266 |
| 10.3.3 | Composición De La Materia Prima | 266 |
| 10.3.4 | Tamaño De La Partículas | 268 |
| 10.3.5 | Proceso | 268 |
| 10.3.6 | Factores Que Condicionan El Proceso | 270 |
| 10.3.7 | Elaboración | 272 |
| 10.4 | RECICLAJE | 276 |
| 10.4.1 | Elementos Reciclables | 277 |
| 10.5 | INCINERACIÓN | 288 |
| 10.5.1 | Localización Del Sitio De Incineración | 289 |
| 10.5.2 | Selección De Los Residuos A Incinerar | 289 |
| 10.5.3 | Operaciones Básicas | 290 |
| 11.0 | DISEÑO RELLENO SANITARIO | 291 |
| 11.1 | GENERALIDADES | 291 |
| 11.1.1 | Objetivo | 291 |
| 11.1.2 | Localización | 291 |
| 11.1.3 | Descripción Del Proyecto | 291 |

| | | |
|----------------|--|------------|
| 11.2 | LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO..... | 292 |
| 11.3 | ASPECTOS GENERALES..... | 292 |
| 11.3.1 | Información Actual De Residuos Sólidos..... | 293 |
| 11.3.2 | Barrido De Calles Y Áreas Públicas..... | 294 |
| 11.3.3 | Composición De Los Residuos Sólidos..... | 294 |
| 11.3.4 | Equipo De Recolección..... | 296 |
| 11.3.5 | Alternativas Del Sitio Para La Disposición Final..... | 298 |
| 11.3.6 | Parámetros De Diseño..... | 300 |
| 11.3.7 | Vías De Acceso..... | 302 |
| 11.4 | SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS..... | 302 |
| 11.4.1 | Rutas De Recolección..... | 302 |
| 11.4.2 | Frecuencia De Recolección..... | 303 |
| 11.4.3 | Horarios..... | 304 |
| 11.4.4 | Cobertura Del Servicio..... | 304 |
| 11.4.5 | Equipo De Recolección Y Transporte..... | 305 |
| 11.4.6 | Barrido De Calles Y Áreas Publicas..... | 306 |
| 11.5 | DISEÑO RELLENO SANITARIO..... | 307 |
| 11.5.1 | Producción De Residuos Sólidos..... | 307 |
| 11.5.2 | Producción Residuos Sólidos Diaria Y Anual..... | 308 |
| 11.5.3 | Producción Per Cápita Futura..... | 309 |
| 11.5.4 | Producción Residuos Diario, Anual Y Acumulada..... | 310 |
| 11.5.5 | Volumen Residuos Sólidos Recibidos..... | 310 |
| 11.5.6 | Volumen Residuos Sólidos Enterrados..... | 312 |
| 11.5.7 | Volumen Relleno Sanitario..... | 313 |
| 11.5.8 | Área Del Relleno Sanitario..... | 314 |
| 11.5.9 | Diseño De Las Celdas..... | 314 |
| 11.5.10 | Especificaciones Técnicas Del Relleno Sanitario..... | 315 |
| 11.6 | SISTEMA DE COMPOSTACIÓN..... | 320 |
| 11.6.1 | Factores..... | 320 |

| | | |
|----------------|--|------------|
| 11.6.2 | Elaboración | 321 |
| 11.7 | SISTEMA DE RECICLAJE | 323 |
| 11.7.1 | Proceso de Reciclaje | 323 |
| 11.7.2 | Recipiente Recomendado | 328 |
| 11.7.3 | Campaña Informativa Para Promover El Sistema De Reciclaje | 330 |
| 11.8 | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES | 330 |
| 11.8.1 | Limpieza Y Desmante | 330 |
| 11.8.2 | Control De Entrada | 330 |
| 11.8.3 | Control De Moscas | 331 |
| 11.8.4 | Control De Aguas Lluvias | 332 |
| 11.8.5 | Control De Insectos | 333 |
| 11.8.6 | Prevención Y Protección Contra Incendios | 333 |
| 11.8.7 | Herramientas Y Equipos | 334 |
| 11.8.8 | Medidas De Seguridad De Recolección Y De Transporte | 334 |
| 11.8.9 | Medidas Sanitarias De Seguridad | 337 |
| 11.8.10 | Presupuesto General | 338 |
| | CONCLUSIONES | 339 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 341 |
| | ANEXOS | 343 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Tabla 1. Densidad poblacional en el Municipio de Suaita..... | 46 |
| Tabla 2. Calculo de la demanda de la red de distribución..... | 88 |
| Tabla 3. Presupuesto general Red De Distribución..... | 103 |
| Tabla 4. Composición típica del agua residual domestica..... | 121 |
| Tabla 5. Calculo del caudal de diseño Alcantarillado Sanitario..... | 133 |
| Tabla 6. Calculo del caudal de diseño de las Salidas Pluviales..... | 137 |
| Tabla 7. Parámetros de diseño Alcantarillado Sanitario..... | 153 |
| Tabla 8. Datos de entrada Alcantarillado Sanitario..... | 154 |
| Tabla 9. Cálculos Hidráulicos Alcantarillado Sanitario..... | 155 |
| Tabla 10. Diseño Hidráulico Alcantarillado Sanitario..... | 157 |
| Tabla 11. Datos de entrada Salidas Pluviales..... | 158 |
| Tabla 12. Cálculos Hidráulicos Salidas Pluviales..... | 159 |
| Tabla 13. Diseño Hidráulico Salidas Pluviales..... | 161 |
| Tabla 14. Presupuesto general Alcantarillado sanitario y pluvial..... | 162 |
| Tabla 15. Presupuesto general Alcantarillado sanitario y pluvial..... | 163 |
| Tabla 16. Calculo del caudal de diseño para el tratamiento de aguas residuales..... | 180 |
| Tabla 17. Cargas aplicables al agua residual..... | 201 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 18. Valores de Tiempo de Retención Hidráulica con respecto a la temperatura..... | 204 |
| Tabla 19. Porcentaje de remoción de la carga contaminante en humedal.. | 226 |
| Tabla 20. Medio granular del lecho del humedal..... | 233 |
| Tabla 21. Presupuesto general Planta de Tratamiento Aguas Residuales. | 243 |
| Tabla 22. Composición física de residuos sólidos en el corregimiento | 295 |
| Tabla 23. Datos de producción per cápita futura | 308 |
| Tabla 24. Datos de producción de residuos diario, anual y acumulado | 310 |
| Tabla 25. Datos de volumen de residuos sólidos recibidos | 311 |
| Tabla 26. Datos de volumen de residuos enterrados | 312 |
| Tabla 27. Datos de volumen del relleno sanitario | 313 |
| Tabla 28. Presupuesto general Planta de Tratamiento Residuos Sólidos... | 338 |

LISTA DE GRAFICAS

| | Pág.. |
|---|-------|
| Grafica 1. Cálculos hidráulicos de presión y caudal de la simulación (hora 0:00)..... | 98 |
| Grafica 2. Cálculos hidráulicos de presión y caudal de la simulación en la red de distribución (hora 1:00)..... | 99 |
| Grafica 3. Cálculos hidráulicos de presión y caudal de la simulación en la red de distribución (hora 2:00)..... | 100 |
| Grafica 4. Cálculos hidráulicos de presión y caudal de la simulación en la red de distribución (hora 3:00)..... | 101 |
| Grafica 5. Cálculos hidráulicos de presión y caudal de la simulación en la red de distribución (hora 3:00)..... | 102 |
| Grafica 6. Diagrama de flujo de tratamiento anaerobio..... | 172 |

LISTA DE ANEXOS

| | Pág.. |
|--|--------------|
| Anexo 1. Cartera de campo corregimiento de San José del Municipio de Suaita | 344 |
| Anexo 2. Calculo de coordenadas corregimiento de San José del Municipio de Suaita | 350 |
| Anexo 3. Cartera de nivelación corregimiento de San José del Municipio de Suaita | 354 |
| Anexo 4. Cartera de campo predio planta de tratamiento..... | 356 |
| Anexo 5. Calculo de coordenadas predio planta de tratamiento..... | 358 |
| Anexo 6. Cartera de nivelación predio planta de tratamiento..... | 360 |
| Anexo 7. Análisis Físico Químico Agua Cruda..... | 361 |
| Anexo 8. Cálculos hidráulicos Red de Distribución..... | 363 |
| Anexo 9. Cantidades de obra(Alcantarillado Sanitario)..... | 391 |
| Anexo 10. Cantidades de obra(Salidas Pluviales)..... | 399 |
| Anexo 11. Análisis de precios unitarios..... | 406 |
| Anexo 12. Planos..... | 438 |

GLOSARIO

ACCESORIOS: elementos componentes de un sistema de tuberías, diferentes de las tuberías en sí, tales como uniones, codos, tees, etc.

ACOMETIDA: derivación de la red local de acueducto que llega hasta el registro de rueda en el punto de empate con la instalación interna del inmueble.

ADUCCIÓN: componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión.

AFLUENTE: agua residual u otro líquido que ingrese a un reservorio, o algún proceso de tratamiento.

AGUA CRUDA: agua superficial o subterránea en estado natural; es decir, que no ha sido sometida a ningún proceso de tratamiento.

AGUAS LLUVIAS: aguas provenientes de la precipitación pluvial.

AGUA POTABLE: agua que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos es apta y aceptable para el consumo humano y cumple con las normas de calidad de agua.

AGUAS SERVIDAS: aguas de desecho provenientes de lavamanos, tinas de baño, duchas, lavaplatos, y otros artefactos que no descargan materias fecales.

AGUAS RESIDUALES: agua que contiene material disuelto y en suspensión, luego de ser usada por una comunidad o industria.

AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS: desechos líquidos provenientes de la actividad doméstica en residencias, edificios e instituciones.

AGUAS DE INFILTRACIÓN: agua proveniente del subsuelo, indeseable para el sistema separado y que penetra en el alcantarillado.

ALCANTARILLADO: conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales o de las aguas lluvias.

ALCANTARILLADO DE AGUAS COMBINADAS: sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte, tanto de las aguas residuales como de las aguas lluvias.

ALCANTARILLADO DE AGUAS LLUVIAS: sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de aguas lluvias.

ALCANTARILLADO DE AGUAS RESIDUALES: sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de las aguas residuales domésticas y/o industriales.

ALCANTARILLADO SEPARADO: sistema constituido por un alcantarillado de aguas residuales y otro de aguas lluvias que recolectan en forma independiente en un mismo sector.

ALMACENAMIENTO: acumulación o depósito temporal, en recipientes o lugares, de la basura y residuos sólidos de un generador o una comunidad, para su posterior recolección, aprovechamiento, transformación, comercialización o disposición final.

ANÁLISIS: examen del agua, agua residual o lodos, efectuado por un laboratorio.

ANCLAJE: apoyo que soporta los empujes ocasionados por el cambio de dirección en una tubería sometida a presión interna.

APROVECHAMIENTO: proceso mediante el cual a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales o económicos.

ÁREA AFERENTE: zona que descarga el agua residual hacia un tramo o punto determinado.

ÁREA TRIBUTARIA: superficie que drena agua lluvia hacia un tramo o punto determinado.

BASURA: todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios e instituciones de

salud, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o recirculación a través de un proceso productivo.

BIODEGRADABILIDAD: capacidad de descomposición rápida bajo condiciones naturales.

BIOGAS: mezcla de gases, producto del proceso de descomposición anaeróbica de la materia orgánica o biodegradable de las basuras, cuyo componente principal es el metano.

BOCATOMA: estructura hidráulica que capta el agua desde una fuente superficial y la conduce al sistema de acueducto.

BOTADERO: sitio de acumulación de residuos sólidos que no cumple con las disposiciones vigentes o crea riesgos para la salud y seguridad humana o para el ambiente en general.

BORDE LIBRE: espacio comprendido entre el nivel máximo esperado del agua fijado por el sistema de rebose y la altura total de la estructura de almacenamiento.

CAJA DE INSPECCIÓN DOMICILIARIA: cámara localizada en el límite de la red pública de alcantarillado y la privada, que recoge las aguas residuales, lluvias o combinadas provenientes de un inmueble.

CÁMARA: compartimiento con paredes, empleado para un propósito específico.

CÁMARA DE CAÍDA: estructura utilizada para dar continuidad al flujo cuando una tubería llega a una altura considerable respecto de la tubería de salida.

CAMINO DE ACCESO: vialidad que permite ingresar a una planta de tratamiento o de disposición final.

CAMINO INTERIOR: vialidad que permite el tránsito interno en una planta de tratamiento o de disposición final.

CANAL: cauce artificial, revestido o no, que se construye para conducir las aguas lluvias hasta su entrega final en un cauce natural o conducto descubierto que transporta agua a flujo libre.

CANALIZAR: acción y efecto de construir canales para regular un cauce o corriente de un río o arroyo.

CANECA DOMÉSTICA: recipiente retornable después de la recolección, de propiedad del usuario. Donde éste almacena temporalmente la basura doméstica.

CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS: determinación de las características cualitativas y cuantitativas de un residuo sólido, identificando contenidos y propiedades de interés con una finalidad específica.

CARGA CONTAMINANTE: cantidad de un determinado agente adverso al medio, contenido en un residuo sólido.

CAPTACIÓN: conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de una fuente de abastecimiento.

CARGA DE DISEÑO: producto del caudal por la concentración de un parámetro específico; se usa para dimensionar un proceso de tratamiento, en condiciones aceptables de operación. Tiene unidades de masa por unidad de tiempo, (M/T).

CARGA ORGÁNICA: producto de la concentración media de DBO por el caudal medio determinado en el mismo sitio; se expresa en kilogramos por día (kg/d).

CAUDAL DE DISEÑO: caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado.

CAUDAL MÁXIMO DIARIO: consumo máximo durante veinticuatro horas, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

CAUDAL MÁXIMO HORARIO: consumo máximo durante una hora, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

CAUDAL MEDIO DIARIO: consumo medio durante veinticuatro horas, obtenido como el promedio de los consumos diarios en un período de un año.

CELDA DIARIA: área definida donde se esparcen y compactan los residuos durante el día para cubrirlos al final del mismo.

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD: medida de la rugosidad de una superficie, que depende del material y del estado de la superficie interna de una tubería.

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA: relación que existe entre la escorrentía y la cantidad de agua lluvia que cae en una determinada área.

COEFICIENTE DE RETORNO: relación que existe entre el caudal medio de aguas residuales y el caudal medio de agua que consume la población.

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD: parámetro que representa el efecto friccional del contorno del conducto sobre el flujo y en general depende del tipo de material del conducto.

COLECTOR PRINCIPAL Ó MATRIZ: conducto cerrado circular, semicircular, rectangular, entre otros, sin conexiones domiciliarias directas que recibe los caudales de los tramos secundarios, siguiendo líneas directas de evacuación de un determinado sector.

COMBUSTIÓN: combinación química de oxígeno con una sustancia, produciéndose calor y normalmente luz.

COMPACTACIÓN: proceso de por unidad normalmente utilizado para incrementar el peso específico (densidad en unidades métricas) de materiales residuales para que puedan ser almacenados y transportados más eficazmente.

COMPOST: material estable que resulta de la descomposición de la materia orgánica en procesos de compostaje.

COMPOSTAJE: proceso mediante el cual la materia orgánica contenida en las basuras se convierte a una forma más estable, reduciendo su volumen y creando un material apto para cultivos y recuperación de suelos.

CONDUCCIÓN: componente a través del cual se transporta agua potable, ya sea a flujo libre o a presión.

CONDUCTO: estructura hidráulica destinada al transporte de agua.

CONEXIÓN DOMICILIARIA: tubería que transporta las aguas residuales y/o las aguas lluvias desde la caja domiciliar hasta un colector secundario. Generalmente son de 150 mm de diámetro para vivienda unifamiliar.

CONEXIONES ERRADAS: contribución adicional de caudal debido al aporte de aguas pluviales en la red de aguas sanitarias y viceversa.

CONSUMO: Volumen de agua potable recibido por el usuario en un periodo determinado.

CONTAMINANTE: toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos o formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera agua, suelo, flora o fauna, o cualquier elemento ambiental, altere o modifique su composición natural y degrade su calidad.

COTA DE BATEA: nivel del punto más bajo de la sección transversal interna de una tubería o colector.

COTA DE CLAVE: nivel del punto más alto de la sección transversal externa de una tubería o colector.

CUBIERTA DIARIA: capa de material natural o sintético con que se cubren los residuos depositados en un relleno sanitario durante un día de operación.

CUBIERTA FINAL: revestimiento de material natural o sintético que confina el total de las capas de que consta un relleno sanitario.

DENSIDAD DE POBLACIÓN: número de personas que habitan dentro de un área bruta o neta determinada.

DESARENADOR: componente destinado a la remoción de las arenas y sólidos que están en suspensión en el agua, mediante un proceso de sedimentación mecánica.

DESINFECCIÓN: destrucción de bacterias y virus de origen fecal en las aguas residuales, mediante un agente desinfectante.

DESECHO: término general para residuos sólidos excluyendo residuos de comida y cenizas sacados de viviendas, establecimientos comerciales e instituciones.

DESPERDICIO: residuo sólido o semisólido de origen animal o vegetal, sujeto a putrefacción, proveniente de la manipulación, preparación y consumo de alimentos para uso animal y humano.

DENSIDAD: masa o cantidad de materia de los residuos, contenida en una unidad de volumen, en condiciones específicas.

DIÁMETRO NOMINAL: es el número con el cual se conoce comúnmente el diámetro de una tubería, aunque su valor no coincida con el diámetro real interno.

DIÁMETRO REAL: diámetro interno de una tubería determinado con elementos apropiados.

DIGESTIÓN: descomposición biológica de la materia orgánica de un lodo en presencia de oxígeno.

DISPOSICIÓN FINAL: disposición del efluente de una planta de tratamiento o de los lodos tratados.

DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS: proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en forma definitiva, en forma definitiva, efectuado por las personas prestadoras de servicios, disponiéndolos en lugares especialmente diseñados para recibirlos y eliminarlos, obviando su contaminación y favoreciendo la transformación biológica de los materiales fermentables, de modo que no representen daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente.

DOTACIÓN: cantidad de agua asignada a una población o a un habitante para su consumo en cierto tiempo, expresada en términos de litro por habitante por día o dimensiones equivalentes.

EFICIENCIA DE TRATAMIENTO: relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración en el afluente, para un proceso o planta de tratamiento y un parámetro específico; normalmente se expresa en porcentaje.

EFLUENTE: líquido que sale de un proceso de tratamiento.

EMISARIO FINAL: colectores cerrados que llevan parte o la totalidad de las aguas lluvias, sanitarias o combinadas de una localidad hasta el sitio de vertimiento o a las plantas de tratamiento de aguas residuales. En caso de aguas lluvias pueden ser colectores a cielo abierto.

EMISARIO: canal o tubería que recibe las aguas residuales de un sistema de alcantarillado y las lleva a una planta de tratamiento o de una planta de tratamiento y las lleva hasta el punto de disposición final.

EMISIÓN: descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de estos, provenientes de una fuente fija o móvil.

ENTIDAD PRESTADORA DEL SERVICIO PÚBLICO DOMICILIARIO DE ASEO: persona natural o jurídica, pública, privada o mixta, encargada de todas, una o varias actividades de la prestación del servicio público domiciliario de aseo.

ESCORRENTÍA: volumen que llega a la corriente poco después de comenzada la lluvia.

ESTRUCTURA DE CONEXIÓN O ESTRUCTURA-POZO: estructura construida para la unión de uno o más colectores, con el fin de permitir cambios de alineamiento horizontal y vertical en el sistema de alcantarillado, entre otros propósitos.

ESTRUCTURAS DE ENTREGA: estructuras utilizadas para evitar daños e inestabilidad en el cuerpo de agua receptor de aguas lluvias o residuales.

FLUJO A PRESIÓN: transporte en el cual el agua ocupa todo el interior del conducto, quedando sometida a una presión superior a la atmosférica.

FLUJO LIBRE: transporte en el cual el agua presenta una superficie libre donde la presión es igual a la presión atmosférica.

FRECUENCIA: en hidrología, número de veces que en promedio se presenta un evento con una determinada magnitud, durante un periodo definido.

FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA: depósito o curso de agua superficial o subterráneo, natural o artificial, utilizado en un sistema de suministro de agua.

FUGAS: cantidad de agua que se pierde en un sistema de acueducto por accidentes en la operación, tales como rotura o fisura de tubos, rebose de tanques, o fallas en las uniones entre las tuberías y los accesorios.

GENERADOR: personas naturales o jurídicas, habitantes permanentes u ocasionales, nacionales o extranjeros que perteneciendo a los sectores residencial o no residencial y siendo usuario o no del servicio público domiciliario de aseo, generan o producen basuras o residuos sólidos, como consecuencia de actividades domiciliarias, comerciales, industriales,

institucionales, de servicios y en instituciones de salud, a nivel urbano y rural, dentro del territorio nacional.

GEOMEMBRANA: material sintético impermeable.

GOLPE DE ARIETE: fenómeno hidráulico de tipo dinámico oscilatorio, causado por la interrupción violenta del flujo en una tubería, bien por el cierre rápido de una válvula o apagado del sistema de bombeo, que da lugar a la transformación de la energía cinética en energía elástica, tanto en el flujo como en la tubería, produciendo sobreelevación de la presión, subpresiones y cambios en el sentido de la velocidad del flujo.

INCINERACIÓN: procesamiento térmico de los residuos sólidos mediante la oxidación química con cantidades estequiométricas o en exceso de oxígeno. Proceso de reducir los desechos material inerte (escoria) y a productos gaseosos completamente oxidados mediante la combustión.

INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN: cantidad de agua lluvia caída sobre una superficie durante un tiempo determinado.

INSTALACIÓN INTERNA: conjunto de tuberías y accesorios que recogen y conducen las aguas residuales y/o lluvias de las edificaciones hasta la caja de inspección domiciliar.

INTERCEPTOR: conducto cerrado que recibe las afluencias de los colectores principales, y generalmente se construye paralelamente a quebradas o ríos, con el fin de evitar el vertimiento de las aguas residuales a los mismos.

LÍNEA PIEZOMÉTRICA: línea o elevación obtenida de la suma de la cabeza de presión y la diferencia de altura topográfica respecto a un datum o nivel de referencia.

LIXIVIADO: líquido residual generado por la descomposición biológica de la parte orgánica o biodegradable de las basuras bajo condiciones aeróbicas y anaeróbicas o como resultado de la percolación de agua a través de los residuos en proceso de degradación.

LODO: suspensión de materiales en un líquido proveniente del tratamiento de aguas residuales, del tratamiento de efluentes líquidos o de cualquier actividad que lo genere.

LODO BIOLÓGICO: lodo excedente que se genera en los procesos biológicos de las aguas residuales.

MACRO RUTA: división geográfica de la zona para la distribución de los recursos y equipos de recolección.

MEDICIÓN: sistema destinado a registrar o totalizar la cantidad de agua transportada por un conducto.

MICROMEDICIÓN: sistema de medición de volumen de agua, destinado a conocer la cantidad de agua consumida en un determinado período de tiempo por cada suscriptor de un sistema de acueducto.

MICRO RUTA: descripción detallada a nivel de las calles y manzanas del trayecto de un vehículo o cuadrilla, para la prestación del servicio de recolección o del barrido manual o mecánico.

MATERIAL DE CUBIERTA: material de origen natural o sintético, utilizado para cubrir los residuos sólidos depositados en un relleno sanitario.

MÓDULO O PLATAFORMA: superficie que constituye por sí misma una unidad de la obra. Una vez rellena esta superficie, puede utilizarse como área de esparcimiento, mientras se completa el periodo de estabilización y se realiza el control del correspondiente proceso biológico.

MONITOREO: actividad consistente en efectuar observaciones, mediciones y evaluaciones continuas en un sitio y periodo determinados, con el objeto de identificar los impactos y riesgos potenciales hacia el ambiente y la salud pública o para evaluar la efectividad de un sistema de control.

NIVEL FREÁTICO: Nivel Del Agua Subterránea En Un Acuífero.

PERÍODO DE DISEÑO: tiempo para el cual se diseña un sistema o los componentes de éste, en el cual su(s) capacidad(es) permite(n) atender la demanda proyectada para este tiempo.

PERIODO DE RETORNO: número de años que en promedio la magnitud de un evento extremo es igualada o excedida.

PLANTA DE POTABILIZACIÓN: instalaciones necesarias de tratamientos unitarios para purificar el agua de abastecimiento para una población.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL: conjunto de obras, instalaciones y procesos para tratar las aguas residuales.

PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO: plan de ordenamiento del sistema de alcantarillado de una localidad para un horizonte de planeamiento dado.

PLANTA PILOTO: planta de tratamiento a escala de laboratorio o técnica, que sirve para el estudio de la tratabilidad de un desecho líquido o la determinación de las constantes cinéticas y los parámetros de diseño del proceso.

POBLACIÓN DE DISEÑO: población que se espera atender por el proyecto, considerando el índice de cubrimiento, crecimiento y proyección de la demanda para el período de diseño.

POBLACIÓN SERVIDA: número de habitantes que son servidos por un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales.

POZO O CÁMARA DE INSPECCIÓN: estructura de ladrillo o concreto, de forma usualmente cilíndrica, que remata generalmente en su parte superior en forma tronco-cónica, y con tapa removible para permitir la ventilación, el acceso y el mantenimiento de los colectores.

PRECIPITACIÓN: cantidad de agua lluvia caída en una superficie durante un tiempo determinado.

PRESENTACIÓN: es la actividad del usuario de empacar y envasar todo tipo de residuos sólidos para su almacenamiento y entrega a la entidad prestadora del servicio de aseo para aprovechamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.

PRESIÓN DINÁMICA: presión que se presenta en un conducto con el paso de agua a través de él.

PRESIÓN ESTÁTICA: presión en un conducto cuando no hay flujo a través de él.

PRETRATAMIENTO: procesos de tratamiento localizados antes del tratamiento primario.

PROCESO BIOLÓGICO: proceso en el cual las bacterias y otros microorganismos asimilan la materia orgánica del desecho, para estabilizar el

desecho e incrementar la población de microorganismos (lodos activados, filtros percoladores, digestión, etc.).

PRODUCCIÓN PER CÁPITA: cantidad de residuos generada por una población, expresada en términos de kg/hab-día o unidades equivalentes.

PROFUNDIDAD DEL COLECTOR: diferencia de nivel entre la superficie del terreno o la rasante de la calle y la cota clave del colector.

RECEPTOR: persona natural o jurídica que recibe un residuo.

RECICLAJE: procesos mediante los cuales se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelven a los materiales sus potencialidades de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje consta de varias etapas: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, acopio, reutilización, transformación y comercialización.

RECOLECCIÓN: acción y efecto de retirar y recoger las basuras y residuos sólidos de uno o varios generadores, efectuada por su generador o por la entidad prestadora del servicio público.

RECUPERACIÓN: acción que permite retirar y recuperar de las basuras aquellos materiales que pueden someterse a un nuevo proceso de aprovechamiento, para convertirlos en materia prima útil en la fabricación de nuevos productos.

RED DE DISTRIBUCIÓN: conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo.

RED LOCAL DE ALCANTARILLADO: conjunto de tuberías y canales que conforman el sistema de evacuación de las aguas residuales, pluviales o combinadas de una comunidad, y al cual desembocan las acometidas del alcantarillado de los inmuebles.

RED MATRIZ: parte de la red de distribución que conforma la malla principal de servicio de una población y que distribuye el agua procedente de la conducción, planta de tratamiento o tanques de compensación a las redes secundarias. La red primaria mantiene las presiones básicas de servicio para el funcionamiento correcto de todo el sistema, y generalmente no reparte agua en ruta.

REJILLA: dispositivo instalado en una captación para impedir el paso de elementos flotantes o sólidos grandes.

RELLENO SANITARIO: lugar técnicamente diseñado para la disposición final controlada de los residuos sólidos, sin causar peligro, daño o riesgo a la salud pública, minimizando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería. Confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados, y cobertura final.

RESIDUO SÓLIDO: cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido que se abandona, bota o rechaza después de haber sido consumido o usado en actividades domésticas, industriales, comerciales e institucionales, de servicios e instituciones de salud y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico. Se dividen en aprovechables y no aprovechables.

REUTILIZACIÓN: prolongación y adecuación de la vida útil de los residuos sólidos recuperados y que mediante tratamientos mínimos devuelven a los materiales su posibilidad de utilización en su función original en alguna relacionada, sin que para ello requieran de adicionales procesos de transformación.

RUTA DE RECICLAJE: recorrido necesario para recoger los residuos separados en origen.

SEDIMENTACIÓN: proceso físico de clarificación de las aguas residuales por efecto de la gravedad. Junto con los sólidos sedimentables precipita materia orgánica del tipo putrescible.

SERVICIO PÚBLICO DOMICILIARIO DE ASEO: servicio de recolección de residuos, principalmente sólidos, el barrido y limpieza de vías y áreas públicas, transporte y disposición final sanitaria, incluyendo las actividades complementarias de transferencia, tratamiento y aprovechamiento.

SÓLIDOS ACTIVOS: parte de los sólidos volátiles en suspensión que representan los microorganismos.

SUMIDERO: estructura diseñada y construida para cumplir con el propósito de captar las aguas de escorrentía que corren por las cunetas de las calzadas de las vías para entregarlas a las estructuras de conexión o pozos de inspección de los alcantarillados combinados o de lluvias.

TANQUE DE ALMACENAMIENTO: depósito de agua en un sistema de acueducto, cuya función es compensar las variaciones en el consumo a lo largo del día mediante almacenamiento en horas de bajo consumo y descarga en horas de consumo elevado.

TASA DE CARGA VOLUMÉTRICA: corresponde a los kilogramos de sólidos volátiles adicionados por día y por metro cúbico de capacidad de digester.

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN: tiempo de recorrido de la escorrentía superficial desde el punto más alejado de la cuenca de drenaje hasta el punto de salida considerado. En alcantarillados es la suma del tiempo de entrada y de recorrido.

TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICA: tiempo medio teórico que se demoran las partículas de agua en un proceso de tratamiento. Usualmente se expresa como la razón entre el caudal y el volumen útil.

TRAMO: colector comprendido entre dos estructuras de conexión.

TRAMOS INICIALES: tramos de colectores domiciliarios que dan comienzo al sistema de alcantarillado.

TRATAMIENTO ANAEROBIO: estabilización de un desecho por acción de microorganismos en ausencia de oxígeno.

TRATAMIENTO AVANZADO proceso de tratamiento fisicoquímico o biológico usado para alcanzar un grado de tratamiento superior al de tratamiento secundario. Puede implicar la remoción de varios parámetros, como remoción de sólidos en suspensión, complejos orgánicos disueltos, compuestos inorgánicos disueltos o nutrientes.

TRATAMIENTO BIOLÓGICO: procesos de tratamiento en los cuales se intensifican la acción natural de los microorganismos para estabilizar la materia orgánica presente. Usualmente se utilizan para la remoción de material orgánico disuelto.

TRATAMIENTO CONVENCIONAL: procesos de tratamiento bien conocidos y utilizados en la práctica, generalmente se refiere a procesos de tratamiento primario o secundario. Se excluyen los procesos de tratamiento terciario o avanzado.

TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS: conjunto de operaciones, procesos o técnicas encaminadas a la eliminación, la disminución de la

concentración o el volumen de los residuos sólidos o basuras, o su conversión en formas más estables.

TUBO Ó TUBERÍA: conducto prefabricado, o construido en sitio, de concreto, concreto reforzado, plástico, poliuretano de alta densidad, asbesto-cemento, hierro fundido, gres vitrificado, PVC, plástico con refuerzo de fibra de vidrio, u otro material cuya tecnología y proceso de fabricación cumplan con las normas técnicas correspondientes. Por lo general su sección es circular.

USUARIO: persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, o como receptor directo del servicio.

VERTEDEROS: dispositivos que permiten determinar el caudal. Poseen una ecuación general que depende de la gravedad, de su geometría, de su espesor de pared.

VIDA ÚTIL: tiempo estimado para la duración de un equipo o componente de un sistema sin que sea necesaria la sustitución del mismo; en este tiempo solo se requieren labores de mantenimiento para su adecuado funcionamiento.

ZONA DE PRESIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN: es una de las partes en que se divide la red de acueducto para evitar que las presiones mínimas, dinámica y máxima estática sobrepasen los límites prefijados.

RESUMEN

El objetivo principal de este estudio, es la realización de un programa de saneamiento básico, ambiental y de agua potable que abarque las diferentes necesidades prioritarias del *Corregimiento de San José De Suaita*, como la disposición adecuada de las aguas residuales y la disposición final de los residuos sólidos, además de la adecuación y optimización del sistema de abastecimiento de agua potable como servicio publico básico para la comunidad.

Dentro del proyecto se propone divisar todas las insuficiencias que presenta el corregimiento y en el cual se plantearan diseños tales como, red de alcantarillado sanitario, sistema de salidas pluviales, tratamiento de aguas residuales, optimización del sistema de acueducto, red de distribución de agua potable, sistemas para el tratamiento de residuos sólidos y un plan para el control y manejo de basuras o desechos domésticos; estos con el fin de promover un sistema integral básico para fomentar el desarrollo y progreso de la localidad.

Palabras Claves: Red de distribución, alcantarillado sanitario, salidas pluviales, tratamiento aguas residuales, reactor UASB, humedales HAFS, residuos sólidos, control y manejo de residuos sólidos, reciclaje, compostaje, relleno sanitario.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en el *Corregimiento de San José del Municipio de Suaita*, existe una problemática social, debido a la falta de un plan de saneamiento básico que conlleve a mejorar y controlar la contaminación ambiental y sanitaria, producida por los desechos característicos de una comunidad, los cuales afectan gravemente a la región a razón de que no tiene un ambiente salubre para vivir, acrecentándose los riesgos de epidemias y demás enfermedades contagiosas originarias de la falta de tratamiento y disposición inadecuada del agua residual y potable, y de los residuos sólidos provenientes de la localidad.

Esto nos lleva a la formulación de los diferentes estudios y diseños para promover el desarrollo y progreso de esta comunidad, dando soluciones prioritarias a la problemática que presenta el área en estudio en sus aspectos de contaminación sanitaria y ambiental. Otros aspectos negativos de la región es la mala calidad del agua potable y la falta de un estudio para el control de la fuente de abastecimiento, los cuales serán requisitos fundamentales para proponer soluciones que logren un balance entre población y el uso de recursos hídricos dentro de la zona, determinando así un programa integral para la problemática existente en la localidad y proporcionando un control para la prevención de la contaminación ambiental, sanitaria y de agua potable, que mejore la calidad y un alto nivel de vida de sus pobladores, promoviendo de esta forma el progreso y desarrollo del municipio.

1.0 MUNICIPIO DE SUAITA

1.1 RESEÑA HISTÓRICA

El Municipio de Suaita está ubicado al Sur-Este del Departamento de Santander, en el nivel hipsométrico promedio entre 1250-2250 m.s.n.m. y formando parte de la Provincia Comunera con un área de 298 Km². Anteriormente formo parte del territorio Guane, en 1.540 sirvió de ruta a Martín Galeano y sirvió de asentamientos humanos desde el siglo XVII.

El Municipio de Suaita tuvo su origen en un caserío indígena y en 1691 fue creada la parroquia de Nuestra Señora de la Purificación o de la Candelaria. En 1805 Crisóstomo Echeverri donó los terrenos para trasladar la población al sitio actual.

Como se mencionó anteriormente, la región del Municipio de Suaita estuvo habitada por el grupo indígena de los GUANES de donde radica el origen de su nombre **SUAITA** o **“JARDÍN DEL SOL”** en el dialecto guane, quienes habitaban en la cordillera oriental y se dedicaban a la agricultura. El primer conquistador de la región fue AMBROSIO ALFINGER, pero se considera a MARTÍN GALEANO como su verdadero descubridor.

1.2 MEDIO GEOGRÁFICO

Área de gran interés por sus condiciones naturales, cuenta con reservas de agua, así como suelos con características importantes para la producción agrícola y ganadera, con una ubicación geográfica ventajosa con relación a los principales polos de desarrollo del país, rica dotación ambiental original, lo cual se expresa de manera significativa en su variedad de pisos térmicos, así como en una gran diversidad fisiográfica, bioclimática y de suelos, sustentada en una variedad geológica que aporta variedad de elementos naturales y un paisaje cárstico originado por la disolución de rocas ricas en carbonato de calcio (CaCO₃) que ayudaría al buen desarrollo de un proyecto eco turístico, especialmente de espeleológica, orientada por numerosas opciones de desarrollo.

1.2.1 Datos Generales

- **Ubicación Geográfica:** Provincia Comunera del Departamento de Santander.
- **Extensión territorial:** 288.410 Km², es decir una superficie representada en 28.841 Hectáreas, distribuidas en cuatro Corregimientos, 18 veredas y la Cabecera Municipal.
- **Distancia a la capital de la República:** (Bogotá y el Municipio del Suaita) es de 245 Km.
- **Distancia a la capital del Departamento:** (Bucaramanga y el Municipio de Suaita) es de 190 Km.
- **Temperatura promedio de:** 23° C
- **Latitud :** 6° 7' N

- **Longitud:** 73° 28' 0
- **Altura:** 1.410 m.s.n.m.
- **Climas:** cálido, templado, frío (20.650 Has en piso térmico medio y 8.191 Has en piso térmico frío).
- **Topografía:** en gran porcentaje quebrada, (áreas dedicadas a la agricultura); en algunas partes ondulada (particularmente las tierras destinadas a la ganadería) y la topografía plana es casi nula.
- **Relieve:** predominantemente montañoso.

1.2.2 Regiones Socioeconómicas. El Municipio de Suaita ha sido privilegiado con un conjunto excepcional de condiciones ventajosas para su desarrollo socioeconómico y para el bienestar de sus habitantes, representado principalmente por el elemento humano de notables atributos raciales, singularizado por su valor, firmeza de sus convicciones y su laboriosidad. Tan favorables condiciones determinaron de hecho la importancia del municipio de Suaita dentro del departamento de Santander y el País, estableciendo relaciones internas en torno a hábitos de consumo y utilización de servicios, que moldean culturalmente nuestras regiones, configurando de esta forma cinco grandes zonas ligadas a la actividad laboral, relaciones comerciales y sociales en torno a la producción y prestación de servicios.

1.3. COMPONENTES BIOFÍSICOS

El estudio Biofísico del Municipio de Suaita persigue objetivos muy precisos tanto de ilustración y adecuación como de orientación para un futuro desarrollo; se presentan las principales características físico-bióticas que

permitirán definir las bases de sostenibilidad ambiental del territorio municipal, así como su potencial de utilización.

Entre los componentes delimitadores de los ecosistemas naturales, se encuentra la geoforma como una manifestación final sobre la corteza terrestre de la confluencia de elementos como el tipo de roca, ondulaciones, pendientes, declives de la corteza terrestre y clima, además la Cobertura define las especies vegetales dominantes, el grado de intervención, el uso específico dominante y la intensidad del mismo, también tomando en cuenta las cuencas hidrográficas como unidad territorial de convivencia veredal, permitiendo así una definida ordenación ambiental del territorio desde donde debe planificarse el desarrollo sostenible del municipio.

1.3.1 Clima. El medio Geográfico en que se enmarca el Municipio de Suaita, está caracterizado por grandes contrastes entre sus elementos constitutivos determinando igualmente una notable variedad de climas y microclimas. El relieve es uno de los más importantes dentro de la caracterización del clima y está conformado por sistema montañoso que se extiende siguiendo en general el rumbo de la cordillera Oriental pero es interrumpido por fallas geológicas que dan origen a valles transversales.

Sus tierras se distribuyen en los pisos térmicos templado y frío. El relieve ofrece una variedad de geoformas y de pendientes, predominando las onduladas que se encuentran entre (25°C a 70°C). Esta variedad de relieve incide directamente en los componentes del clima tales como la precipitación, la temperatura, el brillo solar, la humedad relativa, la evapotranspiración, la evaporación. El Municipio presenta también diferentes altitudes que van

desde 1250 m.s.n.m. hasta 2250 m.s.n.m. en promedio. La temperatura promedio del Municipio está enmarcada entre los 19°C a 23°C, con un promedio de 3000 mm de precipitación pluvial anual, un promedio de 1000 a 1400 horas al año de brillo solar, humedad relativa de 70% a 80%.

1.3.2 Geología. La tierra en el Municipio de Suaita presenta una permanente evolución, debido a las fuerzas internas originada por la tectónica de placas como son: volcanismo, terremotos orogenia o formación de montañas etc y a fuerzas externas como son: la erosión, sedimentación, acciones antrópicas etc, a las cuales se encuentra sometida. La geología analiza, reconstruye e interpreta esta evolución, con la finalidad de contribuir al mejor conocimiento de nuestro hábitat y consecuentemente a programar y realizar un desarrollo equilibrado en lo referente a obras de infraestructura y a la explotación racional de los recursos Naturales.

El Municipio de Suaita está ubicado sobre la Cordillera Oriental Colombiana, aflorando rocas sedimentarias de edad Cretácica (190-55 ma.) y depósitos terciarios (55ma-hasta el reciente). Respecto a la parte estructural que presenta el Municipio esta influenciado por los sistemas de Fallas principales como son: La Falla del Suárez y la Falla de Confines que dan origen a Fallas secundarias perpendiculares de bajo ángulo a las dos principales. También se encuentran estructuras principales como el sinclinal de Suaita-Chima y estructuras menores como el anticlinal y sinclinal de Oiba.

1.3.3 Geomorfología. El análisis y comprensión de los procesos geomorfológicos, de los erosivos naturales y de los erosivos de origen antrópico, deben estar relacionados con el crecimiento de los eventos climáticos y tectónicos del lugar así como el uso de la tierra; el análisis de los

procesos geomorfológicos y erosivos del Municipio de Suaita, parte del concepto geomorfológico denominado: el moldeado del relieve.

El Municipio de Suaita está dominado por procesos erosivos como son: la reptación, solí fluxión, deslizamientos, nichos, sofucción o hundimientos, por procesos de alteración como: bioquimismo, hidrólisis, Carbo natación, complejación, topografía ondulada a quebrada entre 25% a 70%, litología de rocas sedimentarias y depósitos no consolidados sobre lutitas, clima medio húmedo, esto conduce a que la región tenga procesos erosivos clasificados como altos, incrementando el riesgo de amenazas naturales.

Posiblemente el principal aspecto relacionado con el tema y que se presenta en el municipio, es el resultado de lo quebrado del terreno, especialmente las pronunciadas pendientes, esta es una limitante generalizada en las zonas de montaña de régimen torrencial, puede decirse que otra restricción predominante en la zona, es el hecho de encontrarse Suaita en una región de actividad sísmica en donde se halla una falla relativamente cercana que se ubica paralela al río Suárez en la parte occidental del Municipio.

1.3.4 Hidrología. Una compleja red fluvial recorre el Municipio de Suaita, el 100% de su área drena agua al Río Suárez que a su vez conforma el sistema fluvial compuesto por los Ríos Chicamocha, Suárez, Fonce y Sogamoso que conforma la red principal de drenaje que desemboca al Río Magdalena. El régimen de circulación de acuerdo al tipo de rocas y geomorfología, las rocas presentes en el Municipio son impermeables y ocupan áreas de topografías onduladas generadas por su misma constitución litológica y en extensos

sectores no tienen cubierta vegetal importante. Esto hace que el régimen allí imperante sea de escorrentía superficial intensa.

Esta escorrentía acelerada es la causa de grandes avenidas en el Río Suárez y lo que determina que este Río mantenga casi siempre una carga sólida abundante. Por otra parte es el área que causa los mayores problemas de inestabilidad, el río corre de sur a norte por la margen occidental del límite del Municipio.

A. Cuencas Hidrográficas. Las cuencas hidrográficas son unidades que encierran todos los elementos ambientales, con características particulares que los dividen en zonas específicas, en el municipio se encuentran cuatro grandes cuencas y diez subcuencas, tornándose en el amplio recurso hídrico de la región.

- a) Cuenca Del Río Suárez.
- b) Cuenca Del Río Tolota
- c) Cuenca Del Río Lenguaruco.
- d) Cuenca Del Río Oibita.

1.3.5 Suelo. El Municipio de Suaita está localizado en el sistema Andino, presenta no solamente diversidad climática sino variedad de suelos, derivados a partir de diferentes tipos de rocas, relieves y procesos geomorfológicos activos. Esta característica obliga a plantear un ordenamiento basado en aspectos climáticos, geomorfológicos y geológicos con el propósito de hacer una descripción de los suelos lo más integral posible.

El Municipio de Suaita cuenta con grupos diferentes de Suelos que son:

- Suelo de las formas aluviales y/o lacustre, y este es el tipo de suelos predominante, bien drenados, poco a moderadamente evolucionados en climas húmedos, desarrollados en terrazas, vegas y otras formas aluviales, corresponden este tipo de suelos a una extensión territorial de 13.5 Km² localizados sobre la zona nor-oriental de la vereda Corbaraque y el área sur-oriental de las veredas Corbaraque y El Poleo.

- Suelo de las cordilleras, y éste dividido en dos tipos que son:
 1. Suelos de clima medio húmedo y muy húmedo en relieve poco quebrado, moderadamente a poco evolucionados y no saturados. La extensión territorial de estos suelos corresponde a 229.4 Km².

 2. Suelos de clima medio húmedo, en relieve ondulado, bien a moderadamente evolucionados y saturados. En una extensión de 36.7 Km² localizados sobre la zona occidental de las veredas Neftalí, Benjamín y Efraín correspondiente al Valle del Río Suárez.

A. Formaciones Ecológicas. En términos de las formaciones vegetales que caracterizan al territorio del Municipio de suaita podemos apreciar la siguiente clasificación.

- **bh-ST: Bosque Humedo Subtropical:** cubre el extremo accidental de las veredas Neftalí, benjamín y Efraín. La vegetación natural está conformada por Cañabrava, Carbonero, Sauce y Chagualo.

- **bmh –ST: Bosque muy Húmedo Subtropical:** cubre la parte sur y centro de la extensión territorial del Municipio donde se ubican las

veredas de Gad, Dan, Leví, Judá Simeón, Joseff, Tolotá, Carrizal, Aser y el área nor. oriental de Neftalí. Está conformado por vegetación natural de Aguacatillo y Yarumo.

- **bs- ST: Bosque Pluvial Subtropical:** la vegetación se forma de rastrojo con especies como la cortadera principalmente. Cubre áreas de las veredas Centro, Macanas y el nor. occidente de Corbaraque.
- **bmh-MB: Bosque muy Húmedo Montano Bajo:** ocupa la parte sur oriental y la vegetación mas común es el Guásimo, el Pategallina, el Roble, el Encenillo y el Chusque. Ocupa la parte norte de la vereda Corbaraque.

1.4. DIVISIÓN POLÍTICA

Inicialmente Suaita fue fundada a la margen derecha del río Lenguaruco por don Francisco Benavides al principio del siglo XVIII, este municipio adquirió importancia, debido al crecimiento acelerado de su población y pujanza económica, a tal punto que el Municipio vecino de Olival, perdió dicha condición política administrativa y en 1.827 pasó a ser Corregimiento de Suaita, en 1.824 fue creado el Corregimiento de San José de Suaita por Acuerdo Municipal, años más tarde se asentó el Corregimiento de Vado Real producto de la construcción de la carretera Panamericana y en el año 1.996 se constituyó el Corregimiento de Tolotá.

Es cabecera del círculo notarial de Suaita con una notaría, pertenece a la oficina seccional de registro y al circuito judicial de Socorro; corresponde a la circunscripción electoral de Santander. El 1º de enero de 1995 tenía registrados 1.163 predios urbanos y 2.965 rurales.

1.4.1 Límites. Su cabecera está localizada a los 06° 06' 12" de latitud norte y 73° 26' 45" de longitud oeste. Altura sobre el nivel del mar: 1.250 m. Temperatura media: 19°C. Precipitación media anual: 2.508 mm. Dista de Bucaramanga 187 Km. Limita por el Norte con El Guacamayo, Guadalupe y Oiba, por el Este con Charalá, por el Sur con Gámbita y el departamento de Boyacá y por el Oeste con San Benito y Aguada. Hacen parte del municipio los Corregimientos de Olival, San José de Suaita, Tolotá y Vado Real (Plano No.01).

1.4.2 Divisiones Político Administrativas. La extensión territorial del Municipio de Suaita cuenta con 18 veredas que son:

- Aser – Manases
- Benjamín
- Carrizal
- Centro
- Colorada
- Corbaraque
- Dan
- Efrain
- Gad
- Josef
- Juda
- Levi
- Macanas
- Neftali
- Poleo
- Simeon
- Tolota
- Vueltas

La Cabecera Municipal y 4 Corregimientos:

- Vado Real
- Olival
- San José de Suaita.
- Tolota.

1.4.3 Demografía. El análisis demográfico, es el estudio cuantitativo de las poblaciones humanas, además se ocupa del movimiento natural y la de estructura de la población. En éste aspecto se hará la descripción de la distribución de densidad de la población del municipio de Suaita.

Tabla 1. Densidad poblacional en el Municipio de Suaita.

| CENTRO POBLADO | NOMBRE DE VEREDA | N. DE HABITANTES | ÁREA Ha. | DENSIDAD HAB./KM2 |
|---------------------------|-----------------------|------------------|----------|-------------------|
| SUAITA | CENTRO POBLADO | 1.900 | | |
| | BENJAMIN | 799 | 1.650 | 48.42 |
| | DAN | 384 | 905 | 42.43 |
| | EFRAÍN | 650 | 955 | 68.06 |
| | GAD | 692 | 1.670 | 41.43 |
| | JUDÁ | 714 | 299 | 238.79 |
| | LEVI | 503 | 1.092 | 46.06 |
| | SIMEÓN | 934 | 2.179 | 42.86 |
| OLIVAL | CENTRO POBLADO | 830 | | |
| | CARRIZAL | 98 | 1.170 | 8.379 |
| | CENTRO | 266 | 896 | 29.68 |
| | CORBARAQUE | 149 | 4.003 | 3.72 |
| | MACANAS | 207 | 1.221 | 16.95 |
| VADO REAL | CENTRO POBLADO | 989 | | |
| | COLORADA | 16 | 1.982 | 0.80 |
| | JOSEFF | 1.122 | 2.140 | 52.42 |
| SAN JOSÉ DE SUAITA | CENTRO POBLADO | 632 | | |
| | ASER – | 232 | 1.160 | 20.00 |
| | NEFTALÍ | 786 | 1.302 | 60.36 |
| TOLOTA | CENTRO POBLADO | 30 | | |
| | EL POLEO | 61 | 2.002 | 3.04 |
| | VUELTAS | 141 | 1.787 | 7.89 |
| | TOLOTA | 71 | 927 | 7.65 |

Fuente; Esquema de Ordenamiento Territorial, "Nuestro Compromiso es Suaita 2001-2003"

1.5 DESCRIPCIÓN CULTURAL

La región está organizada ya sea por factores socioculturales, factores administrativos o por condiciones de tipo fisiográfico. Estas diferentes divisiones de las entidades tienen en común que el elemento de análisis es el hombre, considerado siempre como actor decisivo dentro de un sistema de interrelaciones entre el ambiente y la presencia del hombre.

Estos son espacios determinados por el grado de influencia cultural, económica, política y social que un polo de desarrollo ejerce sobre una región; esta atracción es eminentemente humana. La población en general, según las condiciones socioculturales de un centro urbano, se ve atraída hacia los polos evidenciando de esta manera las relaciones existentes y conformando una red de centros.

1.5.1 Costumbres. En la región predominan las antiguas tradiciones de la provincia comunera, describiendo así rasgos culturales como el gran sentido laboriosidad reflejada ampliamente en las zonas campesinas, además de el respeto a los mayores, sentido de patriotismo y arraigo a la tierra natal, cultivo de la fe católica como baluarte cultural y pilar de la formación de los individuos.

El municipio presenta grandes organizaciones comunitarias y juntas de acción comunal, sin embargo se demuestra un alto índice de migración hacia los centros poblados debido a las perspectivas socio-económicas que estos presentan.

1.5.2 Alimentación. La población suaitana en el aspecto nutricional se fundamenta en su misma producción agrícola y ganadera, básicamente harinas (yuca, arroz) y carnes rojas, además de otros insumos como el café, gran variedad de frutas, vegetales y productos lácteos.

1.5.3 Vestido. En la región como en la mayor parte de los municipios de Santander, sus prendas son de carácter típico en los habitantes de las zonas veredales, sin embargo la vestimenta de las zonas pobladas obedecen a prendas informales.

1.5.4 Vivienda. Las condiciones de vivienda en el Municipio de Suaita reflejan un tipo de vivienda predominante unifamiliar de Tipo: casa o apartamento, las condiciones de hábitat en el área urbana y rural son regulares; La gran mayoría de viviendas ubicadas en el Municipio poseen paredes en ladrillo, bloque o piedra (42%) y también predominan las construidas con paredes en tapia pisada o adobe (35%) que en general son infraestructuras fuertes y seguras, el 50% de las viviendas en el Municipio poseen pisos en cemento, y le siguen las viviendas de pisos en tierra (30%) según los datos del SISBEN.

1.5.5 Religión. El municipio es de gran sentido y tradición católico, posee una iglesia que data del siglo XVII y depende de la Diócesis de San Gil y Socorro, además se encuentran en varios centros poblados la presencia de grupos evangélicos profesando de esta manera la libertad de religión en la región.

1.6 SALUD

El municipio de Suaita cuenta con el *Hospital Municipal Caicedo y Florez*; de primer nivel dependiente de la regional Socorro y a su vez de la Secretaría de Salud del Departamento, ofrece servicios adecuados a la nueva reforma de la Ley de seguridad social, enfatizando *el Plan Obligatorio de Salud POS* y el *Plan de Atención Básica PAB*, programas que van dirigidos a la promoción, prevención de enfermedades y hospitalización de bajo riesgo, esta institución tiene a su cargo 7 organismos de Salud con 3 municipios incluyendo Gambita y San Benito.

Cuenta con Secretaria de Salud como dependencia de la Administración Municipal; por lo tanto los niveles de dirección del ente Territorial y de la Institución prestadora del servicio (Hospital Caicedo y Florez) han sido reorganizados y modernizados a través de una gestión gerencial y con un sistema descentralizado que le permite al municipio prestar los servicios de atención básica y de primer nivel de atención, manejando los recursos en forma autónoma y concertada según las políticas fijadas por el Ministerio de Salud y el gobierno Departamental.

1.7 EDUCACIÓN

A nivel básica secundaria y media vocacional existe en la parte urbana de la cabecera municipal de Suaita; *El Colegio Integrado Lucas Caballero* que ofrece las modalidades de académico y agropecuario.

En la parte rural se encuentra ubicado el *Colegio Inscomercial de San José de Suaita*, que ofrece la modalidad en comercio; el *Colegio Luis Alberto Acuña* en el corregimiento de Olival, que ofrece la modalidad en economía solidaria y el *Colegio Luis Carlos Galán* en el Corregimiento de Vado Real, que ofrece la post-primaria. A Nivel de la básica primaria en la parte urbana encontramos las Escuelas Kennedy, Domingo Sabio y Arturo Santos, unificadas por grados a partir del año 1.996, además existen en total 21 establecimientos entre escuelas graduales y escuelas nuevas.

1.8. SERVICIO PUBLICOS DOMICILIARIOS

En el proceso de desarrollo integral que orienta las acciones de la Administración de Suaita, la infraestructura de servicios públicos es base fundamental para marcar su crecimiento y mejor estar de los habitantes; su realización debe ser en consecuencia ordenada bajo los términos de planeamiento en los diferentes sistemas que conforman el sector.

Por mandato constitucional al Municipio, como entidad territorial, le compete garantizar la eficiente prestación de los servicios públicos, la calidad de los mismos, observando los parámetros de subsidiaridad, complementariedad y equidad, para lograr el mejoramiento de la calidad de vida de sus pobladores.

1.8.1 Acueducto. En el corregimiento de San José de Suaita no existe un sistema tecnificado para el abastecimiento de agua a la población.

1.8.2 Alcantarillado. El área urbana existe un colector de alcantarillado, solo en la calle principal, sin tratamiento de aguas servidas; esto origina la contaminación de las quebradas, las cuales desembocan directamente en el río, esta descarga directa de las aguas negras, ocasiona el problema más agudo en la comunidad, que es la falta de tratamiento de aguas residuales, pues existe alto índice de vulnerabilidad en el eco-sistema y el equilibrio ambiental. El desnivel del terreno permite descargar por gravedad las aguas lluvias y residuales domésticas, para su conveniente tratamiento.

1.8.3 Aseo. Actualmente la disposición final de la basura del corregimiento se realiza en terrenos aledaños a 34 Kilómetros de la cabecera municipal, en jurisdicción del municipio de Santana Boyacá. El municipio carece de un sistema y de sitio para el manejo de los residuos sólidos, tecnificado y con manejo ambiental.

La recolección se realiza con maquinaria del municipio para lo cual dispone de 2 volquetas, tres motoniveladoras, un cargador, una retroexcavadora y un vibrocompactador, el barrido lo realiza personal del municipio sobre las vías urbanas, parques, zonas verdes y establecimientos públicos; la recolección es domiciliaria y contempla los sectores residencial, comercial e institucional y la disposición final se realiza en relleno sanitario a campo abierto, pero en otro Municipio.

El servicio de recolección es administrado en forma eficiente por el municipio y la planta de personal está conformada por el chofer de la volqueta y su ayudante; a los cuales remunera el municipio. No existe un programa de reciclaje, ni de selección en la fuente de las basuras.

En el área rural la mayoría de los habitantes, queman las basuras principalmente papeles, plásticos y cartones; los desechos de tipo orgánico son tirados a los cafetales y a la tierra para la siembra, o suministrados como alimento para los animales. Los desechos como vidrio y lata son enterrados o simplemente son llevados a campo abierto, lo cual contribuye a la contaminación de los suelos, fuentes hídricas y a la degradación del paisaje.

1.8.4 Energía Eléctrica. El servicio de energía eléctrica depende de la Electrificadora de Santander sucursal Socorro.

Existen aproximadamente 800 viviendas rurales con electrificación. Los corregimientos de San José de Suaita, Olival, Vado real y Tolotá tienen una cobertura de energía eléctrica con un promedio de 93.25%, sin embargo la disponibilidad del servicio, tanto en el sector rural como urbano, es del 79,36%, además de la energía eléctrica, en las áreas urbanas y rural principalmente, son empleados también el kerosén, petróleo y gasolina en un 3,10%; mientras que las velas se usan en un 17,54%.

1.8.5 Comunicaciones. Las comunicaciones son manejadas por *Telecom*, *Adpostal* Y *Cootrasaravita*. La prestación de este servicio es buena.

El municipio de Suaita posee una Central telefónica nueva construida y dotada por *Telecom*, con capacidad para 1.000 abonador, 4 cabinas telefónicas con discado directo y marcación automática. Igualmente cuenta ésta central con 40 canales entrantes y 29 canales salientes dependientes del Socorro. Existen 218 líneas residenciales, 31 líneas comerciales y 24 líneas institucionales.

En San José de Suaita se cuenta con un equipo con capacidad para 50 abonados, y 3 cabinas con marcación automática; 5 canales entrantes y 5 canales salientes, canales bidireccionales dependientes de Vélez; existen 24 líneas residenciales, 8 comerciales y 3 líneas institucionales.

1.8.6 Transporte. Debido a la ubicación de la Cabecera, distante de la troncal y en el tramo intermedio entre Vado Real – San José de Suaita – Guadalupe; la localidad no es centro principal de rutas intermunicipales o interdepartamentales de grandes empresas transportadoras, además el flujo de volumen de pasajeros en su mayoría es utilizado por camperos para el desplazamiento a las diferentes veredas. Así mismo el transporte de carga también es de paso por la localidad llevando los productos de los sitios de producción a los municipios y corregimientos que compran, consumen o son intermediarios.

Suaita cuenta con un terminal de transportes pequeño y un espacio abierto en plaza para tal fin, donde se concentran los vehículos camperos que son los más utilizados por los habitantes.

- **Empresas de Transporte:** se cuenta con varias empresas de transporte que no son del Municipio y su base o centro de operaciones está en otra localidad. Sin embargo prestan el servicio a la población y su cobertura ocupa el 85% de la demanda existente de la Cabecera Municipal y los Corregimientos. El mal estado de las vías, sobretodo a nivel interveredal, constituyen impedimento para que este servicio se optimice al 100%.

1.8.7 Alumbrado Público. La cobertura de alumbrado público en el sector urbano incluyendo los Corregimientos de Vado Real, Olival, Tolotá y San José de Suaita, es del 90.37%. El servicio existente es bueno, hay un buen mantenimiento y se cuenta con una persona disponible para los daños que se ocasionan frecuentemente debido a las tormentas eléctricas. La cobertura para el sector rural representa el 72.80 % y en general se puede afirmar que el servicio cubre las expectativas y las necesidades de la población en el Municipio.

1.8.8 Servicios Complementarios. En el municipio de Suaita estos servicios complementan las necesidades básicas de la población y estos son:

- Culto.
- Defensa Civil.
- Plaza de Mercado.
- Matadero.
- Cementerio.
- Ancianato.
- Sector financiero.

1.8.9 Servicios Administrativos. Dentro de los llamados servicios administrativos se encuentran los prestados por la Administración Municipal según sus funciones y competencias, también los prestados por los organismos de la seguridad pública (policía, fuerzas militares y organismos de seguridad), la notaría y registro de instrumentos públicos, la Registraduría del estado civil, la Administración de justicia (fiscalías, juzgados, tribunales,

cortes y sistema carcelario) y establecimientos públicos e instituciones descentralizadas.

- Seguridad Ciudadana y Autoridades de Policía.
- Registraduría del Estado Civil.
- Administración de Justicia.

1.9. BASE ECONÓMICA

El desarrollo de Suaita se puede observar debido al fortalecimiento de las comunidades, ligado con el grado de las condiciones de vida de sus pobladores en el cual tiene mucho que ver la *Dimensión Económica*, determinando directamente el nivel de ingresos, el empleo, el transporte y el abastecimiento de alimento; y en forma indirecta la vivienda, la educación, la salud, los servicios públicos y la recreación.

Se define el nivel de desarrollo económico del Municipio de Suaita, partiendo de un análisis comparativo entre la situación histórica y actual del municipio. Igualmente se realiza un análisis explicativo de las principales actividades económicas del Municipio, que se encuentran ligadas de una parte a la utilización del recurso del suelo como son la producción agrícola, pecuaria y piscícola; y de otra parte las actividades de servicios y la Agroindustria Panelera.

1.9.1 Sector Agrícola. El sector Agrícola se encuentra representado por cultivos semipermanentes, permanentes, anuales y semestrales.

Entre los primeros cultivos se encuentra:

- **La caña panelera:** la cual presenta algún grado de tecnificación, con 3.450 hectáreas cultivadas, que representan el 10,79% del total del Departamento de Santander, un área de producción de 2.250 hectáreas que representan el 12.44% del total del Departamento y una producción de 22.500 toneladas representadas en el 13,33% del total de Santander, con un rendimiento de 10 toneladas por hectárea cultivada.
- **El Café:** establece un renglón importante en la producción agrícola de Suaita, con 3.764 hectáreas cultivadas y una producción estimada de 27.993 cargas por cosecha.
- **El Plátano:** que se encuentra cultivado en 410 hectáreas con una producción de 400 toneladas al año, con un rendimiento de 7.800 Kilogramos por hectárea cultivada.
- **Los Cítricos:** se encuentran en 120 hectáreas aproximadamente, con una producción aproximada de 65 toneladas y con un rendimiento de 24.000 kilogramos por hectárea sembrada.
- **La Yuca:** sobresale dentro de los cultivos anuales con 550 hectáreas cultivadas, de las cuales cosechan 250 hectáreas y 300 Has se pierden por mala producción. El rendimiento es de 3.500 Kilogramos por hectárea.
- **El Maíz:** se encuentra como cultivo semestral y tiene un área cultivada de 500 hectáreas, con un rendimiento de 1.340 kilogramos por hectárea cultivada.

1.9.2 Sector Pecuario. El sector pecuario de Suaita se encuentra representado en las 13.200 hectáreas de pastos naturales presentes en el territorio; 3.700 hectáreas de pastos mejorados y 500 hectáreas de pastos de corte.

a) Explotación Bovinos. El Municipio en la actualidad cuenta aproximadamente con 13.000 cabezas de Ganado Bovino, explotado por pequeños y medianos productores, incorporando raza Cebú comercial, Pardo Suizo, Holstein, y Criollas; La mayor línea de explotación es la ceba, aunque se tiende a introducir la ganadería de doble propósito para lograr una mayor producción de lácteos.

b) Explotación Piscícola. La actividad piscícola en el municipio empieza a explotarse como renglón de la economía; se ha venido manteniendo para cubrir el autoconsumo familiar, con muy bajo manejo comercial. Lo anterior ha implicado que en épocas de subienda, el precio no sea adecuado para que los productores obtengan una verdadera rentabilidad de ésta importante actividad y en el municipio se ha dispuesto de capacitación y asistencia técnica sin relevancia, al mayor aprovechamiento como policultivos de mojarra, cachama y especies nativas de la región.

c) Explotación Porcina. En la actualidad se ha incrementado la población porcina en el Municipio, pero desafortunadamente con ausencia de paquetes tecnológicos que ayuden a mejorar la producción y por ende la comercialización. Lo anterior denota un estancamiento de éste sector sin que se tenga una visión comercial para el mejoramiento de la calidad de vida de las familias de la región.

La falta de incorporación de razas mejoradas como Landrace, York Shire, Petrain, implica la necesidad de introducir y a la vez dar asistencia técnica para lograr una mayor productividad a la obtención de una más alta producción en éste tipo de explotación.

d) Explotación Avícola. En Suaita el establecimiento de la cría y engorde de pollos ha venido en incremento, pero sin adopciones de tecnologías apropiadas; además se resalta la carencia de un manejo adecuado en la alimentación de los animales, su sanidad y la bioseguridad, además no existen galpones demostrativos para el fomento técnico en ésta actividad.

1.9.3 Sector Agroindustrial. El Municipio de Suaita se encuentra enmarcado en una región cuya característica de producción económica es la agroindustria.

- **Agroindustria panelera:** el municipio pertenece a la gran región que conforma la cuenca del río Suárez, región de alta productividad en la industrialización y comercialización de la panela, la Hoya del Río Suárez ubicada geográficamente en los departamentos de Boyacá y Santander, contribuye en más del 30% de la producción panelera Nacional, alcanzando un rendimiento promedio de 11 toneladas por hectárea de panela.

1.9.4. Sector Servicios. El municipio cuenta con entidades financieras, promotoras del sistema socio-económico de la región.

A. Establecimientos Financieros

- **Banco Cafetero:** presta el servicio de ahorro y crédito a pequeños, medianos y grandes agricultores, haciendo especial énfasis hacia el sector cafetero, para el cual presta asesoría al respecto.
- **Cooperativa de servicios múltiples de Suaita:** presta el servicio de ahorro y crédito a sus asociados. Los problemas que afectan a la población Suaitana a nivel del sector financiero se traducen en la restricción de los créditos y la cobertura mínima de éstos servicios. Causas de ésta situación es la inflación, la crisis financiera del sector y las políticas crediticias de cada una de las instituciones financieras.

B. Comercio y Micro-Empresas. Los servicios, el comercio y la microempresa generan muy pocas oportunidades de empleo. La Microempresa en Suaita no ha recibido el debido empuje por parte del gobierno local ni Nacional, siendo ésta una de las alternativas a corto plazo para la generación de empleo.

El deterioro de la malla vial existente en el municipio presenta una limitante para el desarrollo y la productividad, ya que limita el intercambio comercial a nivel de la subregión y por consecuencia disminuye el mejoramiento del nivel de vida de los habitantes del municipio.

C. Empresas de Transporte. El transporte podría ofrecer un mayor dinamismo a la comercialización de los productos que constituyen la base de

la economía de la región. Sin embargo, el manejo por parte de la municipalidad no es eficiente, y la situación crítica en que se encuentran las vías intermunicipales principalmente, restringe en un alto grado las posibilidades de éste sector para su crecimiento y desarrollo económico.

D. El Turismo. En Suaita ésta actividad todavía es incipiente, pues no ha recibido el empuje necesario para su fortalecimiento y generación de empleos de tipo directo e indirecto.

En Suaita las potencialidades definidas en los recursos naturales, recursos sociales y culturales, son alternativas para ofrecer, pero la actividad está dinamizada por dos segmentos principales: de negocios y Las visitas familiares o vacacionales en menor grado, además la poca infraestructura de servicios como hoteles, restaurantes, servicios públicos y las condiciones de accesibilidad a los sitios de interés, sumados con los pocos recursos de inversión para el sector, restringen la permanencia de los visitantes.

2.0. AGUA POTABLE

El consumo de agua apta en los hogares se hace posible gracias a la construcción de acueductos. El promedio de miembros por familia es de cinco habitantes por familia.

La toma del agua se hace directamente de las fuentes primarias, con lo cual aumenta su grado de pureza. Y al eliminarse la ingestión de agua contaminada, riesgo al cual se ven irremediablemente expuestas las poblaciones ya que el lugar escogido para extraer el líquido es el punto donde se hidrata el ganado, zona lodosa de reposo para los puercos, área para el lavado de ropa y en general, baño público para los moradores, se abaten también las enfermedades gastrointestinales, entre las cuales destaca la diarrea como principal causa de la morbi-mortalidad infantil.

Los acueductos están diseñados de manera que el agua se distribuya por gravedad. Cada familia consume un promedio de 300 litros diarios incluyendo su posible uso en hortalizas. Para no afectar la capacidad de la fuente se toman muestras durante diferentes épocas del año, sobre todo midiendo su caudal durante los meses de sequía y lluvia. La información que ofrecen los moradores sobre la afluencia permanente del agua es también significativa.

La distribución del agua se calcula en proporción al número de casas y se considera un consumo estimado de 16 horas al día. En la noche el agua es almacenada en un depósito, ya que en esta parte del día el consumo es prácticamente nulo. La cantidad de agua que fluye por la fuente depende, como es natural, de la cantidad de lluvia caída en la zona.

Con la introducción del agua apta para el consumo humano las comunidades han experimentado cambios que elevan la calidad de vida.

En términos generales, las obras hidráulicas han mejorado notablemente la calidad de vida para un 9.5 por ciento adicional de la población que anteriormente no disfrutaba de tales servicios.¹

2.1. ACUEDUCTO

2.1.1 Fuentes De Abastecimiento. La fuente de abastecimiento debe proporcionar el gasto máximo diario requerido por las necesidades futuras, tomando en cuenta los periodos de diseño indicados. Deben efectuarse análisis físicos, químicos y bacteriológicos para garantizar la calidad del agua o en su caso determinar el proceso de potabilización adecuado.

La distribución espacial y temporal del agua es producto de los mecanismos del Ciclo Hidrológico, dando origen a las fuentes que aprovecha el hombre

¹ www.disaster-info.net/desplazados/documentos/saneamiento01/1/recon.htm

para su desarrollo. El agua se encuentra disponible en la naturaleza en dos tipos de fuentes.

- Convencionales
 1. Agua superficial
 2. Agua subterránea
- No convencionales
 1. Agua atmosférica
 2. Agua de mar
 3. Agua residual

Las aguas superficiales incluyen ríos, lagos y acuíferos someros, siempre se encuentran disponibles, son visibles y accesibles; y si su contaminación es natural, esta se puede remover con facilidad.

El agua subterránea es muy importante, sobre todo en zonas áridas, ya que es prácticamente la única fuente de abastecimiento de agua potable, y se debe tener cuidado en no sobre explotarla ya que es un recurso no renovable

2.1.2 Captación. Las obras de captación, son obras civiles y equipos electromecánicos que se utilizan para reunir y disponer adecuadamente el agua de la fuente de abastecimiento, ya sea superficial o subterránea. Normalmente se incorpora a la línea de conducción.

2.1.3 Línea De Conducción. Se denomina línea de conducción a la parte del sistema constituida por el conjunto de conductos, estructuras de

operación, de protección y accesorios especiales destinados a transportar el agua desde el lugar de la captación hasta el sitio de entrega.

La línea de conducción es la parte del sistema que transporta el agua desde el sitio de la captación, hasta un tanque de regulación o una planta potabilizadora, su capacidad se calcula con el gasto máximo diario, o con el que se considere conveniente tomar de la fuente de abastecimiento.

2.1.4 Potabilización. Se refiere a los procesos empleados para modificar favorablemente la calidad del agua de manera que sea apta para consumo humano, abarca una serie de procesos y operaciones unitarias denominadas en su conjunto “tren de tratamiento”. La obra de ingeniería que constituye las unidades necesarias para producir el agua potable se denomina “planta potabilizadora”.

2.1.5 Almacenamiento Y Regulación. Las estructuras de almacenamiento y regulación son las obras civiles y electromecánicas que permiten recibir, almacenar y/o regular el agua de conducción para incorporarla a la red de distribución. Generalmente estas estructuras son tanques elevados o tanques superficiales.

2.1.6 Distribución. Los sistemas de distribución permiten entregar el agua a los consumidores cuando y donde se requiera, en la calidad, cantidad y con presión adecuadas. Los Sistemas de Distribución incluyen: bombas, tuberías, válvulas de regulación, conexión domiciliaria, líneas principales y medidores.

- Tamaño de la población, densidad o dispersión de las viviendas en la localidad.
- Condiciones socioeconómicas.
- Nivel de servicio existente en la localidad.
- Condiciones topográficas, meteorológicas e hidrológicas que prevalecen en el área del proyecto.
- Restricciones locales de planeación (participación de la comunidad, requerimientos institucionales, etc.).
- Criterios locales de diseño (calidad del agua, dotación por habitante, distancias máximas, coeficientes de variación de la demanda, presión mínima, etc.).
- Normas locales de diseño (dimensiones estándar de tubos, tipos y capacidad de bombas, etc.).
- Materiales de construcción disponibles en la región.
- Infraestructura y fuentes de energía disponibles en la región.
- Capacidad de fabricantes locales y de distribución de equipos.

2.1.7 Redes De Distribución. Una red de distribución (red) es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de servicio o de distribución hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos; con el fin de proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como el extinguir incendios, esta red debe proporcionar este servicio todo el tiempo, en cantidad suficiente, con la calidad requerida y a una presión adecuada.

La red de distribución primaria o red matriz de acueducto, es el conjunto de tuberías mayores que son utilizadas para la distribución de agua potable, que conforman las mallas principales de servicio del municipio y que distribuyen el agua procedente de las líneas expresas o de la planta de tratamiento hacia las redes menores de acueducto. Las redes matrices son los elementos sobre los cuales se mantienen las presiones básicas de servicio para el funcionamiento correcto del sistema de distribución general.

Las redes de distribuciones secundarias y terciarias son el conjunto de tuberías destinadas al suministro en ruta del agua potable a las viviendas y demás establecimientos municipales públicos y privados.

Componentes de una red:

- Tuberías
- Piezas especiales
- Válvulas
 1. Aislamiento o seccionamiento
 2. Control
- Hidrantes
- Tanques de distribución
- Tomas domiciliarias
- Rebombes
- Cajas rompedoras de presión

2.1.8 Tuberías. Se le llama así al conjunto formado por los tubos y su sistema de unión o ensamble, la red de distribución esta formada por un conjunto de tuberías que se unen en diversos puntos denominados nudos o uniones.

2.1.9 Piezas especiales. Accesorios que se emplean para llevar a cabo ramificaciones, intersecciones, cambios de dirección, modificaciones de diámetro, uniones de tuberías de diferente material o diámetro, y terminales de los conductos, entre otros, a las piezas o conjuntos de accesorios especiales con los que, conectados a la tubería, se forman deflexiones pronunciadas, cambios de diámetro, derivaciones y ramificaciones, se les llama cruceros, además también permiten el control del flujo cuando se colocan válvulas.

2.1.10 Válvulas. Accesorios que se utilizan para disminuir o evitar el flujo en las tuberías.

- **V. de aislamiento o seccionamiento:** separan o cortan el flujo del resto del sistema de abastecimiento en ciertos tramos de tuberías, bombas y dispositivos de control.
- **V. de control:** regulan el gasto o la presión, facilitan la entrada de aire o la salida de sedimentos o aire atrapados en el sistema.

2.1.11 Hidrantes. Toma o conexión especial instalada en puntos específicos de la red con el propósito de abastecer de agua a varias familias (hidrante público) o para conectar una manguera o una bomba para combatir incendios (hidrante contra incendios).

2.1.12 Tanques De Distribución. Depósito situado generalmente entre la captación y la red de distribución que tiene por objeto almacenar el agua proveniente de la fuente. El almacenamiento permite regular la distribución o simplemente prever fallas en el suministro, o ambas funciones (algunos).

2.1.13 Conexión Domiciliaria. Es el conjunto de piezas y tubos que permite el abastecimiento desde una tubería de la red de distribución hasta el predio del usuario, incluye la instalación de un medidor. Es la parte de la red que demuestra la eficiencia y calidad del sistema de distribución pues es la que abastece de agua directamente al consumidor.

2.1.14 Bombas. Instalaciones de bombeo que se ubican generalmente en puntos intermedios de una línea de conducción. Tienen el objetivo de elevar la carga hidráulica en el punto de su ubicación para mantener la circulación del agua en las tuberías.

Los rebombes se utilizan en la red cuando se requiere:

- Interconexión entre tanques que abastecen diferentes zonas.
- Transferencia de agua de una línea ubicada en partes bajas de la red al tanque de regulación de una zona alta.
- Incremento de presión en una zona determinada mediante bombeo directo o “booster”.

2.1.15 Presiones

- **Presiones disponibles:** la presión o carga hidráulica que actúa en punto de una tubería se define por la diferencia entre la cota piezométrica en este punto y la cota del centro de la tubería, en las redes es común manejar las presiones con relación al nivel de la calle, en vez de referirlas al centro del tubo. En este caso se les llama *presiones disponibles o libres* y se calculan para los cruceros de las tuberías.

- **Presiones admisibles:** el régimen de presiones de una red depende de dos factores, la necesidad del servicio y las condiciones topográficas de la localidad, estas presiones pueden ser máximas o mínimas.

2.2 CONTROL Y MANEJO DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO

La inspección sanitaria consiste en hacer una revisión de los diferentes componentes de un sistema de abastecimiento de agua, como la bocatoma, el tanque de distribución y la red, entre otros, para identificar posibles problemas y tomar las medidas correctivas necesarias.

La inspección sanitaria involucra dos aspectos básicos:

- **Mantenimiento preventivo:** es el que se efectúa con el fin de evitar problemas en el funcionamiento de los componentes de un sistema.
- **Mantenimiento correctivo:** tiene en cuenta las acciones de reparación de daños causados por deterioros normales del uso de los sistemas o por acciones extrañas o imprevistas.

Estas actividades de mantenimiento preventivo y correctivo son realizadas por un operador, quien es el responsable de la adecuada operación y mantenimiento de los servicios, con la colaboración de la comunidad.

La fuente de agua puede ser alterada o contaminada por algunas acciones realizadas por el hombre que pueden afectar su salud y bienestar.

Estas acciones pueden ser:

- Tala de árboles-erosión.
- Descarga de aguas negras.
- Descarga de basuras.
- Descarga de aguas industriales.

Con el fin de proteger la fuente de abastecimiento se deberá impedir cualquiera de las acciones antes mencionadas y en caso de que se presente deficiencia en la prestación de los servicios, se recomienda implementar tecnologías alternativas que den solución a estos problemas.²

A continuación se dan a conocer algunas de las acciones que se deben tener en cuenta para una buena operación y mantenimiento de los componentes del sistema de abastecimiento de agua del corregimiento de San José del Municipio de Suaita.

2.2.1 Captación. Es la parte inicial del sistema de abastecimiento de agua y dista a 500 m aproximadamente del corregimiento, consta de una estructura tipo dique en concreto reforzado, la cual no posee la capacidad suficiente para abastecer la demanda actual de la población del área en estudio.

² www.uacj.mx/ingcivil/cursos/manuel_nova/abas_aguapot/aapa2.4.ppt

A. Operación

- a. Ampliación de la bocatoma.
- b. Instalación de tubería de mayor diámetro en la línea de aducción.
- c. Manejo de vertederos de rebose para el cuidado de la estructura, debido a que el caudal en épocas de alta pluviosidad es alto.

B. Mantenimiento Preventivo

- a. Mantener las áreas adyacentes a la fuente reforestadas (siembra de árboles nativos) para proteger el cauce en su recorrido.
- b. Proteger el área de la bocatoma con una cerca para impedir el acceso de personas ajenas al sistema o el ingreso de animales.
- c. Realizar limpieza permanente de materiales extraños que impidan un buen funcionamiento de la estructura.
- d. Verificar que la estructura no presente fugas.
- e. Verificar el estado de las rejillas y de los accesorios de ventilación, entre otros.

C. Mantenimiento Correctivo

- a. Reparar daños en la estructura.
- b. Reparar rejillas, compuertas y vertederos.
- c. Modificar defectos de construcción.
- d. Limpiar y desinfectar.

2.2.2. Línea De Aducción, Conducción Y Redes De Distribución

A. Operación

- a. Manejo y regulación de válvulas.

B. Mantenimiento Preventivo

- a. Limpiar y desinfectar tuberías.
- b. Verificar el funcionamiento de válvulas y accesorios móviles.
- c. Revisar el estado de pintura de elementos mecánicos.
- d. Mantener el sitio de instalación de la tubería limpia para inspeccionar fácilmente cualquier anomalía que se presente en el trayecto.

C. Mantenimiento Correctivo

- a. Reparar tuberías, válvulas y accesorios deteriorados.
- b. Limpiar y desinfectar.

2.2.3. Tanques De Almacenamiento

A. Operación

- a. Manejo de válvulas y accesorios.

B. Mantenimiento Preventivo

- a. Mantener el área cercana al tanque limpia y protegida del ingreso de animales y personas ajenas al sistema.
- b. Proteger las tuberías de rebose y ventilación con malla plástica para evitar el ingreso de insectos.
- c. Limpiar y desinfectar.
- d. Verificar el estado de tapas sanitarias, accesorios de ventilación y de la estructura misma.

C. Mantenimiento correctivo

- a. Reparar la estructura.
- b. Reparar y/o reponer tuberías, válvulas y accesorios.
- c. Reponer tapas sanitarias.
- d. Limpiar y desinfectar.

2.2.4. Planta De Tratamiento

La planta de tratamiento del corregimiento consiste en un conjunto de estructuras en las cuales se realizan diversos procesos de tratamiento del agua.

A. Operación

- a. Manejo de válvulas y compuertas.
- b. Calibración de vertederos y sistemas de medición.

B. Mantenimiento Preventivo

- a. Limpiar y desinfectar.
- b. Pintar elementos expuestos.
- c. Verificar funcionamiento de válvulas y compuertas.
- d. Verificar colmatación de la unidad.

C. Mantenimiento correctivo

- a. Reparar estructuras y reponer tapas sanitarias.
- b. Reparar válvulas, compuertas y vertederos.
- c. Modificar defectos de construcción. Reponer medios filtrantes.
- d. Limpiar y desinfectar.

3.0 DISEÑO RED DE DISTRIBUCIÓN

3.1 GENERALIDADES

3.1.1 Objetivo. El objetivo general es el diseño de la *Red De Distribución* para el suministro de agua potable en el corregimiento.

3.1.2 Localización. El área de estudio del proyecto de la *Red De Distribución De Agua Potable* corresponde al **Corregimiento de San José De Suaita**, perteneciente al **Municipio de Suaita** del **Departamento de Santander**, el área de estudio esta localizada en el sector sur del departamento entre las coordenadas Norte 1.172.600 - 1.173.100 y Este 1.069.400 - 1.069.900; el corregimiento dista de aproximadamente unos 140 Km. de la capital del departamento.

3.1.3 Descripción Del Proyecto. Actualmente el corregimiento no cuenta con un sistema de distribución del agua potable, debido a que la planta de tratamiento de agua potable se encuentra fuera de servicio, por la falta de una red que suministre este servicio publico.

El corregimiento se provee de agua no tratada o agua cruda, por medio de tuberías colectivas y en algunos casos independientes, además algunas domiciliarias se abastecen a través de mangueras conectadas directamente

a las quebradas que pasan por el sector, estas circunstancias incluyen un mal manejo del recurso debido a que presentan demasiadas fallas técnicas en el sistema de tuberías instalado, además las altas pérdidas e infiltraciones de caudal promueven inconvenientes en las viviendas, estructuras, vías y erosión en el terreno del centro urbano.

Estas condiciones nos permiten plantear una red de distribución que permita el abastecimiento y suministro de agua para cada domicilio, institución y establecimiento público, generando así la utilización de la planta de tratamiento de agua, un mejor uso del recurso hídrico, condiciones básicas para el aprovisionamiento del agua y disminución de las continuas epidemias que se transmiten por contaminación del agua y que están afectando en gran parte a la población infantil de la zona.

Esta red o circuito se diseñara con los componentes necesarios y normas técnicas de diseño para dar solución a esta necesidad prioritaria de suministro, abastecimiento y contaminación, mejorando la calidad de vida del corregimiento.

3.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se planteo un esquema preliminar para el levantamiento planimétrico y altimétrico, en el cual se utilizo el siguiente equipo:

- Teodolito Sokia (Lectura a los 5 segundos).
- Mira.

- Cinta Métrica.
- Brújula.
- Cadeneros.
- Pintura, plásticos y estacas.

La topografía general del corregimiento de San José de Suaita se presenta en el anexo 1, 2 Y 3.

3.2.1 Levantamiento Planimétrico. El levantamiento se maneja por medio de polígonos abarcando todo el área en estudio y materializado en el terreno por medio de tránsito y cinta métrica. En esta planimetría se localizaron calles, quebradas, manzanas, andenes, parques, establecimientos comerciales e instituciones pertenecientes al corregimiento.

3.2.2 Levantamiento Altimétrico. Para el levantamiento se introdujo una cota asumida en el punto donde se localizó el primer nodo proyectado (junto a la planta de tratamiento de agua potable), a partir de este punto se principiaron las diversas variaciones de altura con el teodolito y mira, tomando como base los diferentes puntos ubicados previamente, este proceso fue llevado por una cartería de nivelación.

La nivelación efectuada en toda su longitud nos da unos cambios en los cuales se toman lecturas para obtener datos específicos del terreno, es así como se determinaron curvas de nivel principales para el reconocimiento global del área en estudio.

3.3 CONDICIONES GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS

El corregimiento no presenta ningún tipo amenaza sísmica o de fallas geológicas, ni sitios que generen asentamientos que desestabilicen la integridad de la instalación de la tubería; las características del subsuelo en la zona del trazado de la red, presentan un alto contenido de arcilla por la baja permeabilidad y la elevada capacidad de absorción de contaminantes.

3.4 ÁREAS DE ABASTECIMIENTO

La zona para la distribución del agua potable abarca toda la población del corregimiento, no existen áreas industriales y comerciales presentes, ni de expansión futura; El área del proyecto considera la expansión demográfica del sector residencial y el área institucional se determina como estable, debido a que existen la mayoría de instituciones primordiales para el corregimiento.

3.5 CAPACIDAD DE LA RED

La planta de tratamiento para agua cruda, es una planta compacta que posee los procesos de mezcla rápida, floculación, sedimentación, filtración, coloración y almacenamiento, además de secciones disponibles para la dosificación y para el control de la calidad del agua tratada.

La planta potabilizadora se encuentra localizada en la parte norte del corregimiento en la cota 1472 m.s.n.m, posee una capacidad de almacenamiento de 37.5 m³, asignados en un tanque de almacenamiento de tipo semienterrado, construido en concreto con sección rectangular de 5.0 m * 3.0 m, con una altura de 2.5 m. Para dar capacidad a la demanda actual, se propone la construcción de un tanque rectangular alterno de dimensiones 7.5 m * 5.0 m e igual altura al tanque existente.

Esta planta distribuye un caudal aproximado de 5 LPS por medio de una tubería de 6 pulgadas de diámetro, además el sistema o red de distribución instaure el suministro de agua potable con una presión suficiente y continúa en todos los sectores del corregimiento, abarcando la totalidad de la población dentro del perímetro urbano.

Los tramos de tuberías se calculan con el caudal parcial que les corresponda a partir del caudal de diseño, estimando la zona urbana actual y proyectada dentro del *Plan De Ordenamiento Territorial Del Municipio De Suaita*.

3.6 RED DE DISTRIBUCIÓN

Conjunto de tuberías que son utilizadas para la distribución de agua potable, que conforman las mallas principales del servicio y que distribuyen el agua procedente de de la planta de tratamiento hacia redes menores de acueducto.

Las redes matrices son los elementos sobre los cuales se mantienen las presiones básicas de servicio para el funcionamiento correcto del sistema de distribución general, las redes de distribución secundarias y terciarias son el conjunto de tuberías destinadas al suministro en ruta del agua potable a las viviendas y demás establecimientos municipales públicos y privados.

La red de distribución del corregimiento se determina como una red terciaria, la cual es un conjunto de tuberías destinadas al suministro en trayecto del agua potable a los usuarios del servicio. Este circuito comienza desde tanque de almacenamiento perteneciente a la planta para el tratamiento del agua cruda, sigue con una conducción de agua tratada a través de una tubería de 223.45 m lineales y de diámetro 6 pulgadas, que al llegar al perímetro urbano del corregimiento se ramifica, formando la red de distribución con diámetros diferentes para garantizar el perfecto funcionamiento y suministro a la totalidad de las viviendas, establecimientos públicos o privados e instituciones del corregimiento (Plano No.01).

3.6.1 Nivel De Complejidad Del Sistema. La clasificación del proyecto para determinar su nivel de complejidad depende del número de habitantes en la zona urbana del corregimiento, su capacidad económica y el grado de exigencia técnica que requiera el proyecto, para todo el territorio nacional se establecen los siguientes niveles de complejidad, Bajo, Medio, Medio Alto y Alto.

| NIVEL DE COMPLEJIDAD | POBLACION EN LA ZONA | CAPACIDAD ECONOMICA DE LOS USUARIOS |
|----------------------|----------------------|-------------------------------------|
| BAJO | < 2500 Hab | BAJA |
| MEDIO | 2501 A 12500 Hab | BAJA |
| MEDIO ALTO | 12501 A 60000 Hab | MEDIA |
| ALTO | > 60000 Hab | ALTA |

El sistema contempla un Nivel De Complejidad Bajo, el cual se establece para todos los componentes del proyecto.

3.6.2 Periodo De Diseño. El periodo de diseño u horizonte de planeamiento de la red de distribución, se determina según el nivel de complejidad del sistema con el fin de definir las etapas de diseño según las necesidades del proyecto, para redes menores o terciarias que se establecen como nivel bajo, se estipula un periodo de diseño de 15 años según las normas establecidas por Reglamento Técnico Del Sector De Agua Potable Y Saneamiento Básico (Normas RAS – 2000)

3.6.3 Densidad De Población. Los sistemas de obras civiles deben diseñarse para la máxima densidad de población futura, según el estrato social y el uso funcional del suelo.

Para el corregimiento de San José De Suaita debido a que el crecimiento de la población es independiente del tamaño de la zona en estudio, se determinara el crecimiento poblacional mediante el método lineal y mediante información de la localidad en los últimos censos poblacionales.

• **Método lineal**

Si el aumento de la población es constante e independiente del tamaño del área, el crecimiento poblacional es lineal, entonces tomando P como población y T como el tiempo, se deriva :

$$dP / dT = k*a \quad dP = k*a (dT)$$

integrando entre los límites de último censo(UC) y censo inicial(CI) se obtiene:

$$k*a = P*UC' - P*CI / T*UC - FCI$$
$$k*a = (632-556 / 1999-1995) = 19$$

K*a : Pendiente de la recta.

P*UC : Población del ultimo censo = 632 Hab

T*UC : Año del ultimo censo = 1999

P*CI : Población del censo inicial = 556 Hab

T*CI : Año del censo inicial = 1995

Podrá tomarse un valor de K*a promedio entre los censos o un K*a entre el primer censo y el último censo disponible, por lo tanto la ecuación de proyección de población será :

$$Pf = PW + K*a (Tf - T*UC)$$
$$Pf = 632 + 19*(2018 - 1999) = 993 Hab$$

Pf : Población futura = 993 Hab

Tf : Año de la proyección = 2018.

La densidad poblacional bruta, incluyendo las áreas de futura urbanización se estima de la siguiente manera:

$$D = Pf / A$$

Pf: Población futura = 993 Hab

A : Área residencial bruta = 8.47 Ha

Densidad de población = 993 Hab / 8.47 Ha = 117.23 Hab/Ha

3.6.4 Dotación (D). Para el estudio de la dotación se tomaron en cuenta factores como el tamaño de la población, las condiciones socioeconómicas y aspectos sanitarios; en general la dotación del suministro de agua es principalmente de uso residencial, de uso escolar de acuerdo con las características de los establecimientos de educación y de uso institucional, además se estimo un consumo para uso público.

A. Dotación Neta (D_{Neta}). La dotación neta corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto, por tal razón la evaluación de la dotación es tan importante como la proyección de la población.

| NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA | DOTACION NETA MINIMA | DOTACION NETA MAXIMA |
|----------------------------------|----------------------|----------------------|
| | (L/Hab-dia) | (L/Hab-dia) |
| BAJO | 100 | 150 |
| MEDIO | 120 | 175 |
| MEDIO ALTO | 130 | ----- |
| ALTO | 150 | ----- |

La dotación neta para la red de distribución del corregimiento se estipula en 100 Lts/hab-día.

B. Corrección De Dotación Por Clima (CPC). La dotación neta obtenida se debe ajustar, debido al nivel de complejidad del sistema, estudios socioeconómicos del corregimiento y el efecto del clima en el consumo,

| NIVEL DE COMPLEJIDAD | CLIMA CALIDO MAS DE 28°C | CLIMA TEMPLADO ENTRE 20°C Y 28°C | CLIMA FRIO MENOS DE 20°C |
|----------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| BAJO | +15% | +10% | NO SE ADMITE CORRECCION POR CLIMAS |
| MEDIO | +15% | +10% | |
| MEDIO ALTO | +20% | +15% | |
| ALTO | +20% | +15% | |

Esta corrección se fija en un 10% de la dotación neta establecida, debido a que el sistema pertenece a un nivel bajo y la temperatura promedio de la zona es de 23°C.

C. Consumo Domestico (CD). Equivale a la cantidad de agua requerida para compensar las evacuaciones básicas de una domiciliaria, considerando las pérdidas de la corrección por el clima que ocurran en el sistema.

$$CD = D_{Neta} + CPC$$

D. Consumo Público (CP). Corresponde a la cantidad de agua requerida para el consumo utilizado en los servicios de aseo, riego de jardines, parques y fuentes públicas, esta cuantía se establece en un 30% del consumo domestico.

$$CP = 0.3 * CD$$

E. Consumo Institucional (CI). Se refiere a la cantidad de agua requerida para compensar las necesidades básicas de una institución o establecimiento publico.

Las ocho instituciones tanto de servicio escolar, como el Colegio Lucas Caballero, la escuela y el jardín infantil y de función publica, como el puesto de salud, el ancianato, la plaza de mercado, el matadero y el museo histórico (antigua textilera), requieren una dotación especial debido a las características de sus actividades.

El consumo para instituciones escolares se estipulo en 250 L/hab-dia, al igual que el puesto de salud, el ancianato y el museo, el cual es sitio deportivo y de recreación en el corregimiento, las demás instituciones se especificaron como residencial o domestico, debido a su bajo consumo.

F. Consumo Medio Neto (CMN). Sumatoria de los consumos domésticos (CD), públicos (CP), comerciales (CC), industriales (CIND) e institucionales (CI).

$$CMN = CD + CP + CC + CIND + CI$$

G. Perdidas (P). Las perdidas en la aducción del agua cruda debieron establecerse antes de llegar a la planta de tratamiento, el nivel de pérdidas en la aducción debe ser inferior al 5%, las perdidas en la planta de tratamiento se consideran entre 3% y 5% del caudal medio diario para atender las necesidades de lavado de la planta de tratamiento.

Las pérdidas en la conducción del agua tratada se constituyen en el nivel de pérdidas expresada después de la planta de tratamiento y antes del comienzo de la red de distribución. Esta cantidad debe ser un porcentaje del caudal medio diario, el cual se fijo inferior al 5%.

Las pérdidas técnicas en el sistema de acueducto corresponden a la diferencia entre el volumen de agua tratada, medida a la salida de la planta potabilizadora y el volumen entregado a la población medido en las acometidas domiciliarias del corregimiento. Como no existen datos registrados sobre pérdidas de agua en el sistema existente, se determina según las normas técnicas RAS-2000 dependiendo del nivel de complejidad del sistema.

| NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA | Porcentaje Maximo Admisible De Perdidas Tecnicas |
|----------------------------------|--|
| | % |
| BAJO | 40 |
| MEDIO | 30 |
| MEDIO ALTO | 25 |
| ALTO | 20 |

El porcentaje de pérdidas se especifico en un 40% para el cálculo de la dotación bruta.

H. Dotación Bruta (D_{BRUTA}). La dotación bruta corresponde a la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante, considerando las pérdidas que ocurran en el sistema, cuando se multiplica la población que va a ser servida por la dotación, se obtienen la demanda total de agua.

$$D_{BRUTA} = D_{NETA} / (1 - \% \text{ Perdidas})$$

3.6.5 Demanda (Q)

A. Caudal Medio Diario (Qmd). El caudal medio diario es el caudal medio calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada, pertenece al promedio de los consumos diarios en un período de un año y puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$Qmd = Pob * D_{BRUTA} / 86400$$

B. Caudal Máximo Diario (QMD). El caudal máximo diario corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un período de un año, se calcula multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de consumo máximo diario(k_1), que es la relación entre el mayor consumo diario y el consumo medio diario, utilizando datos registrados en un período mínimo de un año.

En caso de sistemas nuevos, el coeficiente de consumo máximo diario, depende del nivel de complejidad del sistema como se establece en la tabla.

| NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA | Coeficiente De Consumo Maximo Diario |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| | K1 |
| BAJO | 1,3 |
| MEDIO | 1,3 |
| MEDIO ALTO | 1,2 |
| ALTO | 1,2 |

El caudal máximo diario se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$QMD = k1 * Qmd$$

C. Caudal Máximo Horario (QMH). El caudal máximo horario corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año, se calcula como el caudal máximo diario multiplicado por el coeficiente de consumo máximo horario (k2), que es la relación entre el caudal máximo horario y el caudal máximo diario, registrados durante un período mínimo de un año, sin incluir los días en que ocurran fallas relevantes en el servicio.

En caso de sistemas de acueductos nuevos, el coeficiente de consumo máximo horario con relación al consumo máximo diario, es función del nivel de complejidad del sistema y el tipo de red de distribución, según se establece en la tabla.

| NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA | Red Menor De Distribucion | Red Secundaria | Red Matriz |
|----------------------------------|---------------------------|----------------|------------|
| | K2 | K2 | K2 |
| BAJO | 1,6 | | |
| MEDIO | 1,6 | 1,5 | 1,4 |
| MEDIO ALTO | 1,5 | 1,45 | 1,4 |
| ALTO | 1,5 | 1,45 | |

El caudal máximo horario se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$QMH = K2 * QMD$$

D. Caudal De Diseño (Qd). El caudal para el circuito depende del nivel de complejidad del sistema, debido a que el sistema se especifico como nivel bajo, el caudal de diseño se establecerá como el caudal máximo horario (QMH).

Para el cálculo de la demanda neta para el corregimiento de San José y de volumen del tanque de almacenamiento se utiliza la siguiente ecuación:

$$Volumen\ Tanque = 1/3 * (Caudal\ de\ diseño * 86400\ s) * (1\ M^3 / 1000\ L)$$

$$VT: volumen\ del\ tanque = 1/3(4.54\ LPS * 86400\ s) * (1\ M^3 / 1000\ L) = 130\ m^3$$

Tabla 2. Calculo de la demanda de la red de distribución.

| DATOS MALLA | | | | POBLACION | | DOTACION | | | | | | | DEMANDA | | | |
|-------------|--------|----|---------|-----------|--------|----------|---------------|----------------------|-------------------|-----------------|-------------------|--------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|
| TRAMO | NODO | | DIST | DOMICIL. | ACTUAL | FUTURA | DOTACION NETA | CORRECCION POR CLIMA | CONSUMO DOMESTICO | CONSUMO PUBLICO | CONSUMO INSTITUC. | CONSUMO MEDIO NETO | DOTACION MEDIA BRUTA | CONSUMO MEDIO DIARIO | CONSUMO MAXIMO DIARIO | CONSUMO MAXIMO HORARIO |
| No. | DE | A | (m) | (No Viv) | (Hab) | (Hab) | (L/Hab-dia) | (L/Hab-dia) | (L/Hab-dia) | (L/Hab-dia) | (L/Hab-dia) | (L/Hab-dia) | (L/Hab-dia) | (LPS) | (LPS) | (LPS) |
| 1 | 1 | 2 | 87,15 | 0 | 0 | 0 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 2 | 3 | 134,25 | 0 | 0 | 0 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 3 | 4 | 49,27 | 0 | 0 | 0 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 4 | 5 | 52,06 | 4 | 18 | 25 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,04 | 0,05 | 0,09 |
| 5 | 5 | 6 | 19,48 | 4 | 18 | 25 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,04 | 0,05 | 0,09 |
| 6 | 6 | 7 | 96,47 | 10 | 45 | 63 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,10 | 0,13 | 0,22 |
| 7 | 7 | 8 | 50,15 | 3 | 13 | 19 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,03 | 0,04 | 0,06 |
| 8 | 8 | 9 | 121,34 | 0 | 0 | 0 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 9 | 9 | 10 | 39,78 | 0 | 0 | 0 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 250 | 393,00 | 392,60 | 0,18 | 0,24 | 0,38 |
| 10 | 10 | 11 | 35,06 | 0 | 0 | 0 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 11 | 11 | 12 | 94,1 | 1 | 4 | 6 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 250 | 393,00 | 392,60 | 0,18 | 0,24 | 0,38 |
| 12 | 12 | 13 | 92,03 | 2 | 9 | 13 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,02 | 0,03 | 0,04 |
| 13 | 6 | 14 | 6,72 | 0 | 0 | 0 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 14 | 14 | 15 | 61,79 | 7 | 31 | 44 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,07 | 0,09 | 0,15 |
| 15 | 15 | 16 | 27,01 | 4 | 18 | 25 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,04 | 0,05 | 0,09 |
| 16 | 4 | 17 | 30,14 | 2 | 9 | 13 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,02 | 0,03 | 0,04 |
| 17 | 17 | 18 | 25,13 | 2 | 9 | 13 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,02 | 0,03 | 0,04 |
| 18 | 5 | 18 | 31,29 | 1 | 4 | 6 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| 19 | 18 | 16 | 90,41 | 10 | 45 | 63 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,10 | 0,13 | 0,22 |
| 20 | 16 | 19 | 14,18 | 0 | 0 | 0 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 21 | 19 | 20 | 70,8 | 6 | 27 | 38 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,06 | 0,08 | 0,13 |
| 22 | 20 | 21 | 58,04 | 9 | 40 | 57 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,09 | 0,12 | 0,19 |
| 23 | 21 | 22 | 11,6 | 2 | 9 | 13 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,02 | 0,03 | 0,04 |
| 24 | 22 | 23 | 29,32 | 3 | 13 | 19 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 250 | 393,00 | 392,60 | 0,09 | 0,12 | 0,19 |
| 25 | 23 | 24 | 44,23 | 8 | 36 | 50 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,08 | 0,11 | 0,17 |
| 26 | 20 | 24 | 34,17 | 4 | 18 | 25 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,04 | 0,05 | 0,09 |
| 27 | 24 | 25 | 86,64 | 14 | 63 | 88 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,15 | 0,19 | 0,30 |
| 28 | 19 | 37 | 10,4 | 1 | 4 | 6 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| 29 | 37 | 13 | 46,28 | 4 | 18 | 25 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,04 | 0,05 | 0,09 |
| 30 | 13 | 27 | 43,6 | 8 | 36 | 50 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,08 | 0,11 | 0,17 |
| 31 | 27 | 28 | 26,54 | 3 | 13 | 19 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,03 | 0,04 | 0,06 |
| 32 | 28 | 29 | 71,61 | 7 | 31 | 44 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,07 | 0,09 | 0,15 |
| 33 | 29 | 30 | 59,76 | 3 | 13 | 19 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,03 | 0,04 | 0,06 |
| 34 | 30 | 31 | 31,81 | 3 | 13 | 19 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,03 | 0,04 | 0,06 |
| 35 | 37 | 25 | 38,65 | 2 | 9 | 13 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,02 | 0,03 | 0,04 |
| 36 | 27 | 38 | 38,8 | 2 | 9 | 13 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,02 | 0,03 | 0,04 |
| 37 | 28 | 39 | 36,35 | 3 | 13 | 19 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,03 | 0,04 | 0,06 |
| 38 | 25 | 26 | 46,02 | 5 | 22 | 31 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,05 | 0,07 | 0,11 |
| 39 | 26 | 38 | 11,43 | 1 | 4 | 6 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| 40 | 38 | 39 | 27,2 | 2 | 9 | 13 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,02 | 0,03 | 0,04 |
| 41 | 39 | 34 | 13,87 | 1 | 4 | 6 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| 42 | 34 | 33 | 29,16 | 3 | 13 | 19 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,03 | 0,04 | 0,06 |
| 43 | 33 | 32 | 78,17 | 5 | 22 | 31 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,05 | 0,07 | 0,11 |
| 44 | 34 | 35 | 58,6 | 4 | 18 | 25 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,04 | 0,05 | 0,09 |
| 45 | 35 | 41 | 52,87 | 1 | 4 | 6 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 150 | 293,00 | 292,60 | 0,03 | 0,05 | 0,07 |
| 46 | 3 | 36 | 105,85 | 0 | 0 | 0 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 250 | 393,00 | 392,60 | 0,09 | 0,12 | 0,19 |
| 47 | 26 | 40 | 17,17 | 0 | 0 | 0 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 48 | 40 | 41 | 46,88 | 3 | 13 | 19 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,03 | 0,04 | 0,06 |
| 49 | 41 | 42 | 35,04 | 0 | 0 | 0 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 50 | 42 | 43 | 47,81 | 0 | 0 | 0 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 150 | 293,00 | 292,60 | 0,02 | 0,02 | 0,04 |
| 51 | 43 | 44 | 31,74 | 1 | 4 | 6 | 100 | 10,0 | 110,0 | 33,00 | 0 | 143,00 | 142,60 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| 52 | 3 | 22 | 72,54 | 0 | 0 | 0 | 101 | 10,1 | 111,1 | 33,33 | 1 | 145,43 | 145,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 53 | TANQUE | 1 | 30,00 | 0 | 0 | 0 | 102 | 10,2 | 112,2 | 33,66 | 2 | 147,86 | 147,46 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| SUMATORIAS | | | 2600,76 | 158 | 708 | 993 | | | | | | | | 2,18 | 2,84 | 4,54 |

RED DE DISTRIBUCIÓN

CORREGIMIENTO DE SAN JOSE DE SUAITA

3.6.6 Trazado De La Red. La red de distribución esta conformada por un circuito enmallado, el aspecto geométrico y la longitud de las tuberías se acoplan a las características topográficas del corregimiento, a la densidad de población actual y futura por abastecer y a la ubicación de los tanques de almacenamiento,

En la malla no existen tuberías matrices o primarias, ni secundarias, el trazado solo corresponde a redes menores de distribución o terciarias, la cual esta conformada por circuitos cerrados o por interconexiones en los puntos de cruce y en algunos sectores se presentan en forma independiente, en estos puntos aislados o circuitos separados, se tuvo en cuenta el control de presión y la zonificación de los puntos en las áreas de consumo.

El trazado de la tubería se ubico a un (1) metro del andén, localizada en la parte oriente de las carreras por efectos de la pendiente, en algunos sectores se utilizaron las zonas verdes o áreas publicas y en otros las vías principales del centro urbano.

3.6.7 Presiones De La Red. La red de distribución de agua potable se subdividió en 5 zonas de presión para cumplir con las condiciones de presión máxima y presión mínima en todos los puntos de la red, principalmente para las áreas que estén ubicadas en terrenos altos, como los sectores institucionales del colegio, el jardín infantil y el ancianato, estas zonas requieren mayores presiones para ser abastecidas y por tal razón posee un sistema separado de presión.

Para el circuito de distribución se tuvo en cuenta los parámetros y normas técnicas del RAS-2000 de presión mínima y presiones máximas, establecidas y adaptadas al nivel de complejidad del sistema.

| NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA | PRESION MINIMA | |
|----------------------------------|----------------|----|
| | Kpa | m |
| BAJO | 98,1 | 10 |
| MEDIO | 98,1 | 10 |
| MEDIO ALTO | 147,2 | 15 |
| ALTO | 147,2 | 15 |

El valor de la presión máxima tenida en cuenta para el diseño de la red menor de distribución, debe ser de 588.6 kPa (60 mca) y corresponde a los niveles estáticos, es decir, que cuando no haya flujo en movimiento a través de la red de distribución, pero que en el circuito esté actuando la máxima cabeza producida por los tanques de abastecimiento (Plano No.02)

3.6.8 Sectorización Del Servicio. Para el nivel bajo de complejidad no se requiere que la red esté sectorizada, sin embargo se ubicaron 5 válvulas de corte(1 válvula de 200 mm, 2 válvulas de 100 mm y 2 de 75 mm), para la sectorización del servicio, adecuando el sistema para controlar presiones y fugas en las zonas o sectores de presión, facilitar las labores de mantenimiento preventivo, controlar el agua no contabilizada y optimizar la operación del servicio (Plano No.01)

3.6.9 Diámetros De La Red. En la malla se adaptaron diámetros que pueden ser utilizados para el diseño y construcción de una red de distribución, estableciendo los siguientes diámetros comerciales.

| DIMETROS COMERCIALES | |
|---------------------------------|-------------|
| mm | Pulg |
| 38,1 | 1,5 |
| 50 | 2,0 |
| 63,5 | 2,5 |
| 75 | 3,0 |
| 100 | 4,0 |
| 150 | 6,0 |

La línea conducción que comienza desde el Nodo 1 hasta el Nodo 3, se instala con un diámetro de 6 pulgadas, este trayecto posee un tramo separado, el cual distribuye agua potable al centro de salud y al museo. La malla que comienza desde el Nodo 3 hasta el Nodo 44 posee diámetros de 4 a 1.5 pulgadas dependiendo del sector.

En los circuitos separados se emplearon diámetros internos mínimos, los cuales dependen del nivel de complejidad del sistema y de la utilización agua, estos diámetros mínimos empleados se adaptan en conformidad a la siguiente tabla:

| NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA | DIAMETRO MINIMO | | |
|----------------------------------|-----------------|------|------------------------|
| | mm | Pulg | Zona |
| BAJO | 38,1 | 1,5 | |
| MEDIO | 50 | 2,0 | |
| MEDIO ALTO | 100 | 4,0 | comercial e industrial |
| | 63,5 | 2,5 | residencial |
| ALTO | 150 | 6,0 | comercial e industrial |
| | 75 | 3,0 | residencial |

3.6.10 Materiales De La Red. Para la construcción de la red de distribución de agua potable se utilizara tubería con material de Polivinilo de cloruro (PVC), para la selección del material al igual que para los accesorios, se contemplaron características como topografía del área en estudio, presiones máximas y mínimas, costos de mantenimiento, además de las especificaciones del Instituto Nacional de Normas Técnicas (ICONTEC) como NTC 2295, 2536 y 1339, relacionadas con el tipo de uniones mecánicas, empaques de caucho y accesorios soldados o roscados.

La elección del material para las tuberías también debe tener en cuenta los siguientes factores:

- Resistencia contra la corrosión y agresividad del suelo.
- Resistencia a esfuerzos mecánicos producidos por cargas externas e internas.
- Características de comportamiento hidráulico del proyecto (presiones normales de trabajo, presiones estáticas, golpe de ariete).
- Condiciones de instalación adecuadas al terreno del corregimiento.

- Condiciones económicas, teniendo en cuenta todo lo establecido para el análisis del costo mínimo.
- Vida útil de acuerdo con el diseño del proyecto.

B. Coeficiente De Rugosidad. El coeficiente de rugosidad para material de Polivinilo de cloruro (PVC), se establece en 0.0015 según tabla B.6.10 de las Norma RAS-2000.

3.7 ACOMETIDAS

La acometida es la tubería que va desde la red menor de distribución hasta el medidor, existen dos tipos de acometidas, acometidas individuales y acometidas conjuntas. Estas acometidas se componen de los siguientes accesorios dependiendo del tipo de tubería con el que se haga la instalación:

- Unión de empalme entre la acometida y la tubería de distribución.
- Registro de Incorporación.
- Tubería en el diámetro recomendado.
- Codos y niples.
- Registro de rueda.
- Registro de corte.
- Medidor domiciliario de consumo de agua.
- Caja de andén o caja de pared para proteger el medidor y el registro de corte.
- Válvula de cheque en caso de posibilidad de contra flujo.

Las 158 domiciliarias y las 8 instituciones municipales como el colegio, la escuela, el jardín infantil, el museo histórico (textilera antigua), la plaza de mercado, el ancianato, el puesto de salud y el matadero, estas acometidas se construirán conjuntamente con la red de distribución principal y se llevaran hasta el hilo interior del andén, además se instalaran con diámetro de 0.5 pulgadas (13 mm) al igual que el medidor domiciliario.

La clase de medidor será mecánico de Tipo volumétrico con diámetro de 0.5 pulgadas el cual cumple con la norma técnica Colombiana NTC 1063-1

“Sin perjuicio de lo establecido en el artículo 6 de la Ley 373 de 1997 y la Ley 142 de 1994, para todos los niveles de complejidad del sistema es obligatorio colocar medidores domiciliarios para cada uno de los suscriptores individuales del servicio del acueducto.”³

3.8 DISEÑO HIDRÁULICO

El método de calculo hidráulico se baso en el Reglamento Técnico del Sector De Agua Potable Y Saneamiento Básico (Normas RAS-2000) perteneciente al Título B de Sistemas De Acueducto, para la obtención de datos básicos que solicita el programa de simulación hidráulica, tales como demandas, tipo de material, coeficientes de rugosidad, cotas, longitudes de tubería y componentes de la red como tuberías, nodos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses.

³ Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS-2000)

El simulador EPANET, es un programa orientado al análisis del comportamiento de los sistemas de distribución de agua y al seguimiento de la calidad del agua, es un programa de ordenador que realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de suministro a presión..

El programa efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos, los niveles en los depósitos y la concentración de las especies químicas presentes en el agua, a lo largo del periodo de simulación en múltiples intervalos de tiempo, emplea a tal fin el Algoritmo del Gradiente y el intervalo de cálculo hidráulico utilizado para llevar a cabo la simulación en periodo extendido (EPS) puede ser fijado por el usuario.

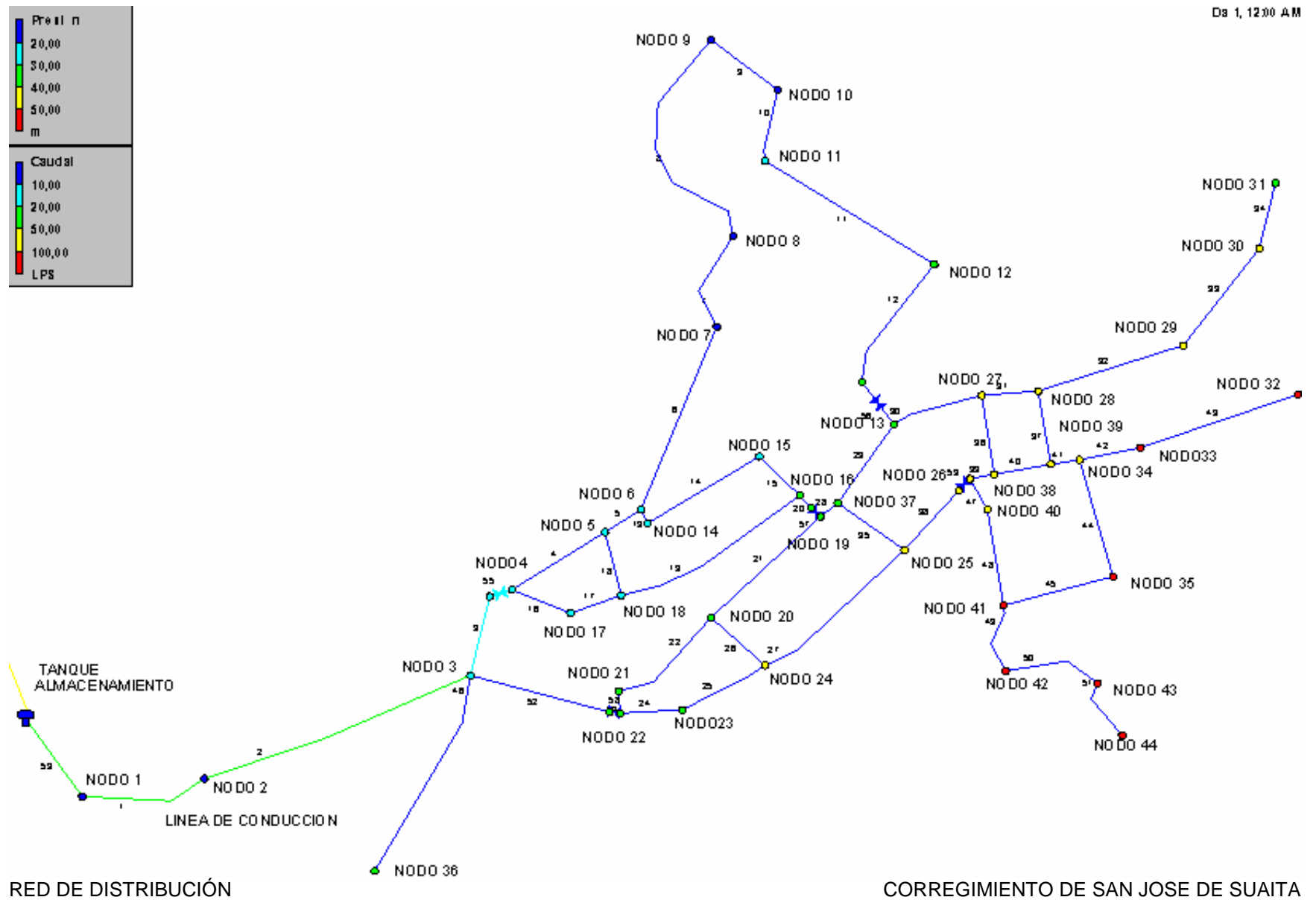
El modelo de simulación hidráulica de EPANET calcula las alturas piezométricas en los nudos y los caudales en las líneas, dados los niveles iniciales en los embalses y depósitos, y la sucesión en el tiempo de las demandas aplicadas en los nudos. De un instante al siguiente se actualizan los niveles en los depósitos conforme a los caudales calculados que entran o salen de los mismos y las demandas en los nudos y niveles en los embalses conforme a sus curvas de modulación. Para obtener las alturas y caudales en un determinado instante se resuelven simultáneamente las ecuaciones de conservación del caudal en los nudos y las ecuaciones de pérdidas en todos los tramos de la red. Este proceso conocido como “equilibrado hidráulico”, requiere el uso de métodos iterativos para resolver las ecuaciones de tipo no lineal.

3.8.1. Cálculos Hidráulicos. Los cálculos de presión y caudal se demuestran mediante los diagramas del simulador, con la convención de colores se indica los diferentes valores en los nodos y en las líneas de tubería.

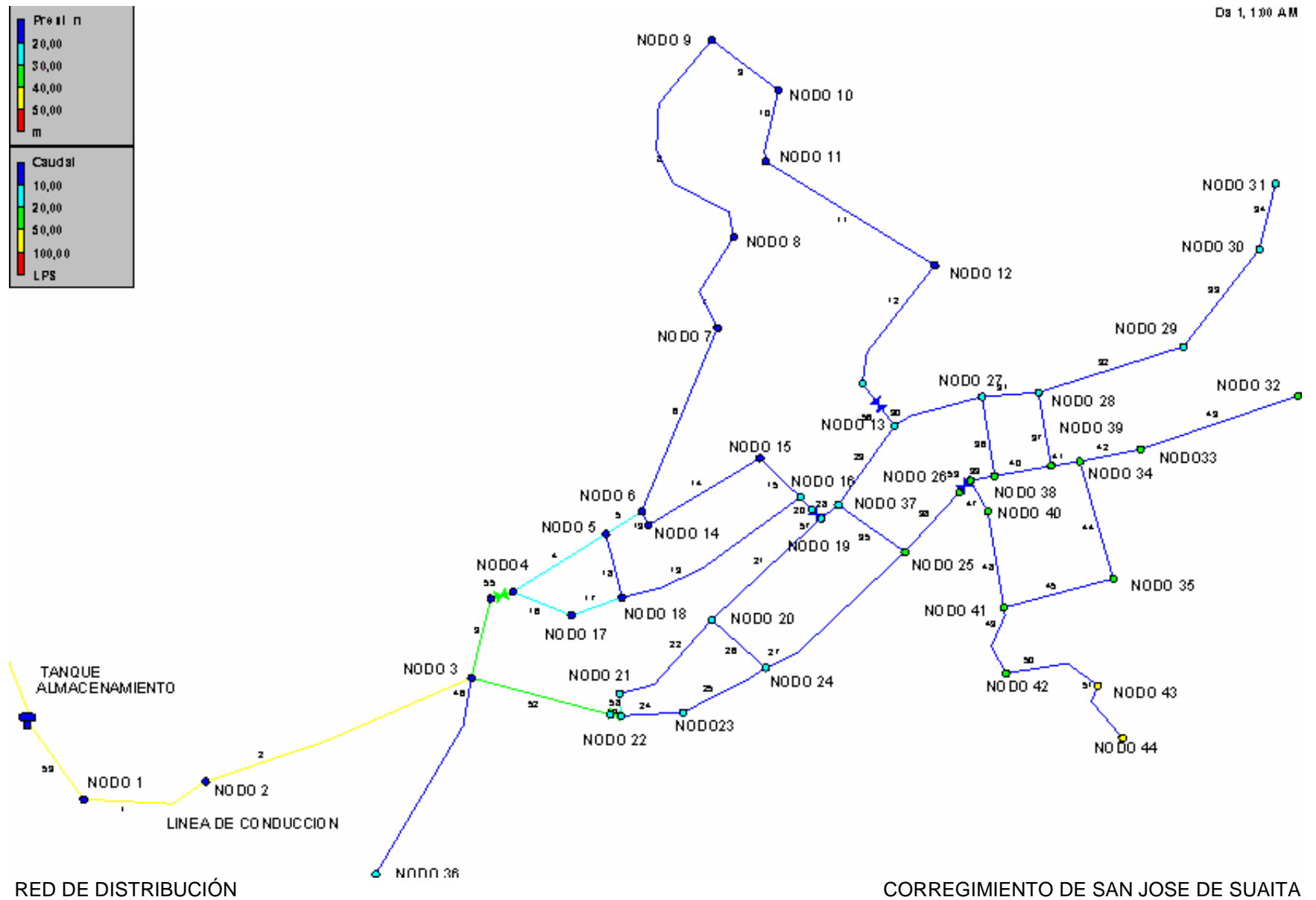
Las tablas de entrada de datos como líneas de tubería, longitudes, diámetros y cotas, cálculos hidráulicos en los nodos como de presión, demanda y cota piezométrica, y cálculos en tubería como caudal, velocidad y pérdidas unitarias, se presentan en el anexo 8.

Esta simulación de la red de distribución se determino para un día (24 horas) en la cual se presenta un comportamiento repetitivo, las graficas a continuación representan la presión ejercida en los nodos como el caudal en las tuberías y debido a que se presenta una iteración a partir de la hora inicial (hora cero) hasta la hora 4, solo se demostraran las cinco graficas representativas a través de la simulación.

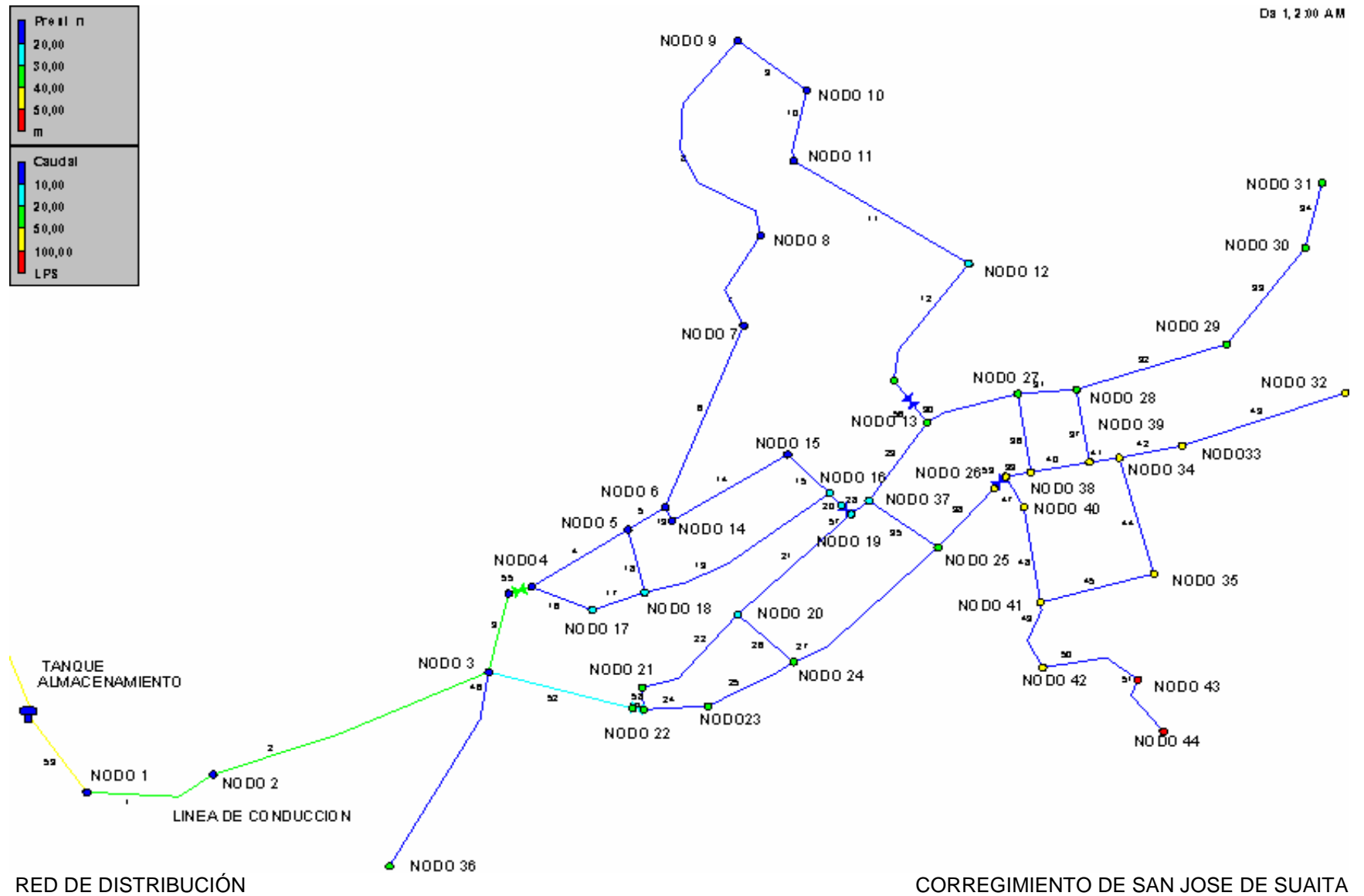
Grafica 1. Cálculos hidráulicos de presión y caudal de la simulación en la red de distribución (hora 0:00)



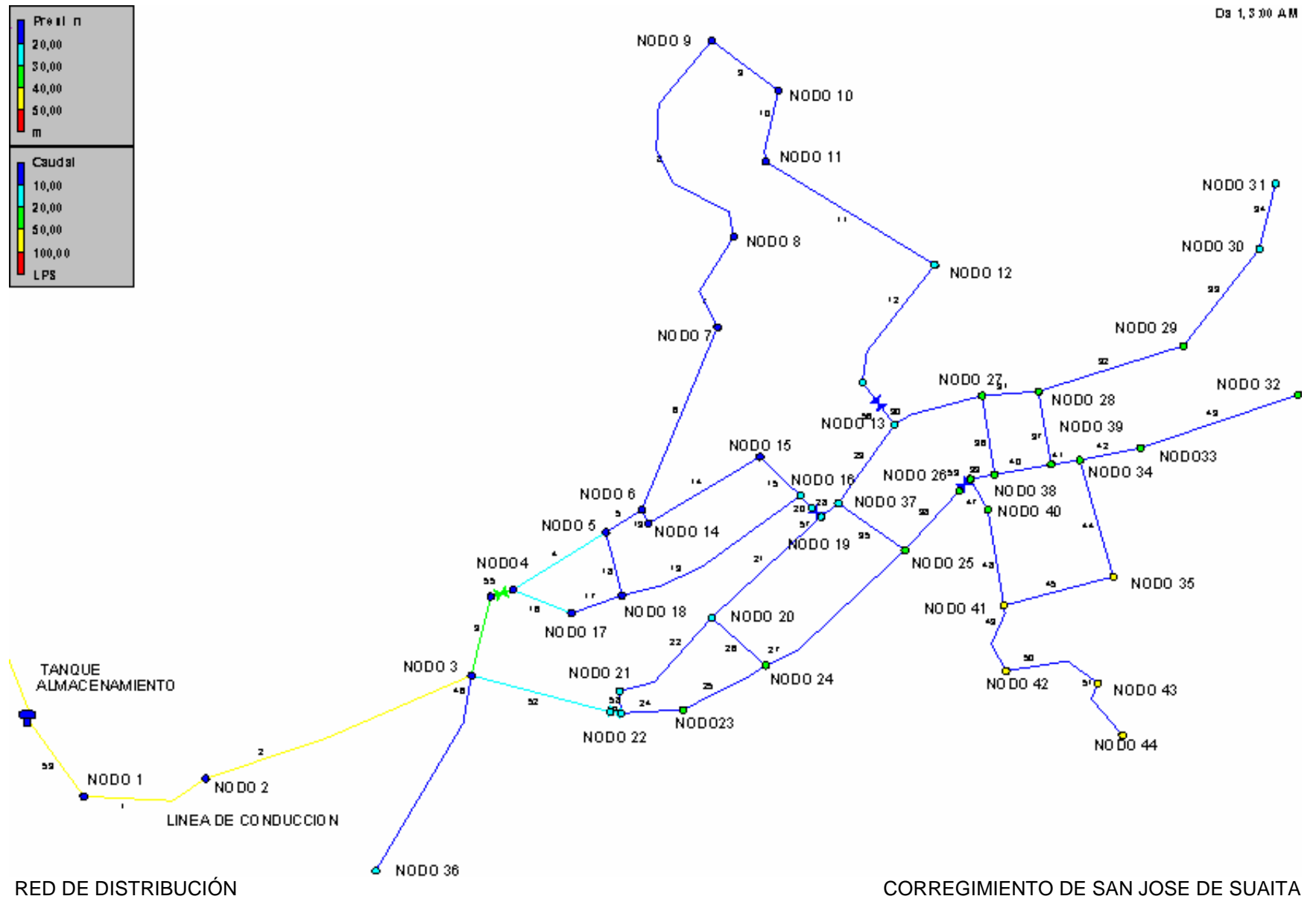
Grafica 2. Cálculos hidráulicos de presión y caudal de la simulación en la red de distribución (hora 1:00)



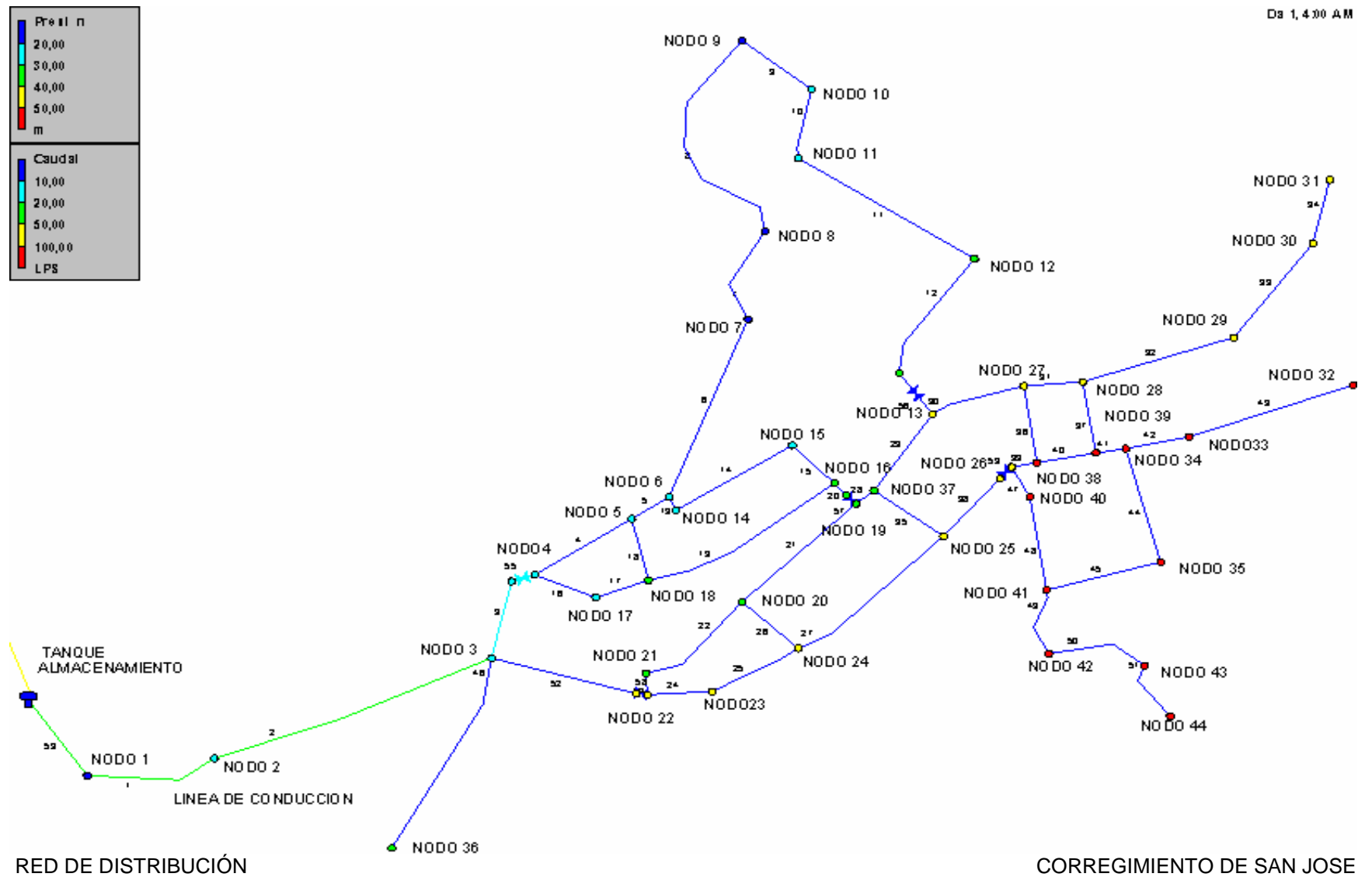
Grafica 3. Cálculos hidráulicos de presión y caudal de la simulación en la red de distribución (hora 2:00)



Grafica 4. Cálculos hidráulicos de presión y caudal de la simulación en la red de distribución (hora 3:00)



Grafica 5. Cálculos hidráulicos de presión y caudal de la simulación en la red de distribución (hora 3:00)



3.8.2 Presupuesto General. Los análisis unitarios a los cuales se aplica el presupuesto de la red de distribución de agua potable para el corregimiento de San José De Suaita, se encuentran en el anexo 11.

Tabla 3. Presupuesto general Red De Distribución

| ITEM | ACTIVIDAD | UND | CANT | VR/UNIT | VR/TOT |
|-------------|--|-----|---------|--------------|--------------|
| 1.0 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | |
| 1.1. | CAMPAMENTO Y ENCERRAMIENTO | | | | |
| 1.1.1. | CAMPAMENTO M2 | M2 | 20 | \$100.545 | \$2.010.900 |
| 1.1.2. | REPLANTEO | M2 | 5140 | \$1.477 | \$7.591.780 |
| 1.1.3. | CERCA EN TABLA CHAPA H= 1.90 M | ML | 15 | \$23.899 | \$358.485 |
| 1.2. | DESCAPOTE | | | | |
| 1.2.1. | DESCAPOTE MANUAL Y RETIRO | M2 | 1112 | \$5.124 | \$5.697.888 |
| 1.3. | AISLAMIENTO Y SEÑALIZACION | | | | |
| 1.3.1. | SEÑALIZACION | UND | 1 | \$1.363.000 | \$1.363.000 |
| 1.4. | RETIRO DE BASURAS Y ESCOMBROS | | | | |
| 1.4.1. | RETIRO SOBANTES | M3 | 279,62 | \$16.875 | \$4.718.588 |
| 2.0 | MOVIMIENTOS DE TIERRAS | | | | |
| 2.1 | ROTURA DE PLACAS EN CONCRETO | | | | |
| 2.1.1. | DEMOLICION PLACASPISO H=20 | M2 | 1398,11 | \$21.028 | \$29.399.457 |
| 2.2. | EXCAVACION EN TIERRA SIN ACARREO LIBRE | | | | |
| 2.2.1. | EXCAVACION ZANJA H=1 M MATERIAL COMPACTADO | M3 | 2097,51 | \$11.250 | \$23.596.988 |
| 2.5. | SUMINISTRO, CONFORMACION DE RELLENO EN MAT. SELECCIONADO PARA | | | | |
| 2.5.1. | RELLENOS RECEBO | M3 | 780,22 | \$23.110 | \$18.030.884 |
| 2.6. | CONFORMACION Y COMPACTACION DE RELLENO EN MATERIAL SELECCIONADO | | | | |
| 2.6.1. | RELLENOS EN TIERRA | M3 | 520,15 | \$8.175 | \$4.252.226 |
| 2.7. | CONFORMACION Y COMPACTACION EN MATERIAL COMUN | | | | |
| 2.7.1. | RELLENOS EN TIERRA MATERIAL COMUN | M3 | 1300,38 | \$7.861 | \$10.222.287 |
| 3.0 | TUBERIAS PREFABRICADAS | | | | |
| 3.1. | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC | | | | |
| 3.1.1. | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 38,1-50-75-100-150 mm | ML | 2550 | \$22.567 | \$57.545.850 |
| 3.2. | SUMINISTRO E INSTALACION DE CODOS | | | | |
| 3.2.1. | SUMINISTRO E INSTALACION DE CODOS UNION Z | ML | 110 | \$37.500 | \$4.125.000 |
| 3.3. | SUMINISTRO E INSTALACION ACCESORIOS PVC | | | | |
| 3.3.1. | SUMINISTRO E INSTALACION ACCESORIOS PVC 38,1-50-75-100-150 mm | UND | 41 | \$83.750 | \$3.433.750 |
| 3.4. | SUMINISTRO E INSTALACION VALVULAS | | | | |
| 3.4.1. | SUMINISTRO E INSTALACION VALVULAS | UND | 5 | \$390.000 | \$1.950.000 |
| 4.0 | ESTRUCTURAS | | | | |
| 4.1 | SUMINISTRO Y APLICACION CONCRETO 3000 PSI | | | | |
| 4.1.1. | SUMINISTRO CONCRETO 3000 PSI | ML | 26 | \$264.890,00 | \$6.887.140 |
| 5.0 | CONEXIONES DOMICILIARIAS | | | | |
| 5.1 | SUMINISTRO E INSTALACION CAJA DE INSPECCION | | | | |
| 5.1.1. | CAJA DE INSPECCION | UND | 166 | \$149.716 | \$24.852.856 |

| | |
|---------------------------|---------------|
| COSTO DIRECTO OBRA FISICA | \$206.037.079 |
| AIU (30%) | \$61.811.124 |
| TOTAL OBRA FISICA CON AIU | \$267.848.202 |

4.0 AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales están compuestas de elementos físicos, químicos y biológicos, esto se deriva del origen y de las fuentes de los desechos residuales; el agua residual se clasifica como fuerte, media o débil, dependiendo de la cantidad de los componentes.

La concentración y composición son parámetros muy relativos porque dependen de la hora del día, el día de la semana, el mes del año y algunas condiciones locales, para esto se determinaron dos orígenes principales de la contaminación del agua, la que especifica un sitio preciso de origen y las que no lo tienen, las primeras son fuentes que descargan los contaminantes desde lugares bien definidos, como la utilización del agua en las domiciliarias o establecimientos que es transportada por la tubería o canales de descarga a plantas de tratamiento de aguas negras; por otra parte las fuentes que no tienen un sitio preciso de origen no se localizan con tal precisión, estas incluyen el escurrimiento de las calles, sitios de construcción, granjas o minas, etc.; es así de esta manera como la prevención de la contaminación del agua requiere un conjunto de controles de descargas para ambas fuentes.⁴

El agua de desecho se agrupa en cuatro categorías:

Clase 1: Efluentes que no son tóxicos y no contaminan directamente pero pueden cambiar la naturaleza física del cuerpo receptor, se

⁴ www.geocities.com/tratamientoaguasresiduales/indexcaste.htm

mejoran por medios físicos y se localizan en efluentes como el agua de enfriamiento de plantas de energía eléctrica.

- **Clase 2:** Efluentes que no son tóxicos pero contaminan porque poseen un contenido orgánico con alta demanda de oxígeno, estos pueden tratarse mediante método biológicos para eliminar características objetables. El principal constituyente de esta clase de efluentes es en general el agua de desechos domésticos, pero también incluye agua de lluvia y desechos de plantas de productos lecheros y otras fábricas de alimentos.
- **Clase 3:** Emisiones que contienen materiales venenosos que también pueden ser tóxicos cuando están combinados con los desechos industriales, estas evacuaciones se tratan por métodos químicos y se encuentran generalmente en las plantas de refinado de metales.
- **Clase 4:** Emisiones contaminantes debido a su contenido orgánico con una alta demanda de oxígeno y que además son tóxicas, su tratamiento requiere de una combinación de procesos químicos y biológicos; se encuentran en los desechos industriales como las procedentes de la industria del curtido.⁵

⁵ www.geocities.com/jalarab/

4.1. FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA RESIDUAL

Las aguas residuales pueden ser originadas por desechos humanos y animales, desperdicios caseros, comentos pluviales, infiltraciones de aguas subterráneas y desechos industriales.

4.1.1 Excrementos Humanos. Depositiones corporales que se integran a las aguas residuales y por consiguiente se incorporan al sistema de alcantarillado mediante los sistemas hidráulicos de los sanitarios, estas excreciones son las más importantes en lo que se refiere a la salud pública, por que pueden contener organismos tóxicos y nocivos para el hombre, su tratamiento seguro y eficaz se constituye en el principal problema de tratamiento de las aguas residuales para su disposición final.

4.1.2 Desperdicios Domiciliarios. Proviene de las operaciones y funciones domésticas como lavado de ropa, baño, desperdicios de cocina, limpieza, preparación de los alimentos, lavado de la loza, etc. Estos residuos particularmente del proceso de preparación de víveres contienen partículas de alimentos y grasas, los cuales se están convirtiendo en la parte más importante de los desechos caseros.

4.1.3 Aguas De Lavado De Las Calles Y Corrientes Pluviales. Las lluvias arrastran polvo, arena, hojas y otros residuos, en algunas poblaciones se deja que estos escurrimientos pluviales vayan al alcantarillado o drenajes formando parte importante de las aguas

residuales, en cambio en otras, se colectan aparte estos escurrimientos para su disposición y no se mezclan con las aguas residuales de la comunidad. El volumen de las corrientes pluviales varía según la intensidad de la precipitación, la topografía y las superficies pavimentadas y techadas, las aguas pluviales provenientes de zonas cubiertas tienen importancia especial en lo que respecta al volumen de aguas residuales que van a tratarse, cuando se conectan a las alcantarillas de las que se supone deben excluirse, lo cual se hace frecuentemente a pesar de no estar permitido por las leyes vigentes.

4.1.4 Infiltraciones De Aguas Subterráneas. El alcantarillado es el mecanismo para recolectar las aguas residuales provenientes de las domiciliarias y de la escorrentía superficial, a veces se instala debajo del nivel de los mantos de agua subterráneos, especialmente cuando dicho nivel es muy alto a causa de una excesiva precipitación en la temporada de aguas lluvias. Como las juntas entre secciones de tubería que forman las alcantarillas no quedan perfectamente ajustadas, existe la posibilidad que se infiltre el agua subterránea, además los colectores usualmente no funcionan a presión, sino que el flujo a través de ellos es generalmente gravitatorio y por esto es que las infiltraciones son considerables. El volumen de agua subterránea que se infiltra no puede determinarse con exactitud, por que depende de la estructura del suelo, del tipo de alcantarillado que se haya construido, de las condiciones de agua subterránea, de las lluvias y de otras condiciones climatológicas.

4.1.5 Residuos Industriales. Los productos de desecho de los procesos de las fábricas, son parte importante de las aguas residuales de

una población y deben tomarse las precauciones necesarias para su eliminación, en muchas regiones se recolectan junto con los otros componentes de las aguas residuales de la población, para su tratamiento y eliminación final. Estos residuos industriales varían por su tipo y volumen, en algunos casos es tan alto el aporte y las características de los desechos, que es necesario disponer de sistemas separados para su recolección y disposición.

Estos están constituidos en forma principal por los productos líquidos de desecho específicos que se acumulan en el procesamiento industrial, pero pueden contener pequeñas cantidades de aguas negras domésticas. Muchos desperdicios industriales contienen agentes espumosos o espumantes, detergentes y otras sustancias químicas que interfieren con la disposición final de las aguas residuales de la comunidad o que dañan las alcantarillas y otras estructuras. Por esta razón, no pueden agregarse directamente a las aguas residuales, si no que deben recibir un tratamiento preliminar o eliminarlos, valiéndose de medios especiales y por separado.

4.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

La particularidad física más primordial del agua residual, es su contenido total de sólidos, el cual se compone de material flotante y materia en suspensión, en dispersión coloidal y en solución.

4.2.1 Sólidos Totales. Constituyentes sólidos de las aguas residuales y son la totalidad de sólidos orgánicos e inorgánicos, o la totalidad de sólidos

suspendidos y disueltos. En aguas residuales domésticas de composición media, cerca de la mitad son orgánicos y la otra mitad son inorgánicos y aproximadamente dos terceras partes están en solución y una tercera parte en suspensión. Los sólidos totales se pueden clasificar en sólidos suspendidos y en sólidos disueltos.

A. Sólidos Suspendidos. Componentes del agua residual en suspensión y que son perceptibles a simple vista en el agua, son los sólidos que pueden separarse del agua por medios físicos o mecánicos, como son la sedimentación y la filtración. También se incluyen, las partículas flotantes mayores que contienen arena, polvo, arcilla, sólidos fecales, papel, astillas de madera, partículas de alimentos y de basura, y otros materiales similares.

a) Sólidos Sedimentables. Fracción de los sólidos suspendidos cuyo tamaño y peso es suficiente para que se sedimenten en un período determinado, que generalmente es de una hora con el método de sedimentación en cono Imhoff, el resultado se da en mililitros de sólidos por litro de aguas residuales, pero también se da en partes por millón. Los sólidos coloidales se definen como la diferencia entre los sólidos suspendidos totales y los sólidos suspendidos sedimentables.

B. Sólidos Disueltos. Relativamente los sólidos son disueltos, puesto que se incluyen algunos sólidos en estado coloidal, el término incluye todos los sólidos que pasan a través de la capa filtrante de asbesto de un crisol Gooch; los sólidos disueltos totales aproximadamente un 90% está verdaderamente disuelto y un 10% en estado coloidal, el total de los sólidos disueltos está compuesto aproximadamente por 40% de orgánicos y 60% de inorgánicos.

4.2.2 Color. El agua residual doméstica fresca es generalmente de color gris oscuro y a medida que el agua envejece, cambian a color gris oscuro y luego a negro, el color negro de las aguas residuales sépticas, es producido principalmente por la formación de sulfuros metálicos. El color de las aguas residuales industriales, pueden indicar el origen de la contaminación, así como el buen estado o deterioro de los procesos de tratamiento.

4.2.3 Densidad. Masa por unidad de volumen expresada en kg/m^3 , es una característica física importante del agua residual porque da el potencial de formación de corrientes de densidad de fangos de sedimentación. La densidad de las aguas domésticas que no contengan grandes cantidades de residuos industriales, es prácticamente la misma que la del agua a la misma temperatura. En ocasiones, se emplea como alternativa a la densidad, el peso específico del agua residual, obtenido como cociente entre la densidad del agua residual y la densidad del agua. Ambos parámetros, la densidad y el peso específico, dependen de la temperatura y varían en función de la concentración total de los sólidos en el agua residual.

4.2.4 Temperatura. La temperatura del agua residual suele ser siempre más elevada que la del agua de suministro, hecho principalmente debido a la incorporación del agua caliente de las casas y los diferentes usos industriales. Dado que el calor específico del agua es mucho mayor que el del aire, las temperaturas registradas de las aguas residuales son más altas que la temperatura del aire durante la mayor parte del año y solo son menores que ella, durante los meses más calurosos del verano.

4.2.5 Turbiedad. Medida de las propiedades de transmisión de la luz de un agua, es otro parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales en relación con la materia coloidal y residual en suspensión. La medición de la turbiedad se lleva a cabo mediante la comparación entre la intensidad de la luz dispersada en la muestra y la intensidad registrada en una suspensión de referencia en las mismas condiciones. La materia coloidal dispersa o absorbe la luz, impidiendo su transmisión.

4.2.6 Olor. Los hedores son debido a los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica, el agua residual reciente tiene un olor peculiar más tolerante que el del agua residual séptica, estos olores son producidos por el H₂S proveniente de la descomposición anaerobia de los sulfatos o sulfuros.

4.3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

La medición del contenido en el agua orgánica se realiza por separado y viene justificando su significación en la gestión de la calidad del agua y en el diseño en las instalaciones de tratamiento de aguas residuales.

4.3.1 Materia Orgánica. La materia orgánica degradable presente en el agua residual, ya sea soluble e insoluble, se elimina por degradación microbiana, aproximadamente el 75% de los sólidos en suspensión y el 40% de los sólidos filtrantes de un agua residual de concentración media, son de

naturaleza orgánica. Son sólidos que provienen de los reinos animal y vegetal, así como de las actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos. Los compuestos orgánicos están formados normalmente por combinaciones de carbono, hidrógeno y oxígeno, con la presencia en determinados casos de nitrógeno, también pueden estar presentes otros elementos como azufre, fósforo o hierro.

Los principales grupos de son: Proteínas (40-60%), hidratos de carbono (25-50%), grasas y aceites (10%). Otro compuesto orgánico con importante presencia en el agua residual es la urea, principal constituyente de la orina. No obstante, debido a la velocidad del proceso de descomposición de la urea, raramente está presente en aguas residuales que no sean muy recientes. Otras características de la materia orgánica son: las proteínas, las grasas animales y aceites y los agentes tensoactivos.

A. Proteínas. Sustancias orgánicas presentes en el agua residual, las proteínas son componentes del organismo animal, aproximadamente se encuentran en el agua residual en un rango de porcentaje entre el 40 a 60 %, mientras que su presencia es menos relevante en el caso de organismos vegetales. Están presentes en todos los alimentos de origen animal o vegetal cuando estos están crudos. El contenido en proteínas varía mucho entre los pequeños porcentajes presentes en frutas con altos contenidos en agua, o en los tejidos grasos de las carnes, y los porcentajes elevados que se dan en carnes magras. La composición química de las proteínas es muy compleja e inestable, pudiendo adoptar muchos mecanismos de descomposición diferentes, algunas son solubles en agua, mientras que otras no lo son.

B. Grasas Animales Y Aceites. Sustancias biológicas que son el tercer componente en jerarquía de los alimentos, el término grasa, incluye las grasas animales, aceites, ceras, y otros constituyentes presentes en las aguas residuales, alcanzan las aguas residuales en forma de mantequilla, manteca de cerdo, margarinas y aceites y grasas vegetales. Las grasas provienen habitualmente de carnes, gérmenes de cereales, semillas, nueces y ciertas frutas.

C. Agentes Tensoactivos. Compuestos de moléculas de gran tamaño ligeramente solubles en agua y que son responsables de las apariciones de espumas en las plantas de tratamiento y en la superficie de los cuerpos de aguas receptoras de los vertidos del agua residual, tiende a concentrarse en la interfase aire-agua. Durante el proceso de aireación del agua residual, se concentran en la superficie las burbujas de aire creando una espuma muy estable.

4.3.2 Materia Inorgánica. Las concentraciones de las sustancias inorgánicas en el agua aumentan tanto por el contacto del agua con las diferentes formaciones geológicas, como por las aguas residuales tratadas o sin tratar, que en ella se descargan.

A. Potencial Hidrógeno (PH). La concentración del ion hidrógeno es un parámetro de calidad, tanto para el uso de aguas naturales como residuales, el agua residual con concentración de ion hidrógeno inadecuada, presenta dificultades de tratamiento con procesos biológicos y el efluente puede

modificarla concentración del ion hidrógeno en las aguas naturales, si ésta no se modifica antes de la evacuación de las aguas.

Aguas con PH menor de seis en tratamiento biológico, favorecen el crecimiento de hongos sobre las bacterias. El valor de PH adecuado para diferentes procesos de tratamiento, y para la existencia de la mayoría de la vida biológica, puede ser muy restrictivo y crítico, pero generalmente es de 6,50 a 8,50.

B. Cloruros. Componentes comunes en las aguas de desecho debido a la contribución diaria por persona esta en el rango de 6 a 9 gramos. Concentraciones altas pueden causar problemas de calidad de aguas para riego y de sabor de aguas para reuso, los métodos convencionales de tratamientos de aguas residuales, no remueven cloruros. En aguas residuales domésticas crudas la concentración de cloruros oscila entre 30 y 200 mg/1 y por ende concentraciones mayores de 15.000 mg/1 son considerados tóxicos para tratamiento biológico convencional.

C. Nitrógeno. Elemento esencial para el crecimiento de protistas y plantas, razón por la cual reciben el nombre de nutrientes o bioestimuladores. Trazas de otros elementos, tales como el hierro, son necesarios para el crecimiento biológico. No obstante, el nitrógeno y el fósforo, son en la mayoría de los casos, los principales elementos nutritivos. En aquellos casos en los que sea necesario el control del crecimiento de algas en la masa de agua receptora, y para preservar los usos a que se destina, puede ser necesario la eliminación o reducción del nitrógeno en las aguas residuales antes del vertido.

D. Fósforo. Elemento presente en las aguas residuales propiciando los crecimientos indeseables de algas que ocurren en aguas superficiales, existe marcado interés en removerlo de las aguas residuales por su alto contenido de fósforo que oscila entre 6 a 20 mg/l. El fósforo orgánico es de importancia secundaria en la mayor parte de las aguas residuales domésticas, pero puede ser vital en residuos industriales y en lodos de aguas residuales.

E. Azufre. El sulfato se encuentra de forma natural, tanto en la mayoría de las aguas de abastecimiento como en el agua residual. Para la síntesis de proteínas, es necesario disponer de azufre, elemento que posteriormente será liberado en el proceso de degradación de las mismas. El sulfuro de hidrógeno liberado a la atmósfera en redes de alcantarillado que no circula a presión, tiende a acumularse en la clave de las tuberías. El H₂S acumulado puede sufrir oxidación biológica para pasar a formar ácido sulfúrico, corrosivo para las tuberías de alcantarillado y responsable de daños de corrosión en la parte interna de la tubería.

4.3.3 Gases. Los gases de común presencia en la atmósfera que se encuentran en todas las aguas en contacto con las misma son el nitrógeno (N₂), el oxígeno (O₂), el dióxido de carbono (CO₂), los gases que proceden de la descomposición de la materia orgánica presente en las aguas residuales son el sulfuro de hidrógeno (H₂S), el amoníaco (NH₃) y el metano (CH₄).

A. Dióxido de carbono (CO₂). Proviene de la atmósfera y de la descomposición microbial de sustancias orgánicas, este gas disuelto en el agua reacciona para formar ácido carbónico.

B. Oxígeno Disuelto (O_2). Gas de baja solubilidad en el agua requerido para la vida acuática aeróbica, la solubilidad del oxígeno atmosférico en aguas dulces, oscila entre siete mg/L a 35°C y 14,6 mg/L a 0°C para la presión de una atmósfera. La baja disponibilidad de oxígeno disuelto (OD), limita la capacidad de autopurificadora de los cuerpos de agua y hace necesario el tratamiento de las aguas residuales para su disposición en ríos. La concentración de saturación de OD es función de la temperatura, de la presión atmosférica y de la salinidad del agua.

La determinación de OD es el fundamento del cálculo de la DBO y de la valoración de las condiciones de aerobividad de un agua, todo proceso aerobio requiere una concentración de OD mayor de 0,50 mg/L. El suministro de oxígeno y las condiciones de OD en tratamientos biológicos aerobios y aguas receptoras de aguas residuales, son aspectos de gran importancia en el diseño, operación y evaluación de plantas de tratamiento de aguas residuales. La cantidad de oxígeno que se transfiere al agua residual en un tanque de aireación de un proceso de lodos activados, debe ser suficiente para satisfacer la demanda de la masa microbiana existente en el sistema de tratamiento, y para mantener un residual de OD generalmente del orden de dos mg/L, en aguas naturales, para evitar efectos perjudiciales sobre la vida acuática, se recomienda emplear concentraciones mayores de cuatro mg/L.

C. Sulfuros De Hidrógeno (H_2S). Las bacterias anaerobias reductoras de sulfato, utilizan el oxígeno de los sulfatos., en las alcantarillas el ácido sulfhídrico es oxidado por las películas microbianas formadas en las paredes de los tubos, en los sulfuros o en el ácido sulfúrico, la formación microbiana del ácido sulfúrico puede causar problemas serios de corrosión y rotura de los tubos del alcantarillado.

D. Metano. En la descomposición anaerobia de la materia orgánica del agua residual el gas metano, es un hidrocarburo combustible de alto valor energético, incoloro, e inodoro, no se encuentra en grandes cantidades en el agua residual, puesto que incluso, pequeñas cantidades de oxígeno tienden a ser tóxicas para los organismos responsables de la producción de metano., en ocasiones, se produce metano como resultado de un proceso de descomposición anaerobia que puede darse en depósitos acumulados en el fondo. En las plantas de tratamiento, el metano se genera en los procesos de tratamiento anaerobios para la estabilización de los fangos de aguas residuales.

4.3.4 Características Biológicas. Los microorganismos son parte activa en la presencia del agua residual, también son la parte viva natural de la materia orgánica que se encuentra en las aguas negras y su representación es importante en el tratamiento, las aguas residuales contienen incontables organismos vivos, la mayoría de los cuales son demasiado pequeños para ser visibles, excepto bajo el microscopio, el factor de tratamiento radica en la degradación y descomposición y depende directamente de sus actividades en hábitos nutritivos y ambientales.

A. Bacterias. Organismos vivos de tamaño microscópico que constan de una sola célula, su proceso vital, así como sus funciones, son similares a los de los vegetales, Algunas bacterias son móviles, es decir, que son capaces de moverse libremente por su propia fuerza y otras son inmóviles. Las bacterias requieren, como todos los organismos vivos, alimentos, oxígeno y agua, sólo pueden existir cuando el medio ambiente provee estas necesidades, como resultado de sus procesos vitales, las bacterias dan origen a su vez a productos de desecho.

Las bacterias se clasifican en dos grupos principales: bacterias parásitas y bacterias saprofitas. Todas las bacterias parásitas o saprofitas, necesitan oxígeno para su respiración, además de alimento, algunas de ellas solamente pueden usar el oxígeno disuelto en el agua, el cual se conoce como oxígeno disuelto (OD). Estos organismos se conocen como bacterias aerobias, y el proceso de degradación de sólidos orgánicos que llevan a cabo, se denomina descomposición aerobia, oxidación o degradación. Este tipo de descomposición, se lleva a cabo en presencia de oxígeno disuelto, sin que se produzcan olores ofensivos o condiciones desagradables. Otros tipos de bacterias, no pueden existir en presencia de oxígeno disuelto, sino que tienen que obtenerlo del contenido de los sólidos orgánicos y de algunos inorgánicos, el cual se hace aprovechable en la descomposición de los sólidos. A tales microorganismos, se les conoce como bacterias anaerobias, y al proceso de degradación de sólidos que llevan a cabo, se les conoce como descomposición anaerobia o putrefacción, es decir, es la descomposición en ausencia de oxígeno disuelto, que da origen a olores ofensivos y a condiciones desagradables.

a) Bacterias Parásitas. Microorganismos que viven normalmente a expensas de otro organismo vivo llamado huésped, por que necesitan recibir el alimento ya preparado para consumirlo. Las bacterias provienen por lo general, del tracto intestinal de las personas y de los animales, cuyas deyecciones van a parar a las aguas negras. Entre las bacterias, están los organismos patógenos que se encuentran en las aguas residuales, dichos organismos, pueden proceder de desechos humanos que estén infectados o que sean portadores de una determinada enfermedad.

b) Bacterias Saprofitas. Microorganismos que alimentan de materia orgánica muerta, descomponiendo los sólidos orgánicos para tener el sustento necesario y produciendo a su vez sustancias de desecho que consisten en sólidos orgánicos e inorgánicos. Hay muchas especies de bacterias saprofitas y cada una de ellas desempeña un papel específico en la descomposición de los sólidos orgánicos.

B. Virus. Microorganismos que tienden a ser de estructuras más complejas que el de las bacterias, algunos son animales y otros vegetales, todos provienen del suelo o de los desechos orgánicos que van a formar parte de las aguas negras. Algunos son móviles y otros no lo son, además requieren de alimento, oxígeno y humedad y pueden ser aerobios o anaerobios.

Su desarrollo es afectado por la temperatura del medio ambiente, casi en el mismo grado que el de las bacterias, estos microorganismos son todavía más pequeños que cualquiera de los otros organismos microscópicos y demasiados pequeños para poder ser observados al microscopio normal que se usan en los trabajos de bacteriología. No tienen un papel importante en el proceso de tratamiento de las aguas. Los virus, al igual que las bacterias patógenas, son los agentes causales de cierto número de enfermedades en el hombre, algunos como el virus de la hepatitis, se desarrollan en los intestinos del hombre y son arrastrados por las materias fecales hasta las aguas residuales.

4.3.5 Medida Del Contenido Orgánico. Ensayos para la determinación del contenido orgánico de las aguas residuales, en general los diferentes métodos pueden clasificarse en dos grupos, los empleados para determinar

altas concentraciones de contenidos orgánicos, mayores a un mg/l y los empleados para determinarlas concentraciones a nivel de traza para concentraciones en el intervalo de los 0,001 a 1 mg/l.

A. Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO). La DBO a cinco días (DBO_5) es está relacionado con la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica. La aplicación de los resultados de los ensayos de DBO se emplean para determinar la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente; dimensionar las instalaciones de tratamiento de aguas residuales; medir la eficacia de algunos procesos de tratamiento y controlar el cumplimiento de las limitaciones a que están sujetos los vertimientos. La DBO se determina incubando una muestra de agua a 20 grados centígrados durante cinco días, la temperatura debe ser constante durante todo el ensayo, después de la incubación se mide el oxígeno disuelto y se hace el cálculo de la DBO.

B. Demanda Química De Oxígeno (DQO). La DQO se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales. El ensayo de la DQO también se emplea para la medición de la materia orgánica presente en las aguas residuales tanto industriales como municipales, que contengan componentes tóxicos para la vida biológica. La DQO de un agua residual suele ser mayor que su correspondiente DBO, siendo esto debido al mayor número de compuestos cuya oxidación tiene lugar por vía química frente a los que se oxidan por vía biológica.

C. Composición Típica del agua Residual Domestica

Tabla 4. Composición típica del agua residual domestica

| CONTAMINANTES | UNID | DÉBIL | MEDIA | FUERTE |
|-------------------------------------|---------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Sólidos Totales(ST) | Mg/ l | 350 | 720 | 1200 |
| Disueltos Totales(SDT) | Mg/ l | 250 | 500 | 850 |
| SDT Fijos | Mg/ l | 145 | 300 | 525 |
| SDT Volátiles | Mg/ l | 105 | 200 | 325 |
| Sólidos en Suspensión(SS) | Mg/ l | 100 | 220 | 350 |
| SS Fijos | Mg/ l | 20 | 55 | 75 |
| SS Volátiles | Mg/ l | 80 | 165 | 275 |
| Sólidos Sedimentables | Mg/ l | 5 | 10 | 20 |
| DBO ₅ | Mg/ l | 110 | 220 | 400 |
| Carbono Orgánico Total | Mg/ l | 80 | 160 | 290 |
| DQO | Mg/ l | 250 | 500 | 1000 |
| Nitrógeno Puro (N) | Mg/ l | 20 | 40 | 85 |
| N Orgánico | Mg/ l | 8 | 15 | 35 |
| N amoniacal libre | Mg/ l | 12 | 25 | 50 |
| N nitritos | Mg/ l | 0 | 0 | 0 |
| N nitratos | Mg/ l | 0 | 0 | 0 |
| Fósforo puro (P) | Mg/ l | 4 | 8 | 15 |
| P Orgánico | Mg/ l | 1 | 3 | 5 |
| P inorgánico | Mg/ l | 3 | 5 | 10 |
| Cloruros | Mg/ l | 30 | 50 | 100 |
| Sulfatos | Mg/ l | 20 | 30 | 50 |
| Alcalinidad(CaCO ₃) | Mg/ l | 50 | 100 | 200 |
| Grasas | Mg/ l | 50 | 100 | 150 |
| Coniformes Totales | nº / 100ml | 10 ⁶ - 10 ⁷ | 10 ⁷ - 10 ⁸ | 10 ⁷ - 10 ⁹ |
| Compuestos Orgánicos Volátiles(COV) | µg/l | < 100 | 100 - 400 | > 400 |

Fuente; CRITES, Ron Y TCHOOBANOGLIOUS, George. Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones. 1ª Ed., Mc Graw Hill S.A.2000

5.0 SISTEMA DE ALCANTARILLADO

La recolección, transporte y disposición de las aguas de desecho o aguas residuales ha sido uno de los grandes factores que determinan la salud pública, estos sistemas de transporte de aguas residuales permiten la adecuada disposición de los desechos líquidos para su posterior tratamiento.

Las aguas de desecho son el efluente líquido de una comunidad, esta agua gastada es una combinación de los desechos líquidos y los transportados por aguas provenientes de residencias, edificios comerciales, plantas industriales e instituciones, además de aguas subterránea infiltrada, agua superficial y agua de lluvia que es el agua que proviene de la precipitación acumulada en los terrenos y calles y arrastra con ella el escurrimiento superficial.

5.1. ALCANTARILLA

Conducto cerrado para drenar una superficie por debajo de una carretera, ferrocarril, canal u otro terraplén, la pendiente de una alcantarilla y sus condiciones de entrada y salida se suelen determinar por la topografía del sitio, debido a las muchas condiciones que se obtienen al variar la pendiente.

El método básico para determinar las dimensiones, parámetros hidráulicos, régimen de flujo y el gasto o caudal en una alcantarilla es la aplicación de la ecuación de Manning.

5.1.1 Tipos De Alcantarillas. Una alcantarilla es un conducto a través del cual fluyen las aguas negras, el agua pluvial u otros desechos. El alcantarillado es un sistema de alcantarillas, en general incluye todas las alcantarillas entre los extremos de los sistemas de drenajes de los edificios y plantas de tratamiento de aguas negras u otros puntos de disposición.

- **Alcantarillas Sanitarias:** son las que llevan principalmente residuos domésticos. Pueden recibir también algunos desechos industriales, pero no están diseñadas para las aguas pluviales o las aguas subterráneas.
- **Alcantarillas Pluviales:** se diseñan de manera específica para transportar el agua pluvial, el lavado de las calles y otras aguas superficiales hasta los puntos de disposición.
- **Alcantarillas Combinadas:** se diseñan tanto para las aguas negras como para el agua pluvial, cuestan menos que las alcantarillas sanitarias y pluviales separadas, pero la disposición del flujo puede crear condiciones perjudiciales y peligrosas o implicar un tratamiento costoso. Un gran flujo de agua procedente de una tempestad puede hacer imposible un adecuado tratamiento o aumentar el costo en forma considerable.

5.2. CANTIDAD ESTIMADA DE AGUAS NEGRAS

En el diseño de una alcantarilla ha de estudiarse la comunidad o área que se va a servir, para estimar el tipo y cantidad de flujo que se ha de manejar. El diseño debe basarse en el flujo estimado para una época futura, 25 o 30

años, o cuando se termine el desarrollo urbano. La cantidad y patrones de flujo de las aguas negras domésticas se ven afectadas principalmente por la población y su aumento; densidad de la población y cambios en las mismas; uso, demanda y consumo del agua; requisitos industriales y comerciales; expansión geográfica del servicio; geología del agua subterránea en el área, y topografía del área.

Como las aguas negras consisten principalmente en aguas de desecho, la población y el consumo per cápita de agua son los factores más importantes. Sin embargo, la cantidad de aguas negras es menor que el consumo de agua, ya que alguna parte del agua utilizada para la prevención de incendios, irrigación del césped, lavado de calles, procesos industriales, y filtraciones, no llega a la alcantarilla. Algunas de estas pérdidas, pueden compensarse añadiendo agua de pozos privados, infiltración del agua subterránea y conexiones ilegales de las bajadas fluviales de los techos.

6.0 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL

6.1 GENERALIDADES

6.1.1 Objetivo. El objetivo general es el diseño del sistema alcantarillado, el cual incluye un sistema separado para la recolección, conducción y disposición de las aguas residuales y para el control de las aguas lluvias.

6.1.2 Localización. El área de estudio del proyecto del *Sistema De Alcantarillado Sanitario Y Pluvial* corresponde al **Corregimiento de San José De Suaita**, perteneciente al **Municipio de Suaita** del **Departamento de Santander**, el área de estudio esta localizada en el sector sur del departamento entre las coordenadas Norte 1.172.600 - 1.173.100 y Este 1.069.400 - 1.069.900; el corregimiento dista de aproximadamente unos 140 Km. de la capital del departamento.

6.1.3 Descripción Del Proyecto. Actualmente el corregimiento no cuenta con un sistema de alcantarillado, el sistema de evacuación de las aguas residuales es determinado por un conducto sobre la vía principal el cual no tiene la capacidad para la demanda actual y su vida útil ya es escasa, este sistema solo es utilizado por un sector del corregimiento, los demás sectores tienen soluciones individuales de descarga directa sobre las quebradas, lo cual aumenta notablemente el grado de contaminación en ella, además

debido a la topografía de la zona y la ubicación del corregimiento, en época de alta precipitación, grandes volúmenes de agua descienden de la cuenca hidrográfica, presentando altas láminas de agua sobre la localidad.

Estas condiciones nos permiten plantear una red de alcantarillado que permita la recolección individual para cada domicilio y establecimiento público, generando así la captación total del agua residual, así como de unas salidas pluviales que permitan evacuar las aguas lluvias, este sistema separado se diseñara con los componentes necesarios de captación, conducción, disposición final y obras complementarias, junto con todos los requerimientos y normas técnicas de diseño para dar solución a esta necesidad prioritaria de contaminación, promoviendo así el desarrollo municipal y mejorando la calidad de vida de esta región.

6.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se planteo un esquema preliminar para el levantamiento planimétrico y altimétrico, en el cual se utilizo el siguiente equipo:

- Teodolito Sokia (Lectura a los 5 segundos).
- Mira.
- Cinta Métrica.
- Brújula.
- Cadeneros.
- Pintura, plásticos y estacas.

El levantamiento topográfico del corregimiento se tomo alterno al de la red de distribución, el cual se encuentra en el anexo 1, 2 y 3.

6.2.1 Levantamiento Planimétrico. Este levantamiento se llevo a cabo por medio de polígonos abarcando todo el área en estudio y materializado en el terreno por medio de tránsito y cinta métrica. En esta planimetría se localizaron calles, quebradas, manzanas, andenes, parques y establecimientos pertenecientes al corregimiento, además los pozos de inspección proyectados fueron referenciados dentro de la poligonal, abscisando el eje dependiendo del tipo de pendiente.

6.2.2 Levantamiento Altimétrico. Para la nivelación se estableció una cota asumida en el punto donde se localizó el primer pozo de inspección proyectado, a partir de este punto local se empezaron a obtener los diversos cambios de altura con el teodolito y mira, tomando como base los diferentes puntos ubicados previamente, este proceso fue llevado por una cartera de nivelación.

6.3 RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

El sistema de recolección y transporte de las aguas residuales, corresponde a una red local de alcantarillado, formada por un conjunto de tuberías diseñadas a flujo libre y enterradas, en la cual se proyecta la tubería por el eje de cada vía en particular, es decir vehicular o peatonal; en la red se seccionaron tres(3) colectores principales y cuatro(4) tramos secundarios, se hizo la correspondiente nomenclatura de los pozos de inspección y se tomó la totalidad de las domiciliarias, además para la evacuación final de las aguas residuales se proyecta como obra complementaria un cabezote de entrega para su posterior tratamiento(Plano No.03).

Por efectos de diseño se tomaron áreas residenciales proyectadas, como parámetro del crecimiento poblacional.

6.3.1 Periodo de diseño. El periodo de planeamiento de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y lluvias para niveles de complejidad bajos se determina en un periodo de diseño de 15 años para el sistema. Según las normas que existen para el diseño de alcantarillados, la vida útil de las obras civiles está estimada de 30 a 40 años.

6.3.2 Caudales

A. Caudales Medios De Aguas Residuales. Es la cantidad de aguas residuales producidas, está integrada por las aguas domésticas, industriales, comerciales e institucionales.

a) Aportes Domésticos (Ad). El aporte doméstico estará dado por la siguiente expresión:

$$Ad = R^D A C / 86400$$

Ad : Caudal medio diario de agua residual doméstica (Lps).

R : Coeficiente de retorno.

D : Densidad bruta de población (Hab/Ha).

A : Área residencial bruta (Ha).

P : Población servida (Hab); $P = D * A$.

C : Consumo por habitante (L / Hab-día).

Las áreas aferentes están determinadas en el plano No.04

- 1) Coeficiente De Retorno (R).** Según análisis y pruebas particulares, el coeficiente de retomo para el Municipio de Suaita, perteneciente a un porcentaje de agua consumida que retorna al alcantarillado será igual al 90%.

 - 2) Densidad De Población (D).** Los sistemas de alcantarillado sanitario deben diseñarse para la máxima densidad de población futura, según el estrato social y el uso funcional del suelo; la densidad poblacional se especifico en el numeral 3.6.3.

 - 3) Población Servida (P).** La población residencial para cada tramo se estimo tomando como base el producto de la densidad del proyecto y el área residencial bruta acumulada del tramo en análisis, incluyendo las zonas verdes y recreacionales del corregimiento(Plano No. 05)

 - 4) Consumo Por Habitante (C).** El consumo diario de agua por habitante depende del nivel socio económico del corregimiento, para este caso como el sector es prácticamente rural, el estrato es dos (2), es decir un nivel socio-económico bajo y su consumo por habitante es de 200 Lts/hab-día.
-
- b) Aportes Comerciales (Ac).** Debido a que en la región es muy poca la actividad comercial se determina no utilizar este parámetro para efectos del diseño ($Ac = 0$).
-
- c) Aportes Industriales (Ai).** La localidad no posee industria, por tal motivo se determina no utilizar este parámetro para efectos del diseño ($Ai = 0$).

d) Aportes Institucionales (Ait). Los aportes de aguas concentradas tales como el puesto de salud, el ancianato, la escuela y el Colegio Lucas Caballero se determinaron como aportes domésticos con densidad de población de 500 hab/Ha y consumo de 250 L / Hab-día

e) Caudal Medio Diario De Aguas Residuales (QMD). El caudal medio diario de aguas residuales, estará dado por la sumatoria de los diferentes aportes determinados.

$$QMD = Ad + Ac + Ai + Ait$$

B. Caudal Máximo Horario (QMH). El caudal máximo horario del día máximo, se estipulará multiplicando el caudal medio diario (QMD) por el factor (f).

$$QMH = f * QMD$$

C. Aportes Por Aguas De Infiltración Y Conexiones Erradas

a) Aportes De Aguas De Infiltración (Qi). Aportes por infiltración dependen de la localización respecto al nivel freático del sector, se evaluará multiplicando el Coeficiente De Infiltración de la zona (Ci) por la sumatoria de las áreas aferentes acumuladas del tramo en diseño (A).

$$Qi = Ci * \sum A$$

La región pertenece a una zona de Media infiltración (M), es decir, es una

zona montañosas con pendiente mayor al 20% circundada por dos quebradas en el sector sur del corregimiento y que pasan por el área residencial ($C_i = 0.30$ Lps/Ha).

b) Aportes Por Conexiones Erradas (Qce). El sistema de alcantarillado separado no presenta aporte por conexiones erradas en los colectores sanitarios debido al método empleado y a las especificaciones de la tubería para la red, pero para efectos del diseño debido a la cantidad de zonas verdes (patios, solares, etc.), se tomara como medida preventiva un *Coefficiente de conexiones erradas (Cce)* de 50 Lts/hab-día para el sector residencial y de 0.20 Lps/Ha para el sector institucional, este caudal por conexiones erradas (Qce) se determinará multiplicando el coeficiente (Cce) por la población (P) o por el área institucional.

$$Q_{ce} = C_{ce} * S$$

S: factor multiplicador dependiente del sector de desarrollo

- Sector residencial : $S = P / 86400$
- Sector institucional : $S = \sum (A_i)$

D. Caudal De Diseño (Qd). El caudal de diseño del sistema de aguas residuales se obtendrá sumando al caudal máximo horario, los aportes por infiltración y los aportes por conexiones erradas.

$$Q_d = Q_{MH} + Q_i + Q_{ce}$$

Qd: Caudal de diseño (Lps)

QMH: Caudal máximo horario (Lps)

Qi: Caudal debido a infiltraciones (Lps)

Qce: Caudal por conexiones erradas (Lps)

Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea inferior a 1.5 litros por segundo, se tomará como caudal de diseño mínimo 1.5 Lps por funcionamiento hidráulico de la red, generalmente en los tramos iniciales, en donde no es preciso considerar flujos promedios debido al reducido número de conexiones domiciliarias descargando simultáneamente en el colector.

Tabla 5. Calculo del caudal de diseño Alcantarillado Sanitario

| IDENTIFICACION | | | | | | AREAS PARCIALES DE APORTE | | | | AREAS TOTALES DE APORTE | | | | | CAUDAL DE APORTE MEDIO DIARIO | | | | | OTROS CAUDALES | | | CAUDALES DE DISEÑO | |
|----------------|-------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|---------------------------|-----------|------------|-----------|-------------------------|-----------|------------|------|---------|-------------------------------|--------|---------|------|---------|----------------|------|---------|--------------------|----|
| TRAMO | NIVEL SOCIO ECON. | DENSIDAD BRUTA | POBLACION | CONSUMO | Area resi | Area com. | Area ind. | Area inst. | Area resi | Area com. | Area ind. | Area inst. | Area | Q com. | Q com. | Q ind. | Q inst. | Q md | Qcon | Infilt. | Tipo | Qinf | Qmh | Qd |
| DE | A | Hab/Ha | Hab | L/Hab-dia | Ha | | | | Ha | | | | | Lts/seg | | | | | erradas | Infilt. | | Lts/seg | | |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) | (17) | (18) | (19) | (20) | | | | | |
| P(SJR1) | P(SJR2) | B | 500 | 100 | 250 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,40 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,40 | 0,26 | 0,00 | 0,00 | 0,52 | 0,78 | 0,14 | M | 0,18 | 2,34 | 2,66 | |
| P(SJR2) | P(SJR3) | B | 500 | 110 | 250 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,22 | 0,00 | 0,00 | 0,48 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,62 | 0,91 | 0,16 | M | 0,21 | 2,73 | 3,10 | |
| P(SJR3) | P(SJR4) | B | 193,19 | 98,5269 | 200 | 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,51 | 0,00 | 0,00 | 0,48 | 0,21 | 0,00 | 0,00 | 0,62 | 0,83 | 0,15 | M | 0,30 | 2,49 | 2,94 | |
| P(SJR4) | P(SJR5) | B | 193,19 | 131,3692 | 200 | 0,17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,68 | 0,00 | 0,00 | 0,48 | 0,27 | 0,00 | 0,00 | 0,62 | 0,90 | 0,17 | M | 0,35 | 2,69 | 3,21 | |
| P(SJR5) | P(SJR6) | B | 193,19 | 243,4194 | 200 | 0,46 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,26 | 0,00 | 0,00 | 0,48 | 0,51 | 0,00 | 0,00 | 0,62 | 1,13 | 0,24 | M | 0,52 | 3,39 | 4,15 | |
| P(SJR6) | P(SJR7) | B | 193,19 | 469,4517 | 200 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,43 | 0,00 | 0,00 | 0,48 | 0,98 | 0,00 | 0,00 | 0,62 | 1,60 | 0,37 | M | 0,87 | 4,81 | 6,05 | |
| P(SJR7) | P(SJR8) | B | 193,19 | 471,3836 | 200 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,44 | 0,00 | 0,00 | 0,48 | 0,98 | 0,00 | 0,00 | 0,62 | 1,61 | 0,37 | M | 0,88 | 4,82 | 6,06 | |
| P(SJR8) | P(SJR9) | B | 193,19 | 871,2869 | 200 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,51 | 0,00 | 0,00 | 1,23 | 1,82 | 0,00 | 0,00 | 1,60 | 3,41 | 0,75 | M | 1,72 | 10,24 | 12,71 | |
| P(SJR9) | P(SJR10) | B | 193,19 | 952,4267 | 200 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,93 | 0,00 | 0,00 | 1,23 | 1,98 | 0,00 | 0,00 | 1,60 | 3,58 | 0,80 | M | 1,85 | 10,75 | 13,39 | |
| P(SJR10) | P(SJR11) | B | 193,19 | 967,8819 | 200 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,01 | 0,00 | 0,00 | 1,23 | 2,02 | 0,00 | 0,00 | 1,60 | 3,62 | 0,81 | M | 1,87 | 10,85 | 13,52 | |
| P(SJR11) | P(SJR12) | B | 193,19 | 981,4052 | 200 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,08 | 0,00 | 0,00 | 1,23 | 2,04 | 0,00 | 0,00 | 1,60 | 3,64 | 0,81 | M | 1,89 | 10,93 | 13,64 | |
| P(SJR12) | P(SJR13) | B | 193,19 | 983,3371 | 200 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,09 | 0,00 | 0,00 | 1,23 | 2,05 | 0,00 | 0,00 | 1,60 | 3,65 | 0,82 | M | 1,90 | 10,94 | 13,65 | |
| P(SJR13) | P(SJR14) | B | 193,19 | 985,269 | 200 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,10 | 0,00 | 0,00 | 1,23 | 2,05 | 0,00 | 0,00 | 1,60 | 3,65 | 0,82 | M | 1,90 | 10,95 | 13,67 | |
| P(SJR14) | P(SJR15) | B | 193,19 | 987,2009 | 200 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,11 | 0,00 | 0,00 | 1,23 | 2,06 | 0,00 | 0,00 | 1,60 | 3,66 | 0,82 | M | 1,90 | 10,97 | 13,69 | |
| P(SJR15) | P(SJR16) | B | 193,19 | 989,1328 | 200 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,12 | 0,00 | 0,00 | 1,23 | 2,06 | 0,00 | 0,00 | 1,60 | 3,66 | 0,82 | M | 1,91 | 10,98 | 13,70 | |
| P(SJR16) | P(SJR17) | B | 193,19 | 991,0647 | 200 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,13 | 0,00 | 0,00 | 1,23 | 2,06 | 0,00 | 0,00 | 1,60 | 3,66 | 0,82 | M | 1,91 | 10,99 | 13,72 | |
| P(SJR18) | P(SJR19) | B | 500 | 15 | 250 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,17 | 0,03 | M | 0,04 | 0,51 | 1,50 | |
| P(SJR19) | P(SJR20) | B | 500 | 20 | 250 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,20 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,26 | 0,31 | 0,05 | M | 0,07 | 0,94 | 1,50 | |
| P(SJR20) | P(SJR21) | B | 500 | 70 | 250 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,55 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,75 | 0,18 | 0,00 | 0,00 | 0,98 | 1,16 | 0,19 | M | 0,27 | 3,47 | 3,93 | |
| P(SJR21) | P(SJR22) | B | 193,19 | 50,2294 | 200 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,26 | 0,00 | 0,00 | 0,75 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,98 | 1,08 | 0,18 | M | 0,30 | 3,24 | 3,72 | |
| P(SJR22) | P(SJR23) | B | 193,19 | 56,0251 | 200 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,75 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,98 | 1,09 | 0,18 | M | 0,31 | 3,28 | 3,77 | |
| P(SJR23) | P(SJR24) | B | 193,19 | 67,6165 | 200 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,35 | 0,00 | 0,00 | 0,75 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,98 | 1,12 | 0,19 | M | 0,33 | 3,35 | 3,87 | |
| P(SJR24) | P(SJR25) | B | 193,19 | 334,2187 | 200 | 0,24 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,73 | 0,00 | 0,00 | 0,75 | 0,70 | 0,00 | 0,00 | 0,98 | 1,67 | 0,34 | M | 0,74 | 5,01 | 6,10 | |
| P(SJR25) | P(SJR26) | B | 193,19 | 382,5162 | 200 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,98 | 0,00 | 0,00 | 0,75 | 0,80 | 0,00 | 0,00 | 0,98 | 1,77 | 0,37 | M | 0,82 | 5,32 | 6,51 | |
| P(SJR26) | P(SJR27) | B | 193,19 | 1,9319 | 200 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | M | 0,00 | 0,01 | 1,50 | |
| P(SJR27) | P(SJR28) | B | 193,19 | 3,8638 | 200 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | M | 0,01 | 0,02 | 1,50 | |
| P(SJR28) | P(SJR29) | B | 193,19 | 7,7276 | 200 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | M | 0,01 | 0,05 | 1,50 | |
| P(SJR29) | P(SJR30) | B | 193,19 | 9,6595 | 200 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | M | 0,02 | 0,06 | 1,50 | |
| P(SJR30) | P(SJR31) | B | 193,19 | 15,4552 | 200 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,01 | M | 0,02 | 0,10 | 1,50 | |
| P(SJR31) | P(SJR32) | B | 193,19 | 23,1828 | 200 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,01 | M | 0,04 | 0,14 | 1,50 | |
| P(SJR32) | P(SJR33) | B | 193,19 | 30,9104 | 200 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,02 | M | 0,05 | 0,19 | 1,50 | |
| P(SJR33) | P(SJR34) | B | 193,19 | 34,7742 | 200 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 | 0,02 | M | 0,05 | 0,22 | 1,50 | |
| P(SJR34) | P(SJR35) | B | 193,19 | 52,1613 | 200 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,27 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,03 | M | 0,08 | 0,33 | 1,50 | |
| P(SJR35) | P(SJR36) | B | 193,19 | 63,7527 | 200 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,04 | M | 0,10 | 0,40 | 1,50 | |
| P(SJR36) | P(SJR37) | B | 193,19 | 106,2545 | 200 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,55 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,22 | 0,06 | M | 0,17 | 0,66 | 1,50 | |
| P(SJR37) | P(SJR38) | B | 193,19 | 117,8459 | 200 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,61 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,07 | M | 0,18 | 0,74 | 1,50 | |
| P(SJR38) | P(SJR39) | B | 193,19 | 220,2366 | 200 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,46 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,46 | 0,13 | M | 0,34 | 1,38 | 1,85 | |
| P(SJR39) | P(SJR40) | B | 193,19 | 19,319 | 200 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,01 | M | 0,03 | 0,12 | 1,50 | |
| P(SJR40) | P(SJR41) | B | 193,19 | 42,5018 | 200 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,02 | M | 0,07 | 0,27 | 1,50 | |
| P(SJR41) | P(SJR42) | B | 193,19 | 69,5484 | 200 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,36 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,04 | M | 0,11 | 0,43 | 1,50 | |
| P(SJR42) | P(SJR43) | B | 193,19 | 5,7957 | 200 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | M | 0,01 | 0,04 | 1,50 | |
| P(SJR43) | P(SJR44) | B | 193,19 | 11,5914 | 200 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | M | 0,02 | 0,07 | 1,50 | |
| P(SJR44) | P(SJR45) | B | 193,19 | 19,319 | 200 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,01 | M | 0,03 | 0,12 | 1,50 | |
| P(SJR45) | P(SJR46) | B | 193,19 | 30,9104 | 200 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,02 | M | 0,05 | 0,19 | 1,50 | |
| P(SJR46) | P(SJR47) | B | 193,19 | 23,1828 | 200 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,01 | M | 0,04 | 0,14 | 1,50 | |
| P(SJR47) | P(SJR48) | B | 193,19 | 202,8495 | 200 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,42 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,42 | 0,12 | M | 0,32 | 1,27 | 1,70 | |
| P(SJR48) | P(SJR49) | B | 193,19 | 38,638 | 200 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,02 | M | 0,06 | 0,24 | 1,50 | |
| P(SJR49) | P(SJR50) | B | 193,19 | 15,4552 | 200 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,01 | M | 0,02 | 0,10 | 1,50 | |
| P(SJR50) | P(SJR51) | B | 193,19 | 30,9104 | 200 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,02 | M | 0,05 | 0,19 | 1,50 | |
| P(SJR51) | P(SJR52) | B | 193,19 | 38,638 | 200 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,02 | M | 0,06 | 0,24 | 1,50 | |
| P(SJR52) | P(SJR53) | B | 193,19 | 44,4337 | 200 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,23 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,03 | M | 0,07 | 0,28 | 1,50 | |
| P(SJR53) | P(SJR54) | B | 193,19 | 17,3871 | 200 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,01 | M | 0,03 | 0,11 | 1,50 | |
| P(SJR54) | P(SJR55) | B | 193,19 | 54,0932 | 200 | 0,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,28 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,03 | M | 0,08 | 0,34 | 1,50 | |
| P(SJR55) | P(SJR56) | B | 193,19 | 59,8889 | 200 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,31 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,03 | M | 0,09 | 0,37 | 1,50 | |
| P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

6.4 SALIDAS PLUVIALES

El diseño de drenaje pluvial se componen de colectores y estructuras complementarias diseñadas a flujo libre y enterradas, el objetivo de las salidas pluviales es alejar las aguas lluvias de la zonas residencial y descargarlas en las quebradas que pasa por la zona sur y oeste del corregimiento, esta descarga se hará por medio de colectores en tres puntos locales sobre la corriente receptora (Plano No.05)

6.4.1 Caudal De Diseño (Qd). La evaluación del caudal se hará por el Método Racional que matemáticamente se expresa así:

$$Qd = C * I * A$$

Qd : Caudal (Lps).

C : Coeficiente de escorrentía.

I : Intensidad de la lluvia (Lps/Ha).

A : Área de drenaje en hectáreas (Ha).

A. Coeficiente De Escorrentía (C). El coeficiente de escorrentía es función del tipo de suelo, la impermeabilización de la zona, la pendiente del terreno y otros factores que determinan la fracción de lluvia que se convierte en escorrentía. Para el corregimiento se adoptarán los siguientes valores:

Sector Coeficiente de Escorrentía (C)

- Desarrollo residencial con casas contiguas y predominio de zonas duras. (C =0.80)
- Desarrollos residenciales multifamiliares con bloques contiguos y

con zonas duras entre ellos (C = 0.70)

- Desarrollos residenciales con casa contiguas y predominio de jardines (C= 0.60)
- Residencial con casas rodeadas de jardines (C=0.50)

$$C = \sum Ci * Ai / \sum Ai$$

B. Intensidad De La Lluvia (I). La intensidad de la lluvia se determinará con las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia, estas curvas se basan por datos suministrados por el municipio en donde se expresa la intensidad (Lps/Ha) y la duración en minutos.

a) Período de Retorno (P). El período o frecuencia de retorno del aguacero de diseño se selecciono por las características del Área de Drenaje que para tramos iniciales con áreas tributarias menores a dos (2) hectáreas se toma un periodo de retorno de 2 años.

b) Tiempo De Concentración (Tc). Para efecto de utilización de curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia, la duración de la tormenta de diseño será igual al tiempo de concentración de la cuenca, el tiempo de concentración mínimo, para tramos iniciales de alcantarillado sin sistemas afluentes, será igual a 8 minutos.

El tiempo de recorrido dentro del colector (Tr), se estimará por medio de la fórmula de Manning y el tiempo total de concentración para cada tramo será la suma del tiempo de concentración inicial más el tiempo de recorrido dentro de los conductos que le preceden.

C. Área De Drenaje (A). Las áreas tributarias se delimitaron en base a la localización relativa de los sumideros transversales y laterales para la captación de la escorrentía proveniente de la cuenca y de la zona residencial directamente afectada, estas áreas se determinaron y se expresaron en hectáreas (Plano No. 05).

D. Calculo Del Caudal De Diseño. El calculo del caudal se tomo a partir del área de drenaje de la cuenca a la cual pertenece el corregimiento, para este análisis se tomaron exclusivamente las áreas pertenecientes al perímetro urbano y tomando en cuenta la ubicación de los diferentes sumideros determinados para las salidas pluviales.

Tabla 6. Cálculo del caudal de diseño de las Salidas Pluviales

| TRAMO | | AREAS PARCIALES DE APORTE | | | | | AREAS TOTALES DE APORTE | | | | | Coeficiente de Escorrentía | | | | | Parámetros de diseño Cálculo Coeficiente de Escorrentía | | | |
|----------|----------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|--|--------------|------------|----------------|
| DE | A | Sector Residen. | Sector Comer. | Sector Indust. | Sector Instit. | Sector Recrea. | Sector Residen. | Sector Comer. | Sector Indust. | Sector Instit. | Sector Recrea. | Sector Residen. | Sector Comer. | Sector Indust. | Sector Instit. | Sector Recrea. | | Area Parcial | Area Total | Coefic. Escor. |
| | | Ha | | | | | Ha | | | | | Cr | Cc | Cit | Cre | Cin | C ² Ai | Ha | Ha | C |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) | (17) | (18) | (19) | (20) | (21) |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ST(SJ)1 | P(SJ)L1 | 0,64 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,64 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 0,90 | 0,70 | 0,90 | 0,30 | 0,51 | 5,28 | 0,64 | 0,80 |
| P(SJ)L1 | ST(SJ)2 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,65 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 0,90 | 0,70 | 0,90 | 0,30 | 0,52 | 9,30 | 0,65 | 0,80 |
| ST(SJ)2 | P(SJ)L2 | 0,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 0,90 | 0,70 | 0,90 | 0,30 | 0,82 | 14,04 | 1,02 | 0,80 |
| P(SJ)L2 | P(SJ)L3 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 0,90 | 0,70 | 0,90 | 0,30 | 0,82 | 18,06 | 1,03 | 0,80 |
| P(SJ)L3 | P(SJ)L4 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 0,90 | 0,70 | 0,90 | 0,30 | 0,83 | 22,08 | 1,04 | 0,80 |
| P(SJ)L4 | P(SJ)L5 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 0,90 | 0,70 | 0,90 | 0,30 | 1,30 | 27,24 | 1,62 | 0,80 |
| P(SJ)L5 | P(SJ)L6 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,63 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 0,90 | 0,70 | 0,90 | 0,30 | 1,30 | 31,26 | 1,63 | 0,80 |
| P(SJ)L6 | SALIDA 1 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,64 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 0,90 | 0,70 | 0,90 | 0,30 | 1,31 | 35,28 | 1,64 | 0,80 |
| ST(SJ)3 | P(SJ)L7 | 0,81 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,81 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 0,90 | 0,70 | 0,90 | 0,30 | 0,65 | 37,62 | 0,81 | 0,80 |
| P(SJ)L7 | P(SJ)L8 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 0,90 | 0,70 | 0,90 | 0,30 | 1,61 | 44,02 | 2,01 | 0,80 |
| P(SJ)L8 | P(SJ)L9 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 0,90 | 0,70 | 0,90 | 0,30 | 1,62 | 48,04 | 2,02 | 0,80 |
| P(SJ)L9 | SALIDA 2 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 0,90 | 0,70 | 0,90 | 0,30 | 1,62 | 52,06 | 2,03 | 0,80 |
| ST(SJ)5 | P(SJ)L10 | 0,85 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,85 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 0,90 | 0,70 | 0,90 | 0,30 | 0,68 | 53,70 | 0,85 | 0,80 |
| P(SJ)L10 | P(SJ)L11 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 0,90 | 0,70 | 0,90 | 0,30 | 0,69 | 57,72 | 0,86 | 0,80 |
| P(SJ)L11 | SALIDA 3 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,87 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 0,90 | 0,70 | 0,90 | 0,30 | 0,70 | 61,74 | 0,87 | 0,80 |
| SL(SJ)1 | P(SJ)L4 | 0,57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 0,90 | 0,70 | 0,90 | 0,30 | 0,46 | 65,14 | 0,57 | 0,80 |
| SL(SJ)2 | P(SJ)L10 | 0,24 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,24 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 0,90 | 0,70 | 0,90 | 0,30 | 0,19 | 68,48 | 0,24 | 0,80 |
| ST(SJ)4 | P(SJ)L7 | 1,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 0,90 | 0,70 | 0,90 | 0,30 | 0,95 | 74,38 | 1,19 | 0,80 |

SALIDAS PLUVIALES

CORREGIMIENTO DE SAN JOSE DE SUAITA

6.5 NORMAS GENERALES DE DISEÑO

Metodologías a utilizar para la proyección, dimensionamiento y cálculo hidráulico de los sistemas de alcantarillado sanitario y salidas pluviales.

6.5.1. Localización Relativa De Colectores. La red de alcantarillado sanitario se proyecta por las carreras 3, 4, 5 y 6 del corregimiento, las cuales son por donde se localizan los colectores, el colector principal (colector A) se sitúa en la carrera 6 entre calle 7 y calle 10, esta carrera es la vía principal del corregimiento y por ende se ubica el colector principal el cual recolecta la totalidad de las aguas residuales residenciales debido a que es suministrado por el colector B que se encuentra en la calle 7 y cra. 5 entre calle 7ª y calle 6 y el colector C está ubicado en la cra.3, cra 4 y cra 4ª entre calle 8 y la vía de acceso a la planta de tratamiento de agua potable; el tramo secundario A está ubicado en la cra. 5 entre calle 1 y calle 6, el tramo secundario B se encuentra en la cra. 6 entre calle 3 y calle 6 y el tramo secundario C se localiza en la cra. 4 y el tramo secundario D se ubica en la cra 5 entre calle 8 y la vía que conduce al municipio de Guadalupe, además existen tramos independientes localizados dentro del área urbana, esta tubería está instalada en el eje de las vías ya sea calzada o zonas peatonales (Plano No.03).

El sistema de salidas pluviales están localizadas en puntos locales del corregimiento, esta localización se determinó en base a la captación de las aguas lluvias por parte de los sumideros; la salida pluvial 1 está localizada en la cra 5 y la cra 6 terminando en la calle 9, en la cual evacua sus aguas en la quebrada que pasa por la zona oeste del corregimiento; la salida pluvial 2 se

localiza en la cra.5 y la salida pluvial 3 esta ubicada en la cra. 6, estas salidas evacuan sus aguas en la quebrada principal que pasa el casco urbano, la tubería de las salidas pluviales se colocaran en el centro de la media vía; estos parámetros de localización relativa de tubería se determinaron debido a que la red sanitaria abarca mas área para su implementación que el sistema de salidas pluviales.

La distancia mínima horizontal entre alcantarillados, está condicionada a los anchos permitidos para cada uno de los colectores a instalar, los cuales garanticen condiciones de cimentación en zanja con respecto a los niveles relativos en los colectores, las claves de los alcantarillados pluviales estarán 50 cm. por debajo de las de los colectores sanitarios, además de la mayor distancia horizontal posible de las redes de distribución del acueducto.

6.5.2. Profundidades De Los Colectores. Los sistemas de alcantarillado se colocaran a la profundidad necesaria para permitir el drenaje por gravedad de las aguas negras y lluvias de su área aferente o tributaria. La profundidad del alcantarillado con respecto a la cota extradós de la tubería, no será menor de 0.60 m en zona peatonal o verde y de 0.90 m en zonas vehiculares.

6.5.3. Diseño Hidráulico. El movimiento hidráulico en colectores se efectúa en flujos no permanentes (caudales variables en espacio y tiempo), gradualmente variados (lamina de agua, velocidades, etc); pero dadas las condiciones de evaluación de los caudales del proyecto (caudales picos máximos) el procedimiento de cálculo se basará en suponer que el flujo es

permanente y uniforme en el conducto para la utilización de la fórmula de Manning.

$$V_o = R_o^{2/3} * S^{1/2} / N$$

$$Q_o = V_o * A$$

V_o : Velocidad a tubo lleno(m/seg).

Q_o : Caudal a tubo lleno(m³/seg).

A : Área hidráulica del conducto para condiciones a tubo lleno(m²).

R : Radio hidráulico a tubo lleno (m).

S : Pendiente de batea del conducto (m/m).

N : Coeficiente de Rugosidad de Manning.

A. Coeficiente De Rugosidad De Manning (N). El coeficiente de rugosidad (N) de la fórmula de Manning depende de las características del conducto, la clase de tubería a instalar se determino como Tubería de Cloruro de Polivinilo (PVC Novafort) con un coeficiente $N = 0.009$.

B. Pendiente Del Conducto (S). La pendiente de batea del conducto se estipulo de tal manera que se ajustara a la topografía del terreno y que cumpla con las velocidades permisibles para el caudal de diseño del tramo.

C. Dimensionamiento De La Sección Del Conducto. El dimensionamiento de la sección del conducto se hará con base en la fórmula de Manning, utilizando los valores de caudal (Q), rugosidad (N) y pendientes (S) escogidas para cada tramo en particular.

Para diámetro interno del tramo (d_o), en metros.

$$Q_o = 31.168547 * d_o^{8/3} * S^{1/2} / N$$

$$V_o = 0.001273 * Q_o / d_o$$

Q_o : Caudal a tubo lleno (Lps)

V_o : Velocidad a tubo lleno (m/s)

S : Pendiente del tramo (%).

N : Coeficiente de Rugosidad de Manning

La relación del caudal de diseño con la de tubo lleno (Q/Q_o) será de 0.90 máximo y el diámetro mínimo en alcantarillados sanitarios será de 8 pulgadas y en los colectores pluviales de 12 pulgadas para evitar obstrucciones en el colector, ocasionado por agentes externos adicionales al caudal de escorrentía transportado (basuras y otros), además las conexiones domiciliarias se harán con diámetro mínimo de 6 pulgadas.

La velocidad media real en el conducto (V), la profundidad de lámina de agua (Y) y la profundidad hidráulica (D) de los conductos circulares se determinarán partiendo de la relación Q/Q_o , mediante las tablas de relaciones hidráulicas(anexo 12), determinada la velocidad media (V) y la profundidad hidráulica (D) se calculará el número de Froude (F).

$$F = v / \sqrt{2 * g}$$

V : Velocidad media (m/s).

D : Profundidad hidráulica (m).

g : Aceleración de la gravedad (9.81 m/s^2).

El número de Froude (F) establece el régimen del flujo sobre el tramo, si es subcrítico ($F < 0.90$) o supercrítico ($F > 1.10$), evitando flujo inestable en los conductos, el número de Froude debe ser menor de 0.90 o mayor de 1.10, condición que servirá de base para el análisis hidráulico en la unión de colectores.

D. Velocidades Permisibles En Los Conductos

1) Velocidades Mínimas. La velocidad mínima de un tramo de alcantarillado debe cumplir las siguientes condiciones:

- La velocidad mínima a tubo lleno (V_0) será mayor de 0.6 m/s en alcantarillados sanitarios y 1.0 m/s en las salidas pluviales.
- La velocidad real en el conducto (V), la cual estará afectada por la naturaleza del agua transportada (residual o pluvial), las características del material arrastrado por el agua, el caudal de diseño transportado, y el dimensionamiento del colector.

Se establece una velocidad mínima que verifique las condiciones de auto limpieza y evite sedimentación en el tramo de alcantarillado. Este análisis se evalúa la Fuerza de arrastre Tractiva (F_t), definida hidráulicamente como la fuerza tangencial producida por el flujo del agua sobre las partículas que componen el perímetro mojado del conducto, especialmente sobre las paredes interiores donde podría ocurrir la sedimentación.

$$F_t = 10 * R * S$$

F_t : Fuerza tractiva (Kg/m²)

R : Radio hidráulico para el caudal de diseño del tramo(m).

S : Pendiente del colector (%).

La fuerza tractiva para el alcantarillado sanitario se estimo en 0.15 Kg/m² con una V min de 0.4 m/s y de 0.35 Kg/m² con V min de 0.7 m/s para los colectores pluviales.

2) Velocidades Máximas. Los valores máximos permisibles para la velocidad media en los conductos sanitarios y pluviales se determinan en función del material de la tubería (PVC Novafort), por consiguiente se estipula una Vmax de 10 m/s.

| MATERIAL | V MAX |
|-----------------------------|-------|
| Ladrillo común | 3 |
| Ladrillo vitrificado y gres | 5 |
| Concreto fc=2000 psi | 3 |
| Concreto fc=3000 psi | 6 |
| Concreto fc=4000 psi | 10 |
| Cloruro de polivinilo | 10 |
| Asbesto cemento | 10 |

E. Unión De Colectores. En la intersección de colectores se determinan los cambios de alineamiento en planta o perfil, este empalme se efectuará con estructuras hidráulicas denominadas estructuras-pozo, estas estructura se comunican a la superficie mediante los pozos de inspección; el diseño hidráulico consiste en evaluar las pérdidas que se producen en la unión de la

estructura-pozo, con el fin de estimar el nivel de salida del sistema de alcantarillado ya sea sanitario o pluvial, este análisis varía de acuerdo con el régimen del flujo tanto del colector principal como de los colectores afluentes.

a) Régimen Subcrítico. Aplicable el criterio de conservación de energía, el cual consiste en considerar que cuando dos o más colectores concurren a una estructura - pozo, la cota de energía del colector de salida será menor o igual que la de los colectores afluentes, con el fin de evitar remansos que alteren el funcionamiento óptimo del sistema de alcantarillado.

La energía específica en cualquier punto respecto al fondo del conducto, estará determinada por la suma de la profundidad del agua (Y) y la cabeza de velocidad media del tramo ($V^2 / 2 * g$). La cota de energía en ese punto se determinará adicionando a la cota de batea del conducto la energía específica. La pérdida de energía ocasionada en la unión de la estructura - pozo, se materializa mediante el cálculo de una caída en el mismo.

$$\Delta H : \Delta H_e + \Delta H_c$$

$$\Delta H_e : \Delta E + 0.2 * (HV_2 - HV_1)$$

$$\Delta H_c = k * V^2 / 2 * g$$

ΔH : Caída a proporcionar en la cota de batea del colector que llega con nivel de energía más bajo a la estructura - pozo.

H_e : Pérdida de energía por efecto de la intersección.

E : Diferencia de las energías específicas del colector de salida y del colector que llega con nivel de energía más bajo a la estructura - pozo.

HV_2 : Cabeza de velocidad del colector de salida del pozo.

HV_1 : Cabeza de velocidad del colector que llega con cota de energía más baja a la estructura - pozo.

H_c : Pérdida de energía por cambio de alineamiento del colector principal,

V : Velocidad promedio del colector principal (llegada y salida).

b) Régimen Supercrítico. Los conceptos de energía para régimen subcrítico no son directamente aplicables para tramos de alcantarillados y confluencias de colectores que fluyan con régimen supercrítico, pero se exponen parámetros hidráulicos adaptables para estos casos:

1) Unión de colectores sin caída en la estructura-pozo. En la mayoría de los casos del alcantarillado sanitario se presentó este caso, en donde es posible hacer la intersección de los conductos o colectores sin necesidad de proveer a la estructura del pozo de una caída apreciable entre la entrada y la salida pero siguiendo los siguientes parámetros:

- La elevación de la superficie del agua en los colectores que llegan debe ser aproximadamente la misma.
- La cota de energía del colector de salida debe ser menor que las de los colectores de llegada, para evitar resaltos en la estructura - pozo.
- El máximo ángulo de intersección entre colectores principales se hará de acuerdo con la siguiente clasificación:

| Angulo (Δ) | Diámetro del colector de salida (Ds) |
|---------------------|--------------------------------------|
| 90° | Ds ≤ 10" |
| 75° | 10" < Ds ≤ 14" |
| 60° | 14" < Ds ≤ 21" |
| 45° | 21" < Ds ≤ 36" |
| 15° | Ds > 36" |

- Se debe adecuar la unión en la estructura-pozo, con el fin de evitar alteraciones en el flujo y disminuir las pérdidas en la confluencia de los colectores.
- Cuando se unan dos colectores cuyos diámetros equivalentes sean mayores o iguales a 1.0 metros, se estudiará la estructura de unión por medio de la ecuación de cantidad de movimiento.

2) Unión de colectores con caída en la estructura-pozo. Para los casos en los cuales no es justificable o no hay espacio para construir estructuras como las sugeridas es posible hacer estructuras-pozos convencionales, que bien son estructuras más compactas, requiere en algunas ocasiones de caídas relativamente grandes dentro de la estructura.

Este tipo de estructura - pozo se presento en las entregas de las salidas pluviales y esta limitado a caudales efluentes menores de 5 m³/s, en los cuales se controlaron velocidades que ocasionarían desgaste por abrasión en el pozo de alcantarillado.

F. Estructura–Pozo. Las estructura-pozo con su respectivo pozo de inspección forman la estructura *Pozo De Alcantarillado*, el cual permite acceso para su respectivo mantenimiento, estos pozos fueron proyectados desde el comienzo del proyecto con un distanciamiento máximo de 90 metros entre cada uno, para el sistema de alcantarillado sanitario se determinaron 52 pozos pertenecientes a tres colectores principales y tramos secundarios que abarcan la totalidad de la recolección de la aguas residuales del corregimiento, estas estructuras corresponden básicamente al volumen de concreto comprendido entre las longitudes Lpi y Lpd, y la altura divisoria de los niveles de concreto y mampostería, denominada Cota A (CA).

El diámetro de la estructura - pozo (D_p), estará dado en función del diámetro de salida del colector principal (D_s); garantizando en cada estructura de unión el respectivo análisis hidráulico, así como los elementos de desarrollo de las curvas y las caídas estimadas.

G. Pozos De Inspección. Componente de la estructura-pozo, construida a partir de la cota A hasta la cota rasante del pozo, estas estructuras determinadas como *Pozo San José Agua residual* fueron previamente nombrados (P(SJ) R) y localizados dentro del área del proyecto; en la red sanitaria estos pozos se dividieron en las siguientes secciones, al colector A pertenecen lo pozos R No. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17, al colector B corresponden los pozos R No 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 y 25, al colector C pertenecen los pozos R No. 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 y 33, 34 35,36 37 y 38, al tramo secundario A los pozos R No. 45, 46, 47 y 48, el tramo secundario B los pozos R No. 49,50 y 51, al tramo secundario C los pozos R No. 39,40 y 4, al tramo secundario D los pozos R No. 42, 43 y 44, el pozo R No.52 se encuentra como pozo inicial e independiente, el cual recolecta las aguas vertidas por la Telecom y el puesto de policía.

En la evacuación de las aguas lluvias los pozos se determinaron como Pozo San José Agua Lluvia y se nombraron (P(SJ)L), para la salida 1 se establecieron los pozos L No. 1, 2, 3, 4, 5, y 6, para la salida 2 los pozos L No. 7, 8 y 9 y para la salida 3 los pozos L No. 10 y 11, esta tubería transporta la escorrentía superficial de las vías de la base urbana proveniente de los sumideros hasta las quebradas,

Estos pozos de inspección permiten el acceso al colector con el fin de prever el mantenimiento adecuado del sistema de alcantarillado tanto sanitario como pluvial.

El diámetro de salida para los pozos se calculó en base al diámetro de salida de la tubería, estimándose en su totalidad pozos con diámetro de 1.20 m, estos pozos presentan las mismas características tanto para la red sanitaria como para los colectores pluviales, esta estructura - pozo convencional en concreto simple se utilizó para profundidades del sistema inferiores a seis (6) metros.

6.5.4 Estructuras Y Obras Complementarias De Alcantarillado

A. Cimentaciones De Los Colectores. El ancho de excavación para la cimentación de un tramo de alcantarillado se especifica para condiciones de zanja.

$$B = De + 0.40 m$$

B : Ancho máximo de la zanja en el estrados de la tubería (m).

De: Diámetro exterior de la tubería (m).

$$B = 0.2032 \text{ m} + 0.40 \text{ m} = 0.6032 \text{ m}$$

| PENDIENTE | CIMENTACION |
|--------------|---|
| 9% AL 15% | TIPO III - se atracara un tubo cada 6,0 m |
| 15% AL 20% | TIPO III - se atracara un tubo cada 4,0 m |
| 20% AL 25% | TIPO IV - se atracara en toda su longitud |
| MAYOR DE 25% | TIPO V - se atracara en toda su longitud |

Se presentan tramos con pendiente inferior al 9% en donde se establecieron las condiciones mínimas de instalación de la tubería, debido a que se presentaron altas velocidades y en los cuales se determino atracar la tubería para proporcionar estabilidad al colector.

Para el sistema de alcantarillado sanitario los tramos 16, 19, 24, 25, 26, 30, 33, 34, 37 y 57 que poseen una pendiente del 9% al 15%, se procederá con una cimentación Tipo II y se atracara 0.5 m de tubería por cada 6.0 m, para los tramos 45 y 47 con pendiente del 15% al 20% se cimentara con Tipo II y se atracará 0.7 m de tubería por cada 6.0 m, los tramos 40 y 46 con pendiente del 20% al 25%, se harán con una cimentación Tipo II y se atracara en 1 m de tubería cada 3.0 m y el tramo 22 con pendiente mayor del 25% se efectuara con una cimentación Tipo II escalonada y se atracara en 1 m de tubería por cada 3.0 m de longitud.

En el sistema de las salidas pluviales los tramos 2, 7 Y 12 con pendiente del 9% al 15%, cimentación Tipo II y se atracara 0.5 m de tubo por cada 6.0 m, el

tramo 8 con pendiente del 15% al 20% se cimentara con Tipo II y se atracará 0.7 m de tubo por cada 6.0 m, los tramos 1 y 15 con pendiente del 20% al 25% se cimentaran con Tipo II y se atracaran 1 m de longitud por cada 3.0 m de tubería.

B. Conexiones Domiciliarias. Las 158 conexiones domiciliarias y las 8 instituciones municipales, se instalaran con diámetro de 6 pulgadas y una pendiente mínima de conexión del 2% entre la caja domiciliaria y el sistema de alcantarillado sanitario, esta entrega se efectuar con un ángulo horizontal de 45° y con "yee" a la llegada al colector.

C. Sumideros. Estructuras para la captación de la escorrentía superficial diseñadas en forma lateral o transversal al sentido del flujo, estas unidades se localizaron en puntos estratégicos en las vías vehiculares del corregimiento; se ubicaron cinco(5) sumideros transversales(ST), el sumidero ST(SJ)1 esta localizado en la cra. 4ª con calle 9, el ST(SJ)2 en la cra. 5 con la vía hacia Guadalupe, el ST(SJ)3 en la cra. 5 con calle 8, el ST(SJ)4 en la cra. 5 con calle 7 y el sumidero ST(SJ)5 esta localizado en la cra. 6 con calle 7, además se ubicaron dos(2) sumideros laterales(SL), el primero situado en la cra. 6 con calle 9 y el segundo en la cra.6 con calle 5, para el sumidero tipo lateral (SL-longitud en centímetros) o transversal (ST- ancho en centímetros) el dimensionamiento de la red de conexión al sistema de alcantarillado (pozo) o a las fuentes receptoras, se efectuaron en diámetro mínimo de 12 pulgadas y pendiente superior al 2%.

D. Entregas De Aguas Lluvias. Estructura para disipar la energía del caudal de aguas lluvias entregado, la cual asegura de esta forma un

adecuado transporte del caudal con la fuente receptora, en estos componentes se fundamentaron criterios de diseño acordes al tipo de estructura como el cabezote de entrega, la cual cumple con los siguientes parámetros:

- a. El flujo incorporado a la corriente receptora será en régimen subcrítico ($F < 0.90$).
- b. El ángulo de intersección del sistema de entrega con respecto al sentido del flujo en el cauce no será mayor de 45° .
- c. El tipo de estructuras de entrega especificado se utiliza para caudales menores de 1 y 5 m³/s y la velocidad del flujo aguas abajo no excede los 1.5 m/s.
- d. El sitio de entrega de la estructuras cabezote se protegerá con el fin de evitar erosiones locales y permitir una transición adecuada entre el sistema de descarga y el cauce receptor, esta protección consistirá en un revestimiento del lecho y de los taludes de la quebrada en una longitud mínima.

6.5.5 Especificaciones Generales De Los Materiales

A. Tuberías. El tipo de tubería Policloruro de vinilo (PVC Novafort) será seleccionado de acuerdo con las condiciones propias del alcantarillado proyectado; tales como, características de las aguas residuales, cargas externas actuantes sobre la tubería, condiciones del suelo y posibilidades de abrasión, especificaciones referentes a las normas ICONTEC 1087 e ICONTEC 205 y 212, relacionadas con los ensayos de absorción y resistencia a la rotura por el método de los tres apoyos.

B. Concretos. Las estructuras en concreto tendrán una resistencia mínima a la compresión que se instalará en obra y los materiales que conforman el concreto son: el cemento Pórtland, el agregado grueso (piedra triturada o grava de cierta granulometría), agregado fino (arena natural de granulometría específica) y agua con o sin aditivos, los materiales como Cemento Pórtland cumplirán las normas ICONTEC 30, 121 y 321, el Agregado grueso, ICONTEC 126 y 174 y el Agregado fino, ICONTEC 127 y 174

C. Acero De Refuerzo. Las estructuras en concreto reforzado, la resistencia del acero de refuerzo tendrá un esfuerzo de fluencia de $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, considerada para el diseño de cada estructura en particular.

6.5.6 Cálculos Hidráulicos. Los cálculos se hicieron por medio de unas hojas de calculo, en estas se fundamentaron las normas técnicas tanto para alcantarillados sanitarios como pluviales y en las cuales se represento el diseño de la red alcantarillado sanitario y las salidas pluviales para el corregimiento.

El método de calculo que se utilizo para el alcantarillado sanitario y las salidas pluviales fue el caudal por áreas, es así como se especifica en la hoja de calculo de parámetros el termino A(área), para la deducción del tipo de alcantarillado se determina como S para sanitario y P parar pluvial, también en este ítem se especifica el nivel socioeconómico del área en estudio para definir el consumo por habitante y la densidad poblacional del corregimiento, especificando el numero de habitantes que residen por cada casa o domiciliaria en particular.

A. Alcantarillado Sanitario

Tabla 7. Parámetros de diseño Alcantarillado Sanitario

| Diametro de pozos | | Parámetros | | | Consumo | Infiltración |
|-------------------|------|------------------------------------|---------|---|---------|--------------|
| Øpozo | Øs | | | | | |
| 0,80 | | Relación Q/Qo máximo | 0,90 | A | 320 | 0,40 |
| 1,20 | 0,69 | Vo mínimo | 0,60 | M | 240 | 0,30 |
| 1,80 | 0,91 | Velocidad mínima | 0,40 | B | 200 | 0,20 |
| 2,20 | 1,10 | Fuerza tractiva mínima | 0,15 | | | |
| 2,80 | 1,50 | Límite Froude Subcrítico | 0,90 | | | |
| | | Límite Froude Supercrítico | 1,10 | | | |
| | | Profundidad mínima | 0,90 | | | |
| | | Coeficiente de Retorno | 0,90 | | | |
| | | Caudal por Area o Vivienda (A/V) | A | | | |
| | | Alcantarillado Tipo (S/P/C) | S | | | |
| | | Nivel Socio-económico (A/M/B) | B | | | |
| | | Tipo Infiltración (A/M/B) | M | | | |
| | | Densidad (hab/ha) | 117,23 | | | |
| | | No. Hab por Vivienda | 4,00 | | | |
| | | Parámetros para Cantidades de Obra | | | | |
| | | % Exc. en Tierra | 30,00% | | | |
| | | % Exc. en Material Granular | 60,00% | | | |
| | | % Exc. en Roca | 10,00% | | | |
| | | % Exc. con Entibado | 10,00% | | | |
| | | % Exc. con Acarreo Libre | 90,00% | | | |
| | | % Aprov. en Tierra | 100,00% | | | |
| | | % Aprov. en Material Granular | 50,00% | | | |
| | | % Aprov. en Roca | 0,00% | | | |

Fuente; Hoja de calculo ALC.SAN (Corregimiento de San José De Suaita)

Tabla 8. Datos de entrada Alcantarillado Sanitario.

| No. | Pozo | Cras | øpozo | Tramo No. | Tramos que llegan | | | Pozos | | DE | A | Alcantarillado Sanitario | | | | | |
|-----|------------------|---------|-------|-----------|-------------------|----|----|-------|----|----------|-------------|--------------------------|--------|------|------|------|-------|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | De | A | | | Densidad | o. Viv | Ares | Acom | Aind | Ainst |
| 1 | P(SJ)R1 | 1437,41 | 1,20 | 1 | | | | 1 | 2 | P(SJ)R1 | P(SJ)R2 | 117,23 | | 0,20 | | | 0,53 |
| 2 | P(SJ)R2 | 1434,98 | 1,20 | 2 | 1 | | | 2 | 3 | P(SJ)R2 | P(SJ)R3 | 117,23 | | 0,02 | | | 0,20 |
| 3 | P(SJ)R3 | 1431,79 | 1,20 | 3 | 2 | 44 | | 3 | 4 | P(SJ)R3 | P(SJ)R4 | 117,23 | | 0,22 | | | |
| 4 | P(SJ)R4 | 1430,98 | 1,20 | 4 | 3 | | | 4 | 5 | P(SJ)R4 | P(SJ)R5 | 117,23 | | 0,22 | | | |
| 5 | P(SJ)R5 | 1428,57 | 1,20 | 5 | 4 | 45 | | 5 | 6 | P(SJ)R5 | P(SJ)R6 | 117,23 | | 0,59 | | | |
| 6 | P(SJ)R6 | 1424,55 | 1,20 | 6 | 5 | 46 | | 6 | 7 | P(SJ)R6 | P(SJ)R7 | 117,23 | | 0,21 | | | |
| 7 | P(SJ)R7 | 1421,62 | 1,20 | 7 | 6 | | | 7 | 8 | P(SJ)R7 | P(SJ)R8 | 117,23 | | 0,06 | | | |
| 8 | P(SJ)R8 | 1420,85 | 1,20 | 8 | 7 | 24 | | 8 | 9 | P(SJ)R8 | P(SJ)R9 | 117,23 | | 0,13 | | | |
| 9 | P(SJ)R9 | 1420,41 | 1,20 | 9 | 8 | 54 | | 9 | 10 | P(SJ)R9 | P(SJ)R10 | 117,23 | | 0,14 | | | |
| 10 | P(SJ)R10 | 1418,90 | 1,20 | 10 | 9 | | | 10 | 11 | P(SJ)R10 | P(SJ)R11 | 117,23 | | 0,10 | | | |
| 11 | P(SJ)R11 | 1418,29 | 1,20 | 11 | 10 | 55 | | 11 | 12 | P(SJ)R11 | P(SJ)R12 | 117,23 | | 0,05 | | | |
| 12 | P(SJ)R12 | 1418,00 | 1,20 | 12 | 11 | | | 12 | 13 | P(SJ)R12 | P(SJ)R13 | 117,23 | | 0,01 | | | |
| 13 | P(SJ)R13 | 1417,87 | 1,20 | 13 | 12 | | | 13 | 14 | P(SJ)R13 | P(SJ)R14 | 117,23 | | 0,01 | | | |
| 14 | P(SJ)R14 | 1415,25 | 1,20 | 14 | 13 | | | 14 | 15 | P(SJ)R14 | P(SJ)R15 | 117,23 | | 0,01 | | | |
| 15 | P(SJ)R15 | 1413,41 | 1,20 | 15 | 14 | | | 15 | 16 | P(SJ)R15 | P(SJ)R16 | 117,23 | | 0,01 | | | |
| 16 | P(SJ)R16 | 1412,98 | 1,20 | 16 | 15 | | | 16 | 17 | P(SJ)R16 | P(SJ)R17 | 117,23 | | 0,01 | | | |
| 17 | P(SJ)R17 | 1410,61 | 1,20 | 17 | | | | 18 | 19 | P(SJ)R18 | P(SJ)R19 | 117,23 | | 0,05 | | | 0,10 |
| 18 | P(SJ)R18 | 1453,11 | 1,20 | 18 | 17 | | | 19 | 20 | P(SJ)R19 | P(SJ)R20 | 117,23 | | 0,03 | | | 0,10 |
| 19 | P(SJ)R19 | 1451,07 | 1,20 | 19 | 18 | | | 20 | 21 | P(SJ)R20 | P(SJ)R21 | 117,23 | | 0,16 | | | 0,55 |
| 20 | P(SJ)R20 | 1449,41 | 1,20 | 20 | 19 | | | 21 | 22 | P(SJ)R21 | P(SJ)R22 | 117,23 | | 0,16 | | | |
| 21 | P(SJ)R21 | 1438,52 | 1,20 | 21 | 20 | | | 22 | 23 | P(SJ)R22 | P(SJ)R23 | 117,23 | | 0,05 | | | |
| 22 | P(SJ)R22 | 1437,76 | 1,20 | 22 | 21 | | | 23 | 24 | P(SJ)R23 | P(SJ)R24 | 117,23 | | 0,09 | | | |
| 23 | P(SJ)R23 | 1437,55 | 1,20 | 23 | 22 | 37 | | 24 | 25 | P(SJ)R24 | P(SJ)R25 | 117,23 | | 0,32 | | | |
| 24 | P(SJ)R24 | 1431,52 | 1,20 | 24 | 23 | 51 | | 25 | 8 | P(SJ)R25 | P(SJ)R8 | 117,23 | | 0,07 | | | |
| 25 | P(SJ)R25 | 1427,62 | 1,20 | 25 | | | | 26 | 27 | P(SJ)R26 | P(SJ)R27 | 117,23 | | 0,01 | | | |
| 26 | P(SJ)R26 | 1459,74 | 1,20 | 26 | 25 | | | 27 | 28 | P(SJ)R27 | P(SJ)R28 | 117,23 | | 0,01 | | | |
| 27 | P(SJ)R27 | 1456,26 | 1,20 | 27 | 26 | | | 28 | 29 | P(SJ)R28 | P(SJ)R29 | 117,23 | | 0,03 | | | |
| 28 | P(SJ)R28 | 1454,52 | 1,20 | 28 | 27 | | | 29 | 30 | P(SJ)R29 | P(SJ)R30 | 117,23 | | 0,01 | | | |
| 29 | P(SJ)R29 | 1453,66 | 1,20 | 29 | 28 | | | 30 | 31 | P(SJ)R30 | P(SJ)R31 | 117,23 | | 0,12 | | | |
| 30 | P(SJ)R30 | 1452,70 | 1,20 | 30 | 29 | | | 31 | 32 | P(SJ)R31 | P(SJ)R32 | 117,23 | | 0,10 | | | |
| 31 | P(SJ)R31 | 1451,36 | 1,20 | 31 | 30 | | | 32 | 33 | P(SJ)R32 | P(SJ)R33 | 117,23 | | 0,06 | | | |
| 32 | P(SJ)R32 | 1447,17 | 1,20 | 32 | 31 | | | 33 | 34 | P(SJ)R33 | P(SJ)R34 | 117,23 | | 0,05 | | | |
| 33 | P(SJ)R33 | 1446,98 | 1,20 | 33 | 32 | | | 34 | 35 | P(SJ)R34 | P(SJ)R35 | 117,23 | | 0,11 | | | |
| 34 | P(SJ)R34 | 1446,08 | 1,20 | 34 | 33 | | | 35 | 36 | P(SJ)R35 | P(SJ)R36 | 117,23 | | 0,09 | | | |
| 35 | P(SJ)R35 | 1443,95 | 1,20 | 35 | 34 | 47 | | 36 | 37 | P(SJ)R36 | P(SJ)R37 | 117,23 | | 0,04 | | | |
| 36 | P(SJ)R36 | 1441,41 | 1,20 | 36 | 35 | | | 37 | 38 | P(SJ)R37 | P(SJ)R38 | 117,23 | | 0,14 | | | |
| 37 | P(SJ)R37 | 1440,29 | 1,20 | 37 | 36 | 40 | 41 | 38 | 24 | P(SJ)R38 | P(SJ)R24 | 117,23 | | 0,23 | | | |
| 38 | P(SJ)R38 | 1436,90 | 1,20 | 38 | | | | 39 | 41 | P(SJ)R39 | P(SJ)R41 | 117,23 | | 0,16 | | | |
| 39 | P(SJ)R39 | 1447,97 | 1,20 | 39 | 56 | | | 40 | 41 | P(SJ)R40 | P(SJ)R41 | 117,23 | | 0,13 | | | |
| 40 | P(SJ)R40 | 1445,94 | 1,20 | 40 | 38 | 39 | | 41 | 38 | P(SJ)R41 | P(SJ)R38 | 117,23 | | 0,06 | | | |
| 41 | P(SJ)R41 | 1445,46 | 1,20 | 41 | | | | 42 | 38 | P(SJ)R42 | P(SJ)R38 | 117,23 | | 0,07 | | | |
| 42 | P(SJ)R42 | 1438,14 | 1,20 | 42 | | | | 42 | 43 | P(SJ)R42 | P(SJ)R43 | 117,23 | | 0,13 | | | |
| 43 | P(SJ)R43 | 1436,87 | 1,20 | 43 | 42 | | | 43 | 44 | P(SJ)R43 | P(SJ)R44 | 117,23 | | 0,09 | | | |
| 44 | P(SJ)R44 | 1435,15 | 1,20 | 44 | 43 | | | 44 | 3 | P(SJ)R44 | P(SJ)R3 | 117,23 | | 0,11 | | | |
| 45 | P(SJ)R45 | 1430,21 | 1,20 | 45 | 42 | | | 43 | 5 | P(SJ)R43 | P(SJ)R5 | 117,23 | | 0,08 | | | |
| 46 | P(SJ)R46 | 1428,89 | 1,20 | 46 | 36 | 40 | 41 | 38 | 6 | P(SJ)R38 | P(SJ)R6 | 117,23 | | 0,08 | | | |
| 47 | P(SJ)R47 | 1428,46 | 1,20 | 47 | 31 | | | 33 | 36 | P(SJ)R33 | P(SJ)R36 | 117,23 | | 0,05 | | | |
| 48 | P(SJ)R48 | 1428,04 | 1,20 | 48 | | | | 45 | 46 | P(SJ)R45 | P(SJ)R46 | 117,23 | | 0,10 | | | |
| 49 | P(SJ)R49 | 1418,96 | 1,20 | 49 | 48 | | | 46 | 47 | P(SJ)R46 | P(SJ)R47 | 117,23 | | 0,15 | | | |
| 50 | P(SJ)R50 | 1419,05 | 1,20 | 50 | 49 | | | 47 | 48 | P(SJ)R47 | P(SJ)R48 | 117,23 | | 0,10 | | | |
| 51 | P(SJ)R51 | 1419,20 | 1,20 | 51 | 50 | | | 48 | 25 | P(SJ)R48 | P(SJ)R25 | 117,23 | | 0,06 | | | |
| 52 | P(SJ)R52 | 1421,27 | 1,20 | 52 | | | | 49 | 50 | P(SJ)R49 | P(SJ)R50 | 117,23 | | 0,12 | | | |
| 53 | Cabezote Entrega | 1408,50 | 1,20 | 53 | 52 | | | 50 | 51 | P(SJ)R50 | P(SJ)R51 | 117,23 | | 0,25 | | | |
| | | | | 54 | 53 | | | 51 | 9 | P(SJ)R51 | P(SJ)R9 | 117,23 | | 0,07 | | | |
| | | | | 55 | | | | 52 | 11 | P(SJ)R52 | P(SJ)R11 | 117,23 | | 0,08 | | | |
| | | | | 56 | 30 | | | 32 | 40 | P(SJ)R32 | P(SJ)R40 | 117,23 | | 0,05 | | | |
| | | | | 57 | 16 | | | 17 | 53 | P(SJ)R17 | bezote Entr | 117,23 | | 0,01 | | | |

Tabla 9. Cálculos Hidráulicos Alcantarillado Sanitario

| TRAMO | | CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL COLECTOR | | | | | | CONDICIONES HIDRÁULICAS DEL COLECTOR | | | | | | Tiempo recorrido tramo Tr | Caída en el Tramo m | | |
|----------|----------|--|-------------|---------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|--------------------------------------|------|-----------------|-------------------------|------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------|------------|----------|
| | | Caudal diseño Q Lts/seg | "n" Manning | Diam. Colector ø1 m | Diam. Colector ø1 pul | Longitud entre pozos m | Pend. colectora % | Caudal tubo lleno Qo Lts/sg | Q/Qo | Altura agua Y m | Vel. tubo lleno Vo m/sg | Vel. agua V m/sg | Fuerza tractiva Ft Kg/m2 | | | V² ---- 2g | Froude F |
| DE | A | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (1) | (2) | | (9) | (10) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) | (17) | (18) | (19) | (20) | (21) | (22) |
| P(SJ)R1 | P(SJ)R2 | 3,23 | 0,009 | 0,18 | 8 | 75,89 | 3,20 | 65,92 | 0,05 | 0,03 | 2,53 | 1,09 | 0,59 | 0,06 | 2,48 | 1,16 | 2,43 |
| P(SJ)R2 | P(SJ)R3 | 4,21 | 0,009 | 0,18 | 8 | 58,98 | 5,41 | 85,68 | 0,05 | 0,03 | 3,29 | 1,42 | 0,99 | 0,10 | 3,22 | 0,69 | 3,19 |
| P(SJ)R3 | P(SJ)R4 | 4,06 | 0,009 | 0,18 | 8 | 48,46 | 1,67 | 47,63 | 0,09 | 0,04 | 1,83 | 0,93 | 0,39 | 0,04 | 1,79 | 0,87 | 0,81 |
| P(SJ)R4 | P(SJ)R5 | 4,30 | 0,009 | 0,18 | 8 | 47,35 | 5,09 | 83,12 | 0,05 | 0,03 | 3,19 | 1,39 | 0,95 | 0,10 | 3,11 | 0,57 | 2,41 |
| P(SJ)R5 | P(SJ)R6 | 5,18 | 0,009 | 0,18 | 8 | 90,00 | 4,47 | 77,86 | 0,07 | 0,03 | 2,99 | 1,41 | 0,94 | 0,10 | 2,94 | 1,06 | 4,02 |
| P(SJ)R6 | P(SJ)R7 | 7,58 | 0,009 | 0,18 | 8 | 44,59 | 6,57 | 94,44 | 0,08 | 0,04 | 3,63 | 1,81 | 1,51 | 0,17 | 3,56 | 0,41 | 2,93 |
| P(SJ)R7 | P(SJ)R8 | 7,65 | 0,009 | 0,18 | 8 | 29,77 | 2,59 | 59,25 | 0,13 | 0,05 | 2,28 | 1,31 | 0,74 | 0,09 | 2,22 | 0,38 | 0,77 |
| P(SJ)R8 | P(SJ)R9 | 14,89 | 0,009 | 0,18 | 8 | 17,46 | 2,52 | 58,48 | 0,25 | 0,07 | 2,25 | 1,58 | 0,97 | 0,13 | 2,18 | 0,18 | 0,44 |
| P(SJ)R9 | P(SJ)R10 | 15,52 | 0,009 | 0,18 | 8 | 53,90 | 2,80 | 61,66 | 0,25 | 0,07 | 2,37 | 1,66 | 1,07 | 0,14 | 2,30 | 0,54 | 1,51 |
| P(SJ)R10 | P(SJ)R11 | 15,63 | 0,009 | 0,18 | 8 | 51,69 | 1,18 | 40,02 | 0,39 | 0,09 | 1,54 | 1,22 | 0,53 | 0,08 | 1,47 | 0,70 | 0,61 |
| P(SJ)R11 | P(SJ)R12 | 15,77 | 0,009 | 0,18 | 8 | 20,37 | 1,42 | 43,96 | 0,36 | 0,09 | 1,69 | 1,32 | 0,62 | 0,09 | 1,62 | 0,26 | 0,29 |
| P(SJ)R12 | P(SJ)R13 | 15,78 | 0,009 | 0,18 | 8 | 13,61 | 0,96 | 36,01 | 0,44 | 0,10 | 1,38 | 1,14 | 0,45 | 0,07 | 1,32 | 0,20 | 0,13 |
| P(SJ)R13 | P(SJ)R14 | 15,79 | 0,009 | 0,18 | 8 | 29,11 | 9,00 | 110,53 | 0,14 | 0,05 | 4,25 | 2,51 | 2,69 | 0,32 | 4,15 | 0,19 | 2,62 |
| P(SJ)R14 | P(SJ)R15 | 15,80 | 0,009 | 0,18 | 8 | 19,63 | 9,37 | 112,79 | 0,14 | 0,05 | 4,34 | 2,55 | 2,78 | 0,33 | 4,23 | 0,13 | 1,84 |
| P(SJ)R15 | P(SJ)R16 | 15,81 | 0,009 | 0,18 | 8 | 9,06 | 4,75 | 80,26 | 0,20 | 0,06 | 3,09 | 2,01 | 1,64 | 0,21 | 3,00 | 0,08 | 0,43 |
| P(SJ)R16 | P(SJ)R17 | 15,82 | 0,009 | 0,18 | 8 | 22,26 | 10,65 | 120,21 | 0,13 | 0,05 | 4,62 | 2,67 | 3,07 | 0,36 | 4,51 | 0,14 | 2,37 |
| P(SJ)R17 | P(SJ)R18 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 40,42 | 5,05 | 82,77 | 0,02 | 0,02 | 3,18 | 1,04 | 0,54 | 0,06 | 3,12 | 0,65 | 2,04 |
| P(SJ)R18 | P(SJ)R19 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 33,71 | 4,92 | 81,75 | 0,02 | 0,02 | 3,14 | 1,03 | 0,53 | 0,05 | 3,08 | 0,54 | 1,66 |
| P(SJ)R19 | P(SJ)R20 | 4,41 | 0,009 | 0,18 | 8 | 96,23 | 11,32 | 123,93 | 0,04 | 0,03 | 4,76 | 1,94 | 1,81 | 0,19 | 4,78 | 0,83 | 10,89 |
| P(SJ)R20 | P(SJ)R21 | 3,74 | 0,009 | 0,18 | 8 | 52,68 | 1,44 | 44,25 | 0,08 | 0,04 | 1,70 | 0,86 | 0,34 | 0,04 | 1,67 | 1,02 | 0,76 |
| P(SJ)R21 | P(SJ)R22 | 3,79 | 0,009 | 0,18 | 8 | 14,19 | 1,48 | 44,82 | 0,08 | 0,04 | 1,72 | 0,87 | 0,35 | 0,04 | 1,69 | 0,27 | 0,21 |
| P(SJ)R22 | P(SJ)R23 | 3,89 | 0,009 | 0,18 | 8 | 17,63 | 34,20 | 215,46 | 0,02 | 0,02 | 8,28 | 2,71 | 3,68 | 0,37 | 8,12 | 0,11 | 6,03 |
| P(SJ)R23 | P(SJ)R24 | 6,56 | 0,009 | 0,18 | 8 | 70,02 | 5,57 | 86,95 | 0,08 | 0,04 | 3,34 | 1,64 | 1,24 | 0,14 | 3,28 | 0,71 | 3,90 |
| P(SJ)R24 | P(SJ)R25 | 7,10 | 0,009 | 0,18 | 8 | 46,21 | 14,65 | 141,01 | 0,05 | 0,03 | 5,42 | 2,34 | 2,71 | 0,28 | 5,28 | 0,33 | 6,77 |
| P(SJ)R25 | P(SJ)R26 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 29,71 | 11,71 | 126,09 | 0,01 | 0,01 | 4,85 | 1,41 | 1,05 | 0,10 | 4,76 | 0,35 | 3,48 |
| P(SJ)R26 | P(SJ)R27 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 14,59 | 11,93 | 127,23 | 0,01 | 0,01 | 4,89 | 1,42 | 1,06 | 0,10 | 4,80 | 0,17 | 1,74 |
| P(SJ)R27 | P(SJ)R28 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 30,74 | 2,80 | 61,62 | 0,02 | 0,02 | 2,37 | 0,84 | 0,34 | 0,04 | 2,32 | 0,61 | 0,86 |
| P(SJ)R28 | P(SJ)R29 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 18,91 | 5,08 | 83,01 | 0,02 | 0,02 | 3,19 | 1,04 | 0,55 | 0,06 | 3,13 | 0,30 | 0,96 |
| P(SJ)R29 | P(SJ)R30 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 58,85 | 2,28 | 55,59 | 0,03 | 0,02 | 2,14 | 0,78 | 0,29 | 0,03 | 2,09 | 1,26 | 1,34 |
| P(SJ)R30 | P(SJ)R31 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 39,26 | 10,67 | 120,35 | 0,01 | 0,01 | 4,63 | 1,37 | 0,98 | 0,10 | 4,54 | 0,48 | 4,19 |
| P(SJ)R31 | P(SJ)R32 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 19,97 | 0,95 | 35,94 | 0,04 | 0,03 | 1,38 | 0,58 | 0,16 | 0,02 | 1,37 | 0,58 | 0,19 |
| P(SJ)R32 | P(SJ)R33 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 48,91 | 1,84 | 49,98 | 0,03 | 0,02 | 1,92 | 0,73 | 0,25 | 0,03 | 1,89 | 1,12 | 0,90 |
| P(SJ)R33 | P(SJ)R34 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 23,48 | 9,07 | 110,96 | 0,01 | 0,01 | 4,27 | 1,29 | 0,86 | 0,08 | 4,19 | 0,30 | 2,13 |
| P(SJ)R34 | P(SJ)R35 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 27,51 | 9,23 | 111,94 | 0,01 | 0,01 | 4,30 | 1,30 | 0,87 | 0,09 | 4,22 | 0,35 | 2,54 |
| P(SJ)R35 | P(SJ)R36 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 21,07 | 5,32 | 84,94 | 0,02 | 0,02 | 3,26 | 1,06 | 0,57 | 0,06 | 3,20 | 0,33 | 1,12 |
| P(SJ)R36 | P(SJ)R37 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 81,08 | 4,18 | 75,33 | 0,02 | 0,02 | 2,90 | 0,97 | 0,47 | 0,05 | 2,84 | 1,39 | 3,39 |
| P(SJ)R37 | P(SJ)R38 | 2,33 | 0,009 | 0,18 | 8 | 54,32 | 9,90 | 115,94 | 0,02 | 0,02 | 4,46 | 1,50 | 1,12 | 0,11 | 4,36 | 0,60 | 5,38 |
| P(SJ)R38 | P(SJ)R39 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 40,25 | 6,24 | 92,00 | 0,02 | 0,02 | 3,54 | 1,12 | 0,64 | 0,06 | 3,47 | 0,60 | 2,51 |
| P(SJ)R39 | P(SJ)R40 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 47,56 | 1,01 | 37,01 | 0,04 | 0,03 | 1,42 | 0,59 | 0,17 | 0,02 | 1,41 | 1,34 | 0,48 |
| P(SJ)R40 | P(SJ)R41 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 35,72 | 23,96 | 180,35 | 0,01 | 0,01 | 6,93 | 1,75 | 1,70 | 0,16 | 6,83 | 0,34 | 8,56 |
| P(SJ)R41 | P(SJ)R42 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 29,11 | 4,26 | 76,04 | 0,02 | 0,02 | 2,92 | 0,98 | 0,48 | 0,05 | 2,86 | 0,50 | 1,24 |
| P(SJ)R42 | P(SJ)R43 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 48,23 | 2,63 | 59,78 | 0,03 | 0,02 | 2,30 | 0,82 | 0,33 | 0,03 | 2,25 | 0,98 | 1,27 |
| P(SJ)R43 | P(SJ)R44 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 36,86 | 4,67 | 79,58 | 0,02 | 0,02 | 3,06 | 1,01 | 0,51 | 0,05 | 3,00 | 0,61 | 1,72 |
| P(SJ)R44 | P(SJ)R45 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 44,27 | 7,59 | 101,50 | 0,01 | 0,02 | 3,90 | 1,21 | 0,75 | 0,07 | 3,83 | 0,61 | 3,36 |
| P(SJ)R45 | P(SJ)R46 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 41,85 | 19,83 | 164,07 | 0,01 | 0,01 | 6,31 | 1,67 | 1,52 | 0,14 | 6,21 | 0,42 | 8,30 |
| P(SJ)R46 | P(SJ)R47 | 2,17 | 0,009 | 0,18 | 8 | 52,98 | 23,31 | 177,87 | 0,01 | 0,01 | 6,84 | 2,01 | 2,11 | 0,20 | 6,71 | 0,44 | 12,35 |
| P(SJ)R47 | P(SJ)R48 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 31,18 | 17,86 | 155,71 | 0,01 | 0,01 | 5,99 | 1,62 | 1,43 | 0,13 | 5,89 | 0,32 | 5,57 |
| P(SJ)R48 | P(SJ)R49 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 31,38 | 4,21 | 75,56 | 0,02 | 0,02 | 2,90 | 0,98 | 0,47 | 0,05 | 2,84 | 0,54 | 1,32 |
| P(SJ)R49 | P(SJ)R50 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 45,74 | 0,94 | 35,72 | 0,04 | 0,03 | 1,37 | 0,57 | 0,16 | 0,02 | 1,36 | 1,33 | 0,43 |
| P(SJ)R50 | P(SJ)R51 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 48,04 | 0,87 | 34,45 | 0,04 | 0,03 | 1,32 | 0,56 | 0,15 | 0,02 | 1,31 | 1,44 | 0,42 |
| P(SJ)R51 | P(SJ)R52 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 34,09 | 1,23 | 40,89 | 0,04 | 0,03 | 1,57 | 0,64 | 0,20 | 0,02 | 1,57 | 0,88 | 0,42 |
| P(SJ)R52 | P(SJ)R53 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 31,65 | 0,90 | 34,95 | 0,04 | 0,03 | 1,34 | 0,56 | 0,16 | 0,02 | 1,33 | 0,93 | 0,28 |
| P(SJ)R53 | P(SJ)R54 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 47,25 | 0,90 | 34,95 | 0,04 | 0,03 | 1,34 | 0,56 | 0,16 | 0,02 | 1,33 | 1,40 | 0,43 |
| P(SJ)R54 | P(SJ)R55 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 27,12 | 0,90 | 34,95 | 0,04 | 0,03 | 1,34 | 0,56 | 0,16 | 0,02 | 1,33 | 0,80 | 0,24 |
| P(SJ)R55 | P(SJ)R56 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 39,30 | 7,58 | 101,45 | 0,01 | 0,02 | 3,90 | 1,21 | 0,75 | 0,07 | 3,83 | 0,54 | 2,98 |
| P(SJ)R56 | P(SJ)R57 | 1,50 | 0,009 | 0,18 | 8 | 22,08 | 5,57 | 86,95 | 0,02 | 0,02 | 3,34 | 1,08 | 0,59 | 0,06 | 3,28 | 0,34 | 1,23 |
| P(SJ)R57 | P(SJ)R58 | 15,83 | 0,009 | 0,18 | 8 | 8,00 | 2,00 | 52,10 | 0,30 | 0,08 | 2,00 | 1,48 | 0,82 | 0,11 | 1,93 | 0,09 | 0,16 |

RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

CORREGIMIENTO DE SAN JOSE DE SUAITA

Tabla 9. Cálculos Hidráulicos (continuación)

| PROFUNDIDAD A LA ENTRADA DEL COLECTOR FLUJO SUPERCRÍTICO (F>1.10) | | | | | | COTAS COLECTOR REFERIDAS A EJES DE POZOS FLUJO SUPERCRÍTICO | | | | COTAS DEL COLECTOR REFERIDAS A LOS EJES DE LOS POZOS FLUJO SUBCRÍTICO (F<0.90) | | | | | | | | | |
|--|-------------------|-----------------|-------------|----------------------|--------------|--|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|---|---------|-------|-----------------------------|--------------|------|---------------|------|----------------------------|---------|
| Diametro salida ø2 | Boquilla Long. | ø pozo Dp | K Fig.15 | Z ----- 02^2.5 | Hw Fig.15 | C. Agua Pozo Entrada | C. Batea Pozo Entrada | C. Batea Pozo Salida | C. Agua Pozo Salida | COTAS DE ENERGIA COLECTORES QUE LLEGAN AL POZO DE ENTRADA | | | Caida en pozo ent. Dh | COTAS ENERGO | | COTAS DE BATE | | COTA RASANTE ENTRADA | |
| m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m |
| (23) | (24) | (25) | (26) | (27) | (28) | (29) | (30) | (31) | (32) | (33) | (34) | (35) | (36) | (37) | (38) | (39) | (40) | (41) | |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,07 | 0,08 | | 1436,33 | 1433,90 | 1433,93 | | | | | | | | | | 1437,41 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,10 | 0,09 | 1433,93 | 1433,86 | 1430,67 | 1430,70 | 1433,99 | | | | | | | | | 1434,98 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,09 | 0,09 | 1430,67 | 1430,64 | 1429,83 | 1429,87 | 1430,80 | 1430,75 | | | | | | | | 1431,79 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,10 | 0,09 | 1429,87 | 1429,79 | 1427,38 | 1427,41 | 1429,91 | | | | | | | | | 1430,98 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,12 | 0,10 | 1427,41 | 1427,34 | 1423,32 | 1423,35 | 1427,51 | 1427,58 | | | | | | | | 1428,57 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,17 | 0,13 | 1423,14 | 1423,06 | 1420,13 | 1420,17 | 1423,46 | 1423,35 | | | | | | | | 1424,55 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,17 | 0,13 | 1420,17 | 1420,10 | 1419,33 | 1419,38 | 1420,34 | | | | | | | | | 1421,62 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,34 | 0,19 | 1419,33 | 1419,25 | 1418,81 | 1418,88 | 1419,46 | 1419,61 | | | | | | | | 1420,85 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,35 | 0,19 | 1416,94 | 1416,85 | 1415,34 | 1415,42 | 1419,01 | 1416,96 | | | | | | | | 1420,41 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,35 | 0,20 | 1415,42 | 1415,31 | 1414,70 | 1414,79 | 1415,56 | | | | | | | | | 1418,90 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,36 | 0,20 | 1414,79 | 1414,67 | 1414,38 | 1414,46 | 1414,87 | 1417,30 | | | | | | | | 1418,29 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,36 | 0,20 | 1414,46 | 1414,35 | 1414,22 | 1414,32 | 1414,55 | | | | | | | | | 1418,00 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,36 | 0,20 | 1414,32 | 1414,09 | 1411,47 | 1411,53 | 1414,38 | | | | | | | | | 1417,87 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,36 | 0,20 | 1411,53 | 1411,34 | 1409,50 | 1409,55 | 1411,85 | | | | | | | | | 1415,25 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,36 | 0,20 | 1409,55 | 1409,42 | 1408,99 | 1409,05 | 1409,88 | | | | | | | | | 1413,41 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,36 | 0,20 | 1409,05 | 1408,84 | 1406,47 | 1406,52 | 1409,26 | | | | | | | | | 1412,98 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | | 1452,03 | 1449,99 | 1450,00 | | | | | | | | | | 1453,11 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1450,00 | 1449,97 | 1448,31 | 1448,32 | 1450,06 | | | | | | | | | 1451,07 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,10 | 0,09 | 1448,32 | 1448,23 | 1437,34 | 1437,37 | 1448,38 | | | | | | | | | 1449,41 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,08 | 0,09 | 1437,37 | 1437,32 | 1436,56 | 1436,60 | 1437,56 | | | | | | | | | 1438,52 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,09 | 0,09 | 1436,60 | 1436,55 | 1436,34 | 1436,38 | 1436,64 | | | | | | | | | 1437,76 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,09 | 0,09 | 1436,38 | 1436,19 | 1430,16 | 1430,18 | 1436,42 | | | | | | | | | 1437,55 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,15 | 0,12 | 1430,15 | 1430,08 | 1426,18 | 1426,22 | 1430,55 | 1430,27 | | | | | | | | 1431,52 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,16 | 0,12 | 1426,22 | 1426,07 | 1419,30 | 1419,33 | 1426,35 | 1426,56 | | | | | | | | 1427,62 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | | 1458,66 | 1455,18 | 1455,19 | | | | | | | | | | 1459,74 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1455,19 | 1455,14 | 1453,40 | 1453,41 | 1455,29 | | | | | | | | | 1456,26 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1453,41 | 1453,38 | 1452,52 | 1452,54 | 1453,51 | | | | | | | | | 1454,52 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1452,54 | 1452,50 | 1451,54 | 1451,56 | 1452,58 | | | | | | | | | 1453,66 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1451,56 | 1451,53 | 1450,19 | 1450,21 | 1451,61 | | | | | | | | | 1452,70 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1450,21 | 1450,15 | 1445,96 | 1445,97 | 1450,24 | | | | | | | | | 1451,36 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1445,97 | 1445,95 | 1445,76 | 1445,79 | 1446,07 | | | | | | | | | 1447,17 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1445,79 | 1445,75 | 1444,85 | 1444,87 | 1445,81 | | | | | | | | | 1446,98 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1444,87 | 1444,82 | 1442,69 | 1442,70 | 1444,90 | | | | | | | | | 1446,08 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1442,70 | 1442,65 | 1440,11 | 1440,13 | 1442,79 | | | | | | | | | 1443,95 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1440,13 | 1440,09 | 1438,97 | 1438,99 | 1440,21 | 1440,29 | | | | | | | | 1441,41 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1438,99 | 1438,95 | 1435,56 | 1435,58 | 1439,05 | | | | | | | | | 1440,29 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,05 | 0,07 | 1435,58 | 1435,52 | 1430,14 | 1430,15 | 1435,63 | 1435,76 | ##### | | | | | | | 1436,90 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | | 1446,89 | 1444,38 | 1444,39 | | | | | | | | | | 1447,97 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1444,72 | 1444,70 | 1444,22 | 1444,25 | 1444,78 | | | | | | | | | 1445,94 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1444,25 | 1444,16 | 1435,60 | 1435,61 | 1444,46 | 1444,26 | | | | | | | | 1445,46 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | | 1437,06 | 1435,82 | 1435,84 | | | | | | | | | | 1438,14 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | | 1437,06 | 1435,79 | 1435,81 | | | | | | | | | | 1438,14 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1435,81 | 1435,77 | 1434,05 | 1434,06 | 1435,84 | | | | | | | | | 1436,87 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1434,06 | 1434,02 | 1430,66 | 1430,67 | 1434,12 | | | | | | | | | 1435,15 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1435,81 | 1435,73 | 1427,43 | 1427,44 | 1435,84 | | | | | | | | | 1436,87 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,05 | 0,06 | 1435,58 | 1435,48 | 1423,13 | 1423,14 | 1435,63 | 1435,76 | ##### | | | | | | | 1436,90 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1445,79 | 1445,71 | 1440,14 | 1440,15 | 1445,81 | | | | | | | | | 1446,98 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | | 1429,13 | 1427,81 | 1427,83 | | | | | | | | | | 1430,21 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1427,83 | 1427,80 | 1427,37 | 1427,40 | 1427,87 | | | | | | | | | 1428,89 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1427,40 | 1427,36 | 1426,94 | 1426,97 | 1427,42 | | | | | | | | | 1428,46 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1426,97 | 1426,94 | 1426,52 | 1426,54 | 1426,99 | | | | | | | | | 1428,04 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | | 1417,88 | 1417,59 | 1417,62 | | | | | | | | | | 1418,96 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1417,62 | 1417,59 | 1417,16 | 1417,19 | 1417,64 | | | | | | | | | 1419,05 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1417,19 | 1417,15 | 1416,91 | 1416,94 | 1417,21 | | | | | | | | | 1419,20 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | | 1420,19 | 1417,21 | 1417,22 | | | | | | | | | | 1421,27 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,03 | 0,05 | 1445,97 | 1445,94 | 1444,71 | 1444,72 | 1446,07 | | | | | | | | | 1447,17 |
| 0,18 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,36 | 0,20 | 1406,52 | 1406,43 | 1406,27 | 1406,35 | 1406,89 | | | | | | | | | 1410,61 |

RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

CORREGIMIENTO DE SAN JOSE DE SUAITA

Tabla 10. Diseño Hidráulico Alcantarillado Sanitario.

| Tramc No. | DE | A | Longitud (m) | Código Diámetro | Diám. (m) | Pend (%) | Q/Co | Vo | V | Ft | F | ok | Cód. Ds | Ds | Dp | Caída | dh(+) | Cotas batea | | Profundidad | | Cotas Rasante | |
|-----------|----------|----------|--------------|-----------------|-----------|----------|------|------|------|------|------|----|---------|------|------|-------|-------|-------------|---------|-------------|-------|---------------|---------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Inicial | Final | Inicial | Final | Inicial | Final |
| 1 | P(SJ)R1 | P(SJ)R2 | 75.89 | D200NOV | 0,18 | 3,20 | 0,05 | 2,53 | 1,09 | 0,59 | 2,48 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1436,33 | 1433,90 | 0,90 | 0,90 | 1437,41 | 1434,98 |
| 2 | P(SJ)R2 | P(SJ)R3 | 58.98 | D200NOV | 0,18 | 5,41 | 0,05 | 3,29 | 1,42 | 0,99 | 3,22 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1433,86 | 1430,67 | 0,94 | 0,94 | 1434,98 | 1431,79 |
| 3 | P(SJ)R3 | P(SJ)R4 | 48.46 | D200NOV | 0,18 | 1,67 | 0,09 | 1,83 | 0,93 | 0,39 | 1,79 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1430,64 | 1429,83 | 0,97 | 0,97 | 1431,79 | 1430,98 |
| 4 | P(SJ)R4 | P(SJ)R5 | 47.35 | D200NOV | 0,18 | 5,09 | 0,05 | 3,19 | 1,39 | 0,95 | 3,11 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1429,79 | 1427,38 | 1,01 | 1,01 | 1430,98 | 1428,57 |
| 5 | P(SJ)R5 | P(SJ)R6 | 90.00 | D200NOV | 0,18 | 4,47 | 0,07 | 2,99 | 1,41 | 0,94 | 2,94 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1427,34 | 1423,32 | 1,05 | 1,05 | 1428,57 | 1424,55 |
| 6 | P(SJ)R6 | P(SJ)R7 | 44.59 | D200NOV | 0,18 | 6,57 | 0,08 | 3,63 | 1,81 | 1,51 | 3,56 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1423,06 | 1420,13 | 1,30 | 1,30 | 1424,55 | 1421,62 |
| 7 | P(SJ)R7 | P(SJ)R8 | 29.77 | D200NOV | 0,18 | 2,59 | 0,13 | 2,28 | 1,31 | 0,74 | 2,22 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1420,10 | 1419,33 | 1,34 | 1,34 | 1421,62 | 1420,85 |
| 8 | P(SJ)R8 | P(SJ)R9 | 17.46 | D200NOV | 0,18 | 2,52 | 0,25 | 2,25 | 1,58 | 0,97 | 2,18 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1419,25 | 1418,81 | 1,42 | 1,42 | 1420,85 | 1420,41 |
| 9 | P(SJ)R9 | P(SJ)R10 | 53.90 | D200NOV | 0,18 | 2,80 | 0,25 | 2,37 | 1,66 | 1,07 | 2,30 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1416,85 | 1415,34 | 3,37 | 3,37 | 1420,41 | 1418,90 |
| 10 | P(SJ)R10 | P(SJ)R11 | 51.69 | D200NOV | 0,18 | 1,18 | 0,39 | 1,54 | 1,22 | 0,53 | 1,47 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1415,31 | 1414,70 | 3,40 | 3,40 | 1418,90 | 1418,29 |
| 11 | P(SJ)R11 | P(SJ)R12 | 20.37 | D200NOV | 0,18 | 1,42 | 0,36 | 1,69 | 1,32 | 0,62 | 1,62 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1414,67 | 1414,38 | 3,44 | 3,44 | 1418,29 | 1418,00 |
| 12 | P(SJ)R12 | P(SJ)R13 | 13.61 | D200NOV | 0,18 | 0,96 | 0,44 | 1,38 | 1,14 | 0,45 | 1,32 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1414,35 | 1414,22 | 3,47 | 3,47 | 1418,00 | 1417,87 |
| 13 | P(SJ)R13 | P(SJ)R14 | 29.11 | D200NOV | 0,18 | 9,00 | 0,14 | 4,25 | 2,51 | 2,69 | 4,15 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1414,09 | 1411,47 | 3,59 | 3,59 | 1417,87 | 1415,25 |
| 14 | P(SJ)R14 | P(SJ)R15 | 19.63 | D200NOV | 0,18 | 9,37 | 0,14 | 4,34 | 2,55 | 2,78 | 4,23 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1411,34 | 1409,50 | 3,73 | 3,73 | 1415,25 | 1413,41 |
| 15 | P(SJ)R15 | P(SJ)R16 | 9.06 | D200NOV | 0,18 | 4,75 | 0,20 | 3,09 | 2,01 | 1,64 | 3,00 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1409,42 | 1408,99 | 3,81 | 3,81 | 1413,41 | 1412,98 |
| 16 | P(SJ)R16 | P(SJ)R17 | 22.26 | D200NOV | 0,18 | 10,65 | 0,13 | 4,62 | 2,67 | 3,07 | 4,51 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1408,84 | 1406,47 | 3,96 | 3,96 | 1412,98 | 1410,61 |
| 17 | P(SJ)R18 | P(SJ)R19 | 40.42 | D200NOV | 0,18 | 5,05 | 0,02 | 3,18 | 1,04 | 0,54 | 3,12 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1452,03 | 1449,99 | 0,90 | 0,90 | 1453,11 | 1451,07 |
| 18 | P(SJ)R19 | P(SJ)R20 | 33.71 | D200NOV | 0,18 | 4,92 | 0,02 | 3,14 | 1,03 | 0,53 | 3,08 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1449,97 | 1448,31 | 0,92 | 0,92 | 1451,07 | 1449,41 |
| 19 | P(SJ)R20 | P(SJ)R21 | 96.23 | D200NOV | 0,18 | 11,32 | 0,04 | 4,76 | 1,94 | 1,81 | 4,78 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1448,23 | 1437,34 | 1,00 | 1,00 | 1449,41 | 1438,52 |
| 20 | P(SJ)R21 | P(SJ)R22 | 52.68 | D200NOV | 0,18 | 1,44 | 0,08 | 1,70 | 0,86 | 0,34 | 1,67 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1437,32 | 1436,56 | 1,01 | 1,01 | 1438,52 | 1437,76 |
| 21 | P(SJ)R22 | P(SJ)R23 | 14.19 | D200NOV | 0,18 | 1,48 | 0,08 | 1,72 | 0,87 | 0,35 | 1,69 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1436,55 | 1436,34 | 1,03 | 1,03 | 1437,76 | 1437,55 |
| 22 | P(SJ)R23 | P(SJ)R24 | 17.63 | D200NOV | 0,18 | 34,20 | 0,02 | 8,28 | 2,71 | 3,68 | 8,12 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1436,19 | 1430,16 | 1,18 | 1,18 | 1437,55 | 1431,52 |
| 23 | P(SJ)R24 | P(SJ)R25 | 70.02 | D200NOV | 0,18 | 5,57 | 0,08 | 3,34 | 1,64 | 1,24 | 3,28 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1430,08 | 1426,18 | 1,26 | 1,26 | 1431,52 | 1427,62 |
| 24 | P(SJ)R25 | P(SJ)R8 | 46.21 | D200NOV | 0,18 | 14,65 | 0,05 | 5,42 | 2,34 | 2,71 | 5,28 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1426,07 | 1419,30 | 1,37 | 1,37 | 1427,62 | 1420,85 |
| 25 | P(SJ)R26 | P(SJ)R27 | 29.71 | D200NOV | 0,18 | 11,71 | 0,01 | 4,85 | 1,41 | 1,05 | 4,76 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1458,66 | 1455,18 | 0,90 | 0,90 | 1459,74 | 1456,26 |
| 26 | P(SJ)R27 | P(SJ)R28 | 14.59 | D200NOV | 0,18 | 11,93 | 0,01 | 4,89 | 1,42 | 1,06 | 4,80 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1455,14 | 1453,40 | 0,94 | 0,94 | 1456,26 | 1454,52 |
| 27 | P(SJ)R28 | P(SJ)R29 | 30.74 | D200NOV | 0,18 | 2,80 | 0,02 | 2,37 | 0,84 | 0,34 | 2,32 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1453,38 | 1452,52 | 0,96 | 0,96 | 1454,52 | 1453,66 |
| 28 | P(SJ)R29 | P(SJ)R30 | 18.91 | D200NOV | 0,18 | 5,08 | 0,02 | 3,19 | 1,04 | 0,55 | 3,13 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1452,50 | 1451,54 | 0,98 | 0,98 | 1453,66 | 1452,70 |
| 29 | P(SJ)R30 | P(SJ)R31 | 58.85 | D200NOV | 0,18 | 2,28 | 0,03 | 2,14 | 0,78 | 0,29 | 2,09 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1451,53 | 1450,19 | 0,99 | 0,99 | 1452,70 | 1451,36 |
| 30 | P(SJ)R31 | P(SJ)R32 | 39.26 | D200NOV | 0,18 | 10,67 | 0,01 | 4,63 | 1,37 | 0,98 | 4,54 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1450,15 | 1445,96 | 1,03 | 1,03 | 1451,36 | 1447,17 |
| 31 | P(SJ)R32 | P(SJ)R33 | 19.97 | D200NOV | 0,18 | 0,95 | 0,04 | 1,38 | 0,58 | 0,16 | 1,37 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1445,95 | 1445,76 | 1,04 | 1,04 | 1447,17 | 1446,98 |
| 32 | P(SJ)R33 | P(SJ)R34 | 48.91 | D200NOV | 0,18 | 1,84 | 0,03 | 1,92 | 0,73 | 0,25 | 1,89 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1445,75 | 1444,85 | 1,05 | 1,05 | 1446,98 | 1446,08 |
| 33 | P(SJ)R34 | P(SJ)R35 | 23.48 | D200NOV | 0,18 | 9,07 | 0,01 | 4,27 | 1,29 | 0,86 | 4,19 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1444,82 | 1442,69 | 1,08 | 1,08 | 1446,08 | 1443,95 |
| 34 | P(SJ)R35 | P(SJ)R36 | 27.51 | D200NOV | 0,18 | 9,23 | 0,01 | 4,30 | 1,30 | 0,87 | 4,22 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1442,65 | 1440,11 | 1,11 | 1,11 | 1443,95 | 1441,41 |
| 35 | P(SJ)R36 | P(SJ)R37 | 21.07 | D200NOV | 0,18 | 5,32 | 0,02 | 3,26 | 1,06 | 0,57 | 3,20 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1440,09 | 1438,97 | 1,14 | 1,14 | 1441,41 | 1440,29 |
| 36 | P(SJ)R37 | P(SJ)R38 | 81.08 | D200NOV | 0,18 | 4,18 | 0,02 | 2,90 | 0,97 | 0,47 | 2,84 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1438,95 | 1435,56 | 1,16 | 1,16 | 1440,29 | 1436,90 |
| 37 | P(SJ)R38 | P(SJ)R24 | 54.32 | D200NOV | 0,18 | 9,90 | 0,02 | 4,46 | 1,50 | 1,12 | 4,36 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1435,52 | 1430,14 | 1,20 | 1,20 | 1436,90 | 1431,52 |
| 38 | P(SJ)R39 | P(SJ)R41 | 40.25 | D200NOV | 0,18 | 6,24 | 0,02 | 3,54 | 1,12 | 0,64 | 3,47 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1446,89 | 1444,38 | 0,90 | 0,90 | 1447,97 | 1445,46 |
| 39 | P(SJ)R40 | P(SJ)R41 | 47.56 | D200NOV | 0,18 | 1,01 | 0,04 | 1,42 | 0,59 | 0,17 | 1,41 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1444,70 | 1444,22 | 1,06 | 1,06 | 1445,94 | 1445,46 |
| 40 | P(SJ)R41 | P(SJ)R38 | 35.72 | D200NOV | 0,18 | 23,96 | 0,01 | 6,93 | 1,75 | 1,70 | 6,83 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1444,16 | 1435,60 | 1,12 | 1,12 | 1445,46 | 1436,90 |
| 41 | P(SJ)R42 | P(SJ)R38 | 29.11 | D200NOV | 0,18 | 4,26 | 0,02 | 2,92 | 0,98 | 0,48 | 2,86 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1437,06 | 1435,82 | 0,90 | 0,90 | 1438,14 | 1436,90 |
| 42 | P(SJ)R42 | P(SJ)R43 | 48.23 | D200NOV | 0,18 | 2,63 | 0,03 | 2,30 | 0,82 | 0,33 | 2,25 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1437,06 | 1435,79 | 0,90 | 0,90 | 1438,14 | 1436,87 |
| 43 | P(SJ)R43 | P(SJ)R44 | 36.86 | D200NOV | 0,18 | 4,67 | 0,02 | 3,06 | 1,01 | 0,51 | 3,00 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1435,77 | 1434,05 | 0,92 | 0,92 | 1436,87 | 1435,15 |
| 44 | P(SJ)R44 | P(SJ)R3 | 44.27 | D200NOV | 0,18 | 7,59 | 0,01 | 3,90 | 1,21 | 0,75 | 3,83 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1434,02 | 1430,66 | 0,95 | 0,95 | 1435,15 | 1431,79 |
| 45 | P(SJ)R43 | P(SJ)R5 | 41.85 | D200NOV | 0,18 | 19,83 | 0,01 | 6,31 | 1,67 | 1,52 | 6,21 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1435,73 | 1427,43 | 0,96 | 0,96 | 1436,87 | 1428,57 |
| 46 | P(SJ)R38 | P(SJ)R6 | 52.98 | D200NOV | 0,18 | 23,31 | 0,01 | 6,84 | 2,01 | 2,11 | 6,71 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1435,48 | 1423,13 | 1,24 | 1,24 | 1436,90 | 1424,55 |
| 47 | P(SJ)R33 | P(SJ)R36 | 31.18 | D200NOV | 0,18 | 17,86 | 0,01 | 5,99 | 1,62 | 1,43 | 5,89 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1445,71 | 1440,14 | 1,09 | 1,09 | 1446,98 | 1441,41 |
| 48 | P(SJ)R45 | P(SJ)R46 | 31.38 | D200NOV | 0,18 | 4,21 | 0,02 | 2,90 | 0,98 | 0,47 | 2,84 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1429,13 | 1427,81 | 0,90 | 0,90 | 1430,21 | 1428,89 |
| 49 | P(SJ)R46 | P(SJ)R47 | 45.74 | D200NOV | 0,18 | 0,94 | 0,04 | 1,37 | 0,57 | 0,16 | 1,36 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1427,80 | 1427,37 | 0,91 | 0,91 | 1428,89 | 1428,46 |
| 50 | P(SJ)R47 | P(SJ)R48 | 48.04 | D200NOV | 0,18 | 0,87 | 0,04 | 1,32 | 0,56 | 0,15 | 1,31 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1427,36 | 1426,94 | 0,91 | 0,91 | 1428,46 | 1428,04 |
| 51 | P(SJ)R48 | P(SJ)R25 | 34.09 | D200NOV | 0,18 | 1,23 | 0,04 | 1,57 | 0,64 | 0,20 | 1,57 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1426,94 | 1426,52 | 0,92 | 0,92 | 1428,04 | 1427,62 |
| 52 | P(SJ)R49 | P(SJ)R50 | 31.65 | D200NOV | 0,18 | 0,90 | 0,04 | 1,34 | 0,56 | 0,16 | 1,33 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1417,88 | 1417,59 | 0,90 | 1,27 | 1418,96 | 1419,05 |
| 53 | P(SJ)R50 | P(SJ)R51 | 47.25 | D200NOV | 0,18 | 0,90 | 0,04 | 1,34 | 0,56 | 0,16 | 1,33 | ok | D200NOV | 0,18 | 1,20 | | | 1417,59 | 1417,16 | 1,28 | 1,86 | 1419,05 | 1419,20 |
| 54 | P(SJ)R51 | P(SJ)R9 | 27.12 | D200NOV | 0,18 | 0,90 | 0,04 | 1,34 | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 12. Cálculos Hidráulicos Salidas Pluviales

| CAUDAL DE DISEÑO | | | | CARACTERISTICAS GEOMETRICAS CONDICIONES HIDRAULICAS DEL COLECTOR | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|----------|---------|-------|--|--------|-------|-----------|--------|---------|---------|----------|----------|----------|------------|------|--------|-----------|------|----------|-------|--------|
| TRAMO | | Tiempo | Fre- | Intens. | Coef. | Area | Caudal | Caudal | "n" | Diam. | Diam. | Longitud | Pend. | Caudal | | Altura | Vel. tubc | Vel. | Fuerza | V^2 | Froude |
| DE | A | Concen. | cuen. | FIG.10 | Escor. | total | sanitario | diseño | Manning | Colecto | Colector | entre | colector | tubo lleno | Q/Qo | agua | lleno | agua | tractiva | ----- | |
| | | Tc | F | I | C | A | Qn | Q | | ø1 | ø1 | pozos | % | Qo | | Y | Vo | V | Ft | 2g | F |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) | (17) | (18) | (19) | (20) | (20) |
| ST(SJ)1 | P(SJ)L1 | 8,00 | 2 | 296,50 | 0,80 | 0,64 | 1,50 | 151,81 | 0,009 | 0,28 | 12 | 16,73 | 21,22 | 555,93 | 0,27 | 0,12 | 8,78 | 6,30 | 13,05 | 2,02 | 6,79 |
| P(SJ)L1 | ST(SJ)2 | 8,04 | 2 | 296,50 | 0,80 | 0,65 | 1,50 | 154,18 | 0,009 | 0,28 | 12 | 47,55 | 9,57 | 373,32 | 0,41 | 0,14 | 5,89 | 4,77 | 6,86 | 1,16 | 4,49 |
| ST(SJ)2 | P(SJ)L2 | 8,21 | 2 | 296,50 | 0,80 | 1,02 | 1,50 | 241,94 | 0,009 | 0,36 | 16 | 12,27 | 4,32 | 479,08 | 0,51 | 0,21 | 4,65 | 4,00 | 4,22 | 0,81 | 3,10 |
| P(SJ)L2 | P(SJ)L3 | 8,26 | 2 | 296,50 | 0,80 | 1,03 | 1,50 | 244,32 | 0,009 | 0,36 | 16 | 17,85 | 3,03 | 400,94 | 0,61 | 0,23 | 3,90 | 3,55 | 3,13 | 0,64 | 2,54 |
| P(SJ)L3 | P(SJ)L4 | 8,35 | 2 | 296,50 | 0,80 | 1,04 | 1,50 | 246,69 | 0,009 | 0,36 | 16 | 29,07 | 3,89 | 454,48 | 0,54 | 0,21 | 4,42 | 3,88 | 3,88 | 0,77 | 2,92 |
| P(SJ)L4 | P(SJ)L5 | 8,47 | 2 | 296,50 | 0,80 | 1,62 | 1,50 | 384,26 | 0,009 | 0,36 | 16 | 39,54 | 8,88 | 686,80 | 0,56 | 0,22 | 6,67 | 5,92 | 8,95 | 1,79 | 4,40 |
| P(SJ)L5 | P(SJ)L6 | 8,58 | 2 | 296,50 | 0,80 | 1,63 | 1,50 | 386,64 | 0,009 | 0,36 | 16 | 17,24 | 12,82 | 825,32 | 0,47 | 0,20 | 8,02 | 6,73 | 12,22 | 2,31 | 5,38 |
| P(SJ)L6 | SALIDA 1 | 8,62 | 2 | 296,50 | 0,80 | 1,64 | 1,50 | 389,01 | 0,009 | 0,36 | 16 | 8,38 | 15,87 | 918,33 | 0,42 | 0,19 | 8,92 | 7,27 | 14,63 | 2,69 | 6,02 |
| ST(SJ)3 | P(SJ)L7 | 8,00 | 2 | 296,50 | 0,80 | 0,81 | 1,50 | 192,13 | 0,009 | 0,28 | 12 | 54,21 | 9,70 | 375,93 | 0,51 | 0,16 | 5,93 | 5,12 | 7,46 | 1,33 | 4,46 |
| P(SJ)L7 | P(SJ)L8 | 8,18 | 5 | 404,00 | 0,80 | 2,01 | 1,50 | 649,63 | 0,009 | 0,45 | 20 | 76,34 | 5,16 | 946,71 | 0,69 | 0,31 | 5,90 | 5,57 | 6,87 | 1,58 | 3,36 |
| P(SJ)L8 | P(SJ)L9 | 8,40 | 5 | 404,00 | 0,80 | 2,02 | 1,50 | 652,86 | 0,009 | 0,45 | 20 | 12,91 | 4,73 | 905,83 | 0,72 | 0,32 | 5,65 | 5,42 | 6,35 | 1,50 | 3,17 |
| P(SJ)L9 | SALIDA 2 | 8,44 | 5 | 404,00 | 0,80 | 2,03 | 1,50 | 656,10 | 0,009 | 0,45 | 20 | 9,51 | 10,52 | 1351,30 | 0,49 | 0,25 | 8,42 | 7,15 | 12,66 | 2,60 | 5,04 |
| ST(SJ)5 | P(SJ)L10 | 8,00 | 2 | 296,50 | 0,80 | 0,85 | 1,50 | 201,62 | 0,009 | 0,36 | 16 | 71,26 | 1,92 | 319,62 | 0,63 | 0,24 | 3,11 | 2,86 | 2,01 | 0,42 | 2,02 |
| P(SJ)L10 | P(SJ)L11 | 8,42 | 2 | 296,50 | 0,80 | 0,86 | 1,50 | 203,99 | 0,009 | 0,36 | 16 | 8,68 | 5,18 | 524,86 | 0,39 | 0,18 | 5,10 | 4,05 | 4,64 | 0,84 | 3,45 |
| P(SJ)L11 | SALIDA 3 | 8,45 | 2 | 296,50 | 0,80 | 0,87 | 1,50 | 206,36 | 0,009 | 0,36 | 16 | 9,12 | 21,93 | 1079,48 | 0,19 | 0,12 | 10,49 | 6,77 | 14,84 | 2,34 | 7,24 |
| SL(SJ)1 | P(SJ)L4 | 8,00 | 2 | 296,50 | 0,80 | 0,57 | 1,50 | 135,20 | 0,009 | 0,36 | 16 | 3,35 | 2,09 | 333,21 | 0,41 | 0,18 | 3,24 | 2,60 | 1,90 | 0,35 | 2,19 |
| SL(SJ)2 | P(SJ)L10 | 8,00 | 2 | 296,50 | 0,80 | 0,24 | 1,50 | 56,93 | 0,009 | 0,28 | 12 | 13,30 | 0,70 | 100,97 | 0,56 | 0,17 | 1,59 | 1,42 | 0,55 | 0,10 | 1,19 |
| ST(SJ)4 | P(SJ)L7 | 8,00 | 2 | 296,50 | 0,80 | 1,19 | 1,50 | 282,27 | 0,009 | 0,36 | 16 | 5,55 | 2,70 | 378,96 | 0,74 | 0,26 | 3,68 | 3,57 | 2,93 | 0,65 | 2,29 |

SALIDAS PLUVIALES

CORREGIMIENTO DE SAN JOSE DE SUAITA

Tabla 12. Cálculos Hidráulicos (continuación)

| PROFUNDIDAD A LA ENTRADA DEL COLECTOR | | | | COTAS COLECTOR REFERIDAS A EJES DE POZOS FLUJO SUPERCRITICO | | | | | | | | COTAS DEL COLECTOR REFERIDAS A LOS EJES DE LOS POZOS FLUJO SUBCRITICO (F<0.90) | | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------|--------------------------|-------------------|---|-------------|----------------------|--------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|--|---------|------|-----------------------------|--------------------------|------|----------------------------|------|---------|
| Tiempo | Caida | PERCRITICO (F>1.10) | | DE POZOS FLUJO SUPERCRITICO | | | | | | | | FLUJO SUBCRITICO (F<0.90) | | | | | | | | |
| reco- rrido tramo | en el Tramo | Diametro salida ø2 | Boquilla Long. | ø pozo Dp | K Fig.15 | Z ----- 02^2.5 | Hw Fig.15 | C. Agua Pozo Entrada | C. Batea Pozo Entrada | C. Batea Pozo Salida | C. Agua Pozo Salida | COTAS DE ENERGIA COLECTORES QUE LLEGAN AL POZO DE ENTRADA | | | Caida en pozo ent. Dh | AS ENERGIACOTAS DE BATEA | | COTA RASANTE ENTRADA | | |
| Tr | m | m | m | m | | | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | m | |
| (21) | (22) | (23) | (24) | (25) | (26) | (27) | (28) | (29) | (30) | (31) | (32) | (33) | (34) | (35) | (36) | (37) | (38) | (39) | (40) | (41) |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 3,55 | 0,28 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 1,13 | 1,07 | | 1439,17 | 1435,62 | 1435,73 | | | | | | | | | 1440,35 |
| 0,17 | 4,55 | 0,28 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 1,15 | 1,09 | 1435,73 | 1435,15 | 1430,60 | 1430,75 | 1437,75 | | | | | | | | 1436,80 |
| 0,05 | 0,53 | 0,36 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,98 | 1,10 | 1430,75 | 1430,28 | 1429,75 | 1429,95 | 1431,90 | | | | | | | | 1432,25 |
| 0,08 | 0,54 | 0,36 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,99 | 1,12 | 1429,95 | 1429,49 | 1428,95 | 1429,18 | 1430,77 | | | | | | | | 1431,72 |
| 0,12 | 1,13 | 0,36 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 1,00 | 1,13 | 1429,18 | 1428,64 | 1427,51 | 1427,73 | 1429,82 | | | | | | | | 1431,18 |
| 0,11 | 3,51 | 0,36 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 1,56 | 2,31 | 1427,73 | 1426,80 | 1423,29 | 1423,51 | 1428,50 | 1429,32 | | | | | | | 1430,05 |
| 0,04 | 2,21 | 0,36 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 1,57 | 2,34 | 1423,51 | 1422,36 | 1420,15 | 1420,35 | 1425,30 | | | | | | | | 1426,54 |
| 0,02 | 1,33 | 0,36 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 1,58 | 2,36 | 1420,35 | 1419,08 | 1417,75 | 1417,93 | 1422,66 | | | | | | | | 1424,33 |
| 0,18 | 5,26 | 0,28 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 1,43 | 1,56 | | 1435,63 | 1430,37 | 1430,53 | | | | | | | | | 1436,81 |
| 0,23 | 3,94 | 0,45 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 1,51 | 2,74 | 1430,53 | 1429,65 | 1425,71 | 1426,03 | 1431,86 | 1431,20 | | | | | | | 1431,55 |
| 0,04 | 0,61 | 0,45 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 1,52 | 2,77 | 1426,03 | 1425,12 | 1424,51 | 1424,83 | 1427,61 | | | | | | | | 1427,61 |
| 0,02 | 1,00 | 0,45 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 1,53 | 2,79 | 1424,83 | 1423,47 | 1422,47 | 1422,72 | 1426,32 | | | | | | | | 1427,00 |
| 0,42 | 1,37 | 0,36 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,82 | 0,86 | | 1420,56 | 1419,19 | 1419,42 | | | | | | | | | 1421,82 |
| 0,04 | 0,45 | 0,36 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,83 | 0,87 | 1419,42 | 1418,85 | 1418,40 | 1418,58 | 1419,84 | | | | | | | | 1420,45 |
| 0,02 | 2,00 | 0,36 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,84 | 0,88 | 1418,58 | 1417,47 | 1415,47 | 1415,59 | 1419,42 | | | | | | | | 1420,00 |
| 0,02 | 0,07 | 0,36 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,55 | 0,54 | | 1428,86 | 1428,79 | 1428,97 | | | | | | | | | 1430,12 |
| 0,16 | 0,09 | 0,28 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 0,42 | 0,35 | | 1418,02 | 1417,92 | 1418,10 | | | | | | | | | 1419,20 |
| 0,03 | 0,15 | 0,36 | 0,00 | 1,20 | 1,20 | 1,14 | 1,39 | | 1430,44 | 1430,29 | 1430,55 | | | | | | | | | 1431,70 |

SALIDAS PLUVIALES

CORREGIMIENTO DE SAN JOSE DE SUAITA

Tabla 13. Diseño Hidráulico Salidas Pluviales

| Tramo No. | DE | A | Longitud (m) | Código Diámetro | Diám. (m) | Pend (%) | Q/Qo | Vo | V | Ft | F | ok | Cód. Ds | Ds | Dp | Caída | dh(+) | Cotas batea | | Profundidad | | Cotas Rasante | |
|-----------|----------|----------|--------------|-----------------|-----------|----------|------|-------|------|-------|------|----|---------|------|------|-------|-------|-------------|---------|-------------|-------|---------------|---------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Inicial | Final | Inicial | Final | Inicial | Final |
| 1 | ST(SJ)1 | P(SJ)L1 | 16,73 | D315NOV | 0,28 | 21,22 | 0,27 | 8,78 | 6,30 | 13,05 | 6,79 | ok | D315NO | 0,28 | 1,20 | | | 1439,17 | 1435,62 | 0,90 | 0,90 | 1440,35 | 1436,80 |
| 2 | P(SJ)L1 | ST(SJ)2 | 47,55 | D315NOV | 0,28 | 9,57 | 0,41 | 5,89 | 4,77 | 6,86 | 4,49 | ok | D315NO | 0,28 | 1,20 | | | 1435,15 | 1430,60 | 1,36 | 1,36 | 1436,80 | 1432,25 |
| 3 | ST(SJ)2 | P(SJ)L2 | 12,27 | D400NOV | 0,36 | 4,32 | 0,51 | 4,65 | 4,00 | 4,22 | 3,10 | ok | D400NO | 0,36 | 1,20 | | | 1430,28 | 1429,75 | 1,61 | 1,61 | 1432,25 | 1431,72 |
| 4 | P(SJ)L2 | P(SJ)L3 | 17,85 | D400NOV | 0,36 | 3,03 | 0,61 | 3,90 | 3,55 | 3,13 | 2,54 | ok | D400NO | 0,36 | 1,20 | | | 1429,49 | 1428,95 | 1,87 | 1,87 | 1431,72 | 1431,18 |
| 5 | P(SJ)L3 | P(SJ)L4 | 29,07 | D400NOV | 0,36 | 3,89 | 0,54 | 4,42 | 3,88 | 3,88 | 2,92 | ok | D400NO | 0,36 | 1,20 | | | 1428,64 | 1427,51 | 2,17 | 2,17 | 1431,18 | 1430,05 |
| 6 | P(SJ)L4 | P(SJ)L5 | 39,54 | D400NOV | 0,36 | 8,88 | 0,56 | 6,67 | 5,92 | 8,95 | 4,40 | ok | D400NO | 0,36 | 1,20 | | | 1426,80 | 1423,29 | 2,89 | 2,89 | 1430,05 | 1426,54 |
| 7 | P(SJ)L5 | P(SJ)L6 | 17,24 | D400NOV | 0,36 | 12,82 | 0,47 | 8,02 | 6,73 | 12,22 | 5,38 | ok | D400NO | 0,36 | 1,20 | | | 1422,36 | 1420,15 | 3,81 | 3,81 | 1426,54 | 1424,33 |
| 8 | P(SJ)L6 | SALIDA 1 | 8,38 | D400NOV | 0,36 | 15,87 | 0,42 | 8,92 | 7,27 | 14,63 | 6,02 | ok | D400NO | 0,36 | 1,20 | | | 1419,08 | 1417,75 | 4,89 | 4,89 | 1424,33 | 1423,00 |
| 9 | ST(SJ)3 | P(SJ)L7 | 54,21 | D315NOV | 0,28 | 9,70 | 0,51 | 5,93 | 5,12 | 7,46 | 4,46 | ok | D315NO | 0,28 | 1,20 | | | 1435,63 | 1430,37 | 0,90 | 0,90 | 1436,81 | 1431,55 |
| 10 | P(SJ)L7 | P(SJ)L8 | 76,34 | D500NOV | 0,45 | 5,16 | 0,69 | 5,90 | 5,57 | 6,87 | 3,36 | ok | D500NO | 0,45 | 1,20 | | | 1429,65 | 1425,71 | 1,44 | 1,44 | 1431,55 | 1427,61 |
| 11 | P(SJ)L8 | P(SJ)L9 | 12,91 | D500NOV | 0,45 | 4,73 | 0,72 | 5,65 | 5,42 | 6,35 | 3,17 | ok | D500NO | 0,45 | 1,20 | | | 1425,12 | 1424,51 | 2,04 | 2,04 | 1427,61 | 1427,00 |
| 12 | P(SJ)L9 | SALIDA 2 | 9,51 | D500NOV | 0,45 | 10,52 | 0,49 | 8,42 | 7,15 | 12,66 | 5,04 | ok | D500NO | 0,45 | 1,20 | | | 1423,47 | 1422,47 | 3,08 | 3,08 | 1427,00 | 1426,00 |
| 13 | ST(SJ)5 | P(SJ)L10 | 71,26 | D400NOV | 0,36 | 1,92 | 0,63 | 3,11 | 2,86 | 2,01 | 2,02 | ok | D400NO | 0,36 | 1,20 | | | 1420,56 | 1419,19 | 0,90 | 0,90 | 1421,82 | 1420,45 |
| 14 | P(SJ)L10 | P(SJ)L11 | 8,68 | D400NOV | 0,36 | 5,18 | 0,39 | 5,10 | 4,05 | 4,64 | 3,45 | ok | D400NO | 0,36 | 1,20 | | | 1418,85 | 1418,40 | 1,23 | 1,23 | 1420,45 | 1420,00 |
| 15 | P(SJ)L11 | SALIDA 3 | 9,12 | D400NOV | 0,36 | 21,93 | 0,19 | 10,49 | 6,77 | 14,84 | 7,24 | ok | D400NO | 0,36 | 1,20 | | | 1417,47 | 1415,47 | 2,17 | 2,17 | 1420,00 | 1418,00 |
| 16 | SL(SJ)1 | P(SJ)L4 | 3,35 | D400NOV | 0,36 | 2,09 | 0,41 | 3,24 | 2,60 | 1,90 | 2,19 | ok | D400NO | 0,36 | 1,20 | | | 1428,86 | 1428,79 | 0,90 | 0,90 | 1430,12 | 1430,05 |
| 17 | SL(SJ)2 | P(SJ)L10 | 13,30 | D315NOV | 0,28 | 0,70 | 0,56 | 1,59 | 1,42 | 0,55 | 1,19 | ok | D315NO | 0,28 | 1,20 | | | 1418,02 | 1417,92 | 0,90 | 2,24 | 1419,20 | 1420,45 |
| 18 | ST(SJ)4 | P(SJ)L7 | 5,55 | D400NOV | 0,36 | 2,70 | 0,74 | 3,68 | 3,57 | 2,93 | 2,29 | ok | D400NO | 0,36 | 1,20 | | | 1430,44 | 1430,29 | 0,90 | 0,90 | 1431,70 | 1431,55 |

SALIDAS PLUVIALES

CORREGIMIENTO DE SAN JOSE DE SUAITA

6.5.7 Presupuesto General. Los análisis unitarios a los cuales se aplica el presupuesto del alcantarillado pluvial y las salidas pluviales para el corregimiento de San José De Suaita, se encuentran en el anexo 11.

Tabla 14. Presupuesto general Alcantarillado sanitario

| ITEM | ACTIVIDAD | UND | CANT | VR/UNIT | VR/TOT |
|-------------|--|-----|---------|--------------|--------------|
| 1.0 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | |
| 1.1. | CAMPAMENTO Y ENCERRAMIENTO | | | | |
| 1.1.1. | CAMPAMENTO M2 | M2 | 20 | \$100.545 | \$2.010.900 |
| 1.1.2. | REPLANTEO | M2 | 5140 | \$1.477 | \$7.591.780 |
| 1.1.3. | CERCA EN TABLA CHAPA H= 1.90 M | ML | 15 | \$23.899 | \$358.485 |
| 1.2. | DESCAPOTE | | | | |
| 1.2.1. | DESCAPOTE MANUAL Y RETIRO | M2 | 458,01 | \$5.124 | \$2.346.843 |
| 1.3. | AISLAMIENTO Y SEÑALIZACION | | | | |
| 1.3.1. | SEÑALIZACION | UND | 1 | \$1.363.000 | \$1.363.000 |
| 1.4. | RETIRO DE BASURAS Y ESCOMBROS | | | | |
| 1.4.1. | RETIRO SOBANTES | M3 | 279,62 | \$16.875 | \$4.718.588 |
| 2.0 | MOVIMIENTOS DE TIERRAS | | | | |
| 2.1 | ROTURA DE PLACAS EN CONCRETO | | | | |
| 2.1.1. | DEMOLICION PLACAS PISO H=20 | M2 | 1398,11 | \$21.028 | \$29.399.457 |
| 2.2. | EXCAVACION EN TIERRA SIN ACARREO LIBRE | | | | |
| 2.2.1. | EXCAVACION ZANJA H=1 M MATERIAL COMPACTADO | M3 | 68,65 | \$11.250 | \$772.313 |
| 2.3. | EXCAVACION MANUAL EN TIERRA PROFUNDIDAD < 2 M | | | | |
| 2.3.1. | EXCAVACION ZANJA H=2M MATERIAL COMPACTADO | M3 | 1907,25 | \$13.650 | \$26.033.963 |
| 2.4. | EXCAVACION MANUAL EN TIERRA PROFUNDIDAD 2 - 5 M | | | | |
| 2.4.1. | EXCAVACION MANUAL H>2 M. INCLUYE ENTIBADO | M3 | 190,26 | \$46.860 | \$8.915.584 |
| 2.5. | SUMINISTRO, CONFORMACION DE RELLENO EN MAT. SELECCIONADO PARA | | | | |
| 2.5.1. | RELLENOS RECEBO | M3 | 282,55 | \$23.110 | \$6.529.731 |
| 2.6. | CONFORMACION Y COMPACTACION DE RELLENO EN MATERIAL SELECCIONADO | | | | |
| 2.6.1. | RELLENOS EN TIERRA | M3 | 217,35 | \$8.175 | \$1.776.836 |
| 2.7. | CONFORMACION Y COMPACTACION EN MATERIAL COMUN | | | | |
| 2.7.1. | RELLENOS EN TIERRA MATERIAL COMUN | M3 | 1805,22 | \$7.861 | \$14.190.834 |
| 3.0 | TUBERIAS PREFABRICADAS | | | | |
| 3.5. | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC | | | | |
| 3.5.1. | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA NOVAFORT 200 mm | ML | 2166,66 | \$40.167 | \$87.028.232 |
| 3.6. | SUMINISTRO E INSTALACION ACCES. PVC | | | | |
| 3.6.1. | SUMINISTRO E INSTALACION ACCESORIOS PVC 200 mm | UND | 34,5 | \$85.125 | \$2.936.813 |
| 4.0 | ESTRUCTURAS | | | | |
| 4.1 | ATRAQUE TUBERIA | | | | |
| 4.1.1. | ATRAQUE DE TUBERIA 8" | ML | 7,24 | \$6.117,00 | \$44.287 |
| 4.3. | PLACA PISO PARA POZOS | | | | |
| 4.3.1. | PLACA PISO POZOS | UND | 52 | \$184.967,00 | \$9.618.284 |
| 4.4 | CILINDRO POZO INSPECCION DIAMETRO 1.2M | | | | |
| 4.4.1. | CILINDRO POZO INSPECCION DIAMETRO 1.2M | ML | 62,4 | \$529.714,00 | \$33.054.154 |
| 4.5. | CONO POZO INSPECCION DIAMETRO 1.2M | | | | |
| 4.5.1. | CONO PARA POZO DE INSPECCION DIAMETRO 1.2M | UND | 52 | \$210.784,00 | \$10.960.768 |
| 4.6 | TAPA Y ANILLO POZO DIAMETRO 1.2M | | | | |
| 4.6.1. | TAPA Y ANILLO PARA POZOS DE DIAMETRO 1.2M | UND | 52 | \$304.300,00 | \$15.823.600 |
| 5.0 | CONEXIONES DOMICILIARIAS | | | | |
| 5.2. | CONEXIONES DOMICILIARIAS MENORES DE 6,00 MTS INCLUYE CAJA DE INSPECCION | | | | |
| 5.2.1. | CAJA INSPECCION .80X.80X.80 | UN | 141 | \$278.742 | \$39.302.622 |
| 5.2.2. | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA NOVAFORT | ML | 846 | \$29.594 | \$25.036.524 |
| 5.3 | CONEXIONES DOMICILIARIAS MAYORES DE 6,00 MTS INCLUYE CAJA DE INSPECCION | | | | |
| 5.3.1. | CAJA INSPECCION .80X.80X.80 | UN | 25 | \$278.742 | \$6.968.550 |
| 5.3.2. | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA NOVAFORT 160 MM | ML | 390 | \$29.594 | \$11.541.660 |

| | |
|----------------------------------|----------------------|
| COSTO DIRECTO OBRA FISICA | \$348.323.806 |
| AIU (30%) | \$104.497.142 |
| TOTAL OBRA FISICA CON AIU | \$452.820.948 |

Tabla 15. Presupuesto general salidas pluviales

| ITEM | ACTIVIDAD | UND | CANT | VR/UNIT | VR/TOT |
|-------------|--|-----|--------|--------------|--------------|
| 1.0 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | |
| 1.1. | CAMPAMENTO Y ENCERRAMIENTO | | | | |
| 1.1.1. | CAMPAMENTO M2 | M2 | 20 | \$100.545 | \$2.010.900 |
| 1.1.2. | REPLANTEO | M2 | 1028 | \$1.477 | \$1.518.356 |
| 1.1.3. | CERCA EN TABLA CHAPA H= 1.90 M | ML | 15 | \$23.899 | \$358.485 |
| 1.2. | DESCAPOTE | | | | |
| 1.2.1. | DESCAPOTE MANUAL Y RETIRO | M2 | 75 | \$5.124 | \$384.300 |
| 1.3. | AISLAMIENTO Y SEÑALIZACION | | | | |
| 1.3.1. | SEÑALIZACION | UND | 1 | \$1.363.000 | \$1.363.000 |
| 1.4. | RETIRO DE BASURAS Y ESCOMBROS | | | | |
| 1.4.1. | RETIRO SOBANTES | M3 | 49,09 | \$16.875 | \$828.394 |
| 2.0 | MOVIMIENTOS DE TIERRAS | | | | |
| 2.1 | ROTURA DE PLACAS EN CONCRETO | | | | |
| 2.1.1. | DEMOLICION PLACAS PISO H=20 | M2 | 81,82 | \$21.028 | \$1.720.511 |
| 2.2. | EXCAVACIÓN EN TIERRA SIN ACARREO LIBRE | | | | |
| 2.2.1. | EXCAVACION ZANJA H=1 M MATERIAL COMPACTADO | M3 | 68,65 | \$11.250 | \$772.313 |
| 2.3. | EXCAVACIÓN MANUAL EN TIERRA PROFUNDIDAD < 2 M | | | | |
| 2.3.1. | EXCAVACION ZANJA H=2M MATERIAL COMPACTADO | M3 | 608,11 | \$13.650 | \$8.300.702 |
| 2.4. | EXCAVACIÓN MANUAL EN TIERRA PROFUNDIDAD 2 - 5 M | | | | |
| 2.4.1. | EXCAVACION MANUAL H>2 M. INCLUYE ENTIBADO | M3 | 53,28 | \$46.860 | \$2.496.701 |
| 2.5. | SUMINISTRO, CONFORMACIÓN DE RELLENO EN MAT. SELECCIONADO PARA | | | | |
| 2.5.1. | RELLENOS RECEBO | M3 | 83,36 | \$23.110 | \$1.926.450 |
| 2.6. | CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE RELLENO EN MATERIAL SELECCIONADO | | | | |
| 2.6.1. | RELLENOS EN TIERRA | M3 | 69,47 | \$8.175 | \$567.917 |
| 2.7. | CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN EN MATERIAL COMÚN | | | | |
| 2.7.1. | RELLENOS EN TIERRA MATERIAL COMÚN | M3 | 538,63 | \$7.861 | \$4.234.170 |
| 3.0 | TUBERIAS PREFABRICADAS | | | | |
| 3.5. | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC | | | | |
| 3.5.1. | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVAFORT 315-400-500 mm | ML | 409,11 | \$40.167 | \$16.432.721 |
| 3.6. | SUMINISTRO E INSTALACIÓN ACCES. PVC | | | | |
| 3.6.1. | SUMINISTRO E INSTALACIÓN ACCESORIOS PVC 315-400-500 mm | UND | 6,5 | \$85.125 | \$553.313 |
| 4.0 | ESTRUCTURAS | | | | |
| 4.1 | ATRAQUE TUBERIA | | | | |
| 4.1.1. | ATRAQUE DE TUBERIA 12-16-20" | ML | 1,84 | \$6.117,00 | \$11.255 |
| 4.3. | PLACA PISO PARA POZOS | | | | |
| 4.3.1. | PLACA PISO POZOS | UND | 11 | \$184.967,00 | \$2.034.637 |
| 4.4 | CILINDRO POZO INSPECCIÓN DIAMETRO 1.2M | | | | |
| 4.4.1. | CILINDRO POZO INSPECCIÓN DIAMETRO 1.2M | ML | 13,2 | \$529.714,00 | \$6.992.225 |
| 4.5. | CONO POZO INSPECCIÓN DIAMETRO 1.2M | | | | |
| 4.5.1. | CONO PARA POZO DE INSPECCION DIAMETRO 1.2M | UND | 11 | \$210.784,00 | \$2.318.624 |
| 4.6 | TAPA Y ANILLO POZO DIAMETRO 1.2M | | | | |
| 4.6.1. | TAPA Y ANILLO PARA POZOS DE DIAMETRO 1.2M | UND | 11 | \$304.300,00 | \$3.347.300 |
| 4.7 | SUMIDEROS | | | | |
| 4.7.1. | SUMIDERO TRANSVERSAL ST-40 | UN | 5 | \$631.385 | \$3.156.925 |
| 4.7.2. | SUMIDERO LATERAL SL-200 | UN | 2 | \$521.843 | \$1.043.686 |

| | |
|----------------------------------|---------------------|
| COSTO DIRECTO OBRA FISICA | \$62.372.884 |
| AIU (30%) | \$18.711.865 |
| TOTAL OBRA FISICA CON AIU | \$81.084.749 |

TOTAL OBRA ALCANTARILLADO SANITARIO Y SALIDAS PLUVIALES \$533.905.697

7.0. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Las características perjudiciales de las aguas negras promueven el tratamiento de las mismas, la disposición del agua residual requiere la consideración de muchos factores, en especial su peligro para la salud, olores, apariencia y otras molestas condiciones, por tal motivo es necesario algún grado en el proceso de tratamiento, la selección del tipo y nivel del proceso depende directamente del agua residual, factores como la calidad del efluente después del tratamiento, costo inicial de la planta, costos de operación y mantenimiento, capacidad para la disposición del lodo, potencial de contaminación del aire debido a los contaminantes removidos y agentes químicos requeridos en el tratamiento son primordialmente los elementos mas influyentes en el tratamiento del agua residual, pocas veces las condiciones permiten una disposición económica de aguas negras para un tratamiento altamente efectivo por sus altos costos, en los tratamientos de aguas contaminadas se busca la economía, además de la eficiencia del sistema escogido para tal efecto.

7.1. SISTEMAS DE TRATAMIENTO

Se utilizan diversos métodos para la evacuación de las aguas residuales, los medios empleados en la depuración en sus diferentes etapas, son las operaciones físicas y los procesos químicos y biológicos.

- **Operaciones Físicas** : se emplean para la separación de sólidos de gran tamaño, sólidos suspendidos y coloidales, desinfección del agua residual y control de olores, para tales procesos se utilizan rejillas, tamices, mezclado, floculación, sedimentación, flotación, elutriación, filtración, transmisión térmica y secado.
- **Procesos Químicos**: usados para la depuración del agua residual, los procesos más frecuentes son la precipitación química, transferencia de gases, adsorción, desinfección y combustión.
- **Procesos Biológicos**: métodos utilizados para el tratamiento del agua residual, en los cuales la parte activa es la presencia de microorganismos, hay tres sistemas, aeróbicos, anaeróbicos y facultativos.

7.1.1 Sistemas Aeróbicos. Procedimientos del medio biológico que emplean la asistencia y asociación de microorganismos que viven en presencia de oxígeno, es decir, los microorganismos utilizan el oxígeno soluble presente en el agua para evacuar los contaminantes.

A. Lodos Activados. Técnica biológica de contacto donde se agita y se aérea una mezcla de agua de desecho y un lodo de microorganismos en el cual organismos vivos aerobios y sólidos orgánicos de aguas residuales, se mezclan en un medio ambiente favorable para la descomposición aeróbica de los sólidos, el lodo activado varia de pardo oscuro a pardo amarillo, granular o floculento y parcialmente descompuesto, cuando esta fresco posee un olor a tierra con un contenido de humedad en un 98 %, además

está formados por flóculos parduscos que contienen materia orgánica procedente de las aguas residuales, pobladas por miríadas de bacterias y otra forma de vida biológica, este proceso con la presencia de organismos vivos tienen la propiedad de absorber la materia orgánica coloidal y disuelta, incluyendo el amoníaco de las aguas residuales con lo que disminuye la cantidad de sólidos suspendidos.

B. Filtros Percoladores. Método usado para el tratamiento de aguas residuales que emplean la oxidación para descomponer y estabilizar la materia putrescible colocando la materia orgánica presente en los desechos en contacto directo con los microorganismos en condiciones aerobias los cuales revisten el medio filtrante y tiene como objeto reducir la carga orgánica existente en aguas residuales domésticas o industriales, radica en un lecho de piedras u otro medio natural o sintético, sobre el cual se aplica las aguas residuales, con el consecuente crecimiento de microorganismos, lamas o películas microbiales sobre el lecho.

C. Lagunas. Lagunas artificiales para aguas negras que utilizan las fuerzas naturales para la purificación y son simplemente excavaciones realizadas en un terreno para el tratamiento de aguas residuales, poseen una profundidad variable y son apropiadas para lugares donde están disponibles grandes áreas de terrenos a bajo costo y con altas temperaturas debido a la luz solar, el tratamiento se basa específicamente en la descomposición aerobia de la materia orgánica. Las lagunas se clasifican teniendo en cuenta la concentración de oxígeno disuelto y la fuente que suministra el oxígeno necesario para la asimilación bacteriana de compuestos orgánicos presentes en las aguas residuales.

a) Lagunas Aerobias. Lagunas poco profundas con el fin de permitir la penetración de la luz del sol en toda la columna de agua, este tipo de lagunas tiene una gran actividad fotosintética durante las horas de luz solar en toda la columna de agua, su profundidad varía entre 30 y 60 centímetros. Las lagunas diseñadas para aumentar la actividad fotosintética de las algas, se denominan también lagunas de alta tasa. El término alta tasa se refiere a la velocidad de producción fotosintética de oxígeno por partes de las algas presentes y no a la velocidad de asimilación metabólica de compuestos orgánicos, la cual permanece invariable y los tiempos de retención de estos sistemas son relativamente largos, se utilizan en combinación con otras lagunas y su aplicación se limita a zonas con climas cálidos y soleados.

b) Lagunas Aireadas. Estanque de dos a cinco metros de profundidad, hecho para el tratamiento biológico de aguas residuales, el sistema de tratamiento usa equipo de aireación mecánica con el objeto de suministrar oxígeno y mezcla. Una laguna aireada se diseña como laguna aerobia, con suficiente introducción de potencia, para mantener todos los sólidos en suspensión, con temperatura alta y cargas bajas es posible obtener un grado alto de nitrificación. Un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas aireadas, permite obtener remociones de DBO mayores del 90% y remociones de conformes fecales del 90 al 95% con períodos de aireación de 2 a 6 días.

c) Lagunas Facultativas. Laguna que posee una profundidad que oscila entre 1,50 a 2,50 metros y se conocen como lagunas de estabilización, el tratamiento se desarrolla por acción de bacterias aerobias en la capa superior y de bacterias anaerobias o anóxicas en la capa inferior, dependiendo de la mezcla que se induce por acción del viento. Los sólidos

sedimentables se depositan en el fondo de la laguna y pueden funcionar como lagunas con descarga controlada, como lagunas de retención total y como unidades de almacenamiento para un tratamiento posterior sobre el suelo.

7.1.2 Sistemas Anaeróbicos. Métodos de descomposición u oxidación de compuestos orgánicos en ausencia de oxígeno libre, para obtener la energía requerida para el crecimiento y mantenimiento de los organismos anaerobios, es menos eficiente en producción de energía que el aerobio, debido a que la mayoría de la energía liberada en el catabolismo anaerobio proviene de la sustancia descompuesta, que aún permanece en los productos finales orgánicos reducidos, tales como el metano, generándose una cantidad de biomasa mucho menor que la producida en el proceso aerobio.

Los cultivos microbiales, son los agentes activos para remoción de los contaminantes del agua en los procesos biológicos de tratamiento, los usos principales del tratamiento biológico anaerobio, son el de remoción de materia orgánica de las aguas residuales y el de oxidación y estabilización de lodos orgánicos o biosólidos producidos en el tratamiento biológico.

A. Filtro Anaerobio. Columna rellena de diversos tipos de medios sólidos que se utilizan para el tratamiento de la materia orgánica carbonosa contenida en el agua residual, el agua tratada fluye en el sentido ascendente, entrando en contacto con el medio sobre el que se desarrollan y fijan las bacterias anaerobias. Dado que las bacterias están adheridas al medio y no son arrastradas por el efluente, se pueden obtener tiempos medios de retención celular del orden de los 100 días, es posible conseguir grandes

valores de O_c (Edad de lodos o tiempo de resistencia celular medio, basado en el volumen del tanque de aireación) con bajos tiempos de retención hidráulica. De este modo, el filtro anaeróbico se puede emplear para el tratamiento de residuos de baja concentración a temperatura ambiente.

B. Tanque Imhoff. Sistema de tratamiento anaerobio el cual consiste en un tanque que consta de un compartimiento inferior para digestión de los sólidos sedimentados y de una cámara superior de sedimentación. Los sólidos sedimentados pasan a través de la abertura del compartimiento superior hacia la zona de digestión. La espuma se acumula en la zona de sedimentación y en las zonas de ventilación adyacentes a las cámaras de sedimentación. El gas producido en el proceso de digestión en la cámara de lodos, escapa a través de la zona de ventilación, sus ventajas son que es de simple operación, no requiere personal técnico especializado y la operación consiste en remover diariamente la espuma y en descargarla sobre la zona de ventilación, así como en extraer periódicamente los lodos hacia los lechos de secado, puede tener varias cámaras de sedimentación sobre una cámara de digestión.

La remoción de sólidos suspendidos puede ser de 45 a 70% y la reducción de DBO, de 25 a 50%, la remoción es variable y depende de las características del residuo y de las condiciones de diseño y de operación.

C. Tanque Séptico. Tanque en el cual la sedimentación y digestión ocurren dentro del mismo tanque; evitando los problemas de complejidad de construcción y excavación profunda. El tanque séptico consiste esencialmente en uno o varios tanques o compartimentos en serie para la sedimentación de sólidos y la función más utilizada del tanque séptico, es la

de condicionar las aguas residuales para disposición superficial en lugares donde no existe un sistema de alcantarillado sanitario.

La remoción del DBO en un tanque séptico puede ser del 30 al 50% de grasas, de aceites un 70 a 80% y de un 50 a 70% de sólidos suspendidos, para aguas residuales domésticas típicas.

D. Proceso Ascensional De Manto De Lodos Anaerobio. El reactor o proceso de flujo ascensional y manto de lodo anaerobio en el cual el agua residual se introduce por el fondo del reactor y fluye a través de un manto de lodos conformado por granos biológicos o partículas de microorganismos.

7.1.3 Sistemas Facultativos. Estanques facultativos o las lagunas en las que la estabilización de las aguas residuales se lleva a cabo mediante una combinación de bacterias facultativas, anaerobias y aerobias, se conocen con el nombre de lagunas de estabilización facultativas (aerobios-anaerobios). En la laguna existen tres zonas, una zona superficial en la que existen bacterias aerobias y algas en una relación simbiótica, otra zona inferior anaerobia en la que se descomponen activamente los sólidos acumulados por acción de las bacterias anaerobias y una zona intermedia que es parcialmente aerobia y anaerobia en que la descomposición de los residuos orgánicos, la llevan a cabo las bacterias facultativas.

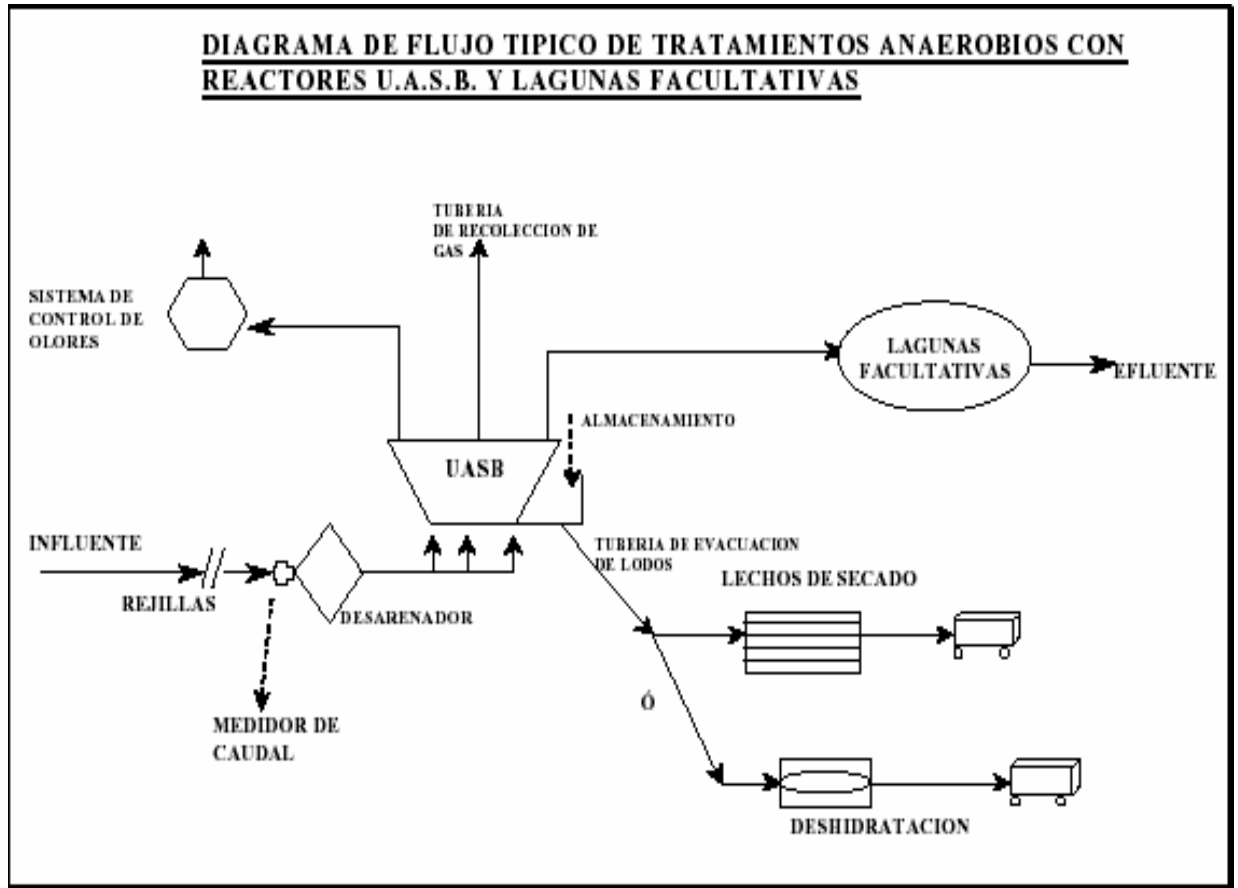
Los estanques de estabilización facultativos son tanques excavados en el terreno, los cuales se alimentan con agua residual procedente de un proceso previo de desbaste o con el efluente de un tratamiento primario. Los sólidos

de gran tamaño se sedimentan y se forma una capa de fango anaeróbico. Los materiales orgánicos sólidos y coloidales se oxidan por la acción de las bacterias aerobias y facultativas, empleando el oxígeno generado por las abundantes algas presentes cerca de la superficie. El dióxido de carbono que se produce en el proceso de oxidación orgánica sirve como fuente de carbono para las algas.

A. Lagunas Facultativas De Estabilización. Lagunas en que la concentración de oxígeno disuelto disminuye de la superficie hacia el fondo, se distingue una capa superficial aeróbica y un estrato profundo anaeróbico o anóxico. El espesor de estas capas varía con la carga orgánica que llega a la laguna, lo mismo que de algunas condiciones ambientales, tales como la temperatura y la radiación solar, La profundidad del estanque es de aproximadamente 1,50 a 2,50 metros. En este tipo de lagunas las algas producen oxígeno durante la fotosíntesis, oxígeno que es utilizado por las bacterias para oxidar materia orgánica en el estrato aeróbico, en el estrato anaeróbico, predominan los procesos de fermentación y reducción de la materia orgánica que desciende de las capas superiores, lo mismo que el lodo acumulado en el fondo. Los organismos que actúan en la laguna, son bacterias aeróbicas, anaeróbicas y facultativas.

B. Lagunas De Maduración. Lagunas que reciben efluentes de sistemas de tratamiento y adquieren reducir el número de gérmenes patógenos, las lagunas de maduración en serie contribuyen a disminuir población de las algas, permitiendo la sedimentación del material suspendido y oxidando algunos compuestos orgánicos para disminuir la población de bacterias y así mejorar la calidad del efluente.

Grafica 6. Diagrama de flujo de tratamiento anaerobio



Fuente; NORMAS RAS-2000

7.2. ETAPAS DE TRATAMIENTO EN AGUAS RESIDUALES

El tratamiento de las aguas residuales es cualquier proceso al que se someten las aguas para eliminar o alterar sus constituyentes dañinos y reducirles su peligrosidad, el problema de disposición de las aguas residuales hace necesario algún tipo de proceso y los métodos usados para el tratamiento de las aguas residuales pueden incluirse entre cinco procesos

siguientes: tratamiento preliminar, tratamiento primario, tratamiento secundario, cloración y tratamiento de los lodos.

7.2.1 Tratamiento Preliminar. El tratamiento preliminar consiste en el acondicionamiento de las aguas de desecho antes de su descarga con el fin de eliminar o neutralizar sustancias dañosas para las alcantarillas y los procesos de tratamiento, también se aplica como operaciones unitarias con el fin de preparar los desechos para un tratamiento posterior, en la mayoría de las plantas, el tratamiento preliminar sirve para proteger el equipo de bombeo y hacer más fáciles los procesos subsecuentes del tratamiento. Los dispositivos para el tratamiento preliminar están destinados a eliminar o a separar los sólidos mayores o flotantes, eliminar los sólidos orgánicos pesados y eliminar cantidades excesivas de aceites o de grasas. Para alcanzar los objetivos de un tratamiento preliminar, se emplean dispositivos como rejillas de barras gruesas o finas, tamicos, desmenuzadores, ya sean molinos, cortadoras o trituradoras, desarenadores y tanques de preaireación.

7.2.2 Tratamiento Primario. Proceso en el cual se separan o eliminan la mayoría de los sólidos suspendidos en las aguas residuales en aproximadamente un 40 al 60%, mediante el proceso físico de asentamiento en tanques de sedimentación, cuando se agregan ciertos productos químicos en los tanques primarios, se eliminan casi todos los sólidos coloidales, así como los sedimentables, es decir, un total del 80 al 90% de los sólidos suspendidos. La actividad biológica de las aguas residuales durante este proceso, tiene escasa importancia y el propósito fundamental de los dispositivos para el tratamiento primario, consiste en disminuir suficientemente la velocidad de las aguas residuales para que puedan

sedimentarse los sólidos, estos dispositivos se distinguen con el nombre de tanque de sedimentación adecuado a la diversidad de diseños y operación, los tanques de sedimentación pueden dividirse en cuatro grupos, tanques sépticos, tanques de doble acción como son los de Imhoff y UASB, tanques de sedimentación simple con eliminación mecánica de lodos y clarificadores de flujo ascendente con eliminación mecánica de lodos.

Cuando se usan productos químicos se emplean otras unidades auxiliares como unidades alimentadoras de reactivos, mezcladores y floculadores.

7.2.3 Tratamiento Secundario. Tratamiento que solo debe efectuarse cuando las aguas residuales después del tratamiento primario, contienen más sólidos orgánicos en suspensión o solución que los que puedan ser asimilados por las aguas receptoras, este tratamiento secundario depende principalmente de los organismos aerobios, los cuales promueven la descomposición de los sólidos orgánicos hasta transformarlos en sólidos inorgánicos o en sólidos orgánicos estables.

7.2.4 Cloración. Procedimiento en el tratamiento que puede emplearse para distintos propósitos en las etapas del tratamiento de agua de desecho, antes o después del tratamiento preliminar. Consiste en la aplicación del cloro al agua residual con el propósito de desinfección o destrucción de organismos patógenos, también con el fin prevenir la descomposición de las aguas residuales para controlar el olor y proteger las estructuras de la planta, además se aplica como auxiliar en la operación de la planta para la sedimentación, el abultamiento de los lodos activados y el ajuste o abatimiento de la demanda bioquímica de oxígeno.

7.2.5 Tratamiento De Los Lodos. Los lodos están constituidos por sólidos que se eliminan en unidades de tratamiento primario y secundario, fusionado con el agua que se separa con ellos, generalmente es necesario tratarlos para prepararlos o acondicionarlos para su disposición final. Este tratamiento elimina parcial o totalmente el agua que contienen los lodos, con el fin de disminuir su volumen en una alta proporción, además descompone todos los sólidos orgánicos putrescibles, de modo que puedan transformarse en sólidos minerales o sólidos orgánicos relativamente estables, esto se obtiene con la combinación de dos o más de métodos como secado en lechos de arena cubiertos o descubiertos, acondicionamiento con producto químicos, filtración al vacío y secado aplicando calor.

8.0. DISEÑO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

8.1. GENERALIDADES

8.1.1 Objetivo. El objetivo general es el diseño del *Sistema De Tratamiento De Las Aguas Residuales* provenientes del sistema de alcantarillado sanitario, mediante la separación, remoción o eliminación de la carga contaminante suspendida o disuelta en el agua antes de ser descargada.

8.1.2 Localización. El área de estudio del proyecto del *Sistema De Tratamiento De Aguas Residuales* corresponde al **Corregimiento de San José De Suaita**, perteneciente al **Municipio de Suaita** del **Departamento de Santander**, el área de estudio esta localizada en el sector sur del departamento entre las coordenadas Norte 1.172.600 - 1.173.100 y Este 1.069.400 - 1.069.900; la ubicación de la planta se encuentra al costado oriente y dista a 100 m del casco urbano y del perímetro ambiental del corregimiento.

8.1.3 Descripción Del Proyecto. El corregimiento no dispone de un sistema de tratamiento que regule la composición de las aguas residuales, por tal motivo se determina la implementación de una planta pequeña que trate la totalidad de las aguas residuales recolectadas por el alcantarillado; la

entrega de la aguas de desecho del corregimiento serán transportadas por una tubería delimitada por la vía que comunica el corregimiento con la planta.

El sistema consta de un sistema preliminar para proteger las instalaciones, un tratamiento primario determinado por un tanque UASB y un filtro anaeróbico para la eliminación de sólidos suspendidos y un tratamiento secundario con un sistema de humedal para la descomposición de sólidos inorgánicos en sólidos orgánicos estables

8.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se planteo un esquema preliminar para el levantamiento planimétrico y altimétrico, en el cual se utilizo el siguiente equipo:

- Teodolito Sokia (Lectura a los 5 segundos).
- Mira.
- Cinta Métrica.
- Brújula.
- Cadeneros.
- Pintura, plásticos y estacas.

Este levantamiento planimétrico se llevo a cabo por medio de una poligonal cerrada en la cual se tomo el área en la que se ubicara la planta, determinando las principales características físicas del terreno y la posición geográfica del predio dentro del área en estudio; para la ubicación de las principales curvas de nivel y por consiguiente la obtención de la pendiente,

se hizo un levantamiento altimétrico en donde se estimó una cota para obtener los diferentes cambios de altura. En este levantamiento general se localizaron las cercas que delimitan el predio, la vía de acceso a la planta, la tubería de entrega de las aguas residuales provenientes del alcantarillado, una quebrada aledaña y los árboles principales que se encuentran dentro del predio de la planta de tratamiento (Plano No.13)

Aspectos como distancia al río no se tuvo en cuenta por estar muy distante y las vías de acceso están delimitadas dentro del sistema de alcantarillado, estas normas son exigidas por autoridades ambientales que este caso corresponden a la Corporación Autónoma De Santander (CAS).

Los cálculos y el levantamiento topográfico del predio perteneciente al tratamiento de aguas residuales y de residuos sólidos se encuentran en el anexo 4,5 y 6.

Mediante las curvas de nivel se obtiene la pendiente de dicho terreno, debido a que este parámetro afecta directamente el presupuesto y es fundamental para el análisis del movimiento de tierras que es el ítem que genera más costos en la construcción la planta (Plano No.13).

8.3 PARÁMETROS DE DISEÑO

8.3.1 Periodo de diseño. El periodo de proyección de sistemas de tratamiento de aguas residuales se estima en 15 años debido a los aspectos socioeconómicos y demográficos de la región, además la tasa de crecimiento de la población es muy baja, lo que precisa un proyecto con bajos costos y amplia cobertura.

8.3.2 Caudales. Para el diseño hidráulico de la planta se determina básicamente por el importe de aguas residuales producidas básicamente por las 158 domiciliarias y las 7 pequeñas instituciones como el colegio, la escuela, el museo histórico (textilera antigua), la plaza de mercado, el ancianato, el puesto de salud y el matadero del corregimiento.

Para comunidades sin alcantarillado debe determinarse el caudal medio de diseño con base en la dotación de agua potable multiplicada por la población y un factor de retorno entre 0.70 y 0.80, más los caudales de infiltración, conexiones erradas y aportes institucionales comerciales e industriales. En nuestro caso se contempla la descarga residual constituida por las aguas domiciliarias de desecho, debido a que no existen aportes de áreas comerciales e industriales y los aportes por las áreas institucionales en los cálculos hidráulicos del proyecto del sistema de alcantarillado sanitario se acoplaron a los aportes domiciliarios debido a su baja contribución.

El caudal de diseño para plantas de tratamiento de aguas residuales se adapta básicamente para un Caudal Máximo Horario(QMH), es así como se establece el caudal de agua residual del emisario final (tramo 57) como caudal de diseño, que posee un caudal de 2.07 LPS de los aportes domésticos de la red de alcantarillado.

Tabla 16. Calculo del caudal de diseño para el tratamiento de aguas residuales

| IDENTIFICACION | | | | | AREAS PARCIALES DE APOYOS | | | | | | | | AREAS TOTALES DE APORTES | | | | | CAUDAL DE APORTE MEDIO DIARIO | | | | | OTROS CAUDALES | | | CAUDALES DE DISEÑO | |
|----------------|----------|------------------|----------------|-----------|---------------------------|-------------|-----------|-----------|------------|-------------|-----------|-----------|--------------------------|--------|--------|--------|---------|-------------------------------|--------------|--------------|-------|------|----------------|------|--------|--------------------|-----------|
| TRAMO | | NIVEL SOCIOECON. | DENSIDAD BRUTA | POBLACION | CONSUMO | Area resid. | Area com. | Area ind. | Area inst. | Area resid. | Area com. | Area ind. | Area inst. | Q dom. | Q com. | Q ind. | Q inst. | Q md | Qcon erradas | Tipo Infilt. | Cinf. | Qinf | Qmh | Qd | | | |
| DE | A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hab/Ha | Hab | L/Hab-dia |
| P(SJ)R1 | P(SJ)R2 | B | 500 | 100 | 250 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,40 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,26 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,26 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,26 | 0,26 | | | |
| P(SJ)R2 | P(SJ)R3 | B | 500 | 110 | 250 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,29 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,29 | 0,29 | | | |
| P(SJ)R3 | P(SJ)R4 | B | 193,19 | 98,5269 | 200 | 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,21 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,21 | 0,21 | | | |
| P(SJ)R4 | P(SJ)R5 | B | 193,19 | 131,369 | 200 | 0,17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,27 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,27 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,27 | 0,27 | | | |
| P(SJ)R5 | P(SJ)R6 | B | 193,19 | 243,419 | 200 | 0,46 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,26 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,51 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,51 | 0,51 | | | |
| P(SJ)R6 | P(SJ)R7 | B | 193,19 | 469,452 | 200 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,43 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,98 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,98 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,98 | 0,98 | | | |
| P(SJ)R7 | P(SJ)R8 | B | 193,19 | 471,384 | 200 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,44 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,98 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,98 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,98 | 0,98 | | | |
| P(SJ)R8 | P(SJ)R9 | B | 193,19 | 871,287 | 200 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,82 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,82 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 1,82 | 1,82 | | | |
| P(SJ)R9 | P(SJ)R10 | B | 193,19 | 952,427 | 200 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,93 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,98 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,98 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 1,98 | 1,98 | | | |
| P(SJ)R10 | P(SJ)R11 | B | 193,19 | 967,882 | 200 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,02 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 2,02 | 2,02 | | | |
| P(SJ)R11 | P(SJ)R12 | B | 193,19 | 981,405 | 200 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,04 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 2,04 | 2,04 | | | |
| P(SJ)R12 | P(SJ)R13 | B | 193,19 | 983,337 | 200 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,05 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 2,05 | 2,05 | | | |
| P(SJ)R13 | P(SJ)R14 | B | 193,19 | 985,269 | 200 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,05 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 2,05 | 2,05 | | | |
| P(SJ)R14 | P(SJ)R15 | B | 193,19 | 987,201 | 200 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,06 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 2,06 | 2,06 | | | |
| P(SJ)R15 | P(SJ)R16 | B | 193,19 | 989,133 | 200 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,06 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 2,06 | 2,06 | | | |
| P(SJ)R16 | P(SJ)R17 | B | 193,19 | 991,065 | 200 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,06 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 2,06 | 2,06 | | | |
| P(SJ)R18 | P(SJ)R19 | B | 500 | 15 | 250 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,04 | 0,04 | | | |
| P(SJ)R19 | P(SJ)R20 | B | 500 | 20 | 250 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,05 | 0,05 | | | |
| P(SJ)R20 | P(SJ)R21 | B | 500 | 70 | 250 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,55 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,18 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,18 | 0,18 | | | |
| P(SJ)R21 | P(SJ)R22 | B | 193,19 | 50,2294 | 200 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,26 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,10 | 0,10 | | | |
| P(SJ)R22 | P(SJ)R23 | B | 193,19 | 56,0251 | 200 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,12 | 0,12 | | | |
| P(SJ)R23 | P(SJ)R24 | B | 193,19 | 67,6165 | 200 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,35 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,14 | 0,14 | | | |
| P(SJ)R24 | P(SJ)R25 | B | 193,19 | 334,219 | 200 | 0,24 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,73 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,70 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,70 | 0,70 | | | |
| P(SJ)R25 | P(SJ)R8 | B | 193,19 | 382,516 | 200 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,98 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,80 | 0,80 | | | |
| P(SJ)R26 | P(SJ)R27 | B | 193,19 | 1,9319 | 200 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | |
| P(SJ)R27 | P(SJ)R28 | B | 193,19 | 3,8638 | 200 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | | | |
| P(SJ)R28 | P(SJ)R29 | B | 193,19 | 7,7276 | 200 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | | | |
| P(SJ)R29 | P(SJ)R30 | B | 193,19 | 9,6595 | 200 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | | | |
| P(SJ)R30 | P(SJ)R31 | B | 193,19 | 15,4552 | 200 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,03 | 0,03 | | | |
| P(SJ)R31 | P(SJ)R32 | B | 193,19 | 23,1828 | 200 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,05 | 0,05 | | | |
| P(SJ)R32 | P(SJ)R33 | B | 193,19 | 30,9104 | 200 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,06 | 0,06 | | | |
| P(SJ)R33 | P(SJ)R34 | B | 193,19 | 34,7742 | 200 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,07 | 0,07 | | | |
| P(SJ)R34 | P(SJ)R35 | B | 193,19 | 52,1613 | 200 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,27 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,11 | 0,11 | | | |
| P(SJ)R35 | P(SJ)R36 | B | 193,19 | 63,7527 | 200 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,13 | 0,13 | | | |
| P(SJ)R36 | P(SJ)R37 | B | 193,19 | 106,255 | 200 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,55 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,22 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,22 | 0,22 | | | |
| P(SJ)R37 | P(SJ)R38 | B | 193,19 | 117,846 | 200 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,61 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,25 | 0,25 | | | |
| P(SJ)R38 | P(SJ)R24 | B | 193,19 | 220,237 | 200 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,46 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,46 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,46 | 0,46 | | | |
| P(SJ)R39 | P(SJ)R41 | B | 193,19 | 19,319 | 200 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,04 | 0,04 | | | |
| P(SJ)R40 | P(SJ)R41 | B | 193,19 | 42,5018 | 200 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,09 | 0,09 | | | |
| P(SJ)R41 | P(SJ)R38 | B | 193,19 | 69,5484 | 200 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,36 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,14 | 0,14 | | | |
| P(SJ)R42 | P(SJ)R38 | B | 193,19 | 5,7957 | 200 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | | | |
| P(SJ)R43 | P(SJ)R43 | B | 193,19 | 11,5914 | 200 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | | | |
| P(SJ)R44 | P(SJ)R44 | B | 193,19 | 19,319 | 200 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,04 | 0,04 | | | |
| P(SJ)R44 | P(SJ)R3 | B | 193,19 | 30,9104 | 200 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,06 | 0,06 | | | |
| P(SJ)R43 | P(SJ)R5 | B | 193,19 | 23,1828 | 200 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,05 | 0,05 | | | |
| P(SJ)R38 | P(SJ)R6 | B | 193,19 | 202,85 | 200 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,42 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,42 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,42 | 0,42 | | | |
| P(SJ)R33 | P(SJ)R36 | B | 193,19 | 38,638 | 200 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,08 | 0,08 | | | |
| P(SJ)R45 | P(SJ)R46 | B | 193,19 | 15,4552 | 200 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,03 | 0,03 | | | |
| P(SJ)R46 | P(SJ)R47 | B | 193,19 | 30,9104 | 200 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,06 | 0,06 | | | |
| P(SJ)R47 | P(SJ)R48 | B | 193,19 | 38,638 | 200 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,08 | 0,08 | | | |
| P(SJ)R48 | P(SJ)R25 | B | 193,19 | 44,4337 | 200 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,23 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,00 | M | 0,30 | 0,00 | 0,09 | 0,09 | | | |
| P(SJ)R49 | P(SJ)R50 | B | 193,19 | 17,3871 | 200 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,00 | 0,00</ | | | | | | | | | | | | | | | |

8.3.3 Densidad De Población (D). El sistemas de tratamiento se baso en la máxima densidad de población futura, según el estrato social y el uso funcional del suelo, para el corregimiento la densidad de población futura se estimo en 193.19 Hab/Ha determinado en el proyecto de la red de alcantarillado sanitario.

8.3.4 Composición Del Agua Residual. Datos de las muestras de laboratorio de las aguas residuales del corregimiento de Suaita (anexo 7)

- DBO₅ † 184 mg/L (met. Incubación)
- DQO † 226 mg/L (met. Ref. Abierto)
- SST † 122 mg/L (met. Gravimetría)

8.3.5 Propiedad Del Terreno. La finca pertenece al Municipio De Suaita, este sitio esta ubicado en la parte sur occidental del municipio y actualmente la zona esta apta para la agricultura en baja producción, esta zona es de alta pendiente en algunos puntos.

El lote escogido para la tratamiento de las agua residuales y disposición final residuos sólidos hace parte de la finca mencionada, tiene un área promedio de 13.026 m², además posee un lote contiguo de 6.467 m² separado por el camino que se dirige a la vereda Aser y Manases, esta división podrá ser utilizada en caso tal de una futura ampliación del tratamiento, este predio tiene un perímetro de 571.26 ml y en la actualidad la propiedad no mantiene una actividad determinada y además cuenta con los servicios públicos de agua y luz.

El uso futuro del suelo una vez terminado el tiempo de vida útil del relleno no esta previamente determinado debido a que las condiciones de la zona no permiten una amplia proyección tanto en producción como en adecuación para reserva natural (bosque, vivero, parque o zona deportiva).

8.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

La planta de tratamiento de las aguas residuales del corregimiento comienza con una fase preliminar que protege la infraestructura, la cual consta de una tubería de acceso, una cámara de cribado, un desarenador y un vertedero sutor; un tratamiento primario para la remoción de sólidos suspendidos designado por un reactor anaerobio de lecho de lodos de flujo ascendente (UASB) y un filtro anaeróbico y por ultimo un tratamiento secundario con un sistema de humedal artificial de flujo subsuperficial (HAFS)(Plano No.15)

8.4.1 Tratamiento Preliminar. Tratamiento encargado para la separación de sólidos flotantes de gran tamaño que arrastra el agua, debe realizarse por medio de procesos físicos y/o mecánicos, como rejillas, desarenadores y trampas de grasa, dispuestos convencionalmente de modo que permitan la retención y remoción del material extraño presente en las aguas negras que pueda interferir los procesos de tratamiento, con este proceso se logra proteger las demás instalaciones de la planta de las consecuencias del arrastre de sólidos suspendidos, que se ve agravado principalmente en el sistema de disposición del efluente en el reactor, por tal motivo se hace primordial la implementación de unidades de remoción de sólidos antes del vertimiento del efluente al tanque UASB.

A. Tubería De Acceso. Tubería comprendida entre el cabezote de entrega de las aguas residuales provenientes del sistema de alcantarillado y la cámara de cribado, el tramo de tubería proveniente hasta el cabezote es de 8 pulgadas de PVC (Novafort), con un diámetro interno efectivo de 0.18 m; los cálculos hidráulicos son los siguientes:

a. Parámetros

Sección: circular

Coefficiente Rugosidad ($n = 0.009$ PVC Novafort)

Longitud (L) = 2 m

$$\begin{aligned} \text{Pendiente (s)} &= (\text{Cota A} - \text{Cota B} / 8 - 0) * 100 \\ &= ((1406.48 - 1406.32) / 8) * 100 = 0.5 \% \end{aligned}$$

b. Caudal de diseño (Q_d)

$$Q_d = 2.07 \text{ lps} = 0.00207 \text{ m}^3 / \text{s}$$

c. Diámetro del Colector (d_o)

$$D_o = \sqrt[8]{(Q * n / 31.168547 * \sqrt{s})^3}$$

$$d_o = \sqrt[8]{(0.00207 \text{ m}^3/\text{s} * 0.009 / 31.168547 * \sqrt{2})^3} = 0.003342 \text{ m}$$

$$\varnothing \text{ min.} = 8 \text{ pulg.} \quad \longrightarrow \quad d_o = 0.18\text{m} (\varnothing \text{ int.})$$

d. Caudal a tubo lleno (Q_o)

$$Q_o = 31.168547 * d_o^{8/3} * s^{1/2} / n$$

$$Q_o = 31.168547 * (0.18\text{m})^{8/3} * (2)^{1/2} / 0.009 = 50.58 \text{ lps} = 0.05058 \text{ m}^3 / \text{s}$$

e. Relación de Caudales (Q/Qo)

$$Q/Q_o = 2.07 \text{ lps} / 50.58 \text{ lps} = 0.04 \qquad 0.04 < 0.9 \quad \text{o.k.}$$

f. Altura Lamina de Agua (Y)

Tabla de relaciones Hidráulicas

$$Q/Q_o = 0.04 \quad \rightarrow \quad Y/d_o = 0.148$$

$$Y = 0.148(d_o) = 0.148 (0.18\text{m}) = 0.0266 \text{ m} = 2.66 \text{ cm}$$

g. Velocidad a tubo lleno (Vo)

$$V_o = 0.001273 * Q_o / d_o^2$$

$$V_o = 0.001273 * (50.58 \text{ lps}) / (0.18 \text{ m})^2 = 1.98 \text{ m/s}$$

h. Velocidad Agua (V)

Tabla de relaciones Hidráulicas

$$Q/Q_o = 0.04 \quad \rightarrow \quad V/V_o = 0.398$$

$$V = 0.398 (V_o) = 0.398 (1.98 \text{ m/s}) = 0.788 \text{ m/s} > 0.6 \text{ m/s} \quad \text{o.k.}$$

i. Cabeza Hidráulica (hv)

$$h_v = V^2 / 2g$$

$$h_v = (0.788 \text{ m/s})^2 / 2 (9.81 \text{ m/s}^2) = 0.0316 \text{ m}$$

j. Profundidad Hidráulica (D)

Tabla de Relaciones Hidráulicas

$$Q/Q_o = 0.04 \quad \rightarrow \quad D/d_o = 0.102$$

$$D = 0.102 \text{ (do)} = 0.102 \text{ (0.18 m)} = 0.0183 \text{ m}$$

k. Numero Froude (F)

$$F = V^2 / \sqrt{g * D}$$

$$F = (0.788 \text{ m/s}) / \sqrt{(9.81 \text{ m/s}^2 * 0.0183 \text{ m})} = 0.62$$

F(0.62) → Flujo Subcrítico

l. Área Transversal

$$A = \pi r^2 = 3.1415 (0.18 \text{ m}/2)^2 = 0.025\text{m}^2$$

B. Cámara De Cribado. Estructura en forma de cámara o bóveda, compuesta por un canal de transporte de las aguas residuales en el cual se adaptan rejillas instaladas verticalmente o formando ciertos ángulos con la horizontal, diseñado para obtener una separación de sólidos, dependiendo del espaciamiento entre las rejillas para cribado grueso o cribado fino, estas rejillas serán instaladas con un ángulo de 45 grados en la dirección del flujo y son colocadas inmediatamente después de los emisarios o colectores finales o en dado caso directamente con el cabezote de entrega.

a) Vertedero. Estructura en concreto que tiene la función de transportar el agua residual proveniente de la tubería de acceso hasta la sección del tamizado grueso, en esta estructura son almacenados todos los sólidos gruesos que retiene la rejilla.

El cambio de sección se realiza para mejorar las condiciones de llegada a la cámara de cribado, las aguas residuales provenientes del alcantarillado, se transportan por medio de una tubería de acceso de 8 pulg., el cambio de canal circular a canal rectangular invierte las condiciones hidráulicas, por tal motivo se calculan las pérdidas presentes en el cambio de régimen hidráulico

a. Parámetros

Sección: rectangular

Dimensiones: $b = 0.20 \text{ m}$; $h = 0.20 \text{ m}$

Coefficiente rugosidad (Concreto $n = 0.014$)

Caudal de diseño (Q_d) = $2.07 \text{ lps} = 0.00207 \text{ m}^3 / \text{s}$

b. Ecuación de Conservación De Energía para la transición de sección circular a rectangular

$$H_i = H_f + H_e + H_{fr}$$

H_i : Energía inicial o energía antes de la transición.

H_f : Energía final o energía después de la transición.

H_e : Pérdidas por turbulencia = 0

H_{fr} : Pérdidas por fricción = 0

c. Altura lamina agua (Y_{cc}) : Tirante Hidráulico

$$H_t = H_{cc}$$

H_t : Energía en la tubería.

H_{cc} : Energía en la cámara cribado.

$$H_t = Y_t + V_t^2 / 2 * g$$

$$H_t = 0.0266 \text{ m} + 0.0316 \text{ m} = 0.0582 \text{ m} = H_{cc}$$

$$H_{cc} = Y_{cc} + Q_d^2 / 2 * g * A_{cc}^2$$

$$H_{cc} = 0.0582 \text{ m} = Y_{cc} + 0.00207 \text{ m}^3/\text{s} / (2 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot (0.2 \text{ m} \cdot Y_{cc})^2)$$

$$H_{cc} = 0.0582 \text{ m} = Y_{cc} + 5.45 \text{E-}6 / Y_{cc}^2$$

$$Y_{cc} = 0.011 \text{ m}$$

d. Altura Máxima Lamina Agua (Y max)

$$\text{Caudal máximo (Qmax): } 3 \cdot Q_d = 3 \cdot 0.00207 \text{ m}^3/\text{s} = 6.21 \text{E-}3 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{cc} = Y_{max} + Q_{max}^2 / 2 \cdot g \cdot A_{cc}^2$$

$$H_{cc} = 0.0582 \text{ m} = Y_{max} + 0.00621 \text{ m}^3/\text{s} / (2 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot (0.2 \text{ m} \cdot Y_{max})^2)$$

$$H_{cc} = 0.0582 \text{ m} = Y_{max} + 5.45 \text{E-}6 / Y_{max}^2$$

$$Y_{max} = 0.013 \text{ m}$$

e. Velocidad a Flujo Normal (V)

$$V = Q_d / b \cdot Y_{cc}$$

$$V = 0.00207 \text{ m}^3/\text{s} / (0.2 \text{ m}) (0.011 \text{ m}) = 0.94 \text{ m/s}$$

f. Caudal Unitario (q)

$$q = Q_d / b = 0.00207 \text{ m}^3/\text{s} / 0.2 \text{ m} = 0.01035 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}$$

g. Nª Froude (F)

$$F = q^2 / g \cdot Y^3$$

$$F = (0.01035 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m})^2 / (9.81 \text{ m/s}^2) \cdot (0.013 \text{ m})^3 = 4.97$$

$$F(4.97) > 1.1 \quad \longrightarrow \quad \text{Flujo Supercritico}$$

b) Tamizado Grueso. El tamizado es la primera operación apreciada en un planta de tratamiento de aguas residuales, se emplean para interceptar y retener sólidos gruesos, para proteger bombas, válvulas, tuberías y otros elementos, contra posibles daños y obturaciones ocasionados por objetos de gran tamaño como trapos y palos presentes en el agua residual cruda, esta unidad esta conformada por barras o varillas paralelas llamada rejilla (tamiz de barras) de limpieza manual.

Generalmente tienen aberturas (separación entre barras) superiores a 1/2 pulg. (12.5 mm), en los procesos de tratamiento del agua residual y de acuerdo con el método de limpieza, las rejillas y tamices se clasifican como de limpieza manual o de limpieza mecánica. Las rejillas de limpieza manual se usan con bastante frecuencia en plantas de tratamiento pequeñas.

La rejilla a instalar será de ½ pulgada y tendrá una separación entre barras de 1 pulgada, la sección del canal es cuadrada con una pendiente del 0.5%, la rejilla se emplazara en el canal con un ángulo de 45° con la horizontal a la dirección del flujo.

a. Diseño Rejilla (Tamizado Grueso)

- Varilla 1/2 pulgadas y separación entre varillas = 0.03 m
- Caudal de diseño (Qd) = 2.07 lps = 0.00207 m³ /s

1. Ecuación de conservación de energía

$$H_i = H_f + H_R$$

Hi : Energía antes de la rejilla gruesa.

Hf : Energía después de la rejilla gruesa.

H_R : Perdidas en la rejilla gruesa.

$$H_R = \beta * (w / a)^{4/3} * hv * \text{Sen } \Theta$$

β : factor de forma (barra circular = 1.79)

w : ancho de barra = 0.0127 m

a : separación entre barra = 3 cm

hv : cabeza hidráulica = 0.0316 m

Θ : ángulo de inclinación de barras = 45°

$$H_R = 1.79 * (0.0127\text{m} / 0.0254\text{m})^{4/3} * ((0.94\text{m/s})^2 / 2 * 9.81\text{m/s}^2) * \text{Sen}(45) \\ = 0.0226 \text{ m}$$

2. Altura lamina agua rejilla gruesa (Y_{RG})

$$H_{cc} = H_{dr} + H_R$$

H_{cc} : Energía en la cámara cribado = 0.0582 m

H_{dr} : Energía después de la rejilla

$$H_{dr} = Y_{RG} + Qd^2 / 2 * g * A^2$$

$$0.0582 \text{ m} = Y_{RG} + (0.0207 \text{ m}^3 / \text{s})^2 / 2 * 9.81 \text{ m/s}^2 * (0.2 \text{ m} * Y_{RG})^2 + 0.0226 \text{ m} \\ Y_{RG} = 0.0175 \text{ m}$$

3. Velocidad (V_{RG})

$$V_{RG} = Qd / (b * Y_{RG})$$

$$V_{RG} = 0.00207 \text{ m}^3 / \text{s} / 0.2 \text{ m} * 0.0175 \text{ m} = 0.59 \text{ m/s}$$

4. Numero de Froude (F)

$$F = q^2 / (g * Y_{RG}^3)$$

$$F = (0.01035 \text{ m}^3 / \text{s})^2 / (9.81 \text{ m/s}^2 * (0.0175 \text{ m})^3) = 2.037$$

$$F (2.07) \quad \rightarrow \quad \text{Flujo supercrítico}$$

5. Numero Varillas (Nv)

$$Nv = b / (a + w)$$

$$Nv = 0.2 \text{ m} / (0.0254 \text{ m} + 0.0127 \text{ m}) = 5 \text{ varillas}$$

$$\rightarrow a = 0.0227 \text{ m}$$

c) Tamizado Fino. Los tamices finos van desde la remoción de sólidos gruesos y finos, en aguas residuales crudas, hasta la remoción de sólidos suspendidos en efluentes de procesos biológicos de tratamiento, el material removido con tamices finos posee características similares al lodo removido en sedimentadores primarios, este elemento esta conformado por una rejilla de 3/8 pulgada con una separación entre barras de 0.01 m y sección similar a la rejilla gruesa.

La instalación de unidades de tamizado fino antes del desarenador facilita la operación y mantenimiento de los mecanismos destinados a la remoción de arenas, además las rejillas para el tamizado fino son las mas utilizadas por su facilidad en la limpieza manual, aunque existe una gran variedad de tamices finos los tres más usados son: tamiz de malla inclinada con forma de cuña, tamiz de tambor rotatorio y tamiz de disco rotatorio.

b. Diseño Rejilla (Cribado Fino)

- Varilla 3/8 pulgadas y separación (a) = 0.01 m
- Caudal de diseño (Qd) = 2.07 lps = 0.00207 m³ /s

1. Ecuación de conservación de energía

$$H_i = H_f + H_R$$

H_i : Energía antes de la rejilla fina.

H_f : Energía después de la rejilla fina.

H_R : Perdidas en la rejilla fina.

$$0.0355 = Y_{RF} + 5.46 \cdot 10^{-6} / (Y_{RF}^2 + 0.0209)$$

2. Altura lamina agua rejilla fina (Y_{RF}) = 0.022
3. Velocidad (V_{RG}) = 0.47m/s
4. Numero de Froude (F) = 1.17
5. Numero Varillas (N_v) = 10

C. Desarenador. Estructura diseñada con el objeto de retener las partículas que por su tamaño han logrado pasar las rejillas, estas partículas van desde aquellas que tienen alta velocidad de sedimentación, hasta otras como granos de arena del tamaño de 0,15 milímetros con baja velocidad de sedimentación.

Arenas, gravas, cenizas y cualquier otro material pesado cuya velocidad de sedimentación o peso específico, sea considerablemente mayor al de los sólidos orgánicos susceptibles a la descomposición presentes en el agua

residual, se remueven de estas para proteger los equipos mecánicos de la abrasión y del excesivo desgaste, para reducir la formación de depósitos de sólidos pesados en unidades y conductos aguas abajo y para reducir la frecuencia de limpieza de los digestores por causa de acumulación excesiva de arenas, estas instalación se ubicara después de las unidades que remueven los sólidos gruesos (tamizado) y antes del tanque de sedimentación primaria; la instalación de unidades de tamizado fino antes del desarenador facilita la operación y mantenimiento de las instalaciones destinadas a la remoción de arenas.

La sedimentación se usa para la remoción de arenas en unidades de pretratamiento de SST en sedimentadores primarios, de floculos biológicos en sedimentadores de lodo activado y de floculos químicos formados en el proceso de coagulación con agentes químicos. Asimismo se usa para la concentración de sólidos en espesadores de lodos. En muchos casos, el principal propósito de la separación por gravedad es producir un efluente clarificado, pero también promover la formación de un lodo con una concentración de sólidos que pueda manejarse y tratarse fácilmente.

El desarenador planteado es de flujo horizontal tipo canal, el cual aplica velocidades cercanas a 0.3 m/s proporcionando tiempo suficiente para que las partículas de arena se sedimenten en el fondo del canal, bajo condiciones ideales, la velocidad de diseño debe permitir la sedimentación de las partículas más pesadas, mientras que las partículas orgánicas pasan a través del sedimentador, esta velocidad de flujo se controla con las dimensiones del canal de 0.2 m de ancho y 0.2 m de alto y el diseño se basa en la remoción de partículas con gravedad específica de 2.65 y una temperatura del agua residual de 23°C (Plano No.16)

- Parámetros

Se diseña con QMD = Qd (Qd = 0.00207 m³/s)

Temperatura (T ° = 23 °C)

Viscosidad (μ)

μ agua a 10°C = 0.0131 cm²/s

$$\mu (23^{\circ}\text{C}) = \mu(10^{\circ}\text{C}) * 33.3 / T^{\circ}\text{C} + 23.3$$

μ agua a 10°C = 0.0131 cm²/s

μ (23°C) = 0.0131*33.3 / 23+23.3 = 0.009421 cm² /s

a) Zona De Entrada

1. cámara de Aquietamiento

a) Dimensiones

$$L_{Aq} = b/2 = 0.20\text{m} / 2 = 0.10\text{m (min.)}$$

$$B_{Aq} = b = 0.20 \text{ m}$$

$$H_{Aq} = H = 0.2 \text{ m (H}_{CANAL})$$

2. Vertedero

a) Altura Lamina Agua (Y_V)

$$Y_V = \sqrt[3]{(Qd / k * B_{Aq})^2}$$

$$Y_V = \sqrt[3]{(0.00207 \text{ m}^3/\text{s} / 1.84 * 0.2\text{m})^2} = 0.031 \text{ m}$$

b) Velocidad en el Vertedero (V)

$$V = Qd / (Y_v * B_{Aq})$$

$$V = 0.0207 \text{ m}^3/\text{s} / ((0.031 \text{ m}) * (0.2 \text{ m})) = 0.333 \text{ m/s}$$

b) Zona De Sedimentación. La sedimentación se usa para la remoción de arenas en unidades de pretratamiento, el principal propósito de la separación por gravedad es producir un efluente clarificado, pero también promover la formación de un lodo con una concentración de sólidos que pueda manejarse y tratarse fácilmente.

$$\text{Partículas Sedimentables} \geq 0.15\text{mm} = 0.015\text{cm}$$

1. Dimensiones :

$$B_s = b = 0.20 \text{ m}$$

$$H_s = H + 0.1 \text{ m (zona sedimentación)} = 0.2 \text{ m (H}_{\text{CANAL}}) + 0.1 \text{ m} = 0.3 \text{ m}$$

2. Velocidad de Sedimentación (Vs)

$$V_s = g (P_s - P) * dr^2 / 18 * \mu (T^\circ \text{ ambiente})$$

$$P = \text{peso específico Agua (} 1 \text{ g/cm}^3 \text{ o Ton/m}^3 \text{)}$$

$$P_s = \text{peso específico Arena (} 2.65 \text{ g/cm}^3 \text{)}$$

$$dr = \Phi \text{ partícula sedimentable} = 0.015 \text{ cm}$$

$$V_s = 981 \text{ cm /s}^2 (2.65 - 1) * (0.015)^2 / (18 * 0.009421) = 2.14 \text{ cm/s}$$

3. N^o Reynolds (Re)

$$Re = Vs * dr / \mu \text{ (23)}$$

$$Re = (2.14 \text{ cm/s}) (0.015 \text{ cm}) / 0.009421 \text{ cm}^2/\text{s} = 1.139$$

$$3.40 > 1.0 \quad \text{Flujo laminar}$$

4. Tiempo de Retención Hidráulica (t_{RH})

$$t_{RH} = Hs / Vs$$

$$t_{RH} = 30 \text{ cm} / 2.14 \text{ cm/s} = 14.01 \text{ s}$$

5. Tiempo de Sedimentación (a)

Relación a / t depende el tipo de deflector (Deposito sin deflectores y eficiencia del 87.5%, a / t = 5)

| CONDICIONES | REMOCIÓN | | |
|------------------------|----------|-------|-------|
| | 50 % | 75 % | 100 % |
| Máximo teórico | 0,500 | 0,750 | 0,875 |
| Muy buenos deflectores | 0,730 | 1,520 | 2,370 |
| Buenos deflectores | 0,760 | 1,660 | 2,750 |
| Con ó sin deflectores | 1,000 | 3,000 | 7,000 |

$$A / t = 5 ; t = t_{RH}$$

$$a = 5 * (t) = 5 (t_{RH}) = 5 * (14.01\text{s}) = 70.05 \text{ s}$$

6. Capacidad del sedimentador (C)

$$C = Qd * a$$

$$C = 0.00207 \text{ m}^3/\text{s} * 70.05 \text{ s} = 0.145 \text{ m}^3$$

7. Área Mínima (A min.)

$$A_{min} = QMD * t_{RH} / Hs$$

$$QMD = Qd$$

$$A_{min} = 0.00207 \text{ m}^3/\text{s} * 14.01 / 0.3 \text{ m} = 0.096 \text{ m}^2$$

8. Area Superficial (As)

$$As = C / Hs$$

$$As = 0.145 \text{ m}^3 / 0.3 \text{ m} = 0.483 \text{ m}^2 \quad As \geq A_{min} \text{ o.k.}$$

9. Carga Hidráulica(q)

$$q = Qd / As$$

$$q = 0.00207 \text{ m}^3/\text{s} / 0.483 \text{ m}^2 = 0.00428 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{s}$$

10. Longitud Desarenador (Ld)

$$As = Ld * Bd$$

$$Ld = As / Bd = 0.483 \text{ m}^2 / 0.2 \text{ m} = 2.41 \text{ m}$$

11. Velocidad Maxima (V_{max})

$$V_{max} = 20 * Vs$$

$$V_{max} = 20 * Vs = 20 * (2.14 \text{ cm/s}) = 0.428 \text{ m/s}$$

12. Velocidad Traslación (V_t)

$$V_t = Qd / (B * H)$$

$$V_{Hd} = 0.00207 \text{ m}^3/\text{s} / (0.2\text{m} * 0.3 \text{ m}) = 0.0345 \text{ m/s}$$

$$V_{Hmax} > V_{Hd} \quad \text{o.k.}$$

c) **Zona de Salida.** Vertedero para flujo constante y uniforme.

d) **Sistema De Drenes.** Se construirán drenes en el perímetro de la estructura para evacuar niveles freáticos.

D. Vertedero Sutró. La velocidad de flujo tendrá que mantenerse uniforme, para tal proceso se opta un sutró simétrico, el cual emplea una superficie de control de borbes en forma parabólica para el regulamiento del caudal.

$$X / b = 1 - 2 / (\pi * \arctan (Y/a)^{1/2})$$

Mediante la ecuacion:

$$Q = \pi * \sqrt{(2 * g)} * Cd * a^{1/2} * h$$

Cd : coeficiente de forma = 0.67

$b = 0.05$; $a = 0.0000645$

Los resultados de la curva se registran en el Plano No.16

E. Cámara De Distribución A. Unidad en forma rectangular en cuyo interior se encuentran dos vertederos triangulares, se diseña con el objetivo de lograr un flujo uniforme y caudales similares, esta cámara entrega el agua residual a dos tuberías de PVC Novafort de diámetro igual a 4 pulgadas paralela a los laterales del tanque UASB y posteriormente a las cámaras de distribución B (Plano No.17).

F. Cámara De Distribución B. Son dos unidades en forma rectangular que se encuentran a lado y lado del tanque, en el núcleo de la cámara se encuentran dos vertederos triangulares que dividen el caudal para entregar el agua residual a dos tuberías de PVC Novafort de diámetro 2 pulgadas instaladas a 20 cm. del fondo del reactor, las cuales conducen el influente directamente a los fondos de los sedimentadores para garantizar la uniformidad de alimentación en todo el volumen del reactor UASB (Plano No.17).

8.4.2 Tratamiento Primario. Fase en la que se destituye una fracción de sólidos suspendidos y materia orgánica del agua residual, es realizada por operaciones físicas como la sedimentación y la digestión anaerobia, fundamental en el proceso, debido a la fermentación y mineralización, en la cual la materia orgánica biodegradable es convertida a compuestos orgánicos e inorgánicos, principalmente a metano y a dióxido de carbono. Los procesos microbiológicos se llevan a cabo por medio de reacciones bioquímicas que son realizadas por varios grupos de bacterias, gracias a los cuales es posible la transformación de la materia orgánica presente en el agua residual a una mezcla gaseosa de metano, dióxido de carbono, nitrógeno y ácido sulfhídrico, esencialmente (biogás); En la digestión anaerobia se distinguen cuatro fases diferentes.

- a. **Hidrólisis:** fase de disolución de polímeros orgánicos complejos, como proteínas, carbohidratos y lípidos, por medio de su transformación en aminoácidos, azúcares y ácidos grasos de cadena larga, se lleva a cabo con la mediación de enzimas producidas por bacterias fermentativas y es el paso que permite a las bacterias anaerobias tener disponibilidad de la materia orgánica ya solubilizada, la cual puede ser transportada a través de su membrana celular, ya que en su forma particulada esto no le es posible.

- b. **Acidogénesis:** etapa en la que los compuestos disueltos en la hidrólisis, tales como aminoácidos y azúcares, son captados por las células de las bacterias fermentativas, estas bacterias en su mayoría anaerobias obligadas, excretan compuestos orgánicos más simples, tales como ácidos grasos volátiles (acético, butírico y propiónico), alcoholes, ácido láctico y compuestos inorgánicos como CO₂, H₂, amoníaco y sulfuro de hidrógeno.

- c. **Acetogénesis:** los ácidos grasos de cadena larga y como subproductos de la formación de ácidos grasos volátiles, se forma sin intermediarios, acetato e hidrógeno. Sin embargo, en la acetogénesis, también los productos de la acidogénesis son convertidos a acetato, hidrógeno y dióxido de carbono/bicarbonato. En este proceso intervienen bacterias acetógenas productoras obligadas de hidrógeno.

- d. **Metanogénesis :** etapa en la que se produce metano a partir de acetato y de hidrógeno, la metanogénesis a partir de acetato, involucra una fermentación con bacterias acetótrofas y una oxidación del acetato a bicarbonato por medio de bacterias nitrato reductoras y bacterias sulfato reductoras. En la producción de metano a partir de

hidrógeno, se realiza una reducción de dióxido de carbono/bicarbonato por medio de H_2 con la ayuda de bacterias hidrogenótrofas. Es factible que el bicarbonato proveniente de la oxidación del acetato, pueda ser reducido a metano con la oxidación del hidrógeno. Algunas bacterias metanógenas también utilizan formiato y en menor medida, alcoholes y CO como agentes reductores.

A. Reactor Anaerobio De Lecho De Lodos Y Flujo Ascendente (UASB)

Sistema de tratamiento de aguas residuales de tipo biológico que utiliza microorganismos anaerobios, se basa en la formación de una cama de lodos granulares de alta sedimentabilidad en el fondo del reactor, el agua residual se incorpora en los sedimentadores del reactor y se distribuye uniformemente y en su trayectoria ascendente atraviesa la cama de lodos donde la materia orgánica es transformada principalmente en biogás (mezcla gaseosa de metano y bióxido de carbono). En el reactor existe una zona de captación de biogás y clarificación del agua tratada, en su parte superior y es un sistema compacto, ya que incluye sedimentador primario, espesador de lodos y sedimentador secundario (Plano No. 16).

a) Secciones Del Reactor

- 1) Zona De Digestión.** Modulo del reactor donde se encuentra la cama y el lecho de lodos, es donde los microorganismos tienen el mayor contacto con el sustrato orgánico y por lo tanto, donde se realiza la digestión de la materia biodegradable del influente. La cama de lodos se encuentra en el fondo del reactor y se caracteriza por altas concentraciones de biomasa por arriba de 80 g/L, mientras que el

lecho de lodos se halla arriba de la cama de lodos y tiene concentraciones de biomasa menores (5-20 g/l), generalmente de características floculentas.

Tabla 17. Cargas aplicables al agua residual

| | | Cargas Aplicables a 30°C (Kg DQO/m ³ -d) | | |
|---------------------------------|---------------------------|---|-----------------------|-----------------|
| CONCENTRACIÓN DEL AGUA RESIDUAL | FRACCION INSOLUBLE DE DQO | LODO FLOCULENTO EN UASB | LODO GRANULAR EN UASB | |
| Mg DQO/L | % | | Remoción De SST | Remoción De SST |
| > 2000 | 10 – 30 | 2 – 4 | 8 – 12 | 2 - 4 |
| | 30 – 60 | 2 – 4 | 8 – 14 | 2 – 4 |
| | 60 - 100 | ----- | ----- | ----- |
| 2000 - 6000 | 10 – 30 | 3 – 5 | 12 – 18 | 3 – 5 |
| | 30 – 60 | 4 - 6 | 12 – 24 | 2 – 6 |
| | 60 - 100 | 4 - 8 | ----- | 2 - 6 |
| 6000 - 9000 | 10 – 30 | 4 – 6 | 15 – 20 | 4 – 6 |
| | 30 – 60 | 5 – 7 | 15 – 24 | 3 – 7 |
| | 60 - 100 | 6 - 8 | ----- | 3 - 8 |
| 9000 - 18000 | 10 – 30 | 5 – 8 | 15 – 24 | 4 – 6 |
| | 30 – 60 | dudoso a | dudoso a | 3 – 7 |
| | 60 - 100 | SST>6-8g/L | SST>6-8g/L | 3 - 7 |

2) Separador GSL. Unidad del reactor el cual consiste en un separador de Gas-sólidos-líquido (GSL), está constituido por campanas y esta

localizado en la parte superior de la zona de digestión, el biogás producido por la digestión que no se solubiliza en el agua, es recolectado en fase gaseosa en las campanas y la producción de biogás ayuda al mezclado del lecho de lodos en la zona de digestión. Los objetivos principales son separar y descargar el biogás generado, prevenir el lavado de la biomasa activa, principalmente de lodo floculento y lodo granular flotante y además de servir de barrera a la expansión del lecho de lodos debido a altas cargas orgánicas. Esta estructura divide el reactor en dos espacios, el inferior, que presenta alta turbulencia debido al gas y el superior o de sedimentación con baja turbulencia.

Las campanas de separación se deben usar para:

- Separar y descargar el biogás del reactor.
- Impedir el lavado de la materia bacterial.
- Permitir que el lodo resbale dentro del compartimiento del digestor.
- Servir como una especie de barrera para la expansión rápida del manto de lodos dentro del sedimentador.
- Impedir el lavado del lodo granular flotante.

Las campanas deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- Inclinación de las paredes de la estructura de separación sólido-gas deben contar con una inclinación de 50 a 60 °C.
- Área superficial de las aberturas entre el colector de gas debe estar entre 15 y 20% del área superficial del reactor.
- La altura mínima del colector de gas debe estar entre 1.5 y 2 m.
- El traslapo en la instalación de las pantallas de la campana debe ser de 10 a 20 cm.

- El diámetro de las tuberías de expulsión de gas debe ser suficiente para soportar la remoción fácil del biogás desde la tapa del colector de gas, particularmente en el caso de formación de espuma.

3) Zona De Sedimentación. Zona en la cual la biomasa y sólidos que hayan logrado pasar a este nivel del reactor, son retenidos por sedimentación y regresan a la zona de digestión, proporcionando calidad del efluente y deteniendo la biomasa en el reactor el mayor tiempo posible para optimizar la digestión, esta zona esta ubicada en la parte superior del separador GSL.

b) Tiempo De Retención Hidráulica (TRH). La cantidad de lodo activo que genera agua residual diluida es pequeña y el reactor debe tener la capacidad de trabajar a velocidades ascendentes tales que permitan la mayor retención posible de lodos, esto será realizable por medio de la especificación adecuada de velocidades ascendentes y TRH adecuados; ésta velocidad debe ser menor o igual a 1 m/h y es necesario que la altura óptima del reactor UASB esté entre 4 y 6 metros, también la altura del lecho de lodos es determinante en las eficacias de remoción de SST.

En un reactor UASB que trate aguas residuales municipales o domésticas, la cama de lodos no estará formada sólo por periodos granulares, sino también periodos floculentos, los lodos con mayor capacidad de sedimentación se encontrarán en una capa gruesa y relativamente concentrada en la parte inferior de la cama (aproximadamente hasta un metro de altura), mientras que en la capa superior se acumulará una capa de lodos floculentos más diluida, este comportamiento de la cama de lodos es una característica de un

adecuado funcionamiento del reactor y la concentración de lodo en la cama del reactor UASB depende de los TRH.

Tabla 18. Valores de Tiempo de Retención Hidráulica con respecto a la temperatura

| RANGO DE TEMPERATURA | VALORES DE TRH (h) | | |
|----------------------|--------------------|------------------------|--------------------------------|
| | Promedio Diario | Máximo durante 4 – 6 h | Pico Aceptable Durante 2 – 6 h |
| 16 - 19 | > 10 - 14 | > 7 - 9 | > 3 - 5 |
| 22 - 26 | > 7 - 9 | > 5 - 7 | > 3 |
| > 26 | > 6 | > 4 | > 2.5 |

c) Arranque Del Reactor UASB. Período que tiene como objetivo principal la formación de una cama de lodos anaerobios activos y estables, que digieran al máximo posible la materia orgánica presente en el agua residual y con facultad de sedimentación apropiada, todo esto en el menor tiempo posible.

El control del proceso, especialmente durante la fase de arranque del reactor debe ser de gran importancia para garantizar altas eficiencias en la remoción de la materia orgánica. La operación es muy simple pero conceptualmente es bastante compleja. Las intrincadas relaciones bioquímicas entre los diferentes organismos que llevan a cabo el tratamiento anaerobio se establecen lentamente con el paso del tiempo. Igualmente, los bajos tiempos de replicación de las bacterias acetogénicas y metanogénicas demoran considerablemente la aclimatación del reactor, durante el período de

arranque del proceso debe permitirse que las partículas más voluminosas sean lavadas con el agua efluente con el fin de generar una presión de selección de biomasa, que mantenga internamente solo la que presente las mejores características de sedimentabilidad.

El reactor debe arrancarse a plena capacidad por un mes, posteriormente se suspende la alimentación por una semana para permitir la digestión del material acumulado y luego continuar el arranque con un caudal al 60% de la capacidad total. Posteriormente se hacen incrementos mensuales del 20% hasta llegar a plena capacidad.

d) Inoculación Del Reactor UASB. Las aguas residuales domésticas incluyen población microbiana precisa para la digestión anaerobia, sólo se requiere darles las condiciones necesarias para su retención y crecimiento, el lodo de inculo debe tener suficiente actividad y capacidad de adaptación a las propiedades específicas del agua residual, es así como el arranque de reactores UASB que traten efluentes municipales puede realizarse sin inoculación, pero la inoculación puede acelerar este proceso.

e) Remoción De DQO, DBO Y SST. Se adquieren eficiencias de remoción de materia orgánica buenas (70-80 %), con tiempos de retención hidráulica relativamente bajos, la eficacia de remoción de DQO y DBO serán bajas al inicio del arranque, pero a medida que la cama de lodos crezca y aumenten las bacterias metanógenas la eficacia mejorará.

f) Temperatura. La temperatura con los tiempos de retención hidráulica derivan sobre las eficacias de remoción de materia orgánica, se comprobó que a temperaturas entre los 20 y 25 °C, se obtenían excelentes resultados. A temperaturas por debajo de los 16 y 14°C, la eficacia y tasa de remoción decrecen significativamente.

g) Producción De Biogás. La producción de biogás en el reactor que trate aguas residuales municipales es baja, debido a que la concentración de materia orgánica biodegradable es baja y que gran parte del biogás producido permanece disuelto en la fase líquida.

La relación existente entre la cantidad de biogás producido y la tasa de remoción de materia orgánica es lineal, la concentración típica de metano en el biogás generado por tratamiento anaerobio de aguas residuales municipales o domésticas es aproximadamente de 70-80% el porcentaje restante está constituido por CO₂, N₂, H₂O y H₂S en menor cantidad. La concentración de biogás puede depender del cambio de concentración de materia orgánica en el influente.

Por la generación de biogás como producto de la digestión anaerobia, el tratamiento anaerobio de aguas residuales es potencial generador de malos olores, principalmente por causa del ácido sulfhídrico, como proceso final del biogas se propone quemarlo. En los lechos de secado de lodos puede presentarse emisión de malos olores en el momento de distribuir los lodos sobre los lechos, por lo que es aconsejable localizar estos lechos lo más lejos posible de las casas.

h) Características Principales

- Proceso simple y económico en operación y mantenimiento, se puede aplicar a pequeña y gran escala, su construcción es simple, de bajo costo y con muy limitados requerimientos de suministro de energía eléctrica.
- A temperaturas mayores de 20°C y con tiempos de retención hidráulica menores, el reactor UASB es el que presenta la mayor eficiencia en la remoción de DQO pero como todo proceso biológico, es sensible a la temperatura del agua residual inferior a 16°C y a cambios bruscos del PH fuera del intervalo de 6.5 a 7.5.
- La producción de lodos en exceso es baja y el lodo generado tiene muy buenas características de compactación y está parcialmente estabilizado, lo que facilita su manejo y con un inoculo apropiado puede arrancar inmediatamente.
- El biogás producido puede en ciertos casos, ser un subproducto energético valioso.

i) Normas Especificas Para Construcción, Mantenimiento Y Control

- Tasa de carga superficial: la carga orgánica superficial debe estar alrededor de 0.7 m/h, en condiciones de caudal máximo horario.

- La superficie del reactor debe ser cubierta para minimizar el desprendimiento de malos olores.
- Velocidad del agua en la garganta de retorno de lodos sedimentados no debe exceder los 5 m/h, para condiciones de caudal máximo horario.
- Condiciones simétricas, en las estructuras de manejo de caudales.
- Control de caudal para evitar sobrecarga hidráulica.
- Control de la limpieza de las rejillas gruesas y finas y del vaciado de los canales del desarenador.
- Revisión del correcto funcionamiento de las canaletas de recolección del efluente.
- Control de la producción de gas, olores y lodos.

j) Diseño Reactor UASB

a. Caudal de Diseño (Qd)

$$Qd = 0.00207 \text{ m}^3/\text{s} * 3600 \text{ s} / 1 \text{ h} = 7.452 \text{ m}^3/\text{h}$$

b. Profundidad del Tanque (H_T)

El rango de profundidad para tanques UASB es de 4 a 4.5 m

$$H_T = 4.0 \text{ m}$$

c. Tiempo Retención Hidráulica (t_{RH})

Para una temperatura ambiente de 23°C se sugiere un tiempo de 8 h según tiempos medios de retención celular para digestores anaerobios, y con una longitud suficiente para que el agua que asciende desde el fondo reaccione con los lodos.

$$t_{RH} = 8 \text{ h} = 28.800 \text{ s}$$

d. Volumen Tanque (V_T)

$$V_T = Qd * t_{RH}$$

$$V_T = 7.452 \text{ m}^3/\text{h} * 8 \text{ h} = 59.61 \text{ m}^3 \approx 60 \text{ m}^3$$

e. Area Superficial del Tanque (A_T)

$$A_T = V_T / H_T$$

$$A_T = 60 \text{ m}^3 / 4.0 \text{ m} = 15 \text{ m}^2$$

f. Dimensiones

La relación Largo (L_T) : Ancho (b_T) → 3 : 1 ; ($L_T = 3B_T$)

$$A_T = L_T * B_T$$

B_T : Ancho del Tanque = 3.0 m

L_T : Longitud del Tanque = 5.0 m

H_T : Altura del Tanque = 4.0 m

g. Velocidad de Ascenso del Agua en el Reactor (V)

Se recomienda que la velocidad de ascenso del agua en el reactor no supere los 2,00 m/h.

$$V = Qd / A_T$$

$$V = 7.452 \text{ m}^3/\text{h} / 15 \text{ m}^2 = 0.496 \text{ m/h} < 2.0 \text{ m/h} \text{ o.k.}$$

h. Área de Sedimentación (A_{Sed})

Se colocaran 2 sedimentadores en sentido Transversal

$$A_{Sed} = L_{Sed} * B_{Sed}$$

$$B_{Sed} = 1.0 \text{ m} \quad \text{▪ Asumida}$$

$$L_{Sed} = L_T = 5.0 \text{ m}$$

$$A_{Sed} = 5.0 \text{ m} * 1.0 \text{ m} * 2 \text{ sedim.} = 10 \text{ m}^2 \quad \text{▪ 66.66 \% del Área Total}$$

i. Velocidad de Sedimentación (V_S)

Se debe garantizar que la velocidad de ascenso del agua en el sedimentador sea menor que la velocidad de sedimentación de las partículas de lodo:

$$V_S = Qd / A_{Sed}$$

$$V_S = 7.452 \text{ m}^3/\text{h} / 10 \text{ m}^2 = 0.7452 \text{ m/h}$$

j. Carga Superficial Hidráulica en el sedimentador (q)

$$q = V_S = 0.7452 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{ h}$$

$$0.7452 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{ h} < 2.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{ h} \quad \text{o.k.}$$

k. Separador Gas -Líquido -Sólido

Campanas de separación con ángulo de 60°

l. Canaletas del Efluente

Se adecuara una canaleta por cada sedimentador, sobre las canaletas se colocaran vertederos triangulares a lo largo de la canaleta para una mejor distribución del caudal.

1. Ancho canaleta (b_C) = 0.20m
2. Pendiente canaleta (Y_C) = 0.2%
3. Caudal Canaleta (Q_C)

$$Q_C = Q_d / N_{\text{canaletas}}$$

$$Q_C = 0.00207 \text{ m}^3 / 2 = 0.001035 \text{ m}^3/\text{s}$$

4. Altura Lamina Agua Canaleta (Y_C)

$$Y_C = \sqrt[3]{(Q_C / k * b_C)^2}$$

$$Y_C = \sqrt[3]{((0.001035 \text{ m}^3/\text{s} / (1.84 * 0.2\text{m}))^2} = 0.01992 \text{ m}$$

5. Velocidad Canaleta (V_C)

$$V_C = Q_C / A_C$$

$$V_C = Q_C / (b_C * Y_C) = 0.001035 \text{ m}^3/\text{s} / (0.2 \text{ m} * 0.01992\text{m}) = 0.259 \text{ m/s}$$

m. Vertederos Triangulares (Sobre canaleta)

Se colocaran 10 vertederos triangulares para una mejor distribución del caudal a las canaletas (5 por cada canaleta)

1. Caudal Vertedero Triangular (Q_{VT})

$$Q_{VT} = (Qd / N_{\square \text{ canaletas}}) / N_{\square \text{ Vert. tria}}$$

$$Q_{VT} = (0.00207 \text{ m}^3/\text{s} / 2) / 10 \text{ vert. triag} = 2.07 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Altura Agua sobre Vértice del vertedero triangular (Yvt)
 ▸ ángulo abertura del vertedero($\Theta = 30^\circ$)

$$Y_{VT} = (Q_{VT} / 1.38 * \tan (\Theta/2))^{2/5}$$

$$Y_{VT} = (2.07 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} / 1.38 * \tan(30/2))^{2/5} = 0.05 \text{ m}$$

3. Área Vertedero Triangular (A_{VT})

$$\tan \Theta/2 = (b/2) / Yvt$$

$$b = \tan 15^\circ * Yvt / 2 = 0.26 * 0.05 / 2 = 6.66 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$A_{VT} = b * Yvt / 2 = 6.66 \cdot 10^{-3} \text{ m} * 0.05 / 2 = 1.67 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

- n. Tubería de Distribución

La tubería de conducción y distribución al filtro se hará con una tubería de 4 pulgadas de diámetro.

Nota: el diseño del reactor UASB, ha sido adaptado del proyecto de OBANDO SANTAMARIA, Carlos Alberto y CEDEÑO, Richard Alexander. Manejo, Tratamiento Y Diseño De Las Aguas Residuales Del Municipio De Santa Barbara. Facultad De Ciencias Físico Mecánicas, Universidad Industrial de Santander, 2002.

B. Filtro Anaerobio. Unidad que radica en un tanque de forma rectangular de concreto o ladrillo nutrido por el fondo, a través de una cámara difusora y relleno de un material apropiado para realizar la filtración del agua residual. El agua residual entra por el fondo del tanque, a través de un falso fondo (cámara difusora), pasa por los intersticios dejados por el material de relleno en flujo ascendente, este material sirve como soporte de una capa biológica que se desarrolla en éste medio anaeróbico la cual es la encargada de degradarla materia orgánica.

El filtro anaerobio deberá ser usado para tratar el efluente del tanque séptico, cuando se requiera mejorarla calidad del agua que se dispondrá en el suelo o en lechos-filtrantes de arena, esto proporcionará una mayor vida útil del sistema, así como una mayor seguridad de la eficiencia del tratamiento, el tiempo de retención en el filtro anaerobio depende de la naturaleza del desecho a tratar y la temperatura de operación. La construcción del filtro conserva las mismas normas y especificaciones para la construcción de tanques sépticos (Plano No.16).

- Parámetros

1. Ancho del Filtro (b_F)

$$b_F = B_T \text{ (ancho reactor UASB)} = 3.0 \text{ m}$$

$$h_F = H_T \text{ (altura reactor UASB)} = 4.0 \text{ m}$$

$$L_F = 2.5 \text{ m}$$

2. Lecho Filtrante

Una capa de anillos biotecnológicos con $e = 1.6 \text{ m}$

Para la eficacia del tratamiento en el filtro, se instala como reemplazo de la piedra tradicional, anillos biotecnológicos en plástico, los cuales son unos elementos cilíndricos con ventanas grandes hexagonales que permiten la inclusión de sólidos, costillas externas para proporcionar área de la superficie y fuerza, y la no obstrucción del efluente dentro del filtro. Es un sistema de bajo-desagüe completo diseñado para el uso con plástico en medios biológicos. Su tamaño es de 2 pulgadas y se distribuye dentro del filtro relativamente.

- Material que sirve como capa biológica en ausencia de oxígeno, esta capa es la encargada de degradar la materia.

3. Canaletas del Efluente

1. Ancho Canaleta = 0.2 m (bc)

2. Pendiente Canaleta = 0.2 %

3. Caudal Canaleta (Q_C)

$$Q_C = Q_d / 2 \text{ canaletas de filtro}$$

$$Q_C = 0.00207 \text{ m}^3/\text{s} / 2 = 0.001035 \text{ m}^3/\text{s}$$

4. Altura Lamina Agua Canaleta (Y_C)

$$Y_C = \sqrt[3]{(Q_C / K \cdot bc)^2}$$

$$Y_C = \sqrt[3]{(0.001035 \text{ m}^3/\text{s} / (1.84 \cdot 0.2 \text{ m}))^2} = 0.01992 \text{ m}$$

C. Cámara De Distribución C. Unidad de forma rectangular que se encarga de la distribución del agua residual para el posterior tratamiento secundario, en el interior de la cámara se encuentran 4 vertederos triangulares que dividen el caudal homogéneamente, para entregar el agua residual a 4 tuberías de PVC de diámetro 4 pulgadas que conducen el caudal a cajas de inspección que distribuyen el influente al posterior tratamiento. (Plano No.17).

8.4.3 Tratamiento Secundario. Etapa de disolución de la materia orgánica e inorgánica del agua residual, esta eliminación es realizada por filtración y absorción de los constituyentes como el DBO y el DQO relacionados con el agua de desecho, es un proceso que dependerá de los organismos aerobios para la descomposición de los sólidos orgánicos hasta transformarlos en sólidos inorgánicos o en sólidos orgánicos.

El tratamiento se hará para un mejor tratamiento de las aguas residuales después del tratamiento en el reactor UASB, además porque el sitio mas cercano de disposición final es una quebrada que aguas abajo abastece a la zona rural, por consiguiente se hace necesario la construcción de un sistema de humedal que permite el tratamiento del agua residual con un proceso de implantación de Caña Brava.

A. Humedal. Áreas inundadas ó saturadas por agua superficial ó subterránea, con una frecuencia y duración suficiente para mantener condiciones de saturación con plantas emergentes y animales; la vegetación suministra la formación de películas bacterianas, facilita la filtración y la absorción de los constituyentes del agua residual, permite la transferencia del

oxígeno a la columna de agua y controla el crecimiento de algas al limitar la penetración de la luz solar.

Humedal Natural se refiere a pantanos, ciénagas y lagunas, su característica principal está en las grandes extensiones de vegetación que dominan su área, conservan una alta diversidad de población de bacterias, las cuales crecen en las raíces y tallos sumergidos de las plantas acuáticas y son particularmente importantes en la remoción del DBO₅ del agua residual y además la circunstancia de quietud del agua producen la sedimentación de los sólidos. El otro tipo es el *Humedal Construido* que son sistemas artificiales que consisten en la elaboración de un pantano en sitios donde no existen los humedales, removiendo tierra, nivelando, utilizando barreras impermeables y erigiendo canales o tanques. La vegetación de siembra es similar al de los naturales.⁶

En el transcurso del agua residual a través de la rizosfera es tratada en el suelo por procesos de filtración, absorción y precipitación y por degradación microbiana., los procesos químicos, físicos y bioquímicos resultantes corresponden al proceso mecánico y biológico de los sistemas de tratamiento mecánicos incluido la desnitrificación.

a) Tipos De Humedales Construidos. Los humedales construidos son los Humedales Artificiales De Flujo Libre (HAFL) y los Humedales Artificiales De Flujo Subsuperficial (HAFS), ambos encierran el flujo del agua residual a través de medios permeables, emplean la vegetación acuática y el tratamiento de las aguas residuales resulta de las reacciones microbiológicas.

⁶ www.humedales@supercabletv.net.co

- 1) Sistemas De Flujo Libre (HAFL).** Canal con barrera natural o construida de arcilla ó material de geotextil para prevenir la filtración del agua, la profundidad relativamente baja (0.1 m) del agua permite el flujo del agua sobre el sustrato, la baja velocidad del flujo y la asistencia de plantas y rizomas regulan el flujo del agua y cercioran condiciones estables.

- 2) Sistemas De Flujo Subsuperficial (HAFS).** Básicamente igual al de flujo libre, se contrasta debido a que el flujo del agua residual se trata a través de un medio poroso (grava o arena), este medio conocido como sustrato permite el desarrollo de la vegetación emergente.

b) Características Especificas

- 1) Topografía.** El movimiento de tierras es el factor predominante en la construcción de humedales, por eso topográficamente el terreno idóneo para la instalación es uno plano ó ligeramente pendiente.

Los HFAL se diseñan con pendientes del 1% ó superiores y los HAFS con una ligera inclinación del 1 al 5% entre la entrada y la salida, construir sistemas en terrenos más pendientes y con topografía más irregular son posibles, pero en general los humedales se suelen construir con pendientes inferiores al 5%.

El tipo de terreno básico son espacios abiertos ó de uso agrario, especialmente si se hayan en cercanía de zonas pantanosas naturales, pero también se pueden ubicar en llanuras no inundables, debido a que de ser así se deben tomar medidas de protección contra las inundaciones.

2) Permeabilidad Del Suelo. El tratamiento del agua residual se realiza en la lámina de agua del humedal, entonces los suelos sobre los cuales se construyan deben tener una permeabilidad muy baja, siendo aconsejable de 10^{-6} a 10^{-7} m/s, esta se puede reducir durante su construcción utilizando capas de arcilla ó compactando el suelo natural. La disposición de sólidos y el crecimiento de películas biológicas tienden a impermeabilizar y sellar la zona superficial del suelo.

3) Clima. Los humedales de limitada área reaccionan fuertemente con el microclima de los alrededores, sistemas de humedales en zonas de climas fríos es posible utilizarlos, pero el rendimiento del proceso es muy alterable a la temperatura, debido a que los principales mecanismos de tratamiento son biológicos, los sistemas funcionan normalmente con temperaturas del agua residual de 3 grados centígrados y en climas calientes la evapotranspiración es cuantitativamente importante.

4) Hidrología. El sistema hidrológico con factores como precipitación, infiltración, rata de carga hidráulica, profundidad del agua y

evapotranspiración, pueden disminuir la remoción de sólidos orgánicos, nutrientes y trazas de elementos no solamente por la alteración del tiempo de detención sino por altas concentraciones o diluciones del agua residual, estos cambios en el volumen de agua o en el tiempo de detención pueden afectar significativamente la calidad del tratamiento.

c) Factores Hidrológicos. El humedal al ostentar una superficie relativamente grande, localizado a campo abierto, interactúa con la atmósfera directamente con evapotranspiración y agua lluvia, el tiempo contacto con estos efectos son largos y cortos con respecto a las épocas climáticas, además una alta densidad de las plantas interviene con el movimiento del agua a través de la rizosfera, todo esto restringe la seguridad del sistema y por ende los procesos hidrológicos influyen sobre el funcionamiento del humedal.

El balance del agua se expresa como lo indica la ecuación

$$(Q_i - Q_o) + (P - ET) = [dv/dt]$$

Q_i : Caudal residual afluente

Q_o : Caudal residual efluente

P : Precipitación

ET : Evapotranspiración

V : Volumen de agua

t : Tiempo

1) Resistencia Al Flujo. La conductividad hidráulica varía entre la vegetación, rizomas y suelo, los cambios en las reglas fundamentales que gobiernan el flujo se relacionan con rata de flujo, profundidad, distancia de recorrido y pendiente de la superficie del agua.

La fricción con el flujo del agua a través de la arena o grava difieren del flujo a través de tallos y rizomas, en HAFL la sobrecarga puede causar un sobreflujo en las cercanías de la entrada y en HAFS la alta densidad de vegetación aumenta la profundidad del sistema, en ambos sistemas se producen olas, además muestran variaciones en la profundidad y en los flujos como respuesta a las entradas dinámicas en cualquier humedal.

El tiempo de contacto para humedales HAFS depende de la profundidad y la rata de flujo, en ausencia de montículos estos parámetros pueden fijarse independientemente, puesto que la velocidad no depende de la profundidad.

Para Flujo Superficial Libre Lateral a través de arenas y gravas la ecuación es :

$$\rho^*g^*S = 150 * (\mu * v (1-n)^2 / D_p^2 * n^2) + 175 * (\rho^* v^2 * (1-n) / D_p * n)$$

ρ : Peso específico

μ : Viscosidad

g : Aceleración de la gravedad

v : Velocidad

S : Pendiente de la superficie

D_p : Diámetro de la partícula

n : Porosidad

La anterior ecuación tiene en cuenta el flujo turbulento que se puede presentar por las partículas de tamaño grande y calcula el valor del montículo de agua que puede ocurrir en humedales HAFS.

Para Flujo Superficial Libre Lateral a través de la vegetación del humedal la ecuación es :

$$Q / W = a * d^b * S^c$$

Q / W : Volumen de flujo por unidad de ancho.

d : Profundidad

S : Pendiente de la lamina de agua

a, b, c : Constantes

2) Evapotranspiración. La pérdida de agua en un humedal se produce por la evaporación y la transpiración de las plantas, la energía para el efecto de vapor viene del sol, tal balance de energía se determina de la siguiente manera:

$$Q_{rn} + Q_{ai} = Q_e + Q_h + Q_s + Q_{ao}$$

r n : radiación neta.

ai : energía casual de entrada.

ao : energía casual de salida.

s : almacenada.

h : pérdida de calor.

e : pérdida por evaporación.

La radiación neta es la energía que se obtiene del sol menos la radiación perdida y la reflexión, la radiación recibida depende de la época del año, de la latitud y de las nubes, la reflexión depende de la capacidad de reflexión del humedal. Y varía de 0.1 a 0.4, siendo bajo para vegetación escasa y altos para vegetación densa. El transporte del calor y vapor de agua de la superficie está gobernado por el

régimen de aire local, además la velocidad del viento influye en la presión del vapor y la temperatura del agua.

La evapotranspiración del humedal durante el período de crecimiento, está representada por 0.8 veces la evaporación de una cuenca Clase A (sin afluentes) de un sitio abierto adyacente, además la presencia de vegetación disminuye la evaporación, pero el tipo de vegetación no es un factor importante en la determinación de pérdidas de agua.

3) Crecimiento Atmosférico. El flujo en un humedal se aumenta por la precipitación y la evapotranspiración disminuye el flujo de agua y aumenta el tiempo de contacto, la lluvia produce efectos contrarios, causa efectos de dilución del agua residual y reduce la concentración e incrementa la velocidad reduciendo el tiempo de retención dentro del humedal.

Los efectos sobre la profundidad y ratas de flujo son más complicados por los diferentes modos de operación, capacidad de almacenaje de los humedales y los aumentos atmosféricos, debido la complejidad de la hidrodinámica, es muy relativo adoptar procedimientos promedios para diseño y análisis.

d) Procesos De Tratamiento. La mínima medida de tratamiento previo a un humedal debe ser el tratamiento primario, el tratamiento natural va siempre precedido de un tipo de tratamiento mecánico; es necesario llevar a

cabo alguna operación de tamizado o de sedimentación primaria para eliminar los sólidos gruesos que puedan obstruir los sistemas de distribución y provocar condiciones desagradables. Adoptar niveles de pretratamiento más elevados depende de las restricciones de calidad del efluente y de la capacidad de eliminación del sistema.

En el tratamiento previo a los humedales se debe evitar el uso de estanques de estabilización y de lagunas que generen grandes concentraciones de algas, ya que en esta clase de sistemas no se consigue eliminar las algas con regularidad, además la laguna puede generar gas sulfúrico. Los humedales pueden reducir significativamente el DBO₅, DQO y SST, así como también metales, trazas orgánicas y organismos patógenos, los mecanismos de tratamiento básico son sedimentación por precipitación química, adsorción e interacción microbiana, estos procesos de tratamiento en un humedal artificial son similares a los sistemas de tratamiento natural. La remoción de coloides y orgánicos solubles se debe a la oxidación microbiana aeróbica y la remoción de orgánicos sedimentables por sedimentación.

Los humedales artificiales reducen los sólidos suspendidos y coliformes fecales y acercan el pH a valores cercanos al neutro, además la capacidad de estos para producir un efluente consistente a bajo costo de construcción, mantenimiento y energía es uno de los beneficios mas apropiados.

- 1) Remoción De DBO.** En los HAFL la remoción del DBO₅ soluble es debido al crecimiento microbial agregado a las raíces, tallos y hojas de las plantas sembradas, la mayor fuente de oxígeno para esta reacción son la reaireación de la superficie del agua y el transporte del oxígeno de los tallos a las raíces, también se produce por floculación, sedimentación, atrapamiento y filtrado por posibilidad de contacto

En HAFL es un modelo de primer orden como se indica en la ecuación :

$$C_e / C_o = \exp (-Kt * T)$$

C_e : concentración de DBO₅ del efluente(mg/L)

C_o : concentración de DBO₅ del afluente(mg/L)

K_t : constante tasa de remoción dependiente de la temperatura(d⁻¹)

T : tiempo de retención hidráulica(d)

$$T = L * W * d / Q$$

L : longitud

W : ancho

d : profundidad

Q : caudal promedio = (Q entrada + Q salida) /2

En un humedal HAFL una fracción del volumen estará ocupado por la vegetación, de tal forma que el tiempo de detención podría ser una función de la porosidad (n), la cual podemos definir como el área de la sección transversal remanente para el flujo

$$n = V_v / V$$

V_v : volumen de vacíos.

V : volumen total.

El producto de (n*d) es en efecto la *Profundidad Equivalente del flujo en el sistema*.

$$C_e/C_o = A \exp (-0.7 * Kt * (Av)^{1.75} L * W * dn) / Q$$

A : fracción de DBO₅ no removida (determinado empíricamente)

Av : area de la superficie por la actividad microbiana (m² /m³)

L : longitud del sistema (m), paralelo a la trayectoria del flujo.

W : ancho del sistema (m)

d : profundidad del lecho (m)
n : porosidad del sistema (decimal)
Q : carga hidráulica promedio (m³/d)

La rata constante puede calcularse para cualquier temperatura por la ecuación

$$Kt = K_{20} * (\Theta)^{T^{\circ} - 20}$$

(Θ) : Coeficiente de la temperatura = 1.06

K₂₀ : constante tasa de remocion a 20°C

En la DBO₅ removido en humedales HAFS la mayor fuente de oxígeno en los componentes subsuperficiales (suelo, grava, roca, otro medio, en zanja) es el oxigeno transmitido por la vegetación a la zona de las raíces, puede representarse como un movimiento cinético de primer orden.

$$Ce / Co = \exp (-Kt * T)$$

Las áreas del sistema se determinan de la siguiente manera

$$As = Q (Ln Co - Ln Ce) / (Kt * d * n)$$

$$Ac = Q / Ks * S$$

As : Área superficial del sistema(m²)

Ac : Área transversal perpendicular a la dirección del flujo(m²)

d : profundidad del lecho(m)

Ks : conductividad hidráulica del medio (m³/m² .d)

S : pendiente del lecho o gradiente hidráulico(m/m).

El ancho del lecho se calcula así:

$$W = Ac / d$$

El área de la sección transversal y el ancho del lecho se establecen por la ley de Darcy's

$$Q = Ks * As * S$$

El área de la sección transversal y el ancho del lecho son independientes de la temperatura y la carga orgánica, debido a que ellas son controladas por las características hidráulicas del medio.

- 2) Remoción De SST.** El retiro de los SST es mas complicado debido a que la floculación de las partículas puede ocurrir en cualquier parte dentro del humedal, lo cual incrementa localmente la constante global de la tasa de remoción. En la mayoría de los humedales el coeficiente de la tasa de remoción para los SST, cambia a medida que el agua residual fluye a través del humedal, en varios humedales y sistemas acuáticos se ha observado que tanto la DBO como los SST se remueven extremadamente rápido a la entrada del afluente del humedal artificial o del sistema acuático.

- 3) Remoción De Nitrógeno.** Modelar la remoción de nitrógeno en los humedales artificiales se logra suponiendo que el nitrógeno orgánico en el afluente se convertirá a nitrógeno amoniacal, también es apropiado usar el factor de corrección de la temperatura para ajustar el coeficiente de la tasa de remoción para el nitrógeno, porque tanto la nitrificación como la desnitrificación son altamente sensibles a la temperatura.

4) Remoción De Contaminantes En Humedales

Tabla 19. Porcentaje de remoción de la carga contaminante en humedales

| CONTAMINANTE | PORCENTAJE REMOVIDO |
|---------------------|---------------------|
| DBO ₅ | 70 - 96 |
| Solidos Suspendidos | 60 - 90 |
| Nitrogeno | 40 - 90 |
| Fosforo | De Estación |

5) Ratas De Carga De DBO₅. Hay dos objetivos para el control de la carga orgánica en un humedal artificial, proveer una fuente de carbón para las bacterias desnitrificadoras y controlar la carga orgánica previniendo la sobrecarga del oxígeno transferido por las plantas emergentes. Si la fuente de carbón no se consigue entonces habrá una baja rata de remoción de nitrógeno, sin embargo, si la carga orgánica no es convenientemente rápida podría causarse olores indeseables y la muerte de las plantas.

La estimación de carga por este método es un proceso de dos etapas, la primera es calcular el oxígeno requerido y la segunda es calcular el oxígeno disponible para el área asumida.

$$\text{Oxígeno requerido} = 1.5 * \text{DBO}_5$$

$$\text{Oxígeno disponible} = (\text{TrO}_2) (\text{As}) / 1000$$

DBO₅ : carga orgánica(Kg/d)

TrO₂ : rata de oxígeno transferido por la vegetación (20 g/m² d)

As : área de la superficie(m²)

O₂ : oxígeno requerido

Normalmente se recomienda 110 kg/Ha.d, pero debido a que la DBO₅ se concentra en la zona aledaña a la entrada, la recomendación final es que la carga de DBOs no supere los 66.5 Kg/Ha.d.

6) Rata De Carga Hidráulica (Qlw). La rata de carga hidráulica (Qlw) esta unida a factores hidrológicos, es muy útil para establecer comparaciones entre diferentes sistemas, los valores utilizados en la práctica varían entre 0.0150 y 0.0500 m³/Ha.d. Para establecer comparaciones entre diferentes se emplea la inversa de la carga hidráulica, la superficie específica necesaria (Asp) con un rango de valores que varían entre 20 y 70 ha/ m³.d.

e) Parámetros De Diseño. Los humedales artificiales pueden considerarse como reactores de crecimiento biológico y su funcionamiento puede considerarse como un flujo cinético. Los proyectos a gran escala debe ejecutarse pruebas en plantas piloto y teniendo en cuenta los parámetros de evaluación y selección del tratamiento de las aguas residuales, además de disponer de tecnología para utilizar sistemas de humedales en el tratamiento de altas cargas de DBOs en las aguas residuales.

1) Factores Físicos. Para la distribución del sistema y su geometría dependen del tipo de humedal, para sistemas HAFL la superficie (longitud*ancho) se determina a partir del tiempo de retención y profundidad de diseño, para un mejor desempeño se emplean depósitos largos y estrechos, por tanto se recomienda una relación longitud/ancho de al menos 10:1 para evitar la sobrecarga en las proximidades de la entrada, se pueden emplear varios canales

alimentados escalonadamente, donde la anchura total aproximada es igual a la longitud de los depósitos; para sistema HAFS la superficie transversal queda establecida por la capacidad hidráulica necesaria, además la velocidad de flujo $K_s \cdot S$ se debe limitar a 6.8 m/d para minimizar el arrastre localizado de películas biológicas, uniformemente la longitud de los sistemas HAFS será considerablemente inferior a su anchura.

2) Área De La sección Transversal (Ac). El área de la sección transversal y el ancho del lecho son independientes de la temperatura y la carga orgánica puesto que ellas son controladas por las características hidráulicas del medio, el área para la sección transversal perpendicular al flujo del humedal HAFS se calcula con la ecuación:

$$Ac = Q / K_s * S = d * W$$

Q : Caudal medio que circula a través del sistema (m³ / d)

W : Ancho del lecho (m)

K_s : Conductividad hidráulica (m³ / m²*d)

S : Pendiente del lecho (m / m)

3) Ancho De Lecho (W). La anchura total del sistema se divide en varios tanques paralelos (dos como mínimo) separados por bermas, con lo que se consigue un mejor control hidráulico y mayor flexibilidad de explotación, además con varios depósitos es posible dejar parte del sistema fuera de servicio para controlar la vegetación o efectuar mantenimiento de los tanques.

El ancho del lecho se establecen por la ley de Darcy's :

$$W = Ac / d$$

- 4) Temperatura.** La actividad bacteriana responsable de la remoción de DBO es dependiente de la temperatura, la población bacteriana en los sistemas naturales puede aclimatarse a temperaturas frías y mantener su masa a costa de disminuir su actividad, con temperaturas bajas, la remoción de DBO del afluente ocurre más abajo en el humedal que cuando la temperatura es más alta.

En los humedales artificiales con tiempos de retención excesivos no se observa el efecto de la temperatura sobre la remoción de DBO y SST, el proceso así como sucede con el análisis de la DBO, con frecuencia se interpretan erróneamente los efectos de la temperatura cuando sólo se utilizan en el análisis los valores de entrada y salida, esta situación es problemática cuando se usan los valores del efluente de un sistema sobredimensionado, además los valores de la determinación de la temperatura se confunden estadísticamente debido a que incluyen los efectos de la variación natural.

- 5) Profundidad Del Agua.** En el sistema HAFL la profundidad del agua de diseño depende de la profundidad óptima de la vegetación seleccionada, los sistemas HAFS la profundidad de diseño depende de la profundidad de penetración de las raíces y rizomas de las plantas, ya que son estas las que suministran el oxígeno a través de las raíces rizomas.

Cuando las profundidades del agua son superiores a 15 cm predominan los juncos, las aneas que crecen con profundidades entre

5 y 25 cm y las espadañas que crecen en las orillas y a profundidades de agua hasta 1.50 m, pero a menores profundidades no resultan adecuadas.

Las raíces y rizomas de los juncos penetran hasta 30 cm., mientras que las raíces de las aneas penetran hasta 60 cm y las de las espadañas lo hacen a más de 75 cm. En climas fríos la profundidad se debe aumentar para permitir la formación de hielo en la superficie.

6) Tiempo De Retención (TRH). La actividad del tratamiento es una función del tiempo de detención, pendiente del terreno, profundidad del agua y vegetación; Área y forma geométrica controlan la velocidad de flujo y por consiguiente el tiempo de retención.

Los factores climáticos afectan el tiempo a una rata hidráulica de carga constante, en climas calientes la evapotranspiración aumenta el tiempo de detención y en climas fríos lo disminuye, por eso es aconsejable para el primer caso disminuir la profundidad y para el segundo aumentarla para permitir la formación del hielo.

Un tiempo de detención de 6 a 7 días es óptimo para el tratamiento primario y secundario del agua residual, tiempos más cortos no son adecuados para que la degradación de los contaminantes ocurra, tiempos más largos pueden permitir el estancamiento y condiciones anaeróbicas.

Para HAFL el tiempo de detención se calcula por la ecuación

$$TRH = L * W * d / Q$$

Para HAFS se calcula con la ecuación

$$TRH = L * W * n * d / Q$$

Q : Caudal medio que circula a través del sistema(m³/d)

En los HAFS el TRH es función de la conductividad hidráulica del medio y de la longitud del depósito, entonces tenemos la ecuación

$$TRH = L / Ks * S$$

7) Tipo De Vegetación. La vegetación en los sistemas de flujo subsuperficial es similar en ambos sistemas de humedales, tiende a estar compuesta por juncos o carrizos y en algunos enneas, el propósito de la vegetación es proveer oxígeno a la zona radicular y aumentar el área superficial para el crecimiento biológico en la zona de las raíces.

El transporte real de oxígeno hacia la zona radicular y luego a la columna de agua es limitado, las raíces también liberan sustancias orgánicas a medida que se degradan, lo cual sostiene la desnitrificación. La parte de la vegetación ubicada por encima del suelo no es de gran utilidad, salvo porque allí hay toma de nutrientes y crecimiento vegetal, además la siega no es necesaria.

8) Medio Granular (Sistema HAFS). El Medio del lecho que se utiliza en los humedales de flujo subsuperficial es con frecuencia grava, el

tamaño de la grava oscila entre 3 a 32 mm y en la zona de la entrada es de 50 mm, esta zona debe tener un medio con el diámetro más grande para disminuir el potencial de obstrucción (Plano No.24).

Tabla 20. Medio granular del lecho del humedal

| | TAMAÑO DE GRANO | POROSIDAD | CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA | CONST REM A 20°C(K20) |
|----------------------|-----------------------|-----------|--|-----------------------|
| TIPO MEDIO | d₁₀ | L | Ks, m³/m².d | d⁻¹ |
| Arena media | 1 | 0.42 | 420 | 1.84 |
| Arena gruesa | 2 | 0.39 | 480 | 1.35 |
| Arena gravosa | 8 | 0.35 | 500 | 1.10 |

8.4.4 Diseño Humedal Artificial Flujo Subsuperficial (HAFS)

a. Parámetros

$$\text{Caudal (Q)} = 2.07 \text{ L/s} * 1\text{m}^3 / 1000 \text{ L} * 86400 \text{ s} / 1\text{d} = 178.84 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{Temperatura Promedio (} ^\circ\text{T)} = 23^\circ\text{C}$$

Población = 993 hab

Vegetación → Caña Brava

Altura humedal (d) = 0.6 m

Pendiente → 0.5 %

Medio Sustrato → Arena Gravosa

b. Profundidad (d)

Para vegetación de cañas se recomienda una profundidad (d) = 0.60 m

c. Tablas (Medio Granular para HAFS)

Medio Sustrato ▶ Arena Gravosa

Tamaño efectivo granular (d_{10}) = 8 mm

Porosidad (n) = 0.35

Conductividad Hidráulica (K_s) = 1000 m³/m²*d

Cte tasa de remocion (k_{20}) = 1.1 d⁻¹

d. Constante tasa de remocion (K_T)

$$K_T(^{\circ}T) = k_{20} * (\Theta)^{T^{\circ} - 20}$$

$$K_T(23^{\circ}\text{C}) = 1.10 \text{ d}^{-1} * (1.06)^{23-20} = 1.31 \text{ d}^{-1}$$

e. Tiempo de Retención Hidráulica en los Poros Intersticiales (T_{RH})

$$T_{RH} = (-L_N (C_e / C_o)) / K_T$$

C_o : Concentración de DBO₅ del Afluente

$$C_o = \text{DBO}_5 \text{ ENTRADA} = 36.8 \text{ mg/L}$$

C_e : Concentración de DBO₅ Efluente

$$C_e = \text{DBO}_5 \text{ SALIDA} = 7.36 \text{ mg/L}$$

$$t_{RH} = (-L_N(7.36 \text{ mg/L} / 36.8 \text{ mg/L})) / 1.31 \text{ d}^{-1} = 1.22 \text{ d}$$

f. Superficie Transversal (A_C)

$$A_C = Q / (K_s * s)$$

$$A_C = 178.84 \text{ m}^3/\text{d} / (1000 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d} * 0.005) = 35.76 \text{ m}^2$$

g. Ancho del Lecho (w)

$$w = A_C / d$$

$$w = 35.76 \text{ m}^2 / 0.6\text{m} = 59.61 \text{ m} \approx 60 \text{ m}$$

h. Longitud del Humedal (L)

$$L = T_{RH} * Q / (w * n * d)$$

$$L = 1.22 \text{ d} * 178.84 \text{ m}^3/\text{d} / (60\text{m} * 0.35 * 0.6\text{m}) = 17.31 \text{ m} \approx 17.5 \text{ m}$$

i. Área Superficial Del Sistema

$$A_S = L * w$$

$$A_S = 17.5 \text{ m} * 60 \text{ m} = 1050 \text{ m}^2 = 0.105 \text{ Ha}$$

j. Carga DBO₅

$$DBO_5 = 110 \text{ Kg./Ha d (DBO}_5 \text{ de referencia)}$$

$$DBO_5 = Q * C_e = 178.84 \text{ m}^3/\text{d} * 36.8 \text{ mg/L} * (1000\text{L}/1\text{m}^3 * 1 \text{ Kg.}/10^6\text{mg})$$

$$DBO_5 = 6.58 \text{ Kg. /d}$$

$$DBO_5 = 6.58 \text{ Kg. /d} / 0.105 \text{ Ha} \quad \cdot \quad DBO_5 = 62.66 \text{ Kg. / Ha d}$$

$$62.66 \text{ Kg. / Ha d} < 66.5 \text{ Kg. / Ha d (DBO}_5 \text{ recomendado)}$$

• el porcentaje de remoción de DBO₅ es menor que el de referencia y el recomendado, por lo tanto cumple con la carga organica admitida.

8.4.5 Estructuras Exteriores Y Complementarias. La configuración de las estructuras exteriores para un humedal construido depende de las características del depósito de agua y del número de subunidades en que se divida el sistema. Las estructuras exteriores deben permitir controlar la profundidad del nivel de agua, especialmente en los sitios donde la temperatura varíe considerablemente. También comprende las unidades de pretratamiento establecido, las válvulas, casa de bombas, tubos de transporte, etc.

A. Sistema De Distribución. El sistema de distribución esta determinado por una serie de tuberías de diámetro igual a 4 pulgadas, posee una longitud de 120 m, que distribuirán el agua residual proveniente del reactor UASB; Perforada a lo largo del lecho, con una distancia entre perforaciones de 1 m distribuidos longitudinalmente, además se colocaran canales de recolección del caudal para evitar la sobrecarga en las proximidades de la entrada, también se adecuaran cajas de inspección en la entrada de cada canal. La distribución de flujo de entrada en varios puntos de humedal es requisito indispensable para controlar y operar eficientemente el sistema.

B. Distribución Espacial De Las Celdas. Las cuatro celdas se distribuirán en paralelo y la tubería se colocara a favor del flujo por gravedad debido a la pendiente, las dos primeras celdas serán distribuidas por agua residual y luego las otras dos, se recolectara el agua que haya logrado traspasar el medio poroso para posteriormente ser conducida por medio de canales a cajas de inspección y luego al lecho de lodos; La distribución en paralelo se adapta en humedales para diluir la concentración del efluente, mejorar el tratamiento y evitar la sobrecarga.

A pesar de no existir sólida evidencia sobre la relación largo/ancho, se ha observado una optimización si se utilizan depósitos largos y estrechos, por tanto se recomienda una relación ancho/longitud de al menos 4:1, la anchura total del sistema se divide en varios paneles paralelos separados por bermas de 2m de ancho, con lo que se consigue un mejor control hidráulico, con la distribución de los depósitos es posible dejar parte del sistema fuera de servicio para controlar la vegetación o efectuar el respectivo mantenimiento. (Plano No.15).

- Area Celdas (A_c)

$$A_c = A_s / \text{No. Celdas}$$

$$A_c = 1050 \text{ m}^2 / 4 \text{ celdas} = 262.5 \text{ m}^2 \quad 4L_c=B_c$$

$$A_c = 4 L_c^2 ; L_c=9 \text{ m}, B_c= 30 \text{ m}$$

Las celdas estarán separadas por una Berma de 2.0 m de ancho para el respectivo mantenimiento y limpieza.

C. Lecho De Lodos. Los lechos de secado son dispositivos que eliminan una cantidad de agua suficiente de los lodos para que el resto pueda manejarse como material sólido, con un contenido de humedad inferior al 70 %.

Un lecho de secado típico debe ser diseñado para retener en una o más secciones, el volumen total de lodo removido del digestor. Los elementos estructurales del lecho incluyen los muros laterales, tuberías de drenaje, capas de arena y grava, divisiones o tabiques, decantadores, canales de distribución de lodo y muros laterales que deben tener un borde libre entre

0.5 y 0.9 m por encima de la arena para asegurarse que no existan filtraciones laterales (Plano No.17).

La operación de un lecho de secado de arena es una función de:

- La concentración de sólidos del lodo aplicado
- Profundidad del lodo aplicado
- Pérdidas de agua a través del sistema de drenaje
- Grado y tipo de digestión suministrada
- Tasa de evaporación (la cual es afectada por muchos factores ambientales)
- Tipo de método de remoción usado y el método de disposición última utilizado

Medios de drenaje como capas de grava y de arena, deben tener unos espesores para la capa de grava entre 200 y 460 mm. y la capa de arena entre 300 y 460 mm., además de las granulometrías para grava deben presentar un diámetro entre 3 y 25 mm y la arena debe presentar las siguientes especificaciones:

- partículas limpias, duras, durables y libres de arcilla, polvo, ceniza u otro material extraño.
- el coeficiente de uniformidad debe estar entre 3.5 y 4.0.
- el tamaño efectivo de los granos de arena debe estar entre 0.3 y 0.75 mm.

Parámetros

a. Producción de lodos proyectados

$$P_F = 993 \text{ hab}$$

Θ_C : Producción de lodos en un tratamiento de aguas residuales de origen domestico (5 Kg-St / hab –año)

$\Theta_C(f)$: Prod. Lodos proyectados

$$\Theta_C(f) = 993 \text{ hab} * 5 \text{ Kg-St / hab –año} = 4965 \text{ Kg-St / año}$$

b. Área del lecho

$$\text{Carga de fondo} = 100 \text{ Kg-Ss /m}^2\text{-año}$$

$$A = \Theta_C / \text{Carga de fondo}$$

$$A = 4965 \text{ KgSt / año} / 100 \text{ Kg-Ss /m}^2\text{-año} = 49.65 \text{ m}^2 \approx 50 \text{ m}^2$$

$$A = B * L = 10 \text{ m} * 5 \text{ m} = 50 \text{ m}^2$$

D. Vegetación De Cultivo

- **Familia:** POACEAE
- **Nombre científico:** *Gynerium sagittatum* (Aublet) P. Beauv.
- **Nombres comunes:** Caña isana; Dexpe; Chuqui; Pintoc; Too; Gooshi; Pintuc; Tangkan; Yoom; Caña brava y Chicosa (variedad pequeña); Caña negra y Bolsa (variedad grande); Kenpeiri (Surinam).

a) Datos Ambientales

- **Biotopo de poblaciones naturales:** habita en riberas inundables, pantanos y otros lugares húmedos; con intensidad lumínica variable. No se encuentra en las riberas de ríos de agua negra, siendo especie pionera en la sucesión primaria inundable de los ríos de agua blanca.
- **Clima:** Zonas tropicales húmedas y secas, con temperatura promedio anual de 22 a 27°C y precipitación pluvial entre 1 100 y 3 400 mm/año, con niveles altitudinales de hasta 2 400 msnm.
- **Suelo:** prospera en suelos inundables, con pH entre ligeramente alcalino a moderadamente ácido y saturación de aluminio menor a 30%. En terrenos no inundables su proliferación es escasa, asimismo en suelos de tipo inceptisol o ultisol, que tienen pH cercano a 4.

b) Cultivo

- **Época de siembra:** en la zona de Iquitos de junio a julio, inmediatamente después del inicio de la vaciante. En suelos de altura, al inicio de la época lluviosa (noviembre-diciembre).
- **Espaciamiento:** distanciamiento de 2 m entre líneas y 1 m entre plantas.
- **Labores de cultivo:** no precisa de mayores cuidados.
- **Enemigos naturales:** termitas, larvas de coleópteros.

- **Propuesta de asociación de cultivos:** Una alternativa es el establecimiento de monocultivos en parcelas comerciales en restingas (várzeas). Debido a que soporta sombreadamiento, puede intercalarse con especies forestales o frutales. Por ejemplo, si se siembra huito a 10 m x 7 m, puede establecerse una faja intermedia de caña brava de 3 o 4 hileras.
- **Propagación:** La propagación sexual es poco frecuente y no conveniente, la germinación en arena fina ocurre en 3 semanas y los plantones, luego de 2 a 4 meses alcanzan de 20 a 50 cm de altura. La propagación asexual es la más recomendable y se realiza mediante rizomas, estolones o estacas de tallo.

c) Cosecha y conservación del Producto

- **Partes aprovechadas:** Hoja, tallo (cañas), raíz.
- **Cosecha:** La cosecha de los tallos (cañas), se realiza de 6 a 8 meses después de la siembra.

Los tratamientos de aguas residuales domésticas con sistemas de purificación basados en los modelos que nos ofrece la naturaleza en los ecosistemas naturales han sido muy representativos, no obstante numerosas experiencias utilizando purificadores naturales como lo son algunas plantas macrófitas, han demostrado ser una alternativa de tratamiento de aguas residuales para pequeños municipios ya que son consideradas viables desde el punto de vista económico y ecológico. La implantación de la vegetación a cultivar en nuestro sistema se determina como *Caña Brava (Phragmites communis)*, las cuales son hierbas tallosas con un extenso rizoma perenne, los procesos de tratamiento de humedal que utilicen cañas pueden ser más

prácticos en la transferencia de oxígeno porque los rizomas penetran verticalmente a mayores profundidades que otra vegetación(Plano No.17).

La recolección o cosecha de la caña en el humedal no es necesaria y menos aun para sistemas HAFS, pero la remoción de nutrientes podría hacerse más efectiva, esta recolección de la vegetación es deseable para reducir la excesiva acumulación de rizomas que podrían acortar la vida útil de un sistema de flujo subsuperficial.⁷

E. Control De Insectos. Los humedales HAFL proveen un hábitat ideal para la proliferación de insectos, especialmente de mosquitos, su presencia está relacionada con la carga orgánica e indirectamente con la densidad de la vegetación, el control puede ser el factor crítico para determinar la viabilidad del uso de humedales. Es aconsejable tener controles biológicos para los mosquitos utilizando peces (*Lebistes reticulatus*), bacterias (Bti) y aplicando agentes químicos, caso contrario no son problema para los humedales HAFS y esta es una de las razones para preferir su uso.

8.4.6 Presupuesto General. Los análisis unitarios a los cuales se aplica el presupuesto de la planta de tratamiento de aguas residuales para el corregimiento de San José De Suaita, se encuentran en el anexo 11.

⁷ www.emision.com/514.htm

Tabla 21. Presupuesto general Planta de Tratamiento Aguas Residuales

| ITEM | ACTIVIDAD | UND | CANT | VR/UNIT | VR/TOT |
|-------------|--|------|--------|--------------|--------------|
| 1.0 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | |
| 1.1. | CAMPAMENTO Y ENCERRAMIENTO | | | | |
| 1.1.1. | CAMPAMENTO M2 | M2 | 20 | \$100.545 | \$2.010.900 |
| 1.1.2. | REPLANTEO | M2 | 1302,6 | \$1.477 | \$1.923.940 |
| 1.1.3. | CERCA EN TABLA CHAPA H= 1.90 M | ML | 15 | \$23.899 | \$358.485 |
| 1.2. | DESCAPOTE | | | | |
| 1.2.1. | DESCAPOTE MANUAL Y RETIRO | M2 | 800 | \$5.124 | \$4.099.200 |
| 1.3. | AISLAMIENTO Y SEÑALIZACION | | | | |
| 1.3.1. | SEÑALIZACION | UND | 1 | \$1.363.000 | \$1.363.000 |
| 1.4. | RETIRO DE BASURAS Y ESCOMBROS | | | | |
| 1.4.1. | RETIRO SOBANTES | M3 | 100 | \$16.875 | \$1.687.500 |
| 2.0 | MOVIMIENTOS DE TIERRAS | | | | |
| 2.2. | EXCAVACIÓN EN TIERRA SIN ACARREO LIBRE | | | | |
| 2.2.1. | EXCAVACION ZANJA H=1 M MATERIAL COMPACTADO | M3 | 54,6 | \$11.250 | \$614.250 |
| 2.5. | SUMINISTRO, CONFORMACIÓN DE RELLENO EN MAT. SELECCIONADO PARA | | | | |
| 2.5.1. | RELLENOS RECEBO | M3 | 64,8 | \$23.110 | \$1.497.528 |
| 2.7. | CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN EN MATERIAL COMÚN | | | | |
| 2.7.1. | RELLENOS EN TIERRA MATERIAL COMÚN | M3 | 50,2 | \$7.861 | \$394.622 |
| 2.8. | EXCAVACION MECANICA | | | | |
| 2.8.1. | EXCAVACION MECANICA ZANJA H=0,6 M | M3 | 685,2 | \$31.375 | \$21.498.150 |
| 2.9. | CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE RELLENO EN MATERIAL SELECCIONADO | | | | |
| 2.9.1. | RELLENOS MATERIAL SELECCIONADO (ARENA GRAVOSA) | M3 | 720,5 | \$29.125 | \$20.984.563 |
| 3.0 | TUBERIAS PREFABRICADAS | | | | |
| 3.5. | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC | | | | |
| 3.5.1. | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVAFORT 100-200 mm | ML | 170,8 | \$40.167 | \$6.860.524 |
| 3.6. | SUMINISTRO E INSTALACIÓN ACCES. PVC | | | | |
| 3.6.1. | SUMINISTRO E INSTALACIÓN ACCESORIOS PVC 100-200 mm | UND | 9 | \$85.125 | \$766.125 |
| 4.0 | ESTRUCTURAS | | | | |
| 4.8 | CONCRETOS Y MORTEROS | | | | |
| 4.8.1. | CONCRETO 1:3:5 ARENA LAVADA RIO + GRAVILLA | M3 | 72,5 | \$222.311,00 | \$16.117.548 |
| 4.8.2. | MORTERO 1 : 5 ARENA | M3 | 35,5 | \$189.835,00 | \$6.739.143 |
| 4.9. | MAMPOSTERIA EN LADRILLO | | | | |
| 4.9.1. | INSTALACION DE MURO EN LADRILLO H10 | M2 | 85 | \$44.283,00 | \$3.764.055 |
| 4.10 | CAJAS DE DISTRIBUCION | | | | |
| 4.10. | INSTALACION CAJA DE DISTRIBUCION | UND | 5 | \$99.268,00 | \$496.340 |
| 4.11 | CANAL DE AGUAS LLUVIAS | | | | |
| 4.11. | INSTALACION CANAL DE AGUAS LLUVIAS | ML | 113,5 | \$29.706,00 | \$3.371.631 |
| 6.0 | VARIOS | | | | |
| 6.1. | IMPERMEABILIZACION | | | | |
| 6.1.1. | IMPERMEABILIZACION CON ARCILLA (e=0,05 m) Y TELA GEOTEXTIL | ML | 2400 | \$15.665 | \$37.596.000 |
| 6.2. | ACABADOS ADMINISTRACION | | | | |
| 6.1.1. | PUERTAS, VENTANAS, BANOS, ETC(INCLUYE INSTALACION) | UNID | 1 | \$3.500.000 | \$3.500.000 |

| | |
|----------------------------------|----------------------|
| COSTO DIRECTO OBRA FISICA | \$132.143.503 |
| AIU (30%) | \$39.643.051 |
| TOTAL OBRA FISICA CON AIU | \$171.786.553 |

9.0 RESIDUOS SÓLIDOS

Objeto, material, sustancia o elemento sólido que se abandona, bota o rechaza después de haber sido consumido o usado en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios e instituciones de salud y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico.

Se contemplan diversidad de residuos sólidos según su composición y características físicas, químicas y biológicas, además de las características cualitativas y cuantitativas identificando contenidos y propiedades de interés con una finalidad específica, algunos pueden ser peligrosos y son aquellos que por sus características infecciosas, combustibles, inflamables, explosivos, radiactivas, volátiles, corrosivas, reactivas o tóxicas pueden causar daño a la salud humana o al medio ambiente.

Se dividen en aprovechables y no aprovechables, el aprovechamiento es un proceso mediante en el cual consiste en un manejo integral de los residuos sólidos, estos materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales o económicos.⁸

⁸ www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/rwesiduos.html

9.1. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Los procesos sociales de producción y consumo generan utilización y desecho, lo que en un subsistema es desecho en otro colateral o derivado es un insumo. Este es el principio esencial de todo residuo, mediante el cual adquiere un valor en el paso subsiguiente de la cadena productiva.

A medida que la sociedad forma una conciencia del conjunto de costumbres que tienden a la reducción de las cantidades de residuos generados por cada uno de sus habitantes y por la comunidad en general, así como al aprovechamiento de los residuos potencialmente reutilizables se convierte en una *Cultura De La No Basura*, este pensamiento convierte el termino desecho en mercancía, lo cual los materiales recuperados se reincorporan a la trayectoria productiva en forma práctica, rentable y útil.

Las actividades y lugares donde se producen los residuos sólidos se pueden clasificar en desechos de consumo y en desechos de producción.

- **Consumo:** que puede ser domiciliario o de servicios sociales con espacios públicos, es resultado de hábitos y necesidades relacionados con las actividades sociales, este residuo por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento.
- **Producción:** que puede ser industrial, comercial, institucional o de servicios.

a) **Residuo Sólido Industrial:** residuo generado en actividades propias de este sector, es un subproducto de los procesos de producción.

b) **Residuo Sólido Comercial:** residuo generado en establecimientos comerciales, mercantiles tales como almacenes, depósitos, hoteles, restaurantes, cafeterías y plazas de mercado.

c) **Residuo Sólido Institucional:** residuo generado Residuo generado en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios, religiosos, terminales aéreos, terrestres, fluviales o marítimos y edificaciones.

d) **Residuos Sólidos urbanos:** residuos generados en viviendas, parques, jardines, vía pública, oficinas, mercados, comercios, demoliciones, construcciones, instalaciones, establecimientos de servicios y en general, todos aquellos generados en actividades urbanas que no requieran técnicas especiales para su control.

9.2. COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

La información sobre la composición de los desechos sólidos y su distribución relativa, es importante para evaluar las necesidades de equipo,

los sistemas, los planes y programas de gestión; esta composición de los residuos sólidos esta expresada generalmente en porcentajes por peso.

La clasificación de los residuos sólidos, es relativa a la naturaleza de su origen (agrícola, ganadero, industrial, doméstico, etc.) y al lugar en donde se producen.

Físicamente estos residuos se clasifican en:

- a) Elementos sólidos orgánicos: son de fácil descomposición, perecederos y capacitados para generar focos de infección o contaminación, generalmente son desechos de frutas, verduras, animales, etc.

- b) Elementos sólidos inorgánicos: son de estructura físico-química más estable como residuos de papel, vidrio, plástico, cartón, metales, etc.

Los análisis químicos comúnmente utilizados son: humedad, PH, carbono, nitrógeno, fósforo y potasio. El peso específico de los sólidos, es de primordial importancia, ya que esta medida define las relaciones entre el peso y el volumen de los residuos sólidos que se han de tratar, además se utiliza para definir criterios de volúmenes del recipiente, para el almacenamiento domiciliario, industrial o comercial, al igual que volúmenes de los equipos de recolección y transporte.

10.0 TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

10.1. ALMACENAMIENTO

El almacenamiento constituye el procedimiento de recolección y depósito de los residuos en el punto de generación de los diferentes sectores de la producción, además es la acción básica con la que se inicia el proceso de tratamiento de los residuos sólidos.

En las etapas de almacenamiento y depósito se forman los puntos de relación entre usuarios y la empresa que recolecta los residuos, este punto de convergencia es muy primordial, debido a que es posible disminuir en forma significativa el costo del servicio, si los usuarios acatan las normas establecidas para el almacenamiento de los residuos y su debida exposición, esto permite un aumento en la velocidad de operación y por ende mejorar el rendimiento del sistema, la presentación de los residuos es la maniobra que consiste en retirar los residuos del lugar donde se almacenan y dejarlos en el sitio en el cual la empresa prestadora de este servicio los recolecta para depositarlos finalmente en el relleno sanitario.

Se efectuaran campañas para lograr la participación de la comunidad, enfatizando el valor y la importancia de la recuperación y reutilización de materiales reciclables, recomendaciones tales como:

- Secar el material húmedo.
- Forrar el recipiente y lavarlo frecuentemente.
- No arrojar al recipiente de basuras cenizas o materiales que puedan causar incendios en el vehículo recolector.
- Separar el papel y el cartón de los otros residuos, al igual que el vidrio, procurando lavarlo antes de almacenarlo.
- Los metales se deben limpiar procurando guardarlos uno dentro de otro.

10.1.1 Normas Para El Almacenamiento De Basuras. Normas establecidas jurídicamente que deben cumplir los usuarios del servicio de aseo contenidas en el decreto 2104 de 1983.

a) *De las obligaciones de los usuarios del servicio ordinario de aseo:* los usuarios del servicio ordinario de aseo tendrán las siguientes obligaciones, en cuanto al almacenamiento de basuras y su presentación para recolección:

1. Almacenar en forma sanitaria las basuras generadas.
2. No depositar sustancias líquidas, excretas, ni basuras de las contempladas para el servicio especial, en recipientes destinados para recolección en el servicio ordinario.
3. Colocar los recipientes en el lugar de recolección, de acuerdo con el horario establecido por la entidad de aseo.

4. Las demás que establezca el respectivo reglamento de usuarios del servicio.

b) *De las obligaciones en caso de esparcimiento de basuras:* cuando las operaciones de cargue y descargue de cajas de almacenamiento den origen al esparcimiento de basuras, éstas deberán ser recogidas por la entidad de aseo.

10.1.2 Tamaño Del Recipiente. Las dimensiones y el tamaño de los recipientes para depositar los residuos sólidos son función de la producción unitaria, la frecuencia de recolección y el operario.

El volumen de la basura en el recipiente, se fomenta en el siguiente rango de valores de densidad de la basura.

$$150 \text{ kg/m}^3 < D_R < 250 \text{ kg/m}^3$$

D_R = Densidad de la basura en el recipiente.

10.1.3 Peso Del Recipiente. Un recipiente de este tipo convencional contendrá como máximo 25 kg de peso contenido y peso propio de 3 kg, además no se debe permitir recipientes con pesos mayores a 25 kg como medida preventiva para el personal recolector, debido a que expone a los recolectores a accidentes o a fatiga y por consiguiente se disminuye su capacidad de trabajo.

10.1.4 Material Del Recipiente. El material del recipiente de almacenamiento puede ser de distinta clase como plástico, caucho, aluminio etc., el receptor plástico se propone una bolsa desechable o una caneca.

10.1.5 Características De Recipientes Retornables. Los recipientes retornables para almacenamiento de basuras en el servicio ordinario, deberán ser lavados por el usuario con una frecuencia tal que sean presentados en condiciones sanitarias apropiadas.

- Peso y construcción que faciliten el manejo durante la recolección.
- Construidos en material impermeable de fácil limpieza, con protección al moho y a la corrosión, como; plástico, caucho o cierta clase de metal.
- De tapa con buen ajuste, que no dificulte el proceso de vaciado durante la recolección.
- Construidos en forma tal que estando cerrados o tapados, no permitan la entrada de agua, insectos o roedores, ni el escape de líquidos por sus paredes o por el fondo.
- Bordes redondeados y de mayor área en la parte superior, de forma que se facilite el vaciado.
- Capacidad de acuerdo con lo que establezca la entidad que presta el servicio de aseo.
- El lugar donde se ubique el recipiente debe ser de fácil acceso para la empresa que presta el servicio.
- La presentación debe hacerse inmediatamente antes de que pase el vehículo recolector.

10.1.6 Características De Recipientes Desechables. Los recipientes desechables utilizados para almacenamiento de basuras en el servicio ordinario, serán bolsas de material plástico o de características similares y deberán reunir por lo menos las siguientes condiciones:

- Su resistencia deberá soportar la tensión ejercida por las basuras contenidas y por su manipulación.
- Su capacidad estará de acuerdo con lo que establezca la entidad que preste el servicio de aseo.
- De color opaco.

10.2. RELLENO SANITARIO

El relleno sanitario, es una técnica de disposición final de desechos sólidos en el suelo, que utiliza los principios de Ingeniería, para que en condiciones de operación óptima no cause molestia o peligro para la salud y seguridad pública, ni perjuicio al ambiente, tanto durante su operación como después su clausura. La técnica se basa en el principio de recibir las basuras, extenderlas en capas, cubrirla diariamente con material adecuado y compactarlas de acuerdo con el avance de la operación.

Los procesos más importantes que se generan dentro de los rellenos están íntimamente relacionados con la degradación de la materia orgánica, esta se convierte en líquidos (lixiviados) y gases (biogás). Los líquidos tienen la tendencia de fluir hacia el fondo del relleno y los gases fluyen hacia la atmósfera.

Para que sea sanitario se deben controlar los problemas que pueden causar líquidos y gases producidos y demás efectos negativos.

La topografía del terreno, determina el método de operación a seguir en el relleno sanitario y siempre que sea posible debe mejorar las condiciones iniciales.

El método de relleno sanitario puede ser:

- Trinchera o zanja, que se utiliza en regiones planas y consiste en excavar zanjas.
- Área, que se emplea para llenar depresiones del terreno.
- Pendiente o rampa, que se utiliza en terrenos ondulados, se utiliza una pendiente natural o se construye una rampa, se vacía la basura en el fondo de la rampa, se extiende y apisona contra el talud, y se continúa avanzando sobre el terreno, conservando la pendiente.

Las ventajas que presenta un relleno sanitario son:

- Alternativa económica.
- Método completo y definitivo, dada su capacidad para recibir todo tipo de desechos sólidos, obviando los problemas de las cenizas y humo en el caso de incineración.
- La ubicación puede estar tan cerca de lugares disponibles que lo faciliten, reduciendo costos de transporte.
- El relleno sanitario puede empezar a funcionar en un plazo de tiempo relativamente corto.

Las desventajas que presenta un relleno sanitario entre otras tenemos:

- La compra del terreno debido al rechazo de la comunidad.
- La supervisión constante para mantener un buen nivel de operación, debido a que debe ser inspeccionado por un funcionario responsable y bien capacitado, con conocimientos técnicos definidos para evitar fallas en la fase de operación.
- Puede presentarse contaminación de aguas subterráneas y superficiales cercanas si no se toman las debidas precauciones.
- Los asentamientos dificultan el uso del terreno en los primeros años. El tiempo de asentamiento dependerá de la profundidad del relleno, de la naturaleza del material que lo conforma, del grado de compactación y de la precipitación de la zona.⁹

Procesos Y Componentes Principales

En un relleno sanitario se trata de aislar los desechos, controlar los lixiviados y regular el biogás que se genera y que tienden a fluir fuera del relleno, evitando impactos ambientales adversos.

Se llaman lixiviados a los líquidos que se generan a raíz de la degradación de la materia orgánica (de origen bioquímico) y los líquidos que se originan de la infiltración de agua en el relleno (de origen hidrológico). Los gases generados a raíz de la degradación de la materia orgánica se suelen llamar

⁹ www.uesp.gov.co/html/rellenosanitario.html

"biogás," gases que cuando se forman en ambientes sin oxígeno contienen principalmente metano y dióxido de carbono.

Como muchos rellenos sanitarios las zonas de operación en el relleno sanitario son diseñadas con los siguientes elementos físicos de aislamiento y de control:

- Una base conformada por suelos y materiales sintéticos de baja permeabilidad para evitar la migración de los lixiviados generados dentro del relleno hacia los acuíferos profundos.
- Un sistema de drenaje en el fondo del relleno para conducir los lixiviados hacia sitios de almacenamiento.
- Un sistema de tratamiento de los lixiviados recolectados.
- Capas o niveles de desechos municipales conformados durante la operación del relleno.
- Capas de suelo que se compactan encima de los desechos con el objeto de evitar los efectos ambientales adversos que producen las basuras expuestas.
- Un sistema de manejo de los gases generados dentro del relleno, que consisten en la instalación de una serie de chimeneas verticales con el propósito de conducir los gases hacia la atmósfera (extracción pasiva) o con tecnologías más modernas como la extracción forzada de gas y su posterior destrucción térmica para controlar los efectos de emisiones.
- Un sistema de impermeabilización en la superficie o cobertura final.

Las características de calidad y químicas de estos materiales no pueden ser totalmente controladas, como tampoco puede ser controlada en una forma

deseada y viable económicamente su biodegradación. Lo que si se puede controlar y aislar es el relleno mismo y los productos que generan.

10.2.1 Parámetros De Diseño

A. Producción De Residuos Sólidos. La producción diaria y anual de residuos sólidos, se hace con base en la proyección de la población y en la producción per capita.

$$PPC = PGRS / Población * S * cobertura (\%)$$

PPC : producción per cápita (Kg/(hab*día)).

PGRS : peso global de los residuos sólidos semanales (Kg).

Población : No. Habitantes.

S : días de la semana (7 días/semana).

$$PGRS = V_{Volq} * n * Dv$$

V_{Volq} : volumen de recolección del vehículo (m³).

n : número de viajes en el día.

Dv : densidad de la basura en el vehículo recolector (Kg/m³).

Se estima que la PPC puede oscilar entre 0.3 y 0.35 Kg/hab*día, cuando se trata principalmente de desechos de procedencia doméstica.

B. Proyección Producción Residuos Sólidos Diaria Y Anual. La producción de basura diaria y anual, se hace teniendo en cuenta la producción per cápita que se incrementa anualmente, de acuerdo a los índices de producción y de población que se determinan en base a la rata de crecimiento.

$$PRS_{DIA} = Población * PPC$$

$$PRS_{ANUAL} = PDS_{DIA} * (365 \text{ días/año})$$

PRS_{DIA} : producción de residuos sólidos en un día

PRS_{ANUAL} : producción de residuos sólidos en un año.

C. Producción Per Capita Futura De Residuos Sólidos. La construcción de viviendas es la actividad que genera el mayor desarrollo urbanístico, además del crecimiento en la industria, por tal razón no existe una comprobación definida que describa las cifras que den representación de cómo puede variar año a año la producción per capita (PPC) de los residuos sólidos de acuerdo a la población. En base a la experimentación se ha determinado que los índices de producción aumentan 1% anual para la producción total de desechos en cada año así:

$$PPCf_{ANUAL} = PPCi + (PPCi) * 1\%$$

$$= PPCi + 0.01 * PPCi = PPCi * (1+0.01)$$

$$= (1,01) * (PPCi)$$

$$PPCf_{ANUAL} = (1,01) * (PPCi)$$

$PPCf_{ANUAL}$: producción per cápita futura.

$PPCi$: producción per cápita inicial.

D. Volumen De Residuos Sólidos Recibidos (VRSR). Para conocer el volumen de los residuos sólidos recibidos se debe definir la densidad de la basura, la cual es la relación entre el peso y el volumen que ocupa, la basura tiene una densidad, dependiendo del estado de compactación donde se encuentre. Los rangos de densidad pueden oscilar entre los siguientes valores:

$$150 \text{ kg/m}^3 < D_R < 250 \text{ kg/m}^3$$

$$250 \text{ kg/m}^3 < D_V < 450 \text{ kg/m}^3$$

$$400 \text{ kg/m}^3 < D_{RS} < 500 \text{ kg/m}^3$$

D_R : densidad de la basura en el recipiente.

D_V : densidad de la basura en el vehículo recolector.

D_{RS} : densidad de la basura compactada en el relleno sanitario.

a) Volumen de residuos sólidos recibidos diario

$$VRSR_{DIA} = PRS_{DIA} * S / Dv * n$$

$VRSR_{DIA}$: volumen de residuos sólidos recibidos diario

PRS_{DIA} : producción de residuos sólidos diario.

Dv : densidad basura en el vehículo recolector.

n : número de días de trabajo en la semana.

S : días de la semana (7 días/semana).

b) Volumen de residuos sólidos recibidos anual

$$VRS_{ANUAL} = PRS_{ANUAL} / Dv$$

PRS_{ANUAL} : producción de residuos sólidos anual.

Dv : densidad basura en el vehículo recolector.

E. Volumen De Residuos Sólidos Enterrados (VRSE). En el diseño las densidades de compactación en las celdas se podrán asumir entre 400 a 500 kg/m³, si se tiene un mecanismo adecuado de compactación. El grado de compactación, incide en la estabilidad y en la vida útil del relleno.

a) Volumen de residuos sólidos enterrados diario

$$VRS_{DIA} = PRS_{DIA} * S / D_{RS} * n$$

VRSE_{DIA} : volumen residuos sólidos enterrados diariamente.

PRS_{DIA} : producción de residuos sólidos diario.

S : días de la semana (7 días/semana)

D_{RS} : densidad de compactación en el relleno sanitario.

n : número de días de trabajo en la semana.

b) Volumen de residuos sólidos enterrados anual

$$VRSE_{ANUAL} = PRS_{ANUAL} / D_{RS}$$

VRSE_{ANUAL} : volumen de residuos sólidos enterrados anual.

PRS_{ANUAL} : producción de residuos sólidos anual.

D_{RS} : densidad de compactación en el relleno sanitario.

Parámetros de compactación

- Compactar manualmente, utilizando un rodillo compactador y pisones de mano.
- Transito de la volqueta por encima de las celdas ya estructuradas.

- Separar los materiales reciclables para disminuir el volumen a compactar, aumentar el beneficio económico, aumentar la vida útil de relleno y proteger los recursos naturales.

F. Volumen Del Relleno Sanitario (V_{RS}). El volumen determinado por el relleno sanitario comprende la capacidad de los residuos sólidos y el espacio que ocupa el material de cobertura, en la mayoría de los casos, se asume un porcentaje de incremento que puede ser del 20% del volumen total de los residuos sólidos enterrados.

$$V_{RS} = 1.2 * VRSE$$

V_{RS} : volumen del relleno sanitario.

$VRSE$: volumen de los residuos sólidos enterrados.

G. Área Del Relleno Sanitario. Factor muy importante debido a puede variar dependiendo de la profundidad que se considere para el relleno sanitario, es necesario considerar un área adicional para zonas de aislamiento, caseta para instalaciones sanitarias, etc.

Esta área adicional se considera en un 20% a 40% del total.

$$A_{RS} = V_{RS} / h_{RS} * K$$

A_{RS} : área relleno sanitario (m^2).

V_{RS} : volumen del relleno sanitario (m^3).

h_{RS} : altura de profundidad del relleno sanitario (m).

K : aumento del área adicional requerida promedio (1.2)

H. Parámetros De Diseño De Las Celdas. Dispositivo principal del relleno sanitario, el cual consiste en una masa de residuos sólidos compactados y rodeados de una capa de tierra, lo que permite obtener un aislamiento completo de las basuras con respecto al medio ambiente.

La celda almacena los residuos sólidos compactados con el material de cobertura que se utiliza y se deben diseñar con el objetivo de economizar tierra y que tengan una área de trabajo adecuada. Las dimensiones y el volumen que se propone para el diseño de las celdas dependerá de varios factores, especialmente de :

- Topografía del terreno.
- Secuencia de operación del relleno sanitario.
- Equipo a utilizar.
- Disponibilidad del material de cobertura.

Para el diseño de una celda diaria se especifica:

$$RS_{RS} = S * Habitantes * PPC * Cobertura (\%) / N$$

RS_{RS} : residuos sólidos en el relleno sanitario.

Habitantes : población en el área urbana.

PPC : producción per cápita.

Cobertura : expansión del sistema (porcentaje).

N : numero de días de la semana que se labora en el relleno sanitario.

S : días de la semana (7 días/semana).

10.2.2 Capacidad De La Planta De Tratamiento. La capacidad del terreno para almacenar los residuos sólidos y el material de cobertura, es un fundamento que determina la vida útil del relleno sanitario, para calcular la capacidad del terreno, existen dos métodos sencillos que sirven para estimar la cantidad de movimiento de tierra en la adecuación del terreno, el volumen longitudinal alrededor de un eje y el volumen a partir de las curvas de nivel.

B. Volumen Longitudinal Alrededor De Un Eje. Consiste en multiplicar el área promedio de dos secciones transversales consecutivas, por la distancia que las separa, el volumen estará dado por la siguiente ecuación:

$$V = (A_1 + A_2) * L / 2$$

V : volumen.

A_1, A_2 :área de las secciones transversales entre los puntos 1 y 2 respectivamente

L : Distancia entre las secciones A_1 y A_2

si se requiere de una mayor precisión o el valor de las dos áreas es bastante diferente entre sí, se puede calcular el volumen como si fuera un prismaoide.

$$V=(A_1 + 4A_m + A_2) * L / 6$$

A_m = área de la sección media.

C. Volumen A Partir De Las Curvas De Nivel. El procedimiento consiste en determinar la capacidad existente en el terreno entre los planos horizontales y se debe calcular las áreas de las intersecciones de esos

planos con el terreno y multiplicarlas, luego de promediarlas por la distancia que las separa. Cuando se requiera una mayor precisión, se utiliza la fórmula del prismatoide.

El volumen esta dado por la siguiente ecuación:

$$V = (A_1 + A_2) * L / 2$$

V : volumen

A₁, A₂ : áreas transversales extremas.

L : distancia entre las secciones A₁ y A₂.

El volumen del relleno estará dado por la siguiente ecuación

$$V=(A_0+A_1)*L_{01}/2 + (A_1+A_2)*L_{12}/2+ \dots (A_{n-1}+A_n)*L_{n,n-1}/2$$

10.2.3 Drenaje De Aguas Lluvias. La hidrología del agua superficial trata de la transferencia del agua a lo largo de la superficie de la tierra, la relación entre precipitación y escorrentía es compleja, para determinar la relación lluvia-escorrentía, se estudian dos enfoques, el empírico y el de caja negra.

El enfoque empírico se obtiene mediante fórmulas que relacionan medición de lluvia y escorrentía. El enfoque de caja negra requiere los registros de escorrentía y se calibran los datos, entre los modelos empíricos se tiene el método racional, el método de la envolvente y en los modelos de caja negra se hace el hidrograma unitario.

A. Método Racional. Si la lluvia cayese a una rata constante sobre una superficie impermeable, la escorrentía llegaría a tomar una intensidad igual a

la de la lluvia. El tiempo necesario para llegar a este equilibrio es el tiempo de concentración (Tc) y para pequeñas áreas impermeables se puede considerar que si la lluvia persiste con un ritmo uniforme durante un periodo como mínimo igual al tiempo de concentración, la esorrentía máxima será igual a la intensidad de la lluvia asi:

$$Q_P = 0,278 (C * i * A)$$

Q_P : caudal pico (M³/seg).

C : coeficiente de esorrentía.

i : intensidad de la lluvia en el período de tiempo requerido y para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca (mm/hora).

A : area de la cuenca (Km²).

para estimar el tiempo de concentración se emplea la fórmula

$$T_c = (0.86 L^3 / H)^{0.325}$$

T_c : tiempo de concentración (h).

L : longitud del cauce (Km).

H : diferencia de nivel entre los extremos del cauce (m).

B. Método De La Envolvente. Con base en los registros de crecientes máximas ocurridas en diferentes partes del mundo, se gráfica una envolvente que relaciona el área (A) y el gasto por unidad de área (q), dado por la siguiente ecuación:

$$q = 1,303 (C (0,386 * A^a) / A) ; q = m^3 (seg * km^2)$$

a : 0,396 / A^{0.048}

C : constante = 100

10.3. COMPOSTACION

Técnicamente compost se define como el producto final del proceso de degradación y estabilización biológica de residuos orgánicos, el cual es suficientemente estable para almacenarlo y aplicarlo al suelo, sin efectos ambientales adversos.

10.3.1. Propiedades. Es un producto sólido, seco y granulado, con alto contenido de materia orgánica, la composición química del compost no se ha determinado directamente, aunque se asume similar al humus. El humus esta integrado por un conglomerado oscuro de sustancias orgánicas heterogéneas difícilmente clasificables y muy resistentes al ataque microbiano, tales como; polifenoles, quinonas, pigmentos, antibióticos, ácidos fulvicos y húmicos; además lo integran sustancias excretadas por los micro-organismos y otras que aunque biodegradables, han sido absorbidas por los micro-organismos.

Mejora las propiedades físicas del suelo, la materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.

Mejora las propiedades químicas porque aumenta el contenido en macronutrientes N, P, K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.

Mejora la actividad biológica del suelo, debido a que actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización.¹⁰

10.3.2 Parámetros De Diseño Para La Descomposición Aerobia. En la descomposición aerobia hay ciertos parámetros que deben estar muy bien controlados si se desea obtener un producto final estable, los factores de mayor interés son el PH, la temperatura, la humedad, el tamaño de las partículas, el grado de mezcla y aireación, etc.

10.3.3 Composición De La Materia Prima. Los materiales adecuados para este proceso deben tener un alto contenido en materias orgánicas fermentantes y un índice de la rotación carbono/nitrógeno bajo, en el intervalo 10 a 25. Para lograr la primera condición en el caso de los residuos sólidos urbanos, las materias inertes no deben superar 35%, lo que obliga a recurrir a procesos de separación. Para mejorar la segunda característica puede ser útil mezclarlo con lodos de tratamiento de aguas negras.

Para la elaboración del compost se puede emplear cualquier materia orgánica, con la condición de que no se encuentre contaminada. Generalmente estas materias primas proceden de:

- Restos de cosechas. Pueden emplearse para hacer compost o como acolchado.

¹⁰ www.infoagro.com/abonos/compostaje.asp.24k

- Los restos vegetales jóvenes como hojas, frutos, tubérculos, etc son ricos en nitrógeno y pobres en carbono. Los restos vegetales más adultos como troncos, ramas, tallos, etc. son menos ricos en nitrógeno.
- Abonos verdes, siegas de césped, malas hierbas, etc.
- Las ramas de poda de los frutales, es preciso triturarlas antes de su incorporación al compost, ya que con trozos grandes el tiempo de descomposición se alarga.
- Hojas, estas pueden tardar de 6 meses a dos años en descomponerse, por lo que se recomienda mezclarlas en pequeñas cantidades con otros materiales.
- Restos urbanos. Se refiere a todos aquellos restos orgánicos procedentes de las cocinas como pueden ser restos de fruta y hortalizas, restos de animales de mataderos, etc.
- Estiércol animal; destaca el estiércol de vaca, aunque otros de gran interés son la gallinaza, conejina o sirle, estiércol de caballo, de oveja y los purines.
- Complementos minerales que son necesarios para corregir las carencias de ciertas tierras. Destacan las enmiendas calizas y magnésicas, los fosfatos naturales, las rocas ricas en potasio y oligoelementos y las rocas silíceas trituradas en polvo.
- Plantas marinas que anualmente se recogen en las playas grandes cantidades de fanerógamas marinas como Posidonia oceánica, que pueden emplearse como materia prima para la fabricación de compost ya que son compuestos ricos en N, P, C, oligoelementos y biocompuestos cuyo aprovechamiento en agricultura como fertilizante verde puede ser de gran interés.
- Algas, las cuales pueden emplearse numerosas especies de algas marinas, ricas en agentes antibacterianos y antifúngicos y fertilizantes para la fabricación de compost.

10.3.4 Tamaño De La Partículas. Normalmente los residuos domésticos son triturados previamente para obtener varios resultados como :

- Aumentar la superficie disponible para el ataque de los micro-organismos.
- Predisponer los materiales para la descomposición.

Los tamaños normalmente recomendados son los de 1/2" para compostación mecánica y 1 1/2', para compostación en pilas.

10.3.5. Proceso. El proceso de obtención de compost consiste en la descomposición y estabilización biológica de sustratos orgánicos bajo condiciones adecuadas de humedad y aireación, generando el intervalo de temperaturas altas (45 -70°C), que necesitan las bacterias termofílicas para desarrollarse.

Los principales responsables de la descomposición y estabilización de la materia orgánica son hongos y bacterias mesofílicas y termofílicas, cuya acción depende de la temperatura desarrollada dentro del material en descomposición. La temperatura dentro de la masa alcanza valores hasta de 70°C debido a la energía liberada por las reacciones bioquímicas, permitiendo un uso seguro del producto. Los micro-organismos oxidan las sustancias orgánicas, hasta una forma estable biológicamente.

El proceso de biodegradación puede ser aerobio o anaerobio dependiendo de la presencia o ausencia de oxígeno molecular, respectivamente. Por la

vía aerobia la descomposición es eficiente y rápida, convirtiéndose la materia orgánica en CO_2 , H_2O , minerales y humus. La compostación tiene básicamente en su modo aerobio dos fases; la primera fase o de síntesis convirtiendo los desechos sólidos en microbios o biomasas; la segunda fase o endógena obliga así al autoconsumo de los microbios, es decir, el agotamiento exhaustivo de las reservas energéticas de los microorganismos, lo que en las últimas conduce a los residuos sólidos estables, considerado producto final de la compostación, esta descomposición no produce olores fuertes cuando se efectúa debidamente, evitando el desprendimiento de olores desagradables, lo que no sucede con el proceso anaerobio en la descomposición de la materia orgánica, que se producen ácidos orgánicos o volátiles, por eso, cuando se añaden los desechos sólidos al suelo directamente, ocurre una descomposición anaerobia, entonces la concentración de ácido aumenta bajando el PH. Esta es la primera fase en toda la descomposición anaerobia, la cual es realizada por las bacterias productoras de ácidos, después las llamadas metano bacterias convierten los ácidos en metano y otros gases como el H_2S .

Los productos metabólicos del proceso microbiano aerobio son dióxido de carbono, agua y calor; Por la vía anaerobia, se forman metano, dióxido de carbono y numerosos productos intermedios tales como ácidos orgánicos de bajo peso molecular; la descomposición anaerobia es más lenta y menos eficiente.

A. Mezcla. Está comprobado que a mayor número de volteos mayor será la tasa de descomposición de la materia orgánica. Esta puede efectuarse manualmente o con palas mecánicas, tractor, grúas etc.

B. Micro-Organismo. Una siembra de micro-organismos en una proporción del 2% al 10% en peso (obtenida de material de descomposición), asegura una rápida descomposición de los residuos orgánicos. Por otro lado algunos investigadores sostienen que una siembra no es necesaria siempre que se den las condiciones requeridas para la descomposición, aunque admiten que la semilla acorta la fase inicial de producción de micro-organismos.

C. Ácidos Volátiles. Concentraciones de ácidos volátiles del 1% (10.000 mg/L), parecen no afectar la descomposición aerobia, aunque se presume que si se mantienen concentraciones permanentes del 0.5% la estabilización quedará incompleta.

10.3.6. Factores Que Condicionan El Proceso. Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico del compostaje, estando a su vez influenciados por las condiciones ambientales, tipo de residuo a tratar y el tipo de técnica de compostaje empleada. Los factores más importantes son:

- **Temperatura:** se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 35-55 °C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporados.

Para obtener un tratamiento eficaz y rápido de la materia orgánica, es conveniente controlar la descomposición termofílica, además esto asegura la destrucción de gérmenes patógenos, huevos y larvas de insectos, esto ocurre a temperaturas de 60 a 70°C.

- **Humedad:** en el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos del 40-60 %. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, es decir se produciría una putrefacción de la materia orgánica. Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento.
- **PH:** influye en el proceso debido a su acción sobre microorganismos, en general los hongos toleran un margen de PH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (PH= 6-7,5). Inicialmente, el PH debe estar alrededor de 5.0 y posteriormente empieza a aumentar, hasta alcanzar rangos entre 8.0 a 9.0. Hay que evitar que se incremente, pues se pierde Nitrógeno.
- **Oxígeno:** el compostaje es un proceso aeróbico, por lo que la presencia de oxígeno es esencial. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada.
- **Aireación:** la aireación asegura el oportuno suministro de oxígeno para la descomposición aerobia de los residuos orgánicos, sin embargo, puede afectar negativamente la compostación, pues el favorecer la evaporación a menudo rebaja el contenido de humedad. Empíricamente se ha determinado como óptima, una aireación de 150 a 450 litros de aire por Km² de residuos orgánicos y por día, lo que previene los dos efectos adversos discutidos, lo anterior es para unidades mecánicas de trabajo continuo. La aireación en estos digestores puede hacerse mediante ventiladores o sopladores.
- **Relación C/N equilibrada:** el carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello para obtener

un compost de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos.

- **Población microbiana:** el compostaje es un proceso aeróbico de descomposición de la materia orgánica, llevado a cabo por una amplia gama de poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetes.

10.3.7. Elaboración. Para la preparación del compost a nivel industrial se siguen dos técnicas de biodegradación de los residuos orgánicos:

- a) Reactores o digestores, llamados sistemas cerrados.
- b) Al aire libre, llamados sistemas abiertos; de estos últimos, los que más aceptación han tenido son los efectuados formando pilas y montones en hileras con la materia prima.

Los procesos de biodegradación en digestores y en pilas difieren principalmente en el tiempo de operación y en los costos, pues los digestores se utilizan simplemente para acelerar la descomposición mediante la optimización de las condiciones de trabajo de las bacterias y hongos a costa de un aumento en la inversión. Los tiempos de obtención del compost varían desde cinco días para digestores eficientes, hasta varios meses para el proceso en pilas.

La producción de compost en pilas, consiste en la formación de montones de los residuos orgánicos listos para ser degradados y estabilizados, con dimensiones de acuerdo al medio de aireación, cantidad, y naturaleza del substrato, se practican dos variantes de este método, que consiste en escoger la materia orgánica contenida en los desechos, para luego

procesarla y aprovechar los subproductos; y el otro es sin seleccionar la materia orgánica, tratando el total de los desechos, para separar después los productos no biodegradados.

El primero de los dos sistemas (reactores o digestores), es el más utilizado y tiene generalmente dos etapas importantes, la separación de basuras y la degradación y estabilización, incluyéndose además, molienda y tamizado intermedios, se asegura que el proceso sea aerobio mediante volteo periódico. El producto final se obtiene en pocas semanas

En el segundo sistema (al aire libre), no se separa las fracciones inorgánicas de las basuras y materiales, tales como, papeles, cartones, plásticos y se someten a descomposición bacteriana. En estos procesos, las basuras, ya sea en estado inicial o molidas, forman las pilas como en el anterior sistema, siendo también agitadas. Al final del producto se tamiza, lo cual separa la fracción no biodegradada. Este método que es el más sencillo existente puede tener varios meses de duración, ambos sistemas han sido utilizados en ciudades y ambos presentan la ventaja de requerir una baja inversión inicial; las condiciones locales son el factor que determina si la preselección es económica, un defecto de ambos es el de requerir grandes extensiones de terreno.

La preparación de compost por el sistema de fosos, consiste en la apertura de un hueco en la tierra, en el cual ocupando una tercera parte de este, se forma una pila con capas de residuos vegetales, estiércol y cal o ceniza, las que se repiten hasta la altura del hueco. Aquí la aireación inicial se asegura mediante huecos que se hacen en la pila utilizando tallos de guadua y

posteriormente con volteo del material al resto del foso. Este sistema de biodegradación es tanto aerobia como anaerobia, el proceso de obtención del compost demora de 3 a 5 meses, según las condiciones climáticas. Este se aplica a la tierra sin análisis alguno del contenido de nutrientes y en la cantidad que le indique la experiencia del agricultor.

A. Sustratos Para La Producción. La cantidad de materias primas potencialmente apropiadas para descomposición y estabilización microbiológica es enorme, entre las más utilizadas se tienen, residuos orgánicos de las basuras municipales, estiércol, residuos agrícolas y de alimentos, etc; pero en general, el compost puede producirse a partir de astillas de madera, papel, desechos de cocina, frutas dañadas, pastos, hojas, residuos orgánicos líquidos, lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales, etc.

En el caso de las basuras urbanas, es necesario someter el material a un tratamiento previo consistente en la separación de las fracciones inorgánicas (tales como frascos, metales, piedras, etc.) y posterior fragmentación, para aumentar la velocidad de ataque de los micro-organismos.

B. Usos Y Beneficios. Experimentos realizados han comprobado que el compost es un mejorador de suelos, suministrando humus y nutrientes a suelos deficientes, aumentando por ello los productos de las cosechas. Contiene un alto contenido de carbono y cantidades moderadas cercanas al 1%, de nitrógeno, potasio, fósforo. El nitrógeno y el fósforo están enlazados a las moléculas orgánicas y se liberan lentamente durante la germinación y

crecimiento, haciéndolos menos susceptibles a pérdidas por lixiviación comparado con los fertilizantes solubles.

El contenido de nutrientes del compost, está relacionado con la calidad del sustrato orgánico inicial. Los tipos de compost pobres en nutrientes no se pueden clasificar como fertilizantes, siendo su uso principal en el acondicionamiento y abonado de suelos, para aporte de las plantas y como una base orgánica para fertilizantes químicos.

El compost produce beneficios a corto y largo plazo cuando se adiciona al suelo para cultivos. La acción benéfica del compost radica principalmente en el efecto acumulativo de aplicaciones sucesivas que conducen a un mejoramiento paulatino de la estructura del horizonte edáfico superior incrementando la capacidad del suelo para suministrar nutrientes. Es frecuente que con aplicaciones moderadas sólo se logren incrementos discretos en las cosechas, mientras que si se refuerzan las dosis o se realizan adiciones continuadas, los rendimientos pueden ser excelentes. En un estudio de comparación del abono con compost y fertilizantes químicos efectuados durante ocho años en dos ciclos de cuatro años; se observó un mejor efecto del compost en el segundo ciclo y mejores rendimientos con la adición de fertilizantes químicos. El principal beneficio inmediato está entonces en el aumento de la actividad biológica de suelo.

La aplicación del compost en silvicultura, ha dado magníficos resultados, con un crecimiento de los árboles mayor que con fertilizantes químicos, indicando que el compost ha sido un importante factor para la repoblación forestal de los bosques naturales. En viticultura, el compost no sólo aumenta el

rendimiento y calidad de los viñedos, sino que disminuye la erosión del terreno de cultivos en ladera; el compost ha probado su acción benéfica en el aumento del crecimiento de las plantas y el rendimiento y calidad de frutales, en cultivos de remolacha, cebada, apios, tomate, maíz, trigo y hortalizas.

Los objetivos de la producción de compost, tradicionalmente han sido transformar biológicamente los materiales orgánicos putrescibles a una forma estable y eliminar microorganismos patógenos al hombre. La degradación biológica también es capaz de eliminar plantas enfermas, semillas de malezas, insectos y sus huevos y efectuar un secado completo del producto disminuyendo el volumen y peso de la materia tratada, lo cual es de importancia cuando se trabaja con materiales de alto contenido de humedad.

10.4. RECICLAJE

El reciclaje, es el procedimiento mediante el cual los desechos se separan, recogen, clasifican y almacenan, para finalmente ser incorporadas como materia prima al ciclo productivo. Reciclar es introducir materiales y objetos usados por actividades diarias, las cuales producen desperdicios en un volumen que supera la capacidad de manejo a través de los servicios públicos, lo que refleja que el control de las basuras ya no es un problema de las grandes ciudades, sino ha llegado a las poblaciones más pequeñas.

La importancia del reciclaje está en el poder recuperar los desechos, y utilizarlos como insumos de nuevos productos para industria o la actividad agropecuaria. Dentro de estos procesos, el más extendido es el de

transformación de los desechos para su utilización posterior como abono orgánico o compostaje.

El reciclaje es necesario porque contribuye a mantener el equilibrio del ambiente al cerrar por si mismo el ciclo ecológico, además la finalidad del reciclaje es doble, la recuperación de las materias útiles y reducción de los costos y gastos originados por la recogida, transporte, y eliminación de los desechos. El reciclaje se optimiza cuando se reducen pasos entre la generación de los materiales y su recuperación, eliminando procesos de disposición, cargue, selección, etc.¹¹

10.4.1 Elementos Reciclables. Los primordiales componentes reciclables que se utilizan como materia prima o insumos en la producción del mismo elemento o de productos similares tenemos, papel y cartón, vidrio, plásticos, metales, textiles, caucho, aceites y desechos orgánicos; LOS materiales transformables que se utilizan como materia prima en la producción de elementos diferentes al original tenemos:

- Llantas: empleadas en productos decorativos y como combustible.
- Trapo o mota: fabricación de estopa o colchones.
- Madera: fabricación de cajas o en la construcción.
- Aserrín de madera: fabricación de granjas agrícolas.
- Huesos: obtención de harina de hueso, fabricación de concentrados para animales, negro de humo etc.

¹¹ www.habitat.arq.upm.es/es/p3/a014.html.101k

A. Papel Y Cartón. El papel y cartón son usados a todo nivel por la sociedad, habitualmente se gastan notables cantidades de este insumo, que en la generalidad de los procesos puede ser reutilizado, conjuntamente el valor de la recuperación de esta materia prima se determina debido a que para editar 7.000 periódicos es necesario una tonelada de papel, esta cantidad requiere 17 árboles, los cuales tardan en crecer 20 años.

La calidad del papel y del cartón es importante para determinar el valor del papel de desecho, asimismo el papel periódico puede ser reciclado de 7 a 8 veces

Tipos de papel y cartón:

- Papel para impresión y escritura utilizado en la fabricación de pañuelos faciales, papel higiénico y cartones de buena calidad (hojas de computador, papel de oficina; papel carta, facturas, tarjetas, archivo, etc).
- Bolsas kraft empleadas en la fabricación de nuevas bolsas del mismo material.
- Cartón corrugado usado para las cajas de empaque.
- Periódicos.
- papel de desperdicio mezclado, que es el grado de papel utilizable mas bajo (cartón gris), además puede tener cualquier composición ya que es material devuelto.

B. Vidrio. El vidrio, es otro elemento que se encuentra frecuentemente en basureros y zonas de desperdicio. El vidrio se fabrica a partir del Sílice (óxido

de silicio), que se derrite a muy alta temperatura para dejarlo secar en una forma específica, que da el conocido material duro, transparente y quebradizo.

El vidrio de desperdicio genera burbujas que debilitan el producto y dañan su apariencia, por ello para realizar nuevos envases se deben mezclar con materia prima de primera calidad.

Cualquier objeto de vidrio, puede partirse para convertirlo en vidrio de desecho, no todo produce material libre de impurezas que permitan su reutilización. Algunas clases de vidrio no pueden ser incluido como material de desecho (ventanas y parabrisas de automóviles y camiones; vidrios y luces traseras y direccionales de vehículos; bombillos, objeto de vidrios de color fuerte revestido de alambre).

Los principales mercados para el vidrio de desecho y las botellas usadas son: las fábricas que hacen botellas y frascos para envasar comida; la loza y los jarrones, lámparas, bombillos y piezas para vehículos; baldosines para decorar pisos y paredes; elementos de vidrio para laboratorio; fabricación en fibra de vidrio; vidrio para ventanas etc.

C. Plástico. El plástico es un material extraído del petróleo, es producido en grandes cantidades debido a su textura, calidad y resistencia, su uso se encuentra en creciente aumento, induciendo de esta forma la explotación del reciclaje.

Tipos de plásticos:

- a) *Plásticos mezclados y moldeados a la forma deseada* : son calentados para que mantengan esa forma, este proceso es irreversible haciendo imposible el reciclaje de este material; los más comunes son fórmica para muebles y mecánica para vajillas.

- b) *Termoplásticos*: plásticos que luego de ser moldeados pueden volver a calentarse para dar una nueva forma. Los polímeros más conocidos son el polietileno, polipropileno y cloruro de polivinilo (PVC).

El plástico más usado a nivel mundial es el polietileno, debido a: la suavidad, flexibilidad, impermeabilidad, facilidad de moldeo y aplicación de color. El polietileno puede ser de baja densidad (para productos de material delgado, bolsas, envolturas, ropa impermeable barata, envases de comidas y bebidas, vasijas, valdes, tubería flexible, canecas, juguetes infantiles, equipo deportivo y zapatos baratos etc.) y polietileno de alta densidad, (para producción de accesorios, botellas, cajas para botellas y otros artículos).

Por otra parte el polipropileno es un plástico muy fuerte, flexible y duro es utilizado en la fabricación de muebles de alta calidad, cuerdas, lazos y cajas para baterías.

El PVC es un material barato, de fácil moldeo, tiene una buena resistencia al uso, se utiliza en la fabricación de juguetes infantiles, para fabricación de tubería (flexible y rígida), maletas y otras piezas de equipaje, textiles y ropa plastificada, botellas transparentes de calidad muy clara (forros aislantes de cables eléctricos y como envoltura plástica de productos para la venta).

El proceso de reciclaje de plásticos consiste en :

- Separación y lavado en seco.
- Lavado, dependiendo de la limpieza del materia.
- Embalaje, se empaca sólo si es necesario.
- Granulación, la película se pica en pequeños pedazos.
- Desmenuzado, otra forma de granulación.
- Esterado, se producen esfera mediante una estrusora.
- Raspado de cables, en cualquier caso de reciclaje de plástico, el material resultante, luego de uno de estos procesos es de inferior calidad que el original., esto no es impedimento para que pueda ser utilizado en envoltura de polietileno y botellas, bolsas, envase de espumas de polietileno dilatado, materas, semilleros y cajas de herramienta.

D. Metales

a) Metales Ferrosos

Hierro Y Acero. El hierro y el acero que han terminado su vida útil se denomina chatarra de hierro, la industria de la recuperación de chatarra es una de las mayores a nivel mundial en cuanto personal empleado, número de empresas, valor del equipo y peso del material utilizado, su utilización además del ahorro por su uso como materia prima implica un ahorro de energía.

Tipos de chatarra:

- Chatarra de fundición, fundida en hornos rotatorios para la fabricación de piezas de hierro y acero.
- Chatarra de fábrica de acero, empleada en procesos de laminación.
- Chatarra de relaminación, para producir partes mas pequeñas.
- Reutilización de chatarra, utilizando el acero como materia prima para fabricar nuevos objetos.
- Según la fuente donde se encuentre y la forma que presente podemos decir la chatarra puede normalmente encontrarse en los siguientes sitios y forma
 - a) *Sitio* : construcciones, sitios de demolición, talleres de mecánica, depósitos, fábricas, minas, residencias, botaderos de basuras.
 - b) *Forma* : sobrantes de varilla de acero, malla de alambre, columnas, vigas, clavos, ventanas, puertas, tapas de desagües, tubos, barandas, tejas, desperdicios de tomos, partes de maquinaria no utilizadas, piezas de motor y desuso, carros de chatarra, acero para construcciones, divisiones, tubos, tanques, electrodomésticos, latas, bicicletas, herramientas etc.

La chatarra puede clasificarse según el valor que tenga al momento de la venta de mayor a menor así:

- Hierro forzado.
- Chatarra pesada para fundir (CPF).
- Chatarra media.
- Chatarra liviana.
- Sobrantes de torno.
- Piezas para relaminación.
- Piezas reutilizables.

b) Metales No Ferrosos

Cobre (Cu). Es el material no ferroso más adecuado para el reciclaje, tiene aleaciones como son el bronce (formado de cobre, estaño y zinc) y el latón (formado por cobre y zinc), el cobre puede clasificarse de la siguiente manera:

- a) Cobre puro, el cual puede venir de sobrantes de fábricas de productos de cobre; pedazo de tubería de cobre, pedazos de maquinaria eléctrica, alambres y cables pesados.
- b) Cables de cobre recubiertos en plástico.
- c) Cobre contaminado de estaño, el cual se presenta en cables eléctricos, herramientas y máquinas empleadas para empacar comidas y bebidas. El Estaño es un elemento valioso pero debe estar libre de Plomo (Soldadura) y de Zinc.
- d) Cobre contaminado de soldadura, que es un sobrante frecuente en la plomería en tubos y empastes de tubería: 'válvulas de bola, cilindros de cobre, calderas y calentadores de agua.
- e) Mezclas de cobre en maquinaria eléctrica.
- f) Cobre laminado de cromo.

Aluminio (Al). El aluminio es un elemento fácil de trabajar, liviano y su producción es económica, se distingue por su peso y una superficie brillante pero pierden su brillo cuando se oxidan al aire.

El aluminio puede encontrarse en:

- Ollas de cocina, sartenes y peroles.

- Partes de automóvil.
- Partes de avión.
- Electrodomésticos (aspiradora, lavadora, secadora).
- Equipo de campamento.
- Marcos de puertas y ventanas.
- Tapas de bebidas, papeles de cocina.

Zinc (Zn). Es un elemento de fácil moldeo y funde bastante bien, es utilizado usualmente en galvanizado (proteger el acero del óxido) y para hacer latones (aleaciones de cobre y zinc), así como la fundición a troquel.

El zinc se presenta en productos como :

- Partes de automóvil.
- Lavadora, nevera y otros electrodomésticos.
- Radios, televisores, placas y tipos de imprenta.
- Pilas de células secas (difícilmente recuperable).

Plomo (Pb). El plomo es un material de fácil recuperación y reciclaje, además por sus características físicas (color, textura, flexibilidad), es de sencilla identificación.

El plomo forma parte de láminas de baterías para automóvil, tubería para plomería, canales, tubos para agua lluvia, pesas soporte de plomo, soldaduras, canales para techos, tapas para botellas de vinos, metales para imprenta, ductos para flujos de caldera, etc.

Latas De Hojalata. Las latas de hojalata, tienen mercado en las industrias de aire acondicionado y en las fábricas de filtros, donde los esqueletos sobrantes de la fabricación de tapas de gaseosa se utilizan como marco de apoyo, también se utilizan en las fábricas de corrales jaulas, debido a que son flexibles y pueden tener un excelente mercado en los fabricantes de artesanías.

c) Textiles. Para la fabricación de telas y de otros textiles se utilizan fibras de cuatro clases:

- a) Fibras vegetales: algodón, lino, yute y cáñamo.
- b) Fibras animales: lana de oveja, lanas especiales (alpaca y mohair), seda, cerda.
- c) Fibras minerales como el asbesto.
- d) Fibras sintéticas o hechas por el hombre: nylon, rayón, acetato, acrílico, poliéster (materia prima es petróleo y la celulosa).

El proceso básico del reciclaje de textiles consiste en dejarlos nuevamente como fibra. En cada etapa de la manufactura de textiles se crean desechos, los cuales pueden ser reciclados.

Los tipos de residuos textiles son:

- a) Desechos de cardadura, utilizado como relleno de almohadas, colchones, cojines, juguetes para niños y muebles.
- b) Desechos de cortadura, son las fibras cortas que quedan del paño de pura lana utilizado en trajes de nombre.

- c) Desechos de acabado, pedazos de tela que quedan después del corte.
- d) Desechos duros. Piezas de hilazas de operaciones de hilado y tejido.

d) Caucho. El caucho, es un material que puede ser natural o sintético, el caucho natural, es un producto del látex, árbol de caucho que crece en los países tropicales, cuando el látex se somete al proceso de vulcanización (el cual le añade azufre, negro de carbón y otros elementos para hacerle más fuerte y resistentes), le da la propiedad de elasticidad.

Los cauchos sintéticos, son muy parecidos al caucho natural en su comportamiento, pero están fabricados a bases de químicos (extraídos en su mayoría del petróleo).

El caucho recuperado tiene un costo cerca del 50%, inferior al caucho natural, además tiene unas propiedades que son menores que las del caucho virgen y se requiere menos energía en el proceso de producción.

El principal producto para recuperar el caucho, son las llantas y neumáticos, este proceso en seco tiene las siguientes etapas:

- a) Examen visual.
- b) Desmenuzado; las llantas se parten en pedazos de un centímetro en una maquina rodillos con rebordes.
- c) Separación; unas mallas vibradoras (con agujero de diferentes tamaños) separan el material desmenuzado.

- d) Molinos; las piezas de caucho son nuevamente reducidas hasta llegar a tamaños de 0.8 mm o inferiores, mediante un sistema de aire que separa los materiales y residuos que han quedado pegados a los hilos de las llantas.
- e) Recuperación; el caucho (ripio), se mezcla con aceites especiales, se calienta, se comprime y se introduce en una máquina recuperadora que desvulcaniza el caucho, el material que sale de la máquina, se enfría con mangueras de agua y se mezcla en bandas transportadoras con minerales, según lo que se desee producir.
- f) Refinería; las piezas se pasan por refrigeradoras, para asegurarse de que queden bien mezcladas y luego salen las láminas delgadas que son cortadas y empacadas.

Entre los artículos que se pueden fabricar con llantas recicladas, se encuentran: neumáticos, llantas para bicicletas y automóviles, los artículos hechos a presión (mangueras), cajas para batería y los artículos para zapatería como suelas y tacones; las llantas pueden ser utilizadas para formación de arrecifes para peces, muelles y protección, botes, materas, zonas de recreación (juguetes y columpios) y como revestimiento para parqueaderos.

e) Aceites. Los aceites minerales, son hechos a base de petróleo consumido y es el producto final del aceite utilizado como lubricante para motores de combustión interna, que se ensucian y se contaminan con materiales que los hacen inútiles y dañinos; estos aceites después de utilizados tienen que reemplazarse por aceite limpio.

El aceite sucio es altamente contaminante, ya que si se bota a la tierra, la esteriliza y no vuelve a crecer planta alguna, si se bota por cañerías las deteriora y puede contaminar los recursos hídricos.

Los aceites ya usados se pueden recuperar de tres maneras diferentes :

- a) Lavado, se limpian cuidadosamente y luego se reutilizan con el mismo fin.
- b) Refinado, se utiliza para ser nuevo aceite.
- c) Quemado, al estar en su estado sucio se utiliza como combustible para algunas calderas de locomotoras, si no se maneja cuidadosamente, produce humo negro.

f) Desechos Orgánicos. En las comunidades se producen enormes cantidades de desechos orgánicos que se desperdician y no son utilizados para ninguna labor productiva, este tipo de residuos podría mediante un adecuado tratamiento utilizarse en la producción de abonos para agricultura, alimentar animales y para la producción de energía mediante biogas, que además de ser seguro sirve como combustible para cocinar, calentar e iluminar una vivienda.

10.5. INCINERACIÓN

Proceso térmico de los residuos sólidos mediante la oxidación química con cantidades estequiométricas o en exceso de oxígeno. Los productos finales incluyen gases calientes de combustión, compuestos principalmente de

óxidos de nitrógeno (NOX), dióxido de carbono (CO₂), partículas, monóxido de carbono (CO), hidrocarburos, ácidos, metales y vapor de agua (gases de chimenea) y rechazos no combustibles (cenizas).

10.5.1 Localización Del Sitio De Incineración. Zona donde se disponga de la infraestructura vial necesaria para facilitar el acceso permanente a la misma, es necesario localizar el punto local de incineración en lugares donde se puedan mantener zonas adecuadas de seguridad alrededor de la instalación.

Las condiciones climatológicas, los factores ambientales y los factores socioeconómicos deben tenerse en cuenta como criterios importantes de localización para determinar las direcciones de dispersión de los contaminantes, y los impactos que se generaran sobre el medio ambiente y la salud de las personas.

10.5.2 Selección De Los Residuos A Incinerar. Los residuos que pueden ser incinerados son:

- Residuos de comida y de jardín.
- Productos de papel siempre y cuando el papel no haya sufrido un tratamiento previo en el cual se halla utilizado algún tipo de sustancia tóxica.
- Maderas.
- Cartón.

10.5.3 Operaciones Básicas

- Descarga de los residuos sólidos desde vehículos de recogida en un foso de almacenamiento.
- Cargue de los residuos por lotes en el conducto de alimentación que dirige los residuos al horno.
- Introducción de los residuos sólidos al horno, donde son quemados en bruto.
- Introducción de aire para controlar la velocidad de incineración y la temperatura del horno.
- Quema de los gases emitidos desde el horno como resultado de la inestabilidad térmica de los residuos.
- Recuperación y utilización del calor generado por el proceso de combustión.
- Control de la contaminación atmosférica producida por el proceso de incineración.
- Tratamiento de las cenizas y líquidos residuales del proceso de incineración.

1.0 DISEÑO RELLENO SANITARIO

11.1. GENERALIDADES

11.1.1 Objetivo. El objetivo general es el diseño del *Sistema De Tratamiento De Los Residuos Sólidos* provenientes de las domiciliarias pertenecientes al corregimiento.

11.1.2 Localización. El área de estudio del proyecto para el *Sistema De Tratamiento De Residuos Sólidos* corresponde al **Corregimiento de San José De Suaita**, perteneciente al **Municipio de Suaita** del **Departamento de Santander**, el área de estudio esta localizada en el sector sur del departamento entre las coordenadas Norte 1.167.000 - 1.165.400 y Este 1.070.000 y 1.070.800, la ubicación de la planta se encuentra al costado oriente y dista a 100 m del casco urbano y del perímetro ambiental del corregimiento.

11.1.3 Descripción Del Proyecto. El corregimiento no dispone de un sistema de tratamiento que solucione la disposición final de los residuos sólidos, es así como se proponen dos sistemas independientes para el tratamiento, por medio de un relleno sanitario o por medio de compostaje, estas técnicas se componen a su vez de una zona para reciclaje que proporciona un control y un manejo integral de los residuos sólidos.

La problemática del tratamiento se ve reflejada en las continuas epidemias que azotan la zona, especialmente a la población infantil del corregimiento.

11.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se planteo un esquema preliminar para el levantamiento planimétrico y altimétrico, en el cual se utilizo el siguiente equipo:

- Teodolito Sokia (Lectura a los 5 segundos).
- Mira.
- Cinta Métrica.
- Brújula.
- Cadeneros.
- Pintura, plásticos y estacas

Este levantamiento planimétrico se determino por una poligonal cerrada en la cual se estableció el área que ubicara el relleno sanitario, fijando las características físicas del terreno, posición geográfica del predio dentro del área en estudio, además se ubicaron curvas de nivel para la obtención de la pendiente mediante un levantamiento altimétrico en donde se estimo una cota para obtener los diferentes cambios de altura. En este levantamiento general se localizaron las cercas que delimitan el predio, la vía de acceso al relleno sanitario, curvas de nivel principales las cuales determinan la pendiente del terreno que afecta directamente el presupuesto del proyecto.

11.3. ASPECTOS GENERALES

11.3.1 Información Actual De Residuos Sólidos. En la actualidad la entidad prestadora del servicio publico domiciliario de aseo es administrada por la Alcaldía Municipal de Suaita, la cual se encarga de recolectar la producción de los desechos domiciliarios y transportarlos hasta el *Relleno Sanitario del Municipio de Oiba* que dista del corregimiento unos 30 Km., esta ruta se divide en 10 Km. de vía de tercer nivel y 20 en vía pavimentada de regular estado, este proceso de recolección se efectúa una vez cada semana, específicamente los días miércoles en horas de la mañana, esta recolección es deficiente debido a que los desechos sólidos son almacenados a través de una semana, permitiendo la nociva biodegradabilidad de los residuos en sitios no aptos para este proceso, además los usuarios del servicio recolectan estos residuos en puntos locales tales como andenes y esquinas, botaderos locales y zonas periféricas al sector, esto se realiza para no contemplar los malos olores provenientes de estos desechos.

Los residuos sólidos del sector residencial son recolectados por una volqueta de propiedad del municipio que hace el recorrido por las dos vías principales del corregimiento, procediendo a la *recolección en acera*, la cual es la que se efectúa cuando los desechos son presentados por los usuarios para su recolección en el andén ubicado frente a su predio o domicilio y la *Recolección en esquinas* la cual se efectúa como sistema de recolección en el que los residuos de un sector son colocados en una zona (esquina) próxima a la vivienda, este proceso se presenta en algunos sectores donde el transito del vehículo recolector es inhabilitado, estos desechos se recogen en puntos locales, tales como frente al ancianato y frente a la plaza de mercado.

Los desechos residenciales están compuestos de papel, cartón, latas, plásticos, vidrios, trapos y materia orgánica putrescible en cantidad considerable. Los residuos del sector comercial son casi nulos debido a que esta actividad es poco productiva en la zona, la composición de estos desechos es similar a los del sector residencial. La actividad industrial es nula, por lo tanto no se presentan residuos de este tipo.

En el sector institucional la producción de desechos sólidos en las escuelas y colegios se compone básicamente de papeles y la composición es similar a la de los otros sectores; los desechos del centro de salud se compone de gasas, vendas, algodón, etc.; los desechos del matadero municipal se componen del producto intestinal de los bovinos, estos son recolectados por el mismo vehículo recolector cuando pasa por los sectores residenciales.

11.3.2 Barrido De Calles Y Áreas Públicas. El servicio de barrido y limpieza de áreas públicas tales como el parque principal y calles principales no se efectúa, esta clase de residuos está compuesto básicamente de hojas, hierbas, cáscaras y frutas; además, papeles, plásticos, palos y un alto contenido de tierra, algunos de estos elementos son llevados por fenómenos climáticos como viento y escorrentía superficial, transportándolos a sitios de encharcamiento produciendo en algunos casos inundaciones. Los residuos en aceras son recogidos con poca frecuencia por la comunidad, estos a su vez son recogidos manualmente con escobas en sus domiciliarías para luego ser recolectados por el servicio de aseo.

11.3.3 Composición De Los Residuos Sólidos. Determinar la composición de los residuos no exige un método descrito, por tal motivo se aplica la

observación de campo, basándose en las técnicas de muestreo al azar, este procedimiento para ejecutar el muestreo, consiste en seleccionar una porción de residuos que provenga de una ruta típica, toda la carga del recorrido se extiende en el piso y se divide en cuatro partes iguales, luego se escoge una parte y se divide nuevamente en cuatro partes iguales hasta obtener una muestra de unos 90 kilogramos aproximadamente. En todo este procedimiento es importante mantener la integridad de cada cuarto seleccionado, independientemente del olor o de la composición.

La composición de los residuos sólidos tanto física como química, se establecen como elemento de juicio para las posibles alternativas factibles de manejo y disposición final.

Tabla 22. Composición física de residuos sólidos en el corregimiento

| COMPONENTE | COMPOSICIÓN EN VOLUMEN (%) |
|---------------------------|---|
| Materia orgánica | 38.0 |
| Papeles y cartones | 30.0 |
| Plásticos | 13,0 |
| Vidrios | 7.0 |
| Metales (chatarra) | 3.0 |
| Material higiénico | 1.0 |
| Hueso | 5.0 |
| Textiles (trapos) y Otros | 3.0 |

11.3.4 Equipo De Recolección. El servicio de recolección en el municipio cuenta con una cuadrilla de trabajo.

- Una volqueta (capacidad 6 Toneladas).
- Un conductor.
- Dos obreros recolectores cada uno por un lado de la volqueta.
- Un obrero para acomodar los residuos sólidos dentro de la volqueta.

A. Rendimiento De Los Vehículos. La ruta de recolección siempre ha permanecido estable, así haya incremento en la población y por ende aumento en la estructura física del corregimiento, los usuarios del servicio de aseo conocen el día que el vehículo recolector pasa por el corregimiento, pero la falta de colaboración de la comunidad por la demora en sacar el recipiente demora la recolección de los residuos sólidos, por tal motivo la volqueta no tiene una velocidad de operación definida a pesar de que la cantidad de basura es constante.

El municipio cuenta con cuatro corregimientos (San José, Tolota, Olival y Vado Real) aparte de su cabecera municipal, es así como el tiempo empleado en el sistema de recolección es reducido y a la vez deficiente, además el transporte de los residuos sólidos a su sitio actual es muy distante, lo cual acarrea altos costos de combustible y mantenimiento.

B. Frecuencia De Recolección. El servicio de recolección se efectúa una vez a la semana manteniendo siempre la ruta y el tiempo empleado constante, la frecuencia de recolección de los residuos sólidos solo se puede efectuar una vez por semana debido a que las dos volquetas del municipio

no solo laboran como vehículos recolectores sino que también son utilizados para transporte de carga pesada según su requerimiento.

C. Horario. El horario de trabajo en el servicio de recolección se presenta en las horas de la mañana del día miércoles y el tiempo empleado para recoger la totalidad de los residuos sólidos tarda aproximadamente tres (3) horas promedio en abarcar la totalidad del corregimiento de San José.

D. Cobertura Del Servicio. Los residuos sólidos de todas las 158 domiciliarias y las 8 instituciones del casco urbano del corregimiento son recolectadas en su generalidad, abarcando una cobertura del 100 % del servicio prestado, además parte de la población rural es beneficiada debido a su proximidad al área de recolección, en este caso el punto de recolección se presenta en una área extrema del casco urbano.

En el casco urbano la volqueta transita por las dos vías principales que poseen una longitud promedio de 2 Km. a lo largo del corregimiento, además son las únicas por donde se puede transitar con el vehículo recolector.

E. Almacenamiento De Los Residuos Sólidos. Los residuos sólidos se recolectan generalmente en el andén frente a la domiciliaria y en dos puntos locales adecuados para el almacenamiento, tales como el final de la vía que conduce al ancianato y la plaza de mercado, estos desechos son recolectados y empacados particularmente en costales de fique, bolsas plásticas, cajas de cartón, canecas plásticas, en la mayoría de los casos en canecas de caucho y canecas metálicas de 55 galones.

La volqueta en el caso específico de la plaza entra hasta el punto donde es posible el acceso y los obreros ingresan al sitio de almacenamiento y sacan los recipientes.

En el sector institucional se tiene en cuenta los desechos que se produce en los establecimientos educativos, como la escuela, el colegio y el centro de salud, en este proceso de recolección los operarios deben caminar hasta 20 metros para sacar los recipientes de almacenamiento.

11.3.5 Alternativas Del Sitio Para La Disposición Final. La selección del lote de tratamiento y disposición final de los residuos sólidos del corregimiento fue escogido por la Secretaria De Fomento Y Desarrollo Del Municipio De Suaita y La CAS (Corporación Autónoma de Santander), el lote fue escogido debido a las condiciones ambientales y de fácil transporte de los residuos sólidos, las alternativas que se plantearon para la ubicación del sitio de disposición final, se fundamenta en la evaluación de las pautas sanitarias y aspectos económicos.

Problemas sanitarios causados por la disposición de los residuos sólidos en el suelo que se deben a la reacción de los desechos sólidos con el agua y la producción de gases, riesgos de incendios y explosión, fueron las pautas escogidas para la disposición final de los residuos, además que presente condiciones de temperatura, humedad y PH, para que mediante la acción de las bacterias aerobias y anaerobias, se pueda realizar la descomposición bioquímica de los residuos sólidos biodegradables, los cuales producen lixiviado y otros compuestos estabilizados que al percolarse a través del

suelo adquieren gran agilidad para alcanzar el nivel freático y pueden contaminar el agua.

Se tuvo en cuenta los factores climáticos y ambientales, como la dirección del viento y especialmente la alta precipitación que se presenta en esta zona, por tal motivo el relleno debe ser drenado superficialmente por la periferia y en el fondo.

Los factores que influyen directamente en la rentabilidad del proyecto son la localización topografía del terreno, el tiempo de utilización del terreno para la ejecución del proyecto, el número de establecimientos vecinos, tener condiciones propias que proteja los recursos naturales, vida animal y vegetación en su cercanías, además no debe existir posibilidad de contaminar aguas y estar localizado en un sitio que no sea rechazado por la comunidad vecina.

La ubicación del terreno es un aspecto influyente para la ejecución del proyecto, porque la distancia desde el sitio de disposición a un punto estratégico del casco urbano influye directamente en los costos de operación, esta ubicación del predio dista del casco urbano en 100 m, este trayecto permite que los vehículos recolectores no demoren más de 10 minutos de ida al sitio de disposición final, lo cual afecta directamente los costos de transporte para su disminución y permitiendo tener una mayor vigilancia y supervisión del funcionamiento.

La vida útil del relleno, el costo de la ruta y del terreno son los aspectos económicos que se tuvieron en cuenta para la localización del sitio de disposición final de los residuos sólidos.

11.3.6 Parámetros

A. Condiciones Hidrogeológicas. El sitio de disposición final de los residuos sólidos no presentara ningún grado de contaminación del área, ni contaminación de fuentes de agua potable, debido a que la quebrada que pasa por el lote para el tratamiento de residuos se canalizara desde que entre en la periferia del corregimiento hasta 100 m aguas abajo del sitio de disposición final de los desechos del corregimiento, además la distancia mínima del sitio de distribución de agua es mayor de 500 m, también se tomo en cuenta la profundidad del nivel freático que es primordial para detectar los nacimientos de agua que se puedan presentar y para establecer un sistema de drenaje que permita aislar las aguas subterráneas del relleno sanitario.

B. Condiciones Geológicas y Geotécnicas. El sitio de disposición final no se construirá en zona propensa de fallas geológicas, ni sitios que generen asentamientos que desestabilicen la integridad del relleno, se tuvieron en cuenta las características del suelo en lo referente a capacidad de absorción y el valor de la permeabilidad no supera el máximo permitido del depósito superficial que es de 1×10^{-7} cm/s y con un espesor mínimo de 1 m.

El suelo posee un alto contenido de arcilla por la baja permeabilidad y la elevada capacidad de absorción de contaminantes. La estabilidad del suelo donde se construirá el relleno sanitario es buena y el suministro de material de cobertura para las labores diarias en el relleno sanitario es permanente.

C. Condiciones Ambientales. El Predio disponible para el proyecto del relleno sanitario no genera efectos de impacto ambiental debido a que se encuentra en una zona poco habitable y de bajo nivel comercial y productivo,

además factores asociados con olores y ruidos generados por el tráfico debido a la operación del relleno sanitario, no repercuten de manera significativa.

En la selección del sitio de ubicación se considero también como objetivo específico la preservación de las condiciones ambientales y sanitarias del medio donde se construirá el relleno sanitario.

D. Condiciones Climatológicas

- a) **Temperatura:** la temperatura del sitio de disposición final de los residuos sólidos oscila entre los 20°C y los 23°C.

- b) **Precipitación:** la zona perteneciente al sitio de ubicación del relleno sanitario posee una alta intensidad de lluvia.

- c) **Vientos:** la dirección del viento es de barlovento con respecto al sitio de disposición de los desechos, el posible transporte de malos olores a las áreas vecinas no repercute en el aspecto ambiental debido a que la zona del relleno es poco productiva y se encuentra aislada de la comunidad, los vientos son factores importantes debido a las molestias que puede causar, tanto en la operación por el polvo y papeles que se levantan, además su posible variación en las diferentes épocas del año prevean la construcción de defensas que eviten la acción intensa de los vientos sobre los materiales, como la siembra de vegetación espesa y árboles sobre la periferia del relleno sanitario.

11.3.7 Vías De Acceso. El predio se encuentra dentro del trayecto que pertenece a una vía veredal, la comunica el Corregimiento de San José de Suaita con veredas aledañas al sector, en el proyecto se contempla un acceso de fácil maniobrabilidad para la volqueta y vías internas de penetración hacia las diferentes instalaciones del relleno sanitario.

La selección del sitio de disposición mantuvo en cuenta minimizar la distancia de transporte que es una de los objetivos más importantes debido a que la distancia de transporte puede afectar significativamente el diseño y la operación del sistema integrado de residuos sólidos.

11.4 SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

11.4.1 Rutas De Recolección. Los residuos sólidos se deben recoger en la acera de la casa para los sectores residenciales y comerciales (tiendas) del corregimiento, en sitios específicos como la plaza de mercado, matadero, ancianato, vías no vehiculares y el centro de salud se conservarán los lugares específicos de recolección actual.

El diseño de la ruta de recolección, debido a que no hay normas fijas que se puedan aplicar, mantendrá un proceso de sentido común con una serie de pruebas que tendrán en cuenta los siguientes parámetros:

- a) Coordinar las características del sistema existente, tales como el número de operarios y el tipo de vehículo, además para el diseño

Identificar políticas y normativas existentes relacionadas con algunos asuntos como el punto y la frecuencia de recolección`.

- b) Los sectores donde se generan mayor cantidad de desechos, se deben recoger durante la primera etapa del proceso de recolección, así como puntos donde se generan pequeñas cantidades de desechos, que tienen la misma frecuencia de recolección, se deben recoger en el mismo recorrido.
- c) En zonas de pendiente, tales como el ancianato, el jardín y el colegio, el recorrido debe empezar en la parte más alta y continuar hacia abajo mientras se carga la volqueta.
- d) Los recorridos se deben diseñar para que el último punto donde haya que recoger los desechos urbanos, se encuentre localizado lo mas cerca posible del lugar de disposición final.
- e) La volqueta siempre debe recoger la basura cuando va en sentido descendente y no debe recoger cuando sube, para evitar accidentes de maniobrabilidad y sobrepeso en casos particulares.

La ruta de recolección propuesta se especifica en el plano 32, en el cual se estipulan los tiempos empleados para la recolección por parte de la cuadrilla de trabajo, la ruta propone una cobertura del 100% y los tiempos estipulados se basaron en chequeos periódicos en tiempo de recolección.

11.4.2 Frecuencia De Recolección. La frecuencia de recolección de los residuos sólidos del corregimiento debe hacerse mínimo tres veces por semana, los días lunes, miércoles y los días sábado, en horas de la mañana para evitar contaminación y malos olores de estos mismos, actualmente con las dos volquetas del municipio, la frecuencia en la prestación del servicio, solamente se puede hacer una vez por semana en

todos los corregimientos del municipio, pero se restablecerán los horarios para tal disposición.

11.4.3 Horarios. El horario de recolección permanecerá constante debido a que la cuadrilla dispone de cuatro horas para la recolección de los desechos en el corregimiento, se mantendrá un estricto control en la hora de salida del vehículo, debido a que a veces es demorado por labores independientes a la recolección, además el tiempo empleado en transportarse de la cabecera municipal (sitio de parqueadero) al corregimiento tarda aproximadamente una (1) hora, por tal motivo se recomienda un horario de salida puntual que corresponda a las 7:00 A.M., hora en la cual se dividirá en una hora de transporte, dos horas de recolección, 10 minutos para el transporte último y 30 minutos para el descargue de los residuos en el sitio de disposición final.

El trayecto de la cabecera municipal al corregimiento se compone de una vía de tercer nivel, la cual posee una distancia de 10 Km. con una pendiente del 3.5 % positiva constante hasta la mitad del trayecto y la otra mitad negativa, debido a que mantienen una misma altitud, esta vía no posee un mantenimiento preventivo y posee puntos en los cuales el difícil el paso vehicular, sobre todo en época de alta pluviosidad, por tal razón se dispone de una hora de recargo en el tiempo estipulado, para solventar tales imprevistos, tanto de transporte como de recolección.

11.4.4 Cobertura Del Servicio. La cobertura del servicio actual de recolección de los desechos es de 100% para el corregimiento, la población rural cercana al casco urbano del corregimiento que traslada los

residuos sólidos de sus domiciliarias hasta los puntos locales donde la cuadrilla recoge estos desecho se mantendrá estable, además los sectores rurales en los cuales la ruta de recolección sea cercana se beneficiaran con este sistema, en el cual se proponen sitios y tiempos específicos para que depositen los residuos y basuras provenientes de sus domiciliarias, evitando así malos olores dentro de sus fincas y previniendo la contaminación del ecosistema, debido a que esta población definida no posee lugares definidos para “botar la basura”.

11.4.5 Equipo De Recolección Y Transporte. Debido a la operación los sistemas de recolección se pueden clasificar en *Sistemas De Contenedor*, los cuales se utilizan para la recolección de residuos procedentes de centros con una alta tasa de generación en condiciones desagradables de acumulación y muy poco sanitarias, este sistema presenta tres clases, camión elevado-contenedor, camión volqueta y contenedor remolque; los otro son los *Sistemas De Caja Fija*, que son aquellos que se pueden utilizar para la recolección de todo tipo de residuos, este sistema posee dos clases los cargados manualmente y los cargados mecánicamente.

El equipo de recolección y transporte de los residuos sólidos del municipio de Suaita no es el más apropiado para prestar el servicio, debido a que las volquetas se les impide trabajar en épocas de lluvias por no poseer carpas, el nivel del platón de la volqueta es muy alto lo cual aumenta el esfuerzo para el levantamiento de los recipientes y a su vez cansancio mas rápido en los obreros, la volqueta solo labora adecuadamente en sentido descendente y no permite la compactación de los desechos para reducir el volumen, además el alto riesgo de accidente

de los obreros por su mala ubicación dentro de la volqueta en el transporte de los residuos sólidos

Por tales razones se propone la adquisición de un vehículo autocargador equipado con compactadora interna, este equipo posee varios beneficios como la reducción del número de empleados en cada frente de trabajo, permite almacenar un mayor volumen en el carro debido a que los residuos sólidos permanecen compactados, aumenta el rendimiento de trabajo, reduce los costos de operación, permite trabajar en épocas de alta pluviosidad, permite una mayor cobertura diaria para todo el municipio y además disminuye el riesgo de accidente de los obreros.

11.4.6 Barrido De Calles Y Áreas Publicas. El barrido de las calles y zonas publicas es primordial para mantener en aseo el corregimiento y no permitir que los residuos sólidos permitan estancamiento y encharcamiento, para disponer del servicio de aseo de las calles se promoverán campañas de barrido comunitario, para tal fin se organiza y se establece que cada domicilio barra el frente y parte de la calle al cual corresponda, los residuos serán almacenados dentro de sus domiciliarias para luego ser depositados en el sitio de recolección, esta actividad se desempeñará cada dos días para el buen mantenimiento del lugar, la cobertura será del 75% debido a que se barrerá únicamente las vías pavimentadas, además un empleado(a) del municipio se encargará día por medio de barrer y mantener limpio el parque principal y la plaza de mercado para que los desechos provenientes de estos centros de producción no sean evadidos por el itinerario de la cuadrilla de recolección y transporte.

11.5. DISEÑO RELLENO SANITARIO

Para el diseño del relleno sanitario se utilizará el método de la pendiente, debido a que el terreno tiene una pendiente suave y la otra muy fuerte, el sistema consta de seis plataformas que se utilizarán a medida que sea necesario.

Las plataformas A, B y C se utilizarán en los primeros años de funcionamiento del relleno sanitario y las plataformas D, E y F están proyectadas para entrar a operar en los siguientes años dependiendo del volumen acumulado y adecuado a la compactación y al reciclaje de los residuos sólidos del corregimiento (Plano No.18)

11.5.1 Producción De Residuos Sólidos. La producción de residuos sólidos para el diseño, será únicamente la que transporta la volqueta recolectora, debido que la volqueta pasa por todos los sectores del corregimiento estimando un 100% de cobertura, para recoger los desechos de origen primordialmente doméstico.

a) Volumen Platón (V p)

Las dimensiones del platón de la volqueta son:

- Ancho (Ap) = 2.20 m
- Largo (Lp) = 2.50 m
- Alto (Hp) = 1.50 m (altura de recolección máxima 1.5 m).

$$\text{Volumen} = A * L * H = 2.20 * 2.50 * 1.50 = 8.25 \text{ m}^3$$

b) Peso Global Residuos Sólidos (PGRS)

Cada volqueta hace su recorrido y suspende la recolección cuando se alcanza la capacidad de almacenamiento en el platón.

$$PGRS = V_p * D_v = 8.25 \text{ m}^3 * 250 \text{ Kg/ m}^3 = 2062.5 \text{ Kg}$$

$$PGRS_{\text{semana}} = \text{No. Viajes semana} * PGRS = 1 * 2062.5 \text{ Kg} = 2062.5 \text{ Kg/sem}$$

c) Población Per Capita (PPC)

$$PPC = PGRS_{\text{semana}} / Población * S * cobertura (\%)$$

$$PPC = 2062.5 \text{ Kg/sem} / 708 \text{ hab} * 7 \text{ día/sem} * 1.0 = 0.41 \text{ Kg/ hab-dia}$$

11.5.2 Producción Residuos Sólidos Diaria Y Anual

a) Producción Diaria De Residuos Sólidos

$$PRS_{DIA} = Población * PPC$$

$$PRS_{DIA} = 708 \text{ hab} * 0.46 \text{ Kg/ hab-dia} = 290.28 \text{ Kg/dia}$$

b) Producción Anual De Residuos Sólidos

$$PRS_{ANUAL} = PDS_{DIA} * (365 \text{ días/ año})$$

$$PRS_{ANUAL} = 290.28 \text{ Kg/dia} * (365.25 \text{ día/año}) = 106024.77 \text{ Kg/año}$$

11.5.3 Producción Per Cápita Futura

Tabla 23. Datos de producción per cápita futura

| AÑO | PPC (Kg/hab-dia) |
|------------|----------------------------|
| 2003 | 0,41 |
| 2004 | 0,42 |
| 2005 | 0,43 |
| 2006 | 0,44 |
| 2007 | 0,45 |
| 2008 | 0,46 |
| 2009 | 0,47 |
| 2010 | 0,48 |
| 2011 | 0,49 |
| 2012 | 0,50 |
| 2013 | 0,51 |
| 2014 | 0,52 |
| 2015 | 0,53 |
| 2016 | 0,54 |
| 2017 | 0,55 |
| 2018 | 0,56 |

11.5.4 Producción Residuos Diario, Anual Y Acumulada

Tabla 24. Datos de producción de residuos diario, anual y acumulado

| AÑO | PPC | POB | PROD. DIARIA | PROD. ANUAL | PROD.ANU AL ACUM. |
|------|--------------|-------|--------------|-------------|-------------------|
| | (Kg/hab-dia) | (Hab) | (Kg) | (Ton) | (Ton) |
| 2003 | 0,41 | 708 | 290,28 | 106,02 | 106,02 |
| 2004 | 0,42 | 727 | 305,34 | 111,53 | 217,55 |
| 2005 | 0,43 | 746 | 320,78 | 117,16 | 228,69 |
| 2006 | 0,44 | 765 | 336,60 | 122,94 | 240,11 |
| 2007 | 0,45 | 784 | 352,80 | 128,86 | 251,80 |
| 2008 | 0,46 | 803 | 369,38 | 134,92 | 263,78 |
| 2009 | 0,47 | 822 | 386,34 | 141,11 | 276,03 |
| 2010 | 0,48 | 841 | 403,68 | 147,44 | 288,55 |
| 2011 | 0,49 | 860 | 421,40 | 153,92 | 301,36 |
| 2012 | 0,5 | 879 | 439,50 | 160,53 | 314,44 |
| 2013 | 0,51 | 898 | 457,98 | 167,28 | 327,80 |
| 2014 | 0,52 | 917 | 476,84 | 174,17 | 341,44 |
| 2015 | 0,53 | 936 | 496,08 | 181,19 | 355,36 |
| 2016 | 0,54 | 955 | 515,70 | 188,36 | 369,55 |
| 2017 | 0,55 | 974 | 535,70 | 195,66 | 384,02 |
| 2018 | 0,56 | 993 | 556,08 | 203,11 | 398,77 |

11.5.5 Volumen Residuos Sólidos Recibidos

a) Volumen de residuos sólidos recibidos diario

$$VRSR_{DIA} = PRS_{DIA} * S / Dv * n$$

$$VRSR_{DIA} = 290.72 \text{ Kg/día} \cdot 7 \text{ días/sem} / 250 \text{ Kg/ m}^3 \cdot 3 \text{ días/sem} = 2.71 \text{ m}^3/\text{día}$$

b) Volumen de residuos sólidos recibidos anual

$$VRS_{ANUAL} = PRS_{ANUAL} / Dv$$

$$VRSR_{ANUAL} = 106024.77 \text{ Kg/año} / 250 \text{ Kg/ m}^3 = 424.10 \text{ m}^3/\text{año}$$

Tabla 25. Datos de volumen de residuos sólidos recibidos

| AÑO | VRSR DIARIO | VRSR ANUAL | VRSR ACUMULADO |
|------|-------------|------------|----------------|
| | (M3/día) | (M3/año) | (M3/año) |
| 2003 | 2,71 | 424,10 | 424,10 |
| 2004 | 2,85 | 446,10 | 870,20 |
| 2005 | 2,99 | 468,66 | 914,76 |
| 2006 | 3,14 | 491,77 | 960,43 |
| 2007 | 3,29 | 515,44 | 1007,21 |
| 2008 | 3,45 | 539,66 | 1055,10 |
| 2009 | 3,61 | 564,44 | 1104,11 |
| 2010 | 3,77 | 589,78 | 1154,22 |
| 2011 | 3,93 | 615,67 | 1205,44 |
| 2012 | 4,10 | 642,11 | 1257,77 |
| 2013 | 4,27 | 669,11 | 1311,22 |
| 2014 | 4,45 | 696,66 | 1365,77 |
| 2015 | 4,63 | 724,77 | 1421,44 |
| 2016 | 4,81 | 753,44 | 1478,21 |
| 2017 | 5,00 | 782,66 | 1536,10 |
| 2018 | 5,19 | 812,43 | 1595,09 |

11.5.6 Volumen Residuos Sólidos Enterrados

a) Volumen de residuos sólidos enterrados diario

$$VRSE_{DIA} = PRS_{DIA} * S / D_{RS} * n$$

$$VRSE_{DIA} = 290.28 \text{ Kg/día} * 7 \text{ días/sem} / 400 \text{ Kg/ m}^3 * 3 \text{ días/sem} = 1.69 \text{ m}^3/\text{día}$$

b) Volumen de residuos sólidos enterrados anual

$$VRSE_{ANUAL} = PRS_{ANUAL} / D_{RS}$$

$$VRSE_{ANUAL} = 106024.77 \text{ Kg/año} / 400 \text{ Kg/ m}^3 = 265.06 \text{ m}^3/\text{año}$$

Tabla 26. Datos de volumen de residuos enterrados

| AÑO | VRSE DIARIO (M3/día) | VRSE ANUAL (M3/año) | VRSE ACUMULADO (M3/año) |
|------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| 2003 | 1,69 | 265,06 | 265,06 |
| 2004 | 1,78 | 278,81 | 543,88 |
| 2005 | 1,87 | 292,91 | 571,73 |
| 2006 | 1,96 | 307,36 | 600,27 |
| 2007 | 2,06 | 322,15 | 629,51 |
| 2008 | 2,15 | 337,29 | 659,44 |
| 2009 | 2,25 | 352,78 | 690,07 |
| 2010 | 2,35 | 368,61 | 721,39 |
| 2011 | 2,46 | 384,79 | 753,40 |
| 2012 | 2,56 | 401,32 | 786,11 |
| 2013 | 2,67 | 418,19 | 819,51 |

| | | | |
|------|------|--------|--------|
| 2014 | 2,78 | 435,41 | 853,61 |
| 2015 | 2,89 | 452,98 | 888,40 |
| 2016 | 3,01 | 470,90 | 923,88 |
| 2017 | 3,12 | 489,16 | 960,06 |
| 2018 | 3,24 | 507,77 | 996,93 |

11.5.7 Volumen Relleno Sanitario

$$V_{RS} = 1.2 * VRSE$$

a) Volumen de relleno sanitario diario

$$V_{RS} = 1.2 * VRSE_{DIA} = 1.2 * 1.69 \text{ m}^3/\text{dia} = 2.03 \text{ m}^3/\text{dia}$$

b) Volumen de relleno sanitario anual

$$V_{RS} = 1.2 * VRSE_{ANUAL} = 1.2 * 265.06 \text{ m}^3/\text{año} = 318.07 \text{ m}^3/\text{año}$$

Tabla 27. Datos de volumen del relleno sanitario

| AÑO | VRS DIARIO | VRS ANUAL | VRS ACUMULADO |
|------|------------|-----------|---------------|
| | (M3/dia) | (M3/año) | (M3/año) |
| 2003 | 2,03 | 318,07 | 318,07 |
| 2004 | 2,14 | 334,58 | 652,65 |
| 2005 | 2,25 | 351,49 | 686,07 |
| 2006 | 2,36 | 368,83 | 720,32 |
| 2007 | 2,47 | 386,58 | 755,41 |

| | | | |
|------|------|--------|---------|
| 2008 | 2,59 | 404,75 | 791,33 |
| 2009 | 2,70 | 423,33 | 828,08 |
| 2010 | 2,83 | 442,33 | 865,66 |
| 2011 | 2,95 | 461,75 | 904,08 |
| 2012 | 3,08 | 481,58 | 943,33 |
| 2013 | 3,21 | 501,83 | 983,41 |
| 2014 | 3,34 | 522,50 | 1024,33 |
| 2015 | 3,47 | 543,58 | 1066,08 |
| 2016 | 3,61 | 565,08 | 1108,66 |
| 2017 | 3,75 | 586,99 | 1152,07 |
| 2018 | 3,89 | 609,32 | 1196,32 |

11.5.8 Area Del Relleno Sanitario

$$A_{RS} = V_{RS} / h_{RS} * K$$

$$A_{RS} = 543.58 \text{ m}^3 / 5 \text{ m}$$

11.5.9 Diseño De Las Celdas

a) Residuos sólidos relleno sanitario (RS_{RS})

$$RS_{RS} = S * \text{Habitantes} * PPC * \text{Cobertura (\%)} / N$$

$$RS_{RS} = 7 \text{ días/sem} * 993 \text{ hab} * 0.56 \text{ Kg/m}^3 * 1.0 / 3 = 1297.52 \text{ Kg/día} = 1.29 \text{ Ton/día}$$

b) Volumen de la celda

$$V_C = RS_{RS} / D_{RS}$$

$$V_c = 1297.52 \text{ Kg/día} / 400 \text{ kg/m}^3 = 3.24 \text{ m}^3/\text{día}$$

c) Volumen total celda (VTc)

El volumen de la celda es igual al volumen de desechos más volumen de tierra.

$$V_{Tc} = 1.2 * V_c$$

$$V_{Tc} = 1.2 * 3.24 \text{ m}^3/\text{día} = 3.89 \text{ m}^3/\text{día} \cong 3.90 \text{ m}^3/\text{día}$$

d) Dimensiones celda

- Altura (h_c) = 0.5 m

La altura de los residuos corresponde a 0.4 m y la altura del material de cobertura será de 0.1m.

- Área (A_c)

$$A_c = V_{Tc} / h_c$$

$$A_c = 3.90 \text{ m}^3 / 0.5 \text{ m} = 7.80 \text{ m}$$

- Ancho (A_{Nc}) = 3.0 m.
- Largo (L_c) = 2.6 m.

11.5.10 Especificaciones Técnicas Del Relleno Sanitario

A. Adecuación Del Terreno Del Relleno Sanitario. El acomodamiento del suelo es importante para mejorar las condiciones y facilitar las operaciones

de ingreso de los residuos sólidos y la construcción de las instalaciones necesarias, por lo tanto se deben realizar los siguientes trabajos.

a) Tratamiento Del Suelo De Soporte: Para este proceso se admitirá no remover las primeras capas del terreno, con el objetivo de utilizar la capacidad de absorción y filtración para remover contaminantes del percolado, para esta etapa la nivelación del suelo de soporte y la construcción de plataformas, se empleara equipo pesado (retroexcavadora del municipio de Suaita), debido a que la excavación manual no contribuye al buen rendimiento de construcción.

b) Cortes: Los taludes naturales del terreno se conservaran de tal manera que no causen erosión y puedan darle buena estabilidad al relleno, las pendientes utilizadas para los taludes artificiales son, 1:1, 2:1, 3:1 (h:v), en el vigente diseño los taludes en la construcción de las plataformas son 1:1, con cortes aproximados de 5 metros(Plano No.19).

El nivel del terreno, debe tener una pendiente negativa del 1% o 2% hacia los taludes, para conducir las aguas de lixiviados a los filtros y evitar que se formen charcos.

B. Control De Gases. Durante la descomposición de la materia orgánica, se producen gases, especialmente el dióxido de carbono (CO_2), el sulfúrico (H_2S) y el metano (CH_4) que es inflamable y explosivo si se concentra en el aire, en una proporción mayor de 5 a 15%. El metano no es soluble en agua, de este modo se concentra en el relleno sanitario y empieza a moverse a

través de los espacios vacíos, hasta que llega a la atmósfera, por eso se les debe facilitar la salida rápida.

Para controlar los gases, en el presente estudio se diseña un sistema de filtro, que hace las veces de chimenea, construido con material triturado, estacas de madera, malla para gallinero. Los filtros se elevarán verticalmente a medida que avance el relleno sanitario, garantizando siempre una buena compactación al rededor y permitir la salida de gases a la atmósfera.

C. Control Del Lixiviado. El control del lixiviado, se hace a través de capas impermeables como, suelo compactado que contenga arcillas, arcilla compactada (Bentonitas o caolíνας), que son las más usadas, pero tienen el problema de agrietamientos cuando se secan demasiado; químicos inorgánicos (Carbonato de sodio, silicatos, o pirofosfatos); químicos sintéticos (polímeros, látex); membranas sintéticas (asfaltos).

Para drenar el lixiviado se dispone de dos sistemas, un filtro de aguas subterráneas y un filtro de lixiviados(Plano No.21). Estos drenes se localizaran en el fondo del relleno, por la pata del talud y en la misma brecha con las siguientes características:

- Los drenes serán independientes.
- El filtro de aguas subterráneas estará por debajo de la membrana impermeable; el filtro del lixiviado estará por encima de la membrana.

D. Material De Cobertura. La diferencia fundamental entre un relleno sanitario y un botadero a cielo abierto, es la utilización de material de cobertura para separar adecuadamente las basuras del ambiente exterior y confinarlas al terminar la jornada diaria.

El cubrimiento de los desechos con tierra, es un aspecto muy importante para el éxito en el relleno sanitario, debido a que cumple las siguientes funciones:

- Prevenir la presencia y proliferación de moscas y gallinazos.
- Impide la entrada y proliferación de roedores.
- Evita incendios y la presencia de humos.
- Minimiza los malos olores.
- Disminuye la entrada de aguas lluvias a la basura compactada.
- Orienta los gases hacia las chimeneas para evacuarlos del relleno.
- Da una apariencia estética aceptable al relleno sanitario.
- Sirve como base para las vías de acceso internas.
- Permite el crecimiento de la vegetación.

E. Monitoreo De Aguas Superficiales. La descomposición en los residuos sólidos generan líquidos, gases y productos intermedios, algunos elementos son retenidos en los poros del terreno, mientras otros pueden ser arrastrados o solubilizados por los líquidos que atraviesan las capas de basura y tierra.

Los parámetros que se deben analizar son el PH, DQO, DBO, nitratos, sulfatos y conductividad.

F. Monitoreo De Aguas Subterráneas. Se debe realizar periódicamente monitoreo de las aguas subterráneas para conocer la influencia del relleno sanitario sobre este recurso.

G. Condiciones Iniciales Y Variables A Controlar En El Proceso. Los factores que más influyen en la operación y cuyo control es muy importante, son las relaciones entre carbono-nitrógeno (C/N), humedad, aireación, y tiempo de residencia.

Para que el tratamiento aerobio sea eficaz se recomienda las siguientes condiciones:

- a) Los residuos orgánicos se deben picar o moler y mezclar.
- b) Las materias primas deben tener una relación C/N de 25/1 - 35/1 y una humedad entre 40 -60% en peso.
- c) Agitación como medio de aireación.
- d) Tamaño de partícula entre 0.3 – 2.4 cm.
- e) Un tiempo de residencia de 20 - 30 días.

La masa en proceso de biodegradación, no debe presentar deficiencia de elementos, la cual se supera efectuando ajustes de humedad y de la relación carbono-nitrógeno.

11.6. SISTEMA DE COMPOSTACIÓN

El tratamiento de los residuos sólidos a través del sistema de compostación se hará en un modulo de la planta de tratamiento de dimensiones 15 m * 15 m, esta sección se construirá en concreto el piso y en teja de zinc el techo sostenido por columnas metálicas, no tendrá muros debido a que este proceso se hará al aire libre (Plano No.20).

El modulo posee un andén y un canal perimetral para la recolección de aguas lluvias, este canal permite que el compost no tenga ninguna mezcla con la escorrentía que se presenta en la planta, debido a que esta zona es la mas baja y por allí desemboca la mayor parte del agua lluvia, además en el modulo esta instalada una tubería de 6 pulgadas de diámetro que permite la recolección y evacuación del lixiviado.

La zona de compostaje esta dotada de una trituradora y una bodega en la cual se guardaran todas las herramientas para el proceso del compostaje

11.6.1 Factores. Los factores que contribuyen en el proceso biológico para dicha zona en particular son los siguientes:

- **Temperatura:** se considera poco recomendable debido a que es más bien baja en comparación con las óptimas, por tal razón se adecua el techo de teja de zinc para que transmita una alta temperatura.

- **Humedad:** se hará pruebas para conservar un buen nivel de humedad en el proceso de compostaje
- **PH:** se mantendrá periódicamente análisis de este componente, para mantener un buen control sobre el compost.
- **Oxígeno:** se estipula un buen grado de oxígeno debido a la buena aireación sobre la zona.
- **Aireación:** la aireación dentro de la zona de compostaje es alta debido a que el predio se encuentra localizado en una ladera que esta en barlovento con respecto a la dirección del viento.
- **Relación C/N equilibrada:** pruebas de laboratorio mantendrán esta constante.
- **Población microbiana:** se mantendrá un control para determinar la composición media de los residuos sólidos del corregimiento.

11.6.2 Elaboración. La producción del compost se realizará en el modulo al aire libre, en la cual se formaran pilas y montones en hileras con los residuos sólidos que intervienen en el proceso, en la cual se escogerá la materia orgánica contenida en los desechos, para luego procesarla y aprovechar los subproductos.

El proceso recomienda la separación de los residuos y materiales, tales como, papeles, cartones, plásticos y que se sometan a descomposición

bacteriana. Para nuestro caso se seleccionara los residuos debido a que anteriormente se efectuará un proceso de reciclaje.

La obtención de compost en pilas emplea la trituración, por tal razón se ubica dentro de la zona de compostaje una trituradora que trabaje con luz trifásica para este proceso, luego de triturado el material se apila en montañas de aproximadamente 1.5 m de altura y de ancho, por unos 13 m de largo, además se colocan en declive con pendiente de 2 horizontal a 3 vertical y se mezclan mecánicamente cada 15 o 20 días para mantener la aerobiosis.

Este método puede tener varios meses de duración, la importancia radica en la baja inversión. La actividad de la planta es la siguiente, al ingreso de los residuos sólidos a la zona de descargue se hace una separación manual del material reciclable, luego se sigue a la fase de clasificación del material no recuperable, dividiendo así lo compostable y lo no compostable; el material compostable se separa luego por tamaño y por peso, lo que da origen a nuevos rechazos, quedando solo un porcentaje del total como compostable, obtenida a estabilización se envía el material a una zona de almacenamiento donde se guarda el producto para ser utilizado como abono para la caña en el proceso de tratamiento de agua residual. El material no apto para la compostación es trasladado directamente al relleno sanitario.

El proceso que ocurre aquí consiste en el ataque inicial de las bacterias mesofílicas que trabajan entre 25°C a 45°C, las cuales entregan el trabajo de descomposición a las bacterias termofílicas, las que operan entre 45°C a 70°C, de esta forma se consiguen las temperaturas necesarias para garantizar que las bacterias patógenas sean destruidas; una vez terminada la

etapa de ataque bacteriano, se presentan las fases de estabilización y maduración del producto caracterizadas por la progresiva disminución de la temperatura en la pila de fermentación.

11.7. SISTEMA DE RECICLAJE

El procedimiento del reciclaje comienza desde la etapa de almacenamiento de los residuos sólidos, hasta la preselección del material compostable.

El reciclaje de los residuos sólidos se realizará en un modulo de la planta de tratamiento de dimensiones 8 m*16 m, esta unidad se construirá el piso en concreto, columnas metálicas y el techo en teja de zinc, se dispondrá de cinco módulos para los elementos a reciclar separados por un muro, una zona para la manipulación de los elementos, además se dispone de dos secciones en la que se instalara una prensa hidráulica y una bascula, aparatos esenciales para el sistema de reciclaje.

El modulo tiene un andén y un canal perimetral para la recolección de aguas lluvias, este canal permite que los elementos reciclados no tenga ninguna exposición con la escorrentía que se presenta en la planta (Plano No.20).

11.7.1 Proceso De Reciclaje. En el proceso de reciclaje se promoverá las tres actividades principales:

- **Recolección:** se deben de juntar cantidades considerables de materiales reciclables, separar elementos contaminantes o no reciclables y clasificar los materiales de acuerdo a su tipo específico, en los módulos previamente determinados para cada elemento a reciclar.
- **Manufactura:** los materiales clasificados se utilizan como nuevos productos o como materias primas para algún proceso, ya sea dentro del corregimiento o fuera de el.
- **Consumo:** los materiales de desperdicio deben ser consumidos, los compradores deben demandar productos con el mayor porcentaje de materiales reciclados en ellos. Sin demanda, el proceso de reciclaje se detiene.

A. Reciclaje De Materia Orgánica. La fracción orgánica puede ser reciclada mediante el compostaje, este material es un abono y una excelente herramienta orgánica del suelo, útil en la agricultura, jardinería y obra pública, mejora las propiedades químicas y biológicas de los suelos y hace más suelto y porosos los terrenos compactados y enmienda los arenosos, además hace que el suelo retenga mas agua.

B. Reciclaje De Cartón Y Papel. Cada uno de nosotros tira al año a aproximadamente 120 Kg/año de papel, este consumo de papel y de cartón es muy alto también en el corregimiento, por tal motivo se promueve en gran parte de las instituciones el reciclaje desde los mismos establecimientos para que no pierda sus propiedades antes de mezclarse con los demás residuos sólidos.

Beneficios ambientales del reciclaje de papel:

- Disminución de la necesidad de fibras vegetales y vírgenes
- Disminución del volumen de residuos municipales (el 25% de nuestros desperdicios esta compuesto de papel y cartón).
- Disminución de la contaminación atmosférica y de la contaminación del agua.
- Disminución de las exportaciones de madera y de la importación de papel, representadas en miles de toneladas al año papel reciclable.

El papel reciclable se elabora sin utilizar cloro en el proceso de blanqueo de la pasta. Puede obtenerse papel ecológico a partir de papel reciclado, garantizando la mínima utilización de productos químicos y la depuración de las aguas residuales, el papel reciclable no se debe mezclar con papel sucio, pañuelos desechables, papel de aluminio, papel de fax, papel engomado, plastificado, encerado, etc.

El rendimiento del papel viejo es alto, un 90% aproximadamente, frente al 50% del rendimiento celulósico de la madera, además se recupera aproximadamente el 27 %, papel de revistas y libros, papel de embalar se recupera aproximadamente el 30.7 % y el cartón se recupera aproximadamente el 81.3 %

C. Reciclaje De Plásticos. Dentro de los residuos urbanos los plásticos representan aproximadamente el 13% en peso., como se determina anteriormente.

La vida de un plástico no es infinita, por mucho que se alargue la existencia mediante el reciclado su destino final es la incineración o el relleno sanitario. El proceso de reciclaje de plásticos consiste en la separación y lavado en seco, lavado y embalaje.

D. Reciclaje De Vidrio. Cada persona produce aproximadamente 37 Kg. de vidrio al año, los beneficios ambientales del reciclaje de vidrios se traduce en una disminución de los residuos municipales, disminución de la contaminación del medio ambiente y un notable ahorro de los recursos naturales. Cada kg de vidrio recogido sustituye 1.2 Kg. de materia virgen.

- Reutilizar: existen envases de vidrio retornable que después de un proceso adecuado de lavado, pueden ser utilizados nuevamente con el mismo fin. Una botella de vidrio puede ser reutilizada entre 40 y 60 veces, con un gasto energético del 5% respecto al reciclaje. Esta es la mejor opción.
- Reciclar: el vidrio es 100% reciclable y mantiene el 100% de sus cualidades, 1 kg de vidrio usado produce 1 kg de vidrio reciclado. El reciclaje consiste en fundir vidrio para hacer vidrio nuevo. La energía que ahorra el reciclaje de una botella mantendrá encendida una ampolleta de 100 watt durante 4 horas.

En la fabricación del vidrio se utiliza:

- Sílice, que da resistencia al vidrio.
- Carbonato de calcio, que le proporciona durabilidad.

- En el reciclaje del vidrio se utiliza como materia prima la calcina o vidrio desecho. Su fusión se consigue a temperaturas mucho más reducidas que las de fusión de minerales, por tanto, se ahorra energía.

Envases; diariamente utilizamos una cantidad considerable de envases de los llamados ligeros

- Envases de plásticos (poliestireno blanco, de color, PET, PVC, otros)
- Latas de hierro y aluminio.

Cada persona bota el aproximado a 48 kg de envases anualmente, los envases de plásticos se pueden reciclar para la fabricación de bolsas de plástico, mobiliario urbano, señalización, o bien para la obtención de nuevos envases de uso no alimentario.

E. Reciclaje Pilas Y Baterías. Las pilas usadas no son un residuo cualquiera, son un residuo especial, toxico y peligroso.

- Pilas Botón: se utilizan en relojes, calculadoras, sensores remotos, etc. A pesar de su reducido tamaño son las más contaminantes.
- Pilas grandes: pilas cilíndricas o de pequeñas baterías, que contienen menos metales pesados, pero se producen muchas más.

Cuando, incorrectamente, se tiran las pilas con los restos de los desechos, estas pilas van a parar a algún vertedero o al incinerador.

Entonces el mercurio y otros metales pesados tóxicos pueden llegar al medio y perjudicar a los seres vivos, siguiendo la cadena alimentaría, el mercurio puede afectar al hombre.

Previo a la recolección o almacenamiento de pilas en cualquiera de sus variedades, se debe tener siempre presente, si existen plantas que traten este tipo de residuo, ya que al verse con una gran cantidad de pilas sin tener un destino, podemos provocar mucho mas daño al ecosistema al botarlas concentradamente.

F. Aceites Usados. Eliminar aceites usados sin ningún tipo de control contamina gravemente el medio ambiente, si se vierten al suelo, estamos contaminando y las aguas, si se vierten en la alcantarilla, contaminamos los ríos y dificultamos el buen funcionamiento de las plantas depuradoras, si se queman en forma inadecuada, contaminan la atmósfera.

11.7.2 Recipiente Recomendado. Recipiente tipo convencional contendrá 25 kg de peso contenido, el material del recipiente de almacenamiento será de caucho o preferiblemente de plástico para que no se deforme, para el receptor plástico se propone una bolsa desechable, es conveniente la combinación del uso de un recipiente reutilizable con una bolsa plástica desechable como forro dentro del recipiente, debido a que esta situación mejora el rendimiento de recolección, principalmente cuando se presenta la bolsa apropiadamente cerrada y en buenas condiciones higiénicas.

- **Parámetros de diseño**

- a) **Peso Global Residuos Sólidos (PGRS)**

Cada volqueta hace su recorrido y suspende la recolección cuando se alcanza la capacidad de almacenamiento en el platón.

$$PGRS = V_p * D_v = 8.25 \text{ m}^3 * 250 \text{ Kg/ m}^3 = 2062.5 \text{ Kg}$$

V_p : Volumen del platón de la volqueta recolectora.

D_v : densidad de los residuos en el vehiculko recolector.

$$PGRS_{\text{semana}} = \text{No.Viajes}_{\text{semana}} * PGRS = 1 * 2062.5 \text{ Kg} = 2062.5 \text{ Kg/sem}$$

b) Población Per Capita (PPC)

$$PPC = PGRS_{\text{semana}} / \text{Población} * S * \text{cobertura} (\%)$$

$$PPC = 2062.5 \text{ Kg/sem} / 708 \text{ hab} * 7^{\text{dia}}_{\text{sem}} * 1.0 = 0.41 \text{ Kg/ hab-dia}$$

c) Producción semanal por familia = $0.41 \text{ kg/hab-día} * 4 \text{ hab/fam} * 7 \text{ días/se}$
 = 11.48 kg / fam-sem

d) Volumen familia por semana = Producción semanal por familia / D_R
 = $11.48 \text{ kg/fam-sem} / 150 \text{ kg/m}^3$
 = $0.076 \equiv 0.08 \text{ m}^3 / \text{fam*sem}$

e) Volumen del recipiente = $0.08 \text{ m}^3 / \text{fam*sem} * k * (1000 \text{ L} / \text{m}^3)$
 = $0.08 \text{ m}^3 / \text{fam*sem} * 1.2 * (1000 \text{ L} / \text{m}^3) = 96 \text{ L} \equiv 100 \text{ L}$

f) Altura recipiente = 65 cm (propuesto).

g) Área de la base del recipiente = Volumen del recipiente / Altura recipiente

$$\text{Reemplazando : } (\pi * D^2 / 4) = 0.100 / 0.65; D = 0.44 \text{ m}$$

El diámetro de la base del recipiente será aproximadamente de 44 cm.

11.7.3 Campaña Informativa Para Promover El Sistema De Reciclaje.

Campaña educativa en las concentraciones escolares y el colegios, para enseñar a la comunidad estudiantil a seleccionar los productos reciclables y orgánicos; esta campaña de reciclaje de basuras se hará por medio de volantes publicitarios y conferencias sobre reciclaje.

La recuperación de las materias útiles y reducción de los costos y gastos originados por la recogida, transporte, y eliminación de los desechos. El reciclaje se optimiza cuando se reducen pasos entre la generación de los materiales y su recuperación, eliminando procesos de disposición, cargue, selección, etc.

11.8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

11.8.1 Limpieza Y Desmonte. El terreno ubicado en la parte más baja de la finca se adecuara para que se utilice como base ó suelo de soporte, por tal razón se retiraran todas las plantaciones y árboles, para facilitar la construcción de las instalaciones, asimismo la limpieza se efectuara por etapas de acuerdo al avance de la obra, evitando así la erosión del terreno.

11.8.2 Control De Entrada. Para hacer un control de entrada, fue necesario observar varios aspectos que son:

- El ingreso de materiales: transporte, origen, calidad, cantidad y horario.
- Flujo de vehículos y visitantes.
- Identificación del persona empleado.
- Periodo de trabajo del equipo.

Para hacer un control de los aspectos mencionados anteriormente y controlar el ingreso de personas o animales a las instalaciones, se instalaran los siguientes elementos:

- Un portón metálico con malla eslabonada de 1.8 metros de ancho, 2 metros de alto, para controlar el acceso de vehículos.
- Un celador para vigilar las instalaciones en horas nocturnas.
- Una cerca perimetral.
- Una valla de información, para que los vehículos que transitan por la vía a las veredas reduzcan la velocidad cuando se aproximen al sector y permitan la entrada y salida de volquetas, de una forma segura para evitar accidentes.

11.8.3 Control De Moscas. Las moscas pueden desarrollarse en menos de dos semanas después de poner los huevos. La historia vital de una mosca común desde el huevo hasta su estado adulto se describe así:

- Desarrollo de los huevos de 8 a 12 horas.
- Primera etapa del período larval son 20 horas.
- Segunda etapa del período larval son 24 horas.
- Tercera etapa del período larval son 3 días.
- Etapa crisálida son de 4 a 5 días.

El tiempo total para el desarrollo de las moscas es de 9 a 11 días aproximadamente, además este control de moscas en el relleno sanitario, no debe hacerse con insecticidas, su excesivo empleo no sólo origina la contaminación del ambiente, sino que también desarrolla en las moscas resistencia a los insecticidas, lo que a lo largo plazo no permite su control. Se debe disminuir al máximo el uso de insecticidas. El método principal para controlar las moscas es el cubrimiento diario con el material de cobertura, como las moscas llegan al relleno sanitario con los desechos viajando en las volquetas recolectoras del servicio y en ocasiones la presencia de este insecto es considerable, se recomienda fumigar el área del relleno sanitario única y exclusivamente en los casos de extrema gravedad, cuando el administrador de la planta lo considere necesario.

11.8.4 Control De Aguas Lluvias. En los períodos de lluvias se vive una de mas mayores dificultades de operación del relleno sanitario, debido a que se dificulta la compactación de las celdas, para impedir que la escorrentía superficial cause este problema, se construirá un sistema de control externo que consiste en captar las aguas lluvias por medio de un canal de 0.5 m de ancho por 0.4 m de alto.

El sistema de control en captarlas con canales abiertos, ubicados al pie de los taludes y a su vez en el perímetro del predio y entregarlas a un punto más bajo de la finca, donde no produzcan ningún daño en las instalaciones. El control de aguas lluvias para que no ingresen al relleno sanitario, tiene entre otros beneficios: disminuir la producción de lixiviados, los malos olores, riesgo de contaminación y la dificultad en la operación.

11.8.5 Control De Insectos. Para el presente estudio, se define el vector como un agente que actúa en la transmisión de enfermedades llevando de un enfermo o reservorio, el agente de la enfermedad a una persona sana. Generalmente estos vectores son invertebrados y pueden realizar la transmisión en dos formas; mecánica simple, o vector biológico (el agente infeccioso necesita invadir el organismo del vector, sufrir un ciclo de transformación y diseminarse en su organismo para poder transmitir la enfermedad al huésped). El ejemplo más claro de transmisión mecánica, es el caso de la mosca que arrastra en sus extremidades o trompas, los agentes infecciosos y los deposita simplemente en los alimentos que consume el hombre. El ejemplo de vector biológico es el caso del mosquito anophelino o el piojo, que transmiten las enfermedades como el paludismo y el tifo, respectivamente.

El problema de las basuras involucra entre otros aspectos los de orden sanitario, los cuates están relacionados con la calidad del ambiente y la salud del hombre, es decir a la salud pública.

El manejo inadecuado de las basuras, puede causar directa o indirectamente impactos desfavorables sobre la población, los trabajadores del servicio de aseo y las personas que se dedican al reciclaje.

11.8.6 Prevención Y Protección Contra Incendios. En el área donde funciona el relleno sanitario, no se permite la quema de papel, cartón, plástico y cualquier otro material que se pueda quemar, para no correr el riesgo de propiciar un incendio, debido a que la descomposición de la

basura produce el gas metano que como se mencionó anteriormente es un gas altamente combustible; además deteriora el aspecto del relleno sanitario, semejándolo a un botadero a cielo abierto.

La cobertura diaria de tierra compactada sobre las celdas, servirá como control de incendios, además sirve como aislante o extintor en caso de que en alguna celda se presente fuego, de esta se eliminara la presencia de humo en el ambiente.

11.8.7 Herramientas Y Equipos. Para la operación del relleno sanitario, el equipo necesario, se reduce al empleo de herramientas o utensilios de construcción tales como coches de llanta neumática, palos, picas, azadones, barras pisones de madera y al uso de horquillas o rastrillos y un rodillo compactador. La cantidad de herramientas es variable en función de número de trabajadores.

Para el acarreo del material de cobertura o basura, sobre las celdas ya construidas, se recomienda la colocación en la superficie del relleno de unos tableros de madera, para facilitar el desplazamiento en época de invierno.

11.8.8 Medidas De Seguridad De Recolección Y De Transporte. Como medidas de seguridad, todo patrono o empresa está obligado y suministrar y acondicionar locales y equipos de trabajo que garanticen a su personal, la salud de los trabajadores a su servicio, de conformidad con la reglamentación que sobre particular establezca el ministerio del trabajo.

Los operarios deben ser informados de los riesgos a que están sometidos por el manejo de residuos, principalmente los provenientes de la industria y en especial aquellos caracterizados como peligrosos. Los operarios deben ser informados sobre el equipo de transporte, los equipos de protección individual colocados a su disposición, principalmente deben ser entrenados en cuanto a los procedimientos de emergencia en caso de contacto o contaminación, la separación de desechos y la utilización de recipientes adecuados para el almacenamiento permiten controlar los efectos de los residuos en la salud de los operarios.

Las labores de trabajo en el servicio de aseo urbano (recolección transporte y disposición final de basuras), exponen constantemente a los trabajadores a contraer enfermedades infectocontagiosas, por trabajar con desechos que pueden estar contaminados además de accidentes que pueden tener dos orígenes, por condiciones inseguras de trabajo y por negligencia del propio trabajador en utilizar los equipos de protección.

Las condiciones inseguras de trabajo son:

- a) Recoger la basura con la mano, porque no tiene guantes protectores, lo que le puede originar cortaduras, con vidrios o metates.
- b) Almacenamiento de las basuras en recipientes pesados, (canecas metálicas de 55 galones llenas y/o en dos cuerpos); incómodidad para desocupar canecas de caucho, reducidas en la boca y ancho del cuerpo.
- c) Jornada de trabajo excesivamente largo; causando fatiga del trabajador.
- d) Falta de dotación y equipo individual de protección.

En situación de negligencia del trabajador se pueden presentar accidentes por:

- No usar el equipo de dotación para la seguridad.
- Laborar en estado de embriaguez.
- Mal estacionamiento dificultando la maniobra vehicular.
- No levantar los recipientes en forma correcta.

Para minimizar el peligro de accidentes se debe:

- Capacitar al personal en seguridad industrial.
- Mejorar la calidad del equipo de trabajo, con buenos guantes, botas, uniformes adecuados que sean visibles, preferiblemente de color naranja.
- Dotar al personal de un local para vestuario y duchas, donde se pueda asear y duchar después de cada jornada de trabajo, con el objetivo de que no lleve hasta el hogar cualquier clase de contaminación.
- Establecer un programa de observación médica, para identificar los riesgos potenciales de contaminación.
- Establecer un manual de primeros auxilios para casos de accidentes.

Entre las normas de seguridad para los conductores, se pueden incluir las siguientes:

- Reduzca la velocidad al llegar a un cruce.
- No sobre pase los límites de velocidad permitidos.

Entre las normas de seguridad para los recolectores se pueden incluir

- Al ser transportado en el vehículo, asegúrese firmemente y evite distracciones.
- Al recolectar la basura en sacos plásticos, procure siempre cargar el saco sin abrazarlo. Dentro del saco pueden haber vidrios y clavos que puedan cortar.
- Nunca vaya sentado en el platón de la volqueta de recolección.
- No trabaje en estado de embriaguez.
- Cuando el recipiente de la basura sea muy pesado, llame a un colega para que se ayude.
- Mantenga el uniforme completo y limpio, los guantes son indispensables para evitar cortaduras en las manos, se recomienda utilizar casco.
- Si hay mucho polvo en los residuos, utilice los anteojos y máscaras protectoras.
- Utilice el delantal y la carpa, para la recolección en épocas de lluvia.
- En caso de accidente se debe informar inmediatamente al jefe.
- Mantenga un programa de exámenes médicos, que incluya vacunas periódicas contra tétano y fiebre amarilla principalmente.

11.8.9 Medidas Sanitarias De Seguridad. Las medidas de seguridad sanitarias tienen por objeto prevenir o impedir que la ocurrencia de un hecho o la existencia de una situación atenten contra la salud pública, estas normas y medidas se establecen en conformidad con la reglamentaciones legales que establezca el ministerio público (artículo 576 de la Ley 09 de 1979).

11.8.10 Presupuesto General. Los análisis unitarios a los cuales se aplica el presupuesto para la recolección, transporte y planta de tratamiento de residuos sólidos para el corregimiento de San José De Suaita, se encuentran en el anexo 11.

Tabla 28. Presupuesto general Planta de Tratamiento Residuos Sólidos

| ITEM | ACTIVIDAD | UND | CANT | VR/UNIT | VR/TOT |
|-------------|--|-----|---------|--------------|---------------|
| 1.0 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | |
| 1.1. | CAMPAMENTO Y ENCERRAMIENTO | | | | |
| 1.1.1. | CAMPAMENTO M2 | M2 | 20 | \$100.545 | \$2.010.900 |
| 1.1.2. | REPLANTEO | M2 | 1302,6 | \$1.477 | \$1.923.940 |
| 1.1.3. | CERCA EN TABLA CHAPA H= 1.90 M | ML | 15 | \$23.899 | \$358.485 |
| 1.2. | DESCAPOTE | | | | |
| 1.2.1. | DESCAPOTE MANUAL Y RETIRO | M2 | 525 | \$5.124 | \$2.690.100 |
| 1.3. | AISLAMIENTO Y SEÑALIZACION | | | | |
| 1.3.1. | SEÑALIZACION | UND | 1 | \$1.363.000 | \$1.363.000 |
| 1.4. | RETIRO DE BASURAS Y ESCOMBROS | | | | |
| 1.4.1. | RETIRO SOBRAINTES | M3 | 150 | \$16.875 | \$2.531.250 |
| 2.0 | MOVIMIENTOS DE TIERRAS | | | | |
| 2.2. | EXCAVACION EN TIERRA SIN ACARREO LIBRE | | | | |
| 2.2.1. | EXCAVACION ZANJA H=1 M MATERIAL COMPACTADO | M3 | 388,7 | \$11.250 | \$4.372.875 |
| 2.5. | SUMINISTRO, CONFORMACION DE RELLENO EN MAT. SELECCIONADO PARA | | | | |
| 2.5.1. | RELLENOS RECEBO | M3 | 34,5 | \$23.110 | \$797.295 |
| 2.7. | CONFORMACION Y COMPACTACION EN MATERIAL COMUN | | | | |
| 2.7.1. | RELLENOS EN TIERRA MATERIAL COMUN | M3 | 22,8 | \$7.861 | \$179.231 |
| 2.8. | EXCAVACION MECANICA | | | | |
| 2.8.1. | EXCAVACION MECANICA ZANJA H=0,6 M | M3 | 4168,75 | \$31.375 | \$130.794.531 |
| 2.9. | COMPACTACION DE RELLENO EN MATERIAL COBERTURA | | | | |
| 2.9.1. | RELLENOS MATERIAL COBERTURA | M3 | 293,3 | \$29.125 | \$8.542.363 |
| 3.0 | TUBERIAS PREFABRICADAS | | | | |
| 3.5. | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC | | | | |
| 3.5.1. | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA NOVAFORT 315-400-500 mm | ML | 95,8 | \$40.167 | \$3.847.999 |
| 3.6. | SUMINISTRO E INSTALACION ACCES. PVC | | | | |
| 3.6.1. | SUMINISTRO E INSTALACION ACCESORIOS PVC 315-400-500 mm | UND | 8 | \$85.125 | \$681.000 |
| 4.0 | ESTRUCTURAS | | | | |
| 4.8 | CONCRETOS Y MORTEROS | | | | |
| 4.8.1. | CONCRETO 1:3:5 ARENA LAVADA RIO + GRAVILLA | M3 | 8,4 | \$222.311,00 | \$1.867.412 |
| 4.8.2. | MORTERO 1 : 5 ARENA | M3 | 36,5 | \$189.835,00 | \$6.928.978 |
| 4.9. | MAMPOSTERIA EN LADRILLO | | | | |
| 4.9.1. | INSTALACION DE MURO EN LADRILLO H10 | M2 | 167,12 | \$44.283,00 | \$7.400.575 |
| 4.10 | CAJAS DE INSPECCION | | | | |
| 4.10. | INSTALACION CAJA DE INSPECCION MONITOREO DE LIXIVIADO | UND | 3 | \$64.535,00 | \$193.605 |
| 4.11 | CANAL DE AGUAS LLUVIAS | | | | |
| 4.11. | INSTALACION CANAL DE AGUAS LLUVIAS | ML | 207,6 | \$29.706,00 | \$6.166.966 |
| 4.12 | TANQUE SEPTICO | | | | |
| 4.12. | INSTALACION TANQUE SEPTICO | UND | 1 | \$195.393,00 | \$195.393 |
| 4.13 | FILTROS | | | | |
| 4.13. | INSTALACION FILTRO DE GASES | ML | 120 | \$10.652,00 | \$1.278.240 |
| 4.13. | INSTALACION FILTRO DE LIXIVIADO | ML | 290,4 | \$14.367,00 | \$4.172.177 |
| 6.0 | VIARIOS | | | | |
| 6.2. | ACABADOS BODEGAS Y MODULOS | | | | |
| 6.2.1. | PUERTAS, VENTANAS, BANOS, ETC(INCLUYE INSTALACION) | UND | 1 | \$1.850.000 | \$1.850.000 |

| | |
|----------------------------------|----------------------|
| COSTO DIRECTO OBRA FISICA | \$190.146.314 |
| AIU (30%) | \$57.043.894 |
| TOTAL OBRA FISICA CON AIU | \$247.190.208 |

CONCLUSIONES

El programa para el *Corregimiento de San José de Suaita*, presenta las diferentes soluciones a las dificultades que se presentan en el sector de agua potable y saneamiento básico, como la carencia de los servicios de agua potable, recolección, evacuación y tratamiento de aguas residuales y residuos sólidos, por inexistencia de la infraestructura física necesaria, para tal fin se presentan los diferentes diseños, que proyectan dar medidas técnicas viables, para su construcción y operación, los cuales promueven el desarrollo de la región y el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad suaitana.

El diseño de la red de distribución se estipula para la prestación del servicio público obligatorio de abastecimiento de agua y como componente fundamental del sistema de acueducto para la puesta en marcha de la Planta de Tratamiento de Agua Potable existente en el corregimiento, este sistema establece los criterios básicos y requisitos mínimos que deben cumplir las redes de distribución de agua en los diferentes procesos involucrados en el diseño, además del control y manejo de la fuente de abastecimiento, con el fin de garantizar la cobertura total, continuidad y calidad del suministro de agua potable, dentro de un nivel de complejidad determinado para el área en estudio.

El diseño para la recolección, transporte, evacuación y tratamiento del agua residual, se determina como prioritario, debido a la contaminación ambiental que presenta el corregimiento, debido a la descarga directa sobre quebradas y áreas específicas; el presente programa proyecta la construcción de la red de alcantarillado, salidas pluviales y planta de tratamiento de aguas residuales, dentro de los parámetros y normas técnicas, como alternativa única para dar fin a esta problemática.

El montaje de una planta de tratamiento de aguas residuales con sistema de Humedal Artificial, no implica altos costos, como otros sistemas de tratamiento, además es técnicamente viable para el corregimiento debido a su baja tasa de carga orgánica presente en el agua residual. Se propone un seguimiento y evaluación en la etapa de operación y mantenimiento, debido a que en Colombia existe poca información y pocos sistemas que adecuen este proceso al tratamiento.

El programa en el sistema de tratamiento de residuos sólidos, con su respectivo control y manejo, presenta una solución idónea y eficiente para dar respuesta a la disposición final de los residuos del corregimiento, es así como se propone la puesta en marcha del sistema de compostación y reciclaje, planteando como solución alterna el relleno sanitario.

BIBLIOGRAFIA

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, SECTOR AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. Reglamento Técnico Del Sector De Agua Potable Y Saneamiento Básico (RAS – 2000), Santa Fe de Bogota, 2000.

TORRES N., Álvaro y VILLATE B., Eduardo. Topografía. 2ª ed. Santa Fe de Bogota. Norma, 1968.

REDHISP, (Grupo de Redes Hidráulicas y Sistemas a Presión). Manual del usuario de EPANET. Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente y Universidad Politécnica de Valencia. España, 2002.

CRITES, Ron y TCHOBANOGLIOUS, George. Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones. Mc. Graw Hill, 2000

CORPORACION DE DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA. Normas técnicas de alcantarillado, Bucaramanga, 1996.

CHAPARRO, Ana Elizabeth y RUEDA BELTRAN, Félix Antonio. Plan de saneamiento ambiental y diseño acueducto Corporatigre. Facultad De Ciencias Físico Mecánicas, Universidad Industrial de Santander, 2000.

RODRIGUEZ, Andrés y Caballero, Luis Martín. Diseño del plan maestro de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales para el Municipio de Oiba. Facultad De Ciencias Físico Mecánicas, Universidad Industrial de Santander, 2002

OBANDO SANTAMARIA, Carlos Alberto y CEDEÑO, Richard Alexander. Manejo, tratamiento y diseño de las aguas residuales del Municipio de Santa Barbara. Facultad De Ciencias Físico Mecánicas, Universidad Industrial de Santander, 2002.

GONZALES, Oscar Gilberto y MANRIQUE, José Rafael. Manejo y tratamiento de las aguas residuales. Facultad De Ciencias Físico Mecánicas, Universidad Industrial de Santander, 2002.

RAMIREZ, Lincoln y CACERES, Maria Ximena. Los Humedales construidos como alternativa para el tratamiento de aguas residuales domesticas en pequeñas poblaciones. Facultad De Ciencias Físico Químicas, Universidad Industrial de Santander, 1998.

OPAZO G., Mario. Manual para el tratamiento integral de basuras para producir abono orgánico (Compost) a partir de desechos sólidos domésticos, santa Fe de Bogota, 1991.

www.disaster-info.net/desplazados/documentos/saneamiento01/1/recon.htm

www.uacj.mx/ingcivil/cursos/manuel_nova/abas_aguapot/aapa2.4.ppt

www.geocities.com/tratamientoaguasresiduales/indexcaste.htm

www.geocities.com/jalarab/

www.humedales@supercabletv.net.co

www.emision.com/514.htm

www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/rwesiduos.html

www.uesp.gov.co/html/rellenosanitario.html

www.infoagro.com/abonos/compostaje.asp.24k

ANEXO 1, 2 y 3

**TOPOGRAFIA GENERAL
CORREGIMIENTO DE SAN JOSE
DE SUAITA**

Anexo 1. Cartera de campo corregimiento de San José del Municipio de Suaita

| Δ | O | ABSC | ÁNG EXT | | | HILOS | | | ANG VERT | | | DIST | OBSERVACION | GRAFICO | |
|----|-----|-------------|---------|-----|----|-------|------|------|----------|----|-------|---------------------|-------------|---------|--|
| | | | G | M | S | SUP | | INF | G | M | S | | | | |
| | N | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | |
| Δ1 | | K0 + 71,33 | | | | | | | | | | | tuberia | | |
| | P1 | | 238 | 1 | 28 | | | | | | 2,59 | carretera LE | | | |
| | P2 | | 58 | 1 | 28 | | | | | | 2,4 | carretera LW | | | |
| | P3 | | 160 | 59 | 46 | | | | | | 19,45 | limite predio Mz.01 | | | |
| | P4 | | 179 | 17 | 47 | | | | | | 10,69 | construccion | | | |
| | Δ2 | | 149 | 45 | 38 | 2,76 | 2,4 | 2,04 | 91 | 16 | 9 | 71,33 | tuberia | | |
| Δ2 | | K0 + 126,74 | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ1 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | |
| | P5 | | 73 | 42 | 14 | | | | | | 29,77 | predio mz.02 | | | |
| | P6 | | 104 | 3 | 3 | | | | | | 7,76 | predio mz.02 | | | |
| | Δ3 | | 165 | 57 | 54 | 2,08 | 1,8 | 1,52 | 94 | 7 | 58 | 55,41 | tuberia | | |
| Δ3 | | K0 + 163,78 | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ2 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | |
| | P7 | | 55 | 9 | 0 | | | | | | 3,57 | carretera LE | | | |
| | P8 | | 66 | 24 | 31 | | | | | | 18,22 | predio mz.2 | | | |
| | P9 | | 129 | 44 | 12 | | | | | | 10,41 | carretera LE | | | |
| | P10 | | 182 | 19 | 50 | | | | | | 41,2 | predio mz.17 | | | |
| | P11 | | 188 | 58 | 25 | | | | | | 33,22 | predio mz.16 | | | |
| | P12 | | 285 | 4 | 4 | | | | | | 3,78 | carretera LW | | | |
| | Δ4 | | 182 | 45 | 36 | 2,2 | 2,1 | 2 | 88 | 42 | 1 | 37,04 | tuberia | | |
| Δ4 | | K0 + 247,11 | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ3 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | |
| | P13 | | 40 | 57 | 49 | | | | | | 15,06 | arco mz.16 | | | |
| | P14 | | 157 | 59 | 31 | | | | | | 37,11 | predio mz.16 | | | |
| | P15 | | 165 | 9 | 5 | | | | | | 38,88 | esq. Mz.04 | | | |
| | P16 | | 166 | 44 | 1 | | | | | | 34,09 | predio mz.03 | | | |
| | P17 | | 292 | 13 | 33 | | | | | | 7,98 | predio mz.03 | | | |
| | P18 | | 340 | 2 | 34 | | | | | | 22,58 | predio mz.03 | | | |
| | P19 | | 352 | 22 | 16 | | | | | | 32,59 | esq. Mz.03 | | | |
| | Δ5 | | 159 | 46 | 39 | 1,8 | 1,52 | 1,24 | 91 | 55 | 8 | 83,33 | tuberia | | |
| Δ5 | | K0 + 360,97 | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ4 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | |
| | P20 | | 6 | 50 | 21 | | | | | | 26,8 | esq. Mz.16 | | | |
| | P21 | | 8 | 42 | 1 | | | | | | 22,44 | esq. Mz.15 | | | |
| | P22 | | 26 | 54 | 3 | | | | | | 6,44 | predio mz.15 | | | |
| | P23 | | 16 | 9 | 32 | | | | | | 21,01 | predio mz.04 | | | |
| | Δ6 | | 161 | 21 | 6 | 2,45 | 2,16 | 1,87 | 92 | 51 | 56 | 113,86 | tuberia | | |
| Δ6 | | K0 + 735,12 | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ5 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | |
| | P24 | | 10 | 18 | 30 | | | | | | 52,13 | esq. Mz.15 | | | |
| | P25 | | 12 | 55 | 42 | | | | | | 47,23 | esq. Mz.14 | | | |
| | P26 | | 145 | 563 | 56 | | | | | | 9,71 | esq. Mz.14 | | | |
| | P27 | | 155 | 13 | 57 | | | | | | 10,36 | esq. parque | | | |
| | P28 | | 196 | 55 | 30 | | | | | | 31,25 | esq. parque | | | |
| | P29 | | 283 | 4 | 56 | | | | | | 10,48 | esq. Mz.05 | | | |
| | P30 | | 315 | 0 | 6 | | | | | | 10,43 | esq. Mz.07 | | | |
| | P31 | | 357 | 39 | 54 | | | | | | 48,51 | esq. Mz.05 | | | |
| | P32 | | 357 | 50 | 3 | | | | | | 52,2 | esq. Mz.04 | | | |
| | Δ7 | | 210 | 10 | 11 | 1,95 | 1,82 | 1,69 | 93 | 21 | 33 | 74,15 | tuberia | | |

Anexo 1. Cartera de campo corregimiento de San José del Municipio de Suaita

| Δ | O | ABSC | ÁNG EXT | | | HILOS | | | ANG VERT | | | DIST | OBSERVACION | GRAFICO | | |
|-----|-----|-------------|---------|----|----|-------|------|------|----------|----|----|--------|---------------|---------|--|--|
| | | | G | M | S | SUP | | INF | G | M | S | | | | | |
| Δ7 | | K0 + 535,42 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ6 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P33 | | 10 | 23 | 43 | | | | | | | 41,67 | esq. Mz.13 | | | |
| | P34 | | 78 | 43 | 59 | | | | | | | 9,58 | esq. Mz.12 | | | |
| | P35 | | 109 | 24 | 14 | | | | | | | 9,67 | predio mz.12 | | | |
| | P36 | | 149 | 53 | 51 | | | | | | | 18,55 | predio mz.12 | | | |
| | P37 | | 154 | 4 | 1 | | | | | | | 26,93 | esq. Mz.11 | | | |
| | P38 | | 181 | 22 | 12 | | | | | | | 21,57 | predio mz.08 | | | |
| | P39 | | 185 | 27 | 32 | | | | | | | 15,93 | esq. Mz.08 | | | |
| | P40 | | 187 | 30 | 53 | | | | | | | 13,25 | esq. Mz.07 | | | |
| | P41 | | 211 | 42 | 11 | | | | | | | 25,97 | predio mz.08 | | | |
| | P42 | | 224 | 47 | 5 | | | | | | | 5,74 | predio mz.07 | | | |
| | P43 | | 336 | 2 | 33 | | | | | | | 24,09 | esq. Mz.07 | | | |
| | P44 | | 340 | 7 | 23 | | | | | | | 29,80 | esq. Mz.06 | | | |
| | Δ8 | | 170 | 6 | 2 | 2,94 | 2,62 | 2,3 | 89 | 40 | 27 | 100,30 | tuberia | | | |
| Δ8 | | K0 + 619,21 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ7 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P45 | | 4 | 36 | 5 | | | | | | | 48,07 | predio mz.11 | | | |
| | P46 | | 12 | 42 | 33 | | | | | | | 57,05 | predio mz.11 | | | |
| | P47 | | 321 | 45 | 28 | | | | | | | 21,47 | predio mz.09 | | | |
| | P48 | | 337 | 2 | 57 | | | | | | | 20,98 | predio mz.09 | | | |
| | P49 | | 341 | 28 | 21 | | | | | | | 32,68 | predio mz.09 | | | |
| | P50 | | 355 | 23 | 55 | | | | | | | 69,03 | predio mz.08 | | | |
| Δ9 | | K0 + 635,74 | | | | 1,86 | 1,51 | 1,16 | 85 | 48 | 2 | 83,79 | | | | |
| | Δ3 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P51 | | 31 | 33 | 26 | | | | | | | 7,33 | esq. Mz.17 | | | |
| | P52 | | 109 | 37 | 52 | | | | | | | 3,33 | esq. Plazuela | | | |
| | P53 | | 227 | 37 | 53 | | | | | | | 5,53 | esq. Mz.15 | | | |
| | P54 | | 283 | 40 | 53 | | | | | | | 5,12 | esq. Mz.16 | | | |
| | Δ10 | | 75 | 12 | 16 | 1,15 | 0,9 | 0,65 | 80 | 20 | 36 | 16,53 | tuberia | | | |
| Δ10 | | K0 + 684,46 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ9 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P55 | | 80 | 46 | 41 | | | | | | | 4,31 | esq. Mz.17 | | | |
| | P56 | | 131 | 46 | 43 | | | | | | | 19,08 | esq. Mz.17 | | | |
| | P57 | | 148 | 37 | 7 | | | | | | | 25,56 | esq. Mz.19 | | | |
| | P58 | | 161 | 17 | 35 | | | | | | | 22,75 | esq. Mz.20 | | | |
| | P59 | | 207 | 31 | 14 | | | | | | | 8,36 | predio mz.20 | | | |
| | P60 | | 313 | 56 | 36 | | | | | | | 5,05 | esq. Plazuela | | | |
| | Δ11 | | | | | 2,76 | 2,53 | 2,3 | 84 | 34 | 27 | 48,72 | tuberia | | | |
| Δ11 | | K0 + 709,38 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ10 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P61 | | 9 | 54 | 18 | | | | | | | 18,08 | esq. Mz.18 | | | |
| | P62 | | 152 | 12 | 23 | | | | | | | 2,73 | predio mz.18 | | | |
| | P63 | | 209 | 47 | 6 | | | | | | | 10,33 | esq. Mz.19 | | | |
| | P64 | | 335 | 7 | 29 | | | | | | | 12,74 | predio mz.19 | | | |
| | Δ12 | | 211 | 56 | 7 | 2,48 | 2,2 | 1,92 | 83 | 39 | 5 | 24,92 | tuberia | | | |

Anexo 1. Cartera de campo corregimiento de San José del Municipio de Suaita

| Δ | O | ABSC | ÁNG EXT | | | HILOS | | | ANG VERT | | | DIST | OBSERVACION | GRAFICO | | |
|-----|-----|-------------|---------|----|----|-------|------|------|----------|----|----|-------|-------------------|---------|--|--|
| | | | G | M | S | SUP | | INF | G | M | S | | | | | |
| Δ12 | | K0 + 778,30 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ11 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | 4,92 | | | | |
| | P65 | | 43 | 12 | 48 | | | | | | | 2,32 | esq. Mz.18 | | | |
| | P66 | | 209 | 50 | 24 | | | | | | | 17,53 | carretera LE | | | |
| | P67 | | 292 | 14 | 6 | | | | | | | 30,33 | esq. Mz.24 | | | |
| | P68 | | 309 | 43 | 35 | | | | | | | 11,25 | predio mz.19 | | | |
| | P69 | | 322 | 43 | 36 | | | | | | | 68,92 | esq. Mz.19 | | | |
| | Δ13 | | 303 | 42 | 18 | 2,64 | 2,49 | 2,34 | 89 | 19 | 35 | | tuberia | | | |
| Δ13 | | K0 + 801,62 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ12 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | 31,65 | | | | |
| | P70 | | 6 | 28 | 16 | | | | | | | 8,67 | | | | |
| | P71 | | 26 | 8 | 10 | | | | | | | 18,69 | predio mz.24 | | | |
| | P72 | | 106 | 9 | 22 | | | | | | | 23,32 | esq. Mz.24 | | | |
| | P73 | | 128 | 50 | 41 | | | | | | | 23,35 | esq. Mz.26 | | | |
| | P74 | | 146 | 11 | 22 | | | | | | | 20,63 | esq. Mz.26 | | | |
| | P75 | | 164 | 37 | 30 | | | | | | | 20,62 | esq. Mz.25 | | | |
| | P76 | | 164 | 37 | 30 | | | | | | | 25,54 | esq. Mz.25 | | | |
| | P77 | | 343 | 37 | 32 | | | | | | | 98,84 | esq. Mz.20 | | | |
| | P77 | | 349 | 41 | 40 | | | | | | | | esq. Mz.19 | | | |
| | Δ14 | | 174 | 5 | 19 | 1,56 | 1,42 | 1,28 | 88 | 53 | 33 | | tuberia | | | |
| Δ14 | | K0 + 900,46 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ13 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P78 | | 0 | 50 | 12 | | | | | | | 39,61 | esq. Mz.25 | | | |
| | P79 | | 102 | 40 | 1 | | | | | | | 15,67 | esq. Mz.25 | | | |
| | P80 | | 337 | 0 | 48 | | | | | | | 35,13 | esq. Mz.21 | | | |
| | P81 | | 344 | 20 | 30 | | | | | | | 42,81 | esq. Mz.20 | | | |
| Δ15 | | K0 + 994,85 | | | | 1,95 | 1,8 | 1,65 | 87 | 5 | 45 | | | | | |
| | Δ13 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P82 | | 29 | 18 | 50 | | | | | | | 5,17 | esq. Mz.26 | | | |
| | P83 | | 70 | 32 | 6 | | | | | | | 11,25 | esq. Mz.26 | | | |
| | P84 | | 281 | 37 | 50 | | | | | | | 7,52 | esq. Mz.25 | | | |
| | P85 | | 336 | 55 | 16 | | | | | | | 37,6 | esq. Mz.25 | | | |
| | Δ16 | | 138 | 28 | 14 | 2,56 | 2,4 | 2,24 | 84 | 43 | 43 | | tuberia | | | |
| Δ16 | | K1 + 17,74 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ15 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P86 | | 244 | 36 | 40 | | | | | | | 30,94 | esq. Cancha | | | |
| | P87 | | 332 | 14 | 2 | | | | | | | 5,23 | esq. Cancha | | | |
| | P88 | | 351 | 2 | 29 | | | | | | | 13,23 | esq. Cancha | | | |
| | Δ17 | | 234 | 39 | 27 | 2,62 | 2,54 | 2,46 | 86 | 54 | 46 | | tuberia | | | |
| Δ17 | | K1 + 52,11 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ16 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P89 | | 341 | 58 | 5 | | | | | | | 20,51 | arco carretera LW | | | |
| | P90 | | 322 | 36 | 59 | | | | | | | 10,27 | arco carretera LW | | | |
| | Δ18 | | 97 | 8 | 21 | 1,88 | 1,75 | 1,62 | 81 | 7 | 47 | | tuberia | | | |
| Δ18 | | K1 + 88,57 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ17 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P91 | | 62 | 15 | 40 | | | | | | | 3,5 | arco carretera LE | | | |
| | P92 | | 149 | 9 | 57 | | | | | | | 6,51 | arco carretera LE | | | |
| | Δ19 | | 186 | 25 | 25 | 2,24 | 2,1 | 1,96 | 99 | 44 | 11 | | tuberia | | | |
| Δ19 | | K1 + 105,62 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ18 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | Δ20 | | 225 | 51 | 29 | 2,84 | 2,6 | 2,36 | 89 | 53 | 47 | | tuberia | | | |
| Δ20 | | K1 + 149,94 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ19 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | Δ21 | | 214 | 48 | 14 | 2,62 | 2,4 | 2,18 | 91 | 47 | 13 | | tuberia | | | |

Anexo 1. Cartera de campo corregimiento de San José del Municipio de Suaita

| Δ | O | ABSC | ÁNG EXT | | | HILOS | | | ANG VERT | | | DIST | OBSERVACION | GRAFICO | | |
|-----|------|-------------|---------|----|----|-------|------|------|----------|----|----|-------|----------------|---------|--|--|
| | | | G | M | S | SUP | | INF | G | M | S | | | | | |
| Δ21 | | K1 + 191,31 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ20 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P93 | | 143 | 50 | 53 | | | | | | | 3,51 | esq. Mz.27 | | | |
| | P94 | | 262 | 58 | 51 | | | | | | | 22,16 | esq. Mz.27 | | | |
| | P95 | | 323 | 41 | 54 | | | | | | | 3,95 | esq. Mz.27 | | | |
| | Δ22 | | 270 | 53 | 1 | 2,86 | 2,6 | 2,34 | 91 | 29 | 56 | 41,67 | tuberia | | | |
| Δ22 | | K0 + 232,98 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ21 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P96 | | 118 | 36 | 49 | | | | | | | 3,71 | esq. Mz.27 | | | |
| | P97 | | 305 | 36 | 48 | | | | | | | 3,41 | esq. Mz.27 | | | |
| | Δ23 | | 244 | 5 | 33 | 2,5 | 2,3 | 2,1 | 109 | 27 | 12 | 34,34 | tuberia | | | |
| Δ23 | | K0 + 267,32 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ22 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P98 | | 42 | 52 | 12 | | | | | | | 4,09 | esq. Mz.27 | | | |
| | P99 | | 109 | 42 | 5 | | | | | | | 2,47 | esq. Mz.27 | | | |
| | P100 | | 323 | 16 | 13 | | | | | | | 5,35 | esq. Mz.27 | | | |
| | Δ24 | | 108 | 45 | 33 | 3,2 | 2,7 | 2,2 | 89 | 40 | 23 | 96,43 | tuberia | | | |
| Δ24 | | K1 + 363,75 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ23 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P101 | | 279 | 16 | 1 | | | | | | | 27,07 | predio mz.23 | | | |
| | P102 | | 323 | 37 | 48 | | | | | | | 4 | esq. Mz.23 | | | |
| | P103 | | 140 | 58 | 58 | | | | | | | 6,14 | esq. Mz.27 | | | |
| | Δ25 | | 272 | 46 | 57 | 2,82 | 2,5 | 2,18 | 89 | 53 | 44 | 60,37 | tuberia | | | |
| Δ25 | | K1 + 424,12 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ24 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P104 | | 145 | 49 | 20 | | | | | | | 12,83 | arco carretera | | | |
| | P105 | | 248 | 53 | 59 | | | | | | | 6,11 | esq. Mz.23 | | | |
| | Δ27 | | 107 | 7 | 30 | | | | | | | | tuberia | | | |
| Δ26 | | K1 + 430,23 | | | | 2,93 | 2,6 | 2,27 | 89 | 1 | 40 | 74,86 | | | | |
| | Δ9 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P106 | | 14 | 38 | 4 | | | | | | | 25,47 | esq. Plazuela | | | |
| | P107 | | 74 | 13 | 32 | | | | | | | 10,6 | esq. Mz.20 | | | |
| | P108 | | 123 | 0 | 31 | | | | | | | 7,82 | esq. Mz.21 | | | |
| | P109 | | 215 | 45 | 41 | | | | | | | 12,82 | esq. Mz.14 | | | |
| | P110 | | 226 | 23 | 22 | | | | | | | 8,77 | esq. Mz.15 | | | |
| | Δ27 | | 173 | 3 | 44 | 2,2 | 1,95 | 1,7 | 94 | 38 | 39 | 61,82 | tuberia | | | |
| Δ27 | | K1 + 492,05 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ26 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P111 | | 69 | 39 | 46 | | | | | | | 10,54 | esq zona verde | | | |
| | P112 | | 91 | 33 | 50 | | | | | | | 9 | esq zona verde | | | |
| | P113 | | 201 | 18 | 15 | | | | | | | 11,23 | esq. Mz.22 | | | |
| | P114 | | 225 | 53 | 43 | | | | | | | 38,33 | esq. Mz.14 | | | |
| | P115 | | 266 | 30 | 44 | | | | | | | 7,67 | esq. Mz.14 | | | |
| | Δ28 | | 222 | 4 | 13 | 3,83 | 3,4 | 2,97 | 91 | 55 | 38 | 86,24 | tuberia | | | |

Anexo 1. Cartera de campo corregimiento de San José del Municipio de Suaita

| Δ | O | ABSC | ÁNG EXT | | | HILOS | | | ANG VERT | | | DIST | OBSERVACION | GRAFICO | | |
|-----|------|-------------|---------|----|----|-------|------|------|----------|----|----|-------|-----------------|---------|--|--|
| | | | G | M | S | SUP | | INF | G | M | S | | | | | |
| Δ28 | | K1 + 578,29 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ27 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P116 | | 10 | 27 | 16 | | | | | | | 16,9 | esq. Mz.22 | | | |
| | P117 | | 188 | 30 | 47 | | | | | | | 11,97 | esq. Mz.12 | | | |
| | P118 | | 230 | 13 | 37 | | | | | | | 5,03 | esq zona verde | | | |
| | P119 | | 313 | 45 | 11 | | | | | | | 5,03 | esq. Mz.13 | | | |
| | P120 | | 347 | 4 | 17 | | | | | | | 20,61 | esq. Mz.13 | | | |
| | P121 | | 349 | 38 | 22 | | | | | | | 22,47 | esq. Parque | | | |
| | Δ29 | | 158 | 52 | 58 | 2,6 | 2,45 | 2,3 | 87 | 57 | 53 | 70,69 | tuberia | | | |
| Δ29 | | K1 + 648,93 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ28 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P122 | | 14 | 31 | 48 | | | | | | | 15,63 | predio1 | | | |
| | P123 | | 33 | 1 | 54 | | | | | | | 5,61 | predio1 | | | |
| | P124 | | 70 | 43 | 51 | | | | | | | 10,98 | predio1 | | | |
| | P125 | | 231 | 56 | 59 | | | | | | | 21,63 | predio2 | | | |
| | P126 | | 244 | 5 | 42 | | | | | | | 18,93 | predio2 | | | |
| | P127 | | 259 | 1 | 47 | | | | | | | 13,61 | predio3 | | | |
| | P128 | | 313 | 51 | 22 | | | | | | | 12,75 | predio3 | | | |
| | P129 | | 328 | 35 | 52 | | | | | | | 25,12 | esq. Mz.12 | | | |
| | P130 | | 341 | 49 | 29 | | | | | | | 37,59 | predio mz.12 | | | |
| | Δ30 | | 148 | 11 | 37 | 2,24 | 2 | 1,76 | 88 | 6 | 53 | 67,19 | tuberia | | | |
| Δ30 | | K1 + 716,12 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ29 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P131 | | 12 | 55 | 1 | | | | | | | 22,08 | predio 4 | | | |
| | P132 | | 52 | 58 | 2 | | | | | | | 18,07 | predio 4 | | | |
| | P133 | | 278 | 54 | 44 | | | | | | | 9,61 | esq. Mz.10 | | | |
| | P134 | | 330 | 37 | 12 | | | | | | | 20,45 | predio mz.10 | | | |
| | P135 | | 336 | 27 | 40 | | | | | | | 29,41 | esq. Mz.10 | | | |
| Δ31 | | K1 + 779,13 | | | | 1,85 | 1,55 | 1,25 | 93 | 8 | 57 | 63,61 | | | | |
| | Δ6 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P136 | | 15 | 91 | 48 | | | | | | | 9,16 | esq.plaza mz.06 | | | |
| | P137 | | 27 | 56 | 30 | | | | | | | 5,48 | esq.plaza mz.06 | | | |
| | P138 | | 112 | 43 | 36 | | | | | | | 3,07 | esq.plaza mz.06 | | | |
| | P139 | | 254 | 11 | 41 | | | | | | | 22,24 | esq. Mz.05 | | | |
| | P140 | | 348 | 22 | 34 | | | | | | | 20,72 | predio mz.05 | | | |
| | Δ32 | | 222 | 30 | 3 | 1,2 | 1,1 | 1 | 88 | 48 | 34 | 20,22 | tuberia | | | |
| Δ32 | | K1 + 799,35 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ31 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P141 | | 86 | 11 | 36 | | | | | | | 3,31 | carretera | | | |
| | Δ33 | | 106 | 37 | 22 | 1,68 | 1,5 | 1,32 | 95 | 21 | 25 | 12,55 | tuberia | | | |
| Δ33 | | K1 + 811,90 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ32 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P142 | | 48 | 14 | 50 | | | | | | | 2,81 | carretera | | | |
| | Δ34 | | 113 | 48 | 49 | 2,2 | 2,1 | 2 | 93 | 52 | 12 | 25,8 | tuberia | | | |
| Δ34 | | K1 + 837,70 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ33 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P143 | | 290 | 4 | 57 | | | | | | | 2,44 | carretera | | | |
| | P144 | | 251 | 59 | 55 | | | | | | | 8,51 | carretera | | | |
| | Δ35 | | 235 | 33 | 53 | 2,56 | 2,4 | 2,24 | 93 | 23 | 56 | 23,29 | tuberia | | | |
| Δ35 | | K1 + 860,99 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ34 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P145 | | 320 | 9 | 21 | | | | | | | 2,58 | carretera | | | |
| | Δ36 | | 275 | 24 | 42 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 95 | 10 | 30 | 8,77 | tuberia | | | |
| Δ36 | | K1 + 869,76 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ35 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | P146 | | 40 | 8 | 37 | | | | | | | 2,52 | carretera | | | |
| | Δ37 | | 96 | 15 | 20 | 2,89 | 2,7 | 2,51 | 92 | 40 | 6 | 23,85 | tuberia | | | |

Anexo 2. Calculo de coordenadas corregimiento de San José del Municipio de Suaita

| Δ | O | ÁNGULO EXTERIOR | | | AZIMUT | | | DIST | PROYECCIONES CALC | | | | C OORDENADAS | | |
|----|-----|-----------------|-----|----|--------|----|----|--------|-------------------|----------|----------|----------|--------------|---------|---------|
| | | G | M | S | G | M | S | | N | S | E | W | N | E | |
| Δ1 | | | | | | | | | | | | | | 1000,00 | 1000,00 |
| | P1 | 238 | 1 | 28 | 238 | 1 | 28 | 2,59 | | 1,371554 | | 2,19703 | | 998,62 | 1002,20 |
| | P2 | 58 | 1 | 28 | 58 | 1 | 28 | 2,40 | 1,270938 | | 2,035858 | | | 1001,27 | 997,96 |
| | P3 | 160 | 59 | 46 | 160 | 59 | 46 | 19,45 | | 18,38991 | 6,333549 | | | 981,60 | 993,66 |
| | P4 | 179 | 17 | 47 | 179 | 17 | 47 | 10,69 | | 10,68919 | 0,131273 | | | 989,26 | 999,79 |
| | Δ2 | 149 | 45 | 38 | 149 | 45 | 38 | 71,33 | | 61,62401 | 35,92285 | | | 938,36 | 964,07 |
| Δ2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P5 | 73 | 42 | 14 | 43 | 27 | 52 | 29,77 | 21,60711 | | 20,47891 | | | 959,97 | 943,59 |
| | P6 | 104 | 3 | 3 | 73 | 48 | 41 | 7,76 | 2,16349 | | 7,452309 | | | 940,53 | 956,61 |
| | Δ3 | 165 | 57 | 54 | 135 | 43 | 32 | 55,41 | | 39,67379 | 38,6815 | | | 898,69 | 925,39 |
| Δ3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P7 | 55 | 9 | 0 | 10 | 52 | 32 | 3,57 | 3,50588 | | 0,673575 | | | 902,20 | 924,71 |
| | P8 | 66 | 24 | 31 | 28 | 8 | 3 | 18,22 | 16,06723 | | 8,591419 | | | 915,57 | 918,52 |
| | P9 | 129 | 44 | 12 | 85 | 27 | 44 | 10,41 | 0,823602 | | 10,37737 | | | 899,52 | 915,01 |
| | P10 | 182 | 19 | 50 | 138 | 3 | 22 | 41,20 | | 30,64455 | 27,53818 | | | 868,04 | 897,85 |
| | P11 | 188 | 58 | 25 | 144 | 41 | 57 | 33,22 | | 27,11181 | 19,19682 | | | 871,58 | 906,19 |
| | P12 | 285 | 4 | 4 | 240 | 47 | 36 | 3,78 | | 1,844493 | | 3,299431 | | 896,85 | 928,69 |
| | Δ2 | 182 | 45 | 36 | 175 | 30 | 7 | 37,04 | | 36,92592 | 2,904872 | | | 861,77 | 922,48 |
| Δ4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P13 | 40 | 57 | 49 | 36 | 27 | 65 | 15,06 | 12,11108 | | 8,95128 | | | 873,88 | 913,53 |
| | P14 | 157 | 59 | 31 | 153 | 29 | 37 | 37,11 | | 33,20917 | 16,5621 | | | 828,56 | 905,92 |
| | P15 | 165 | 9 | 5 | 160 | 39 | 12 | 38,88 | | 36,6845 | 12,88028 | | | 825,07 | 909,60 |
| | P16 | 166 | 44 | 1 | 162 | 14 | 7 | 34,09 | | 32,4645 | 10,40117 | | | 829,29 | 912,08 |
| | P17 | 292 | 13 | 33 | 287 | 43 | 39 | 7,98 | 2,429832 | | | 7,601073 | | 864,20 | 930,09 |
| | P18 | 340 | 2 | 34 | 335 | 32 | 41 | 22,58 | 20,55423 | | | 9,347733 | | 862,33 | 931,83 |
| | P19 | 352 | 22 | 16 | 347 | 52 | 22 | 32,59 | 31,86271 | | | 6,846608 | | 893,63 | 929,33 |
| | Δ5 | 159 | 46 | 39 | 155 | 16 | 45 | 83,33 | | 75,69332 | 34,84839 | | | 786,07 | 887,63 |
| Δ5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P20 | 6 | 50 | 21 | 342 | 7 | 6 | 26,80 | 25,50536 | | | 8,228997 | | 811,58 | 895,87 |
| | P21 | 8 | 42 | 1 | 343 | 58 | 46 | 22,44 | 21,56849 | | | 6,193041 | | 807,64 | 893,83 |
| | P22 | 26 | 54 | 3 | 22 | 10 | 49 | 6,44 | 5,963444 | | 2,431242 | | | 792,51 | 887,39 |
| | P23 | 16 | 9 | 32 | 319 | 7 | 13 | 21,01 | 15,88535 | | | 13,75048 | | 901,96 | 901,39 |
| | Δ6 | 161 | 21 | 6 | 136 | 37 | 52 | 113,86 | | 82,77026 | 78,18685 | | | 703,29 | 809,44 |
| Δ6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P24 | 10 | 18 | 30 | 326 | 56 | 22 | 52,13 | 43,68986 | | | 28,43822 | | 746,98 | 837,88 |
| | P25 | 12 | 55 | 42 | 329 | 33 | 34 | 47,23 | 40,71959 | | | 23,9288 | | 744,01 | 833,37 |
| | P26 | 145 | 563 | 56 | 102 | 31 | 48 | 9,71 | | 2,106592 | 9,478733 | | | 701,16 | 799,91 |
| | P27 | 155 | 13 | 57 | 111 | 51 | 49 | 10,36 | | 3,858048 | 9,614836 | | | 699,43 | 799,82 |
| | P28 | 196 | 55 | 30 | 153 | 33 | 22 | 31,25 | | 27,98034 | 13,91629 | | | 675,30 | 795,52 |
| | P29 | 283 | 4 | 56 | 239 | 42 | 48 | 10,48 | | 5,285344 | | 9,049616 | | 698,00 | 818,50 |
| | P30 | 315 | 0 | 6 | 271 | 37 | 38 | 10,43 | 0,296176 | | | 10,42579 | | 703,59 | 819,87 |
| | P31 | 357 | 39 | 54 | 314 | 27 | 54 | 48,51 | 33,97997 | | | 34,62054 | | 737,17 | 844,16 |
| | P32 | 357 | 50 | 3 | 314 | 27 | 54 | 52,20 | 36,56471 | | | 37,25402 | | 741,90 | 848,84 |
| | Δ7 | 210 | 10 | 11 | 166 | 48 | 3 | 74,15 | | 72,19112 | 16,93117 | | | 631,10 | 792,51 |
| Δ7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P33 | 10 | 23 | 43 | 357 | 11 | 45 | 41,67 | 41,6201 | | | 2,038597 | | 672,73 | 794,55 |
| | P34 | 78 | 43 | 59 | 65 | 32 | 2 | 9,58 | 3,967604 | | 8,719777 | | | 635,06 | 783,79 |
| | P35 | 109 | 24 | 14 | 96 | 12 | 16 | 9,67 | | 1,045099 | 9,613359 | | | 630,05 | 782,89 |
| | P36 | 149 | 53 | 51 | 136 | 41 | 53 | 18,55 | | 13,49975 | 12,72239 | | | 617,59 | 779,78 |
| | P37 | 154 | 4 | 1 | 140 | 52 | 3 | 26,93 | | 20,88929 | 16,99595 | | | 610,20 | 775,81 |
| | P38 | 181 | 22 | 12 | 168 | 10 | 15 | 21,57 | | 21,11192 | 4,421728 | | | 609,98 | 788,09 |
| | P39 | 185 | 27 | 32 | 172 | 15 | 34 | 15,93 | | 15,78485 | 2,145573 | | | 615,30 | 740,36 |
| | P40 | 187 | 30 | 53 | 174 | 18 | 56 | 13,25 | | 13,18484 | 1,312407 | | | 617,90 | 791,19 |
| | P41 | 211 | 42 | 11 | 198 | 30 | 14 | 25,97 | | 24,62741 | | 8,242074 | | 606,64 | 800,59 |
| | P42 | 224 | 47 | 5 | 211 | 35 | 7 | 5,74 | | 4,889685 | | 3,006423 | | 626,20 | 795,52 |
| | P43 | 336 | 2 | 33 | 322 | 50 | 36 | 24,09 | 19,19942 | | | 14,55028 | | 650,38 | 807,30 |
| | P44 | 340 | 7 | 23 | 326 | 55 | 26 | 29,80 | 24,9708 | | | 16,26343 | | 656,07 | 808,77 |
| | Δ8 | 170 | 6 | 2 | 156 | 54 | 5 | 100,30 | | 92,25905 | 39,34918 | | | 538,83 | 753,16 |

Anexo 2. Calculo de coordenadas corregimiento de San José del Municipio de Suaita

| Δ | O | ANGULO EXTERIOR | | | AZIMUT | | | DIST | PROYECCIONES CALC | | | | C OORDENADAS | | | |
|-----|-----|-----------------|----|----|--------|----|----|-------|-------------------|----------|----------|----------|--------------|--------|--------|--|
| | | G | M | S | G | M | S | | N | S | E | W | N | E | | |
| Δ8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P45 | 4 | 36 | 5 | 340 | 8 | 27 | 48,07 | 45,2113 | | | | 16,32983 | 584,05 | 769,49 | |
| | P46 | 12 | 42 | 33 | 349 | 36 | 37 | 57,05 | 56,1146 | | | | 10,28855 | 594,95 | 763,45 | |
| | P47 | 321 | 45 | 28 | 298 | 39 | 33 | 21,47 | 10,29697 | | | | 18,83967 | 549,13 | 772,00 | |
| | P48 | 337 | 2 | 57 | 313 | 57 | 2 | 20,98 | 14,5609 | | | | 15,10432 | 553,40 | 768,27 | |
| | P49 | 341 | 28 | 21 | 318 | 22 | 26 | 32,68 | 24,42815 | | | | 21,70824 | 563,36 | 774,95 | |
| | P50 | 355 | 23 | 55 | 322 | 18 | 0 | 69,03 | 54,61816 | | | | 42,21371 | 599,96 | 785,25 | |
| Δ9 | | | | | 138 | 29 | 8 | 83,79 | | 62,741 | 55,53675 | | | 835,95 | 869,85 | |
| | P51 | 31 | 33 | 26 | 350 | 2 | 34 | 7,33 | 7,219589 | | | | 1,267451 | 843,18 | 871,12 | |
| | P52 | 109 | 37 | 52 | 68 | 7 | 0 | 3,33 | 1,241151 | | | 3,090056 | | 837,20 | 866,76 | |
| | P53 | 227 | 37 | 53 | 186 | 7 | 1 | 5,53 | | 5,498515 | | | 0,589266 | 830,45 | 870,44 | |
| | P54 | 283 | 40 | 53 | 242 | 10 | 1 | 5,12 | | 2,390512 | | | 4,527676 | 833,56 | 874,38 | |
| | Δ11 | 75 | 12 | 16 | 33 | 41 | 25 | 16,53 | 13,75376 | | | 9,169245 | | 849,71 | 860,68 | |
| Δ10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P55 | 80 | 46 | 41 | 294 | 28 | 6 | 4,31 | 1,78516 | | | | 3,92292 | 851,50 | 864,61 | |
| | P56 | 131 | 46 | 43 | 345 | 28 | 7 | 19,08 | 18,46964 | | | | 4,78737 | 868,18 | 865,47 | |
| | P57 | 148 | 37 | 7 | 2 | 18 | 32 | 25,56 | 25,53925 | | | 1,029731 | | 875,12 | 859,65 | |
| | P58 | 161 | 17 | 35 | 14 | 59 | 0 | 22,75 | 21,97652 | | | 5,881741 | | 871,69 | 854,80 | |
| | P59 | 207 | 31 | 14 | 64 | 12 | 38 | 8,36 | 3,637145 | | | 7,527335 | | 853,74 | 853,35 | |
| | P60 | 313 | 56 | 36 | 167 | 38 | 1 | 5,05 | | 4,93283 | | | 1,08152 | 844,77 | 859,60 | |
| | Δ11 | | | | 172 | 42 | 27 | 48,72 | | 48,32591 | | | 6,184262 | 898,04 | 866,86 | |
| Δ11 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P61 | 9 | 54 | 18 | 182 | 36 | 45 | 18,08 | | 18,06121 | | | 0,824103 | 879,98 | 867,69 | |
| | P62 | 152 | 12 | 23 | 324 | 54 | 50 | 2,73 | 2,233929 | | | | 1,569223 | 900,28 | 868,44 | |
| | P63 | 209 | 47 | 6 | 22 | 29 | 33 | 10,33 | 9,544193 | | | 3,951871 | | 907,59 | 862,91 | |
| | P64 | 335 | 7 | 29 | 147 | 49 | 56 | 12,74 | | 10,78432 | | | 6,78278 | 887,25 | 860,08 | |
| | Δ12 | 211 | 56 | 7 | 24 | 38 | 34 | 24,92 | 22,65041 | | | 10,39063 | | 920,69 | 856,47 | |
| Δ12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P65 | 43 | 12 | 48 | 247 | 61 | 22 | 4,92 | | 1,841251 | | | 4,562477 | 918,82 | 861,08 | |
| | P66 | 209 | 50 | 24 | 54 | 28 | 58 | 2,32 | 1,347799 | | | 1,888343 | | 922,04 | 854,58 | |
| | P67 | 292 | 14 | 6 | 136 | 52 | 40 | 17,53 | | 12,7951 | | 11,98275 | | 907,89 | 844,49 | |
| | P68 | 309 | 43 | 35 | 154 | 22 | 8 | 30,33 | | 27,34546 | | 13,12001 | | 893,34 | 843,35 | |
| | P69 | 322 | 43 | 36 | 167 | 22 | 10 | 11,25 | | 10,97775 | | 2,459966 | | 909,71 | 854,01 | |
| | Δ13 | 303 | 42 | 18 | 148 | 20 | 42 | 68,92 | | 58,66633 | | 36,16944 | | 862,02 | 820,30 | |
| Δ13 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P70 | 6 | 28 | 16 | 334 | 49 | 8 | 31,65 | 28,64222 | | | | 13,46647 | 890,66 | 833,77 | |
| | P71 | 26 | 8 | 10 | 354 | 29 | 2 | 8,67 | 8,629851 | | | | 0,833409 | 870,65 | 821,14 | |
| | P72 | 106 | 9 | 22 | 74 | 30 | 14 | 18,69 | 4,993463 | | | 18,01059 | | 867,01 | 802,29 | |
| | P73 | 128 | 50 | 41 | 97 | 11 | 33 | 23,32 | | 2,919742 | | 23,1365 | | 859,10 | 797,16 | |
| | P74 | 146 | 11 | 22 | 114 | 32 | 13 | 23,35 | | 9,696786 | | 21,24135 | | 852,32 | 799,06 | |
| | P75 | 164 | 37 | 30 | 132 | 58 | 22 | 20,63 | | 14,06246 | | 15,09451 | | 847,95 | 805,20 | |
| | P76 | 343 | 37 | 32 | 311 | 58 | 24 | 20,62 | 13,79034 | | | | 15,33007 | 975,81 | 835,64 | |
| | P77 | 349 | 41 | 40 | 318 | 2 | 32 | 25,54 | 18,99251 | | | | 17,0756 | 881,01 | 837,38 | |
| | Δ14 | 174 | 5 | 19 | 142 | 26 | 10 | 98,84 | | 78,3479 | | 60,25738 | | 783,66 | 760,04 | |
| Δ14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P78 | 0 | 50 | 12 | 323 | 16 | 22 | 39,61 | 31,74708 | | | | 23,68702 | 815,41 | 783,73 | |
| | P79 | 102 | 40 | 1 | 65 | 6 | 12 | 15,67 | 6,596804 | | | 14,21376 | | 790,26 | 745,82 | |
| | P80 | 337 | 0 | 48 | 299 | 26 | 59 | 35,13 | 17,272 | | | | 30,59076 | 800,94 | 790,63 | |
| | P81 | 344 | 20 | 30 | 307 | 36 | 53 | 42,81 | 26,12903 | | | | 33,91121 | 809,79 | 793,95 | |
| Δ15 | | | | | 110 | 18 | 27 | 94,39 | | 32,75884 | 88,52305 | | | 829,26 | 731,78 | |
| | P82 | 29 | 18 | 50 | 319 | 37 | 17 | 5,17 | 3,938404 | | | | 3,34931 | 833,20 | 735,13 | |
| | P83 | 70 | 32 | 6 | 0 | 50 | 33 | 11,25 | 11,24878 | | | 0,165419 | | 840,52 | 731,61 | |
| | P84 | 281 | 37 | 50 | 211 | 56 | 17 | 7,52 | | 6,381626 | | | 3,978096 | 822,87 | 735,76 | |
| | P85 | 336 | 55 | 16 | 267 | 13 | 43 | 37,60 | | 1,817998 | | | 37,55602 | 827,44 | 769,34 | |
| | Δ16 | 138 | 28 | 14 | 68 | 46 | 41 | 22,89 | 8,285759 | | | 21,33772 | | 837,55 | 710,44 | |

Anexo 2. Calculo de coordenadas corregimiento de San José del Municipio de Suaita

| Δ | O | ANGULO EXTERIOR | | | AZIMUT | | | DIST | PROYECCIONES CALC | | | | C OORDENADAS | |
|-----|------|-----------------|----|----|--------|----|----|-------|-------------------|----------|----------|----------|--------------|--------|
| | | G | M | S | G | M | S | | N | S | E | W | N | E |
| Δ16 | P86 | 244 | 36 | 40 | 133 | 23 | 22 | 30,94 | | 21,25435 | 22,48414 | | 816,29 | 687,95 |
| | P87 | 332 | 14 | 2 | 221 | 0 | 43 | 5,23 | 3,946416 | | 3,432012 | 833,60 | 713,87 | |
| | P88 | 351 | 2 | 29 | 239 | 49 | 10 | 13,23 | 6,651073 | | 11,43661 | 830,85 | 721,95 | |
| | Δ17 | 234 | 39 | 27 | 123 | 26 | 8 | 34,37 | | 18,93783 | 28,68197 | | 818,61 | 681,75 |
| Δ17 | P89 | 341 | 58 | 5 | 58 | 36 | 25 | 20,51 | 10,68379 | | 17,50762 | | 829,29 | 664,24 |
| | P90 | 322 | 36 | 59 | 77 | 57 | 31 | 10,27 | 2,142509 | | 10,04403 | | 820,75 | 671,71 |
| | Δ18 | 97 | 8 | 21 | 40 | 34 | 30 | 36,46 | 27,69338 | | 23,71515 | | 846,27 | 658,12 |
| Δ18 | P91 | 62 | 15 | 40 | 282 | 50 | 10 | 3,50 | 0,777571 | | | 3,412533 | 847,08 | 661,45 |
| | P92 | 149 | 9 | 57 | 9 | 44 | 27 | 6,51 | 6,416146 | | 1,101439 | | 852,72 | 656,93 |
| | Δ19 | 186 | 25 | 25 | 46 | 59 | 55 | 17,05 | 11,62837 | | 12,4693 | | 857,94 | 645,56 |
| Δ19 | Δ20 | 225 | 51 | 29 | 92 | 51 | 24 | 44,32 | | 2,208802 | 44,26493 | | 856,73 | 621,27 |
| | Δ20 | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ19 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | |
| Δ21 | Δ21 | 214 | 48 | 14 | 127 | 3 | 38 | 41,37 | | 24,93199 | 33,01322 | | 831,45 | 588,52 |
| | P93 | 143 | 50 | 53 | 91 | 30 | 31 | 3,51 | | 0,092408 | 3,508783 | | 831,36 | 585,00 |
| | P94 | 262 | 58 | 51 | 210 | 38 | 29 | 22,16 | | 19,06589 | | 11,29413 | 812,38 | 599,81 |
| | P95 | 323 | 41 | 54 | 271 | 21 | 32 | 3,95 | 0,093674 | | | 3,948889 | 831,54 | 592,47 |
| Δ22 | Δ22 | 270 | 53 | 1 | 218 | 32 | 39 | 41,67 | | 32,59128 | | 25,96532 | 798,86 | 614,48 |
| | P96 | 118 | 36 | 49 | 157 | 9 | 28 | 3,71 | | 3,419052 | 1,440203 | | 795,43 | 613,04 |
| | P97 | 305 | 36 | 48 | 344 | 9 | 27 | 3,41 | 3,280474 | | | 0,930909 | 802,14 | 615,42 |
| | Δ23 | 244 | 5 | 33 | 282 | 38 | 11 | 34,34 | 7,512322 | | | 33,50822 | 806,37 | 648,00 |
| Δ23 | P98 | 42 | 52 | 12 | 145 | 30 | 24 | 4,09 | | 3,370946 | 2,316209 | | 802,99 | 645,68 |
| | P99 | 109 | 42 | 5 | 302 | 20 | 16 | 2,47 | 1,321227 | | | 2,086926 | 807,49 | 650,08 |
| | P100 | 323 | 16 | 13 | 65 | 54 | 24 | 5,35 | 2,184 | | 4,883917 | | 808,56 | 643,10 |
| | Δ24 | 108 | 45 | 33 | 212 | 23 | 44 | 96,43 | | 81,42255 | | 51,66346 | 724,95 | 699,66 |
| Δ24 | P101 | 279 | 16 | 1 | 311 | 39 | 45 | 27,07 | 17,99455 | | | 20,22328 | 742,95 | 719,89 |
| | P102 | 323 | 37 | 48 | 356 | 1 | 33 | 4,00 | 3,990382 | | | 0,277227 | 728,94 | 699,94 |
| | P103 | 140 | 58 | 58 | 173 | 22 | 42 | 6,14 | | 6,099041 | 0,708021 | | 718,84 | 698,95 |
| | Δ25 | 272 | 46 | 57 | 305 | 10 | 41 | 60,37 | 34,78032 | | | 49,34436 | 759,73 | 749,01 |
| Δ25 | P104 | 145 | 49 | 20 | 271 | 0 | 1 | 12,83 | 0,223977 | | | 12,82804 | 759,95 | 761,84 |
| | P105 | 248 | 53 | 59 | 14 | 4 | 40 | 6,11 | 5,926495 | | 1,486189 | | 765,65 | 747,42 |
| | Δ27 | 107 | 7 | 30 | | | | | | | | | | |
| Δ26 | | | | | 135 | 4 | 38 | 74,86 | | 53,00531 | 52,86262 | | 782,94 | 816,99 |
| | P106 | 14 | 38 | 4 | 329 | 42 | 42 | 25,47 | 21,9933 | | | 12,84584 | 804,94 | 829,83 |
| | P107 | 74 | 13 | 32 | 29 | 18 | 11 | 10,60 | 9,243658 | | 5,187947 | | 792,20 | 811,80 |
| | P108 | 123 | 0 | 31 | 78 | 5 | 9 | 7,82 | 1,614409 | | 7,651541 | | 784,56 | 809,34 |
| | P109 | 215 | 45 | 41 | 170 | 50 | 19 | 12,82 | | 12,65647 | 2,041148 | | 770,36 | 814,96 |
| | P110 | 226 | 23 | 22 | 181 | 28 | 1 | 8,77 | | 8,767126 | | 0,224514 | 774,17 | 817,21 |
| | Δ27 | 173 | 3 | 44 | 128 | 8 | 22 | 61,82 | | 38,17864 | 48,62205 | | 744,77 | 768,37 |
| Δ27 | P111 | 69 | 39 | 46 | 17 | 48 | 9 | 10,54 | 10,0353 | | 3,222466 | | 754,80 | 765,14 |
| | P112 | 91 | 33 | 50 | 39 | 42 | 13 | 9,00 | 6,924234 | | 5,749347 | | 751,69 | 762,61 |
| | P113 | 201 | 18 | 15 | 149 | 26 | 37 | 11,23 | | 9,670481 | 5,709176 | | 735,20 | 762,72 |
| | P114 | 225 | 53 | 43 | 174 | 2 | 6 | 38,33 | | 38,12246 | 3,983289 | | 706,63 | 764,38 |
| | P115 | 266 | 30 | 44 | 214 | 39 | 6 | 7,67 | | 6,309526 | | 4,361053 | 738,45 | 772,73 |
| | Δ28 | 222 | 4 | 13 | 170 | 12 | 35 | 86,24 | | 84,98407 | 14,66445 | | 659,68 | 753,70 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Δ28 | P116 | 10 | 27 | 16 | 0 | 39 | 51 | 16,90 | 16,89886 | | 0,195899 | | 676,68 | 753,50 |
| | P117 | 188 | 30 | 47 | 178 | 43 | 22 | 11,97 | | 11,96703 | 0,26681 | | 647,81 | 753,43 |
| | P118 | 230 | 13 | 37 | 220 | 26 | 12 | 5,03 | | 3,828451 | | 3,262494 | 655,95 | 756,97 |
| | P119 | 313 | 45 | 11 | 300 | 57 | 46 | 5,03 | 2,58784 | | | 4,313234 | 662,61 | 757,90 |
| | P120 | 347 | 4 | 17 | 337 | 16 | 52 | 20,61 | 19,01089 | | | 7,959791 | 678,80 | 761,66 |
| | P121 | 349 | 38 | 22 | 339 | 50 | 57 | 22,47 | 21,09459 | | | 7,740752 | 680,88 | 761,44 |
| | Δ29 | 158 | 52 | 58 | 349 | 5 | 33 | 70,69 | 69,41291 | | | 13,37624 | 599,13 | 717,39 |

Anexo 2. Calculo de coordenadas corregimiento de San José del Municipio de Suaita

| Δ | 0 | ANGULO EXTERIOR | | | AZIMUT | | | DIST | PROYECCIONES CALC | | | | C OORDENADAS | | | |
|-----|------|-----------------|----|----|--------|----|----|--------|-------------------|----------|----------|----------|--------------|--------|--|--|
| | | G | M | S | G | M | S | | N | S | E | W | N | E | | |
| Δ29 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P122 | 14 | 31 | 48 | 343 | 37 | 21 | 15,63 | 14,99581 | | | 4,407108 | 614,13 | 721,80 | | |
| | P123 | 33 | 1 | 54 | 2 | 7 | 28 | 5,61 | 5,606144 | | 0,207963 | | 604,74 | 717,18 | | |
| | P124 | 70 | 43 | 51 | 39 | 49 | 24 | 10,98 | 8,43289 | | 7,031839 | | 607,56 | 710,36 | | |
| | P125 | 231 | 56 | 59 | 201 | 2 | 32 | 21,63 | | 20,18763 | | 7,766377 | 578,94 | 725,16 | | |
| | P126 | 244 | 5 | 42 | 213 | 11 | 15 | 18,93 | | 15,84221 | | 10,36192 | 583,28 | 727,76 | | |
| | P127 | 259 | 1 | 47 | 228 | 7 | 20 | 13,61 | | 9,085271 | | 10,1336 | 590,11 | 727,52 | | |
| | P128 | 313 | 51 | 22 | 282 | 56 | 55 | 12,75 | 2,856982 | | | 12,42579 | 602,02 | 729,97 | | |
| | P129 | 328 | 35 | 52 | 297 | 41 | 26 | 25,12 | 11,67317 | | | 22,24301 | 610,80 | 739,64 | | |
| | P130 | 341 | 49 | 29 | 310 | 55 | 2 | 37,59 | 24,62025 | | | 28,40513 | 623,75 | 745,80 | | |
| | Δ30 | 148 | 11 | 37 | 117 | 17 | 10 | 67,19 | | 30,80219 | 59,71366 | | 568,32 | 657,67 | | |
| Δ30 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P131 | 12 | 55 | 1 | 310 | 12 | 11 | 22,08 | 14,25261 | | | 16,86386 | 582,58 | 674,54 | | |
| | P132 | 52 | 58 | 2 | 350 | 15 | 11 | 18,07 | 17,80916 | | | 3,059196 | 586,14 | 660,73 | | |
| | P133 | 278 | 54 | 44 | 216 | 11 | 54 | 9,61 | | 7,755054 | | 5,675495 | 560,56 | 663,35 | | |
| | P134 | 330 | 37 | 12 | 267 | 54 | 22 | 20,45 | | 0,747184 | | 20,43635 | 567,58 | 678,11 | | |
| | P135 | 336 | 27 | 40 | 273 | 44 | 49 | 29,41 | 1,921941 | | | 29,34713 | 570,25 | 687,02 | | |
| Δ31 | | | | | 257 | 50 | 49 | 63,61 | | 13,39142 | | 62,18442 | 690,02 | 871,05 | | |
| | P136 | 15 | 91 | 48 | 93 | 0 | 37 | 9,16 | | 0,481038 | 9,14736 | | 689,84 | 861,89 | | |
| | P137 | 27 | 56 | 30 | 105 | 47 | 19 | 5,48 | | 1,491048 | 5,273251 | | 688,43 | 865,76 | | |
| | P138 | 112 | 43 | 36 | 194 | 34 | 25 | 3,07 | | 2,971223 | | 0,772485 | 687,00 | 871,61 | | |
| | P139 | 254 | 11 | 41 | 332 | 2 | 30 | 22,24 | 19,64434 | | | 10,42676 | 709,68 | 881,48 | | |
| | P140 | 348 | 22 | 34 | 66 | 13 | 23 | 20,72 | 8,353829 | | 18,96133 | | 698,38 | 852,08 | | |
| | Δ32 | 222 | 30 | 3 | 300 | 20 | 52 | 20,22 | 10,2161 | | | 17,44935 | 700,24 | 888,50 | | |
| Δ32 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P141 | 86 | 11 | 36 | 206 | 32 | 28 | 3,31 | | 2,961172 | | 1,47904 | 697,28 | 889,98 | | |
| | Δ33 | 106 | 37 | 22 | 226 | 58 | 14 | 12,55 | | 8,563795 | | 9,174089 | 691,66 | 897,69 | | |
| Δ33 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P142 | 48 | 14 | 50 | 95 | 13 | 4 | 2,81 | | 0,255546 | 2,798356 | | 691,40 | 894,86 | | |
| | Δ34 | 113 | 48 | 49 | 160 | 43 | 3 | 25,80 | | 24,35267 | 8,519834 | | 667,27 | 889,18 | | |
| Δ34 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P143 | 290 | 4 | 57 | 270 | 51 | 49 | 2,44 | 0,036776 | | | 2,439723 | 667,31 | 891,63 | | |
| | P144 | 251 | 59 | 55 | 232 | 46 | 57 | 8,51 | | 5,147209 | | 6,776898 | 662,12 | 895,97 | | |
| | Δ35 | 235 | 33 | 53 | 216 | 20 | 56 | 23,29 | | 18,7583 | | 13,804 | 648,51 | 902,99 | | |
| Δ35 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P145 | 320 | 9 | 21 | 356 | 30 | 17 | 2,58 | 2,575201 | | | 0,157293 | 651,09 | 903,15 | | |
| | Δ36 | 275 | 24 | 42 | 311 | 45 | 38 | 8,77 | 5,840988 | | | 6,541847 | 654,35 | 909,54 | | |
| Δ36 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P146 | 40 | 8 | 37 | 171 | 54 | 16 | 2,52 | | 2,494887 | 0,354878 | | 651,85 | 909,18 | | |
| | Δ37 | 96 | 15 | 20 | 228 | 0 | 58 | 23,85 | | 15,95378 | | 17,72849 | 638,35 | 927,32 | | |
| Δ38 | | | | | 338 | 15 | 52 | 15,37 | 14,27724 | | | 5,691869 | 934,97 | 862,16 | | |
| | P147 | 112 | 27 | 33 | 270 | 43 | 24 | 10,82 | 0,136594 | | | 10,81914 | 935,11 | 872,99 | | |
| | Δ39 | 127 | 10 | 10 | 285 | 26 | 1 | 41,26 | 10,98018 | | | 39,77214 | 945,95 | 901,94 | | |
| Δ39 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P148 | 302 | 29 | 30 | 48 | 52 | 7 | 4,08 | 2,683775 | | 3,073069 | | 948,72 | 898,88 | | |
| | Δ40 | 232 | 56 | 41 | 338 | 22 | 42 | 131,57 | 122,3124 | | | 48,4804 | 1068,97 | 950,42 | | |
| Δ40 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P149 | 207 | 30 | 56 | 4 | 53 | 38 | 23,74 | 23,65345 | | 2,025275 | | 1091,93 | 948,39 | | |
| | P150 | 241 | 56 | 10 | 40 | 18 | 52 | 77,18 | 58,85016 | | 49,93407 | | 1127,12 | 900,48 | | |
| | P151 | 251 | 2 | 17 | 49 | 24 | 59 | 92,05 | 59,88377 | | 69,90806 | | 1128,15 | 880,51 | | |
| | P152 | 290 | 29 | 37 | 49 | 24 | 59 | 4,00 | 2,602228 | | 3,03783 | | 1070,86 | 947,39 | | |

Anexo 3. Cartera de nivelación corregimiento de San José del Municipio de Suaita

| Δ | O | ABSC | H INST | HILOS | | | ANGULO VERTICAL | | | DISTANCIA VERTICAL | COTA |
|-----|-----|-------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------------|----|----|--------------------|---------|
| | | | | V (SUP) | V (INT) | V (INF) | G | M | S | | |
| Δ1 | | K0 + 00,00 | | | | | | | | | 1437,41 |
| Δ2 | Δ2 | K0 + 71,33 | 1,47 | 2,76 | 2,4 | 2,04 | 91 | 16 | 9 | 71,35 | 1434,90 |
| Δ3 | Δ3 | K0 + 126,74 | 1,48 | 2,08 | 1,8 | 1,52 | 94 | 7 | 58 | 55,55 | 1430,59 |
| Δ4 | Δ4 | K0 + 163,78 | 1,52 | 2,2 | 2,1 | 2 | 88 | 42 | 1 | 37,05 | 1430,85 |
| Δ5 | Δ5 | K0 + 247,11 | 1,56 | 1,8 | 1,52 | 1,24 | 91 | 55 | 8 | 83,38 | 1428,10 |
| Δ6 | Δ6 | K0 + 360,97 | 1,47 | 2,45 | 2,16 | 1,87 | 92 | 51 | 56 | 114,00 | 1421,72 |
| Δ7 | Δ7 | K0 + 395,12 | 1,45 | 1,95 | 1,82 | 1,69 | 93 | 21 | 33 | 34,21 | 1419,35 |
| Δ8 | Δ8 | K0 + 495,42 | 1,62 | 2,94 | 2,62 | 2,3 | 89 | 40 | 27 | 100,30 | 1418,92 |
| Δ9 | Δ9 | K0 + 579,21 | 1,59 | 1,86 | 1,51 | 1,16 | 85 | 48 | 2 | 84,01 | 1436,80 |
| Δ10 | Δ10 | K0 + 595,74 | 1,59 | 1,15 | 0,9 | 0,65 | 80 | 20 | 36 | 16,76 | 1440,25 |
| Δ11 | Δ11 | K0 + 644,46 | 1,60 | 2,76 | 2,53 | 2,3 | 84 | 34 | 27 | 48,94 | 1443,92 |
| Δ12 | Δ12 | K0 + 669,38 | 1,58 | 2,48 | 2,2 | 1,92 | 83 | 39 | 5 | 25,07 | 1446,05 |
| Δ13 | Δ13 | K0 + 738,30 | 1,56 | 2,64 | 2,49 | 2,34 | 89 | 19 | 35 | 68,92 | 1445,93 |
| Δ14 | Δ14 | K0 + 837,14 | 1,53 | 1,56 | 1,42 | 1,28 | 88 | 53 | 33 | 98,86 | 1447,95 |
| Δ15 | Δ15 | K0 + 931,53 | 1,49 | 1,95 | 1,8 | 1,65 | 87 | 5 | 45 | 94,51 | 1452,42 |
| Δ16 | Δ16 | K0 + 954,42 | 1,48 | 2,56 | 2,4 | 2,24 | 84 | 43 | 43 | 22,99 | 1453,60 |
| Δ17 | Δ17 | K0 + 988,79 | 1,50 | 2,62 | 2,54 | 2,46 | 86 | 54 | 46 | 34,42 | 1454,41 |
| Δ18 | Δ18 | K1 + 25,25 | 1,44 | 1,88 | 1,75 | 1,62 | 81 | 7 | 47 | 36,89 | 1459,70 |
| Δ19 | Δ19 | K1 + 42,30 | 1,49 | 2,24 | 2,1 | 1,96 | 99 | 44 | 11 | 17,29 | 1456,22 |
| Δ20 | Δ20 | K1 + 86,62 | 1,45 | 2,84 | 2,6 | 2,36 | 89 | 53 | 47 | 44,32 | 1455,15 |
| Δ21 | Δ21 | K1 + 127,99 | 1,62 | 2,62 | 2,4 | 2,18 | 91 | 47 | 13 | 41,39 | 1453,08 |
| Δ22 | Δ22 | K1 + 169,66 | 1,61 | 2,86 | 2,6 | 2,34 | 91 | 29 | 56 | 41,68 | 1451,00 |
| Δ23 | Δ23 | K1 + 204,00 | 1,59 | 2,5 | 2,3 | 2,1 | 109 | 27 | 12 | 36,13 | 1439,05 |
| Δ24 | Δ24 | K1 + 300,43 | 1,58 | 3,2 | 2,7 | 2,2 | 89 | 40 | 23 | 96,43 | 1438,48 |
| Δ25 | Δ25 | K1 + 360,80 | 1,53 | 2,82 | 2,5 | 2,18 | 89 | 53 | 44 | 60,37 | 1437,62 |
| Δ26 | Δ26 | K1 + 435,66 | 1,48 | 2,93 | 2,6 | 2,27 | 89 | 1 | 40 | 74,87 | 1436,95 |
| Δ27 | Δ27 | K1 + 497,48 | 1,50 | 2,2 | 1,95 | 1,7 | 94 | 38 | 39 | 62,02 | 1431,50 |
| Δ28 | Δ28 | K1 + 583,72 | 1,61 | 3,83 | 3,4 | 2,97 | 91 | 55 | 38 | 86,29 | 1426,81 |
| Δ29 | Δ29 | K1 + 654,41 | 1,65 | 2,6 | 2,45 | 2,3 | 87 | 57 | 53 | 70,73 | 1428,52 |
| Δ30 | Δ30 | K1 + 721,60 | 1,48 | 2,24 | 2 | 1,76 | 88 | 6 | 53 | 67,23 | 1430,21 |
| Δ31 | Δ31 | K1 + 784,61 | 1,45 | 1,85 | 1,55 | 1,25 | 93 | 8 | 57 | 63,10 | 1418,16 |
| Δ32 | Δ32 | K1 + 804,83 | 1,43 | 1,2 | 1,1 | 1 | 88 | 48 | 34 | 20,22 | 1418,91 |
| Δ33 | Δ33 | K1 + 817,38 | 1,51 | 1,68 | 1,5 | 1,32 | 95 | 21 | 25 | 12,60 | 1417,75 |
| Δ34 | Δ34 | K1 + 843,18 | 1,48 | 2,2 | 2,1 | 2 | 93 | 52 | 12 | 25,86 | 1415,39 |
| Δ35 | Δ35 | K1 + 866,47 | 1,63 | 2,56 | 2,4 | 2,24 | 93 | 23 | 56 | 23,33 | 1413,24 |
| Δ36 | Δ36 | K1 + 875,24 | 1,64 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 95 | 10 | 30 | 8,81 | 1412,79 |
| Δ37 | Δ37 | K1 + 899,09 | 1,59 | 2,89 | 2,7 | 2,51 | 92 | 40 | 6 | 23,88 | 1410,57 |
| Δ38 | Δ38 | K1 + 914,46 | 1,58 | 2,05 | 1,9 | 1,75 | 57 | 1 | 36 | 43,09 | 1415,64 |
| Δ39 | Δ39 | K1 + 955,72 | 1,54 | 1,48 | 1,3 | 1,12 | 68 | 13 | 1 | 43,90 | 1430,87 |
| Δ40 | Δ40 | K2 + 87,29 | 1,52 | 3,45 | 2,9 | 2,35 | 79 | 32 | 20 | 133,70 | 1453,25 |

ANEXO 4, 5 y 6

TOPOGRAFIA

PREDIO PLANTA DE TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES Y RESIDUOS SÓLIDOS

Anexo 4. Cartera de campo predio planta de tratamiento.

| A | O | ABSC | ANG EXT | | | HILOS | | ANG VERT | | | DIST | OBSERVACION | GRAFICO |
|----|-----|-------------|---------|----|----|-------|------|----------|----|-------|-------------------|-------------|---------|
| | | | G | M | S | SUP | INF | G | M | S | | | |
| | N | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| Δ1 | | K0 + 00,00 | | | | | | | | | | | |
| | P1 | | 16 | 5 | 44 | | | | | 18,29 | acceso cementerio | | |
| | P2 | | 6 | 51 | 19 | | | | | 21,19 | acceso cementerio | | |
| | Δ2 | | 13 | 26 | 8 | 2,76 | 2,44 | 88 | 9 | 6 | 22,64 | | |
| Δ2 | | K0 + 22,64 | | | | | | | | | | | |
| | Δ1 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | P3 | | 193 | 37 | 29 | | | | | 5,78 | quebrada | | |
| | P4 | | 199 | 2 | 22 | | | | | 7,21 | quebrada | | |
| | P5 | | 212 | 44 | 32 | | | | | 12,66 | carretera | | |
| | P6 | | 227 | 18 | 35 | | | | | 11,36 | carretera | | |
| | P7 | | 230 | 46 | 6 | | | | | 14,92 | lindero | | |
| | P8 | | 229 | 54 | 36 | | | | | 6,43 | quebrada | | |
| | Δ3 | | 219 | 57 | 7 | 2,15 | 1,75 | 87 | 12 | 29 | 26,29 | | |
| Δ3 | | K0 + 48,93 | | | | | | | | | | | |
| | Δ2 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | P9 | | 29 | 28 | 53 | | | | | 3,33 | carretera | | |
| | P10 | | 70 | 56 | 6 | | | | | 30,46 | carretera | | |
| | P11 | | 78 | 0 | 38 | | | | | 30,13 | carretera | | |
| | P12 | | 91 | 38 | 3 | 1,1 | 0,9 | 87 | 30 | 54 | 18,79 | | |
| | P13 | | 108 | 59 | 2 | | | | | 9,69 | predio | | |
| | P14 | | 132 | 0 | 59 | | | | | 14,69 | predio | | |
| | P15 | | 236 | 33 | 17 | | | | | 1,26 | lindero | | |
| | P16 | | 265 | 53 | 46 | | | | | 1,03 | carretera no pav | | |
| | P17 | | 321 | 34 | 13 | | | | | 5,11 | lindero | | |
| | P18 | | 324 | 47 | 57 | | | | | 4,60 | carretera no pav | | |
| | Δ4 | | 76 | 31 | 22 | 2,2 | 1,9 | 84 | 27 | 40 | 41,30 | | |
| Δ4 | | K0 + 90,23 | | | | | | | | | | | |
| | Δ3 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | P19 | | 50 | 1 | 35 | | | | | 3,13 | carretera | | |
| | P20 | | 241 | 36 | 34 | | | | | 7,41 | carretera | | |
| | P21 | | 316 | 12 | 38 | 2,53 | 2,07 | 96 | 27 | 6 | 31,48 | | |
| | P22 | | 332 | 41 | 22 | | | | | 25,86 | predio | | |
| | P23 | | 338 | 46 | 4 | | | | | 3,87 | carretera | | |
| | Δ5 | | 255 | 40 | 6 | 1,95 | 1,55 | 90 | 15 | 1 | 11,17 | | |
| Δ5 | | K0 + 101,40 | | | | | | | | | | | |
| | Δ4 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | P24 | | 97 | 5 | 39 | | | | | 11,04 | poste luz | | |
| | P25 | | 116 | 3 | 5 | | | | | 12,63 | lindero | | |
| | P26 | | 207 | 1 | 8 | 3,56 | 3,24 | 98 | 40 | 36 | 11,71 | | |
| | Δ6 | | 105 | 36 | 45 | 0,8 | 0,6 | 83 | 48 | 27 | 18,67 | | |
| Δ6 | | K0 + 120,07 | | | | | | | | | | | |
| | Δ7 | | | | | 1,95 | 1,69 | 90 | 39 | 46 | 25,07 | | |
| Δ7 | | K0 + 145,14 | | | | | | | | | | | |
| | Δ6 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | P27 | | 234 | 1 | 8 | | | | | 13,12 | lindero | | |
| | P28 | | 282 | 9 | 58 | 0,92 | 0,48 | 109 | 35 | 35 | 51,32 | | |
| | P29 | | 292 | 32 | 51 | 4,68 | 4,12 | 98 | 3 | 44 | 16,81 | | |
| | Δ8 | | 213 | 1 | 46 | 2,94 | 2,46 | 91 | 9 | 59 | 48,14 | | |

TOPOGRAFIA PREDIO PLANTA DE TRATAMIENTO

CORREGIMIENTO DE SAN JOSE

Anexo 4. Cartera de campo predio planta de tratamiento.

| Δ | O | ABSC | ANG EXT | | | HILOS | | ANG VERT | | | DIST | OBSERVACION | GRAFICO |
|-----|-----|-------------|---------|----|----|-------|-------|----------|----|----|-------|------------------|---------|
| | | | G | M | S | SUP | INF | G | M | S | | | |
| Δ8 | | K0 + 193,28 | | | | | | | | | | | |
| | Δ7 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | P30 | | 284 | 44 | 21 | 4,92 | 4,28 | 106 | 12 | 18 | 39,44 | talud pie | |
| | P31 | | 146 | 16 | 6 | | | | | | 12,53 | quebrada | |
| | P32 | | 223 | 48 | 38 | | | | | | 13,68 | quebrada | |
| | P33 | | 242 | 17 | 46 | 4,15 | 3,85 | 86 | 52 | 12 | 14,11 | talud corona | |
| | P34 | | 242 | 17 | 46 | 3,56 | 3,24 | 99 | 42 | 32 | 34,85 | quebrada | |
| | Δ9 | | 252 | 47 | 10 | 0,82 | 0,18 | 102 | 31 | 26 | 75,65 | | |
| Δ9 | | K0 + 268,93 | | | | | | | | | | | |
| | Δ8 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | P35 | | 12 | 2 | 3 | 2,46 | -0,46 | 88 | 47 | 52 | 25,74 | talud pie | |
| | P36 | | 24 | 15 | 52 | | | | | | 24,97 | quebrada | |
| | P37 | | 28 | 52 | 38 | | | | | | 24,71 | quebrada | |
| | P38 | | 168 | 33 | 43 | | | | | | 32,61 | quebrada | |
| | P39 | | 277 | 2 | 41 | | | | | | 5,62 | quebrada | |
| | Δ10 | | 152 | 1 | 31 | 1,84 | 1,36 | 88 | 59 | 0 | 49,61 | | |
| Δ10 | | K0 + 318,54 | | | | | | | | | | | |
| | Δ9 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | P40 | | 39 | 30 | 27 | | | | | | 10,12 | quebrada | |
| | P41 | | 158 | 58 | 54 | | | | | | 21,99 | quebrada | |
| | P42 | | 280 | 30 | 51 | 0,39 | 0,01 | 80 | 27 | 14 | 23,26 | talud corona | |
| | P43 | | 322 | 26 | 9 | 1,83 | 1,57 | 88 | 49 | 33 | 15,62 | talud pie | |
| | Δ11 | | 201 | 42 | 32 | 2,76 | 2,24 | 88 | 33 | 15 | 62,24 | | |
| Δ11 | | K0 + 380,78 | | | | | | | | | | | |
| | Δ10 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | P44 | | 24 | 46 | 48 | 2,1 | 1,8 | 91 | 40 | 35 | 35,55 | quebrada | |
| | P45 | | 70 | 25 | 4 | | | | | | 17,79 | lindero-quebrada | |
| | P46 | | 81 | 9 | 32 | | | | | | 16,09 | lindero-quebrada | |
| | P47 | | 136 | 13 | 44 | 1,56 | 1,24 | 95 | 33 | 24 | 17,17 | quebrada | |
| | P48 | | 280 | 43 | 12 | | | | | | 15,35 | carretera no pav | |
| | P49 | | 294 | 22 | 37 | 0,95 | 0,45 | 86 | 2 | 27 | 14,77 | carretera no pav | |
| | Δ12 | | 199 | 29 | 56 | 2,48 | 1,92 | 88 | 46 | 18 | 44,79 | | |
| Δ12 | | K0 + 425,57 | | | | | | | | | | | |
| | Δ11 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | P50 | | 30 | 56 | 30 | | | | | | 38,20 | quebrada | |
| | P51 | | 69 | 15 | 25 | 4,42 | 3,38 | 92 | 31 | 34 | 48,34 | quebrada | |
| | P52 | | 160 | 26 | 37 | 2,44 | 1,96 | 87 | 57 | 10 | 12,88 | lindero | |
| | Δ13 | | 285 | 45 | 4 | 2,64 | 2,16 | 85 | 1 | 1 | 77,12 | | |
| Δ13 | | K0 + 502,69 | | | | | | | | | | | |
| | Δ12 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | P53 | | 102 | 14 | 52 | 2,37 | 1,83 | 91 | 27 | 3 | 22,12 | lindero | |
| | P54 | | 303 | 39 | 52 | 2,66 | 2,14 | 89 | 37 | 36 | 33,77 | carretera no pav | |
| | P55 | | 307 | 32 | 12 | | | | | | 30,64 | carretera no pav | |
| | Δ14 | | 199 | 10 | 28 | 1,56 | 1,24 | 86 | 38 | 44 | 34,03 | | |
| Δ14 | | K0 + 536,72 | | | | | | | | | | | |
| | Δ13 | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | P56 | | 50 | 57 | 18 | 1,65 | 1,35 | 98 | 55 | 37 | 15,01 | lindero | |
| | P57 | | 132 | 10 | 24 | | | | | | 11,88 | lindero | |
| | P58 | | 251 | 13 | 49 | 1,3 | 1,1 | 87 | 49 | 8 | 12,09 | carretera no pav | |
| | Δ1 | | 114 | 30 | 34 | 1,85 | 1,35 | 86 | 47 | 51 | 42,82 | | |

TOPOGRAFIA PREDIO PLANTA DE TRATAMIENTO

CORREGIMIENTO DE SAN JOSE

Anexo 5. Calculo de coordenadas predio planta de tratamiento.

| Δ | O | ÁNGULO EXTERIOR | | | AZIMUT | | | DIST | PROYECCIONES CALC | | | | C OORDENADAS | | |
|----|-----|-----------------|----|----|--------|----|----|-------|-------------------|------------|------------|------------|--------------|---------|---------|
| | | G | M | S | G | M | S | | N | S | E | W | N | E | |
| Δ1 | | | | | | | | | | | | | | 1000,00 | 1000,00 |
| | P1 | 16 | 5 | 44 | 16 | 5 | 44 | 18,29 | 17,5730441 | | 5,07072188 | | | 1017,57 | 994,90 |
| | P2 | 6 | 51 | 19 | 6 | 51 | 19 | 21,19 | 21,0385087 | | 2,52927878 | | | 1021,04 | 997,44 |
| | Δ2 | 13 | 26 | 8 | 13 | 26 | 8 | 22,64 | 22,0203857 | | 5,26043855 | | | 1022,01 | 994,71 |
| Δ2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P3 | 193 | 37 | 29 | 27 | 7 | 25 | 5,78 | 5,14434452 | | 2,63516973 | | | 1027,16 | 992,07 |
| | P4 | 199 | 2 | 22 | 32 | 32 | 18 | 7,21 | 6,07825914 | | 3,87799766 | | | 1028,10 | 990,83 |
| | P5 | 212 | 44 | 32 | 46 | 14 | 27 | 12,66 | 8,75601829 | | 9,14372701 | | | 1030,78 | 985,56 |
| | P6 | 227 | 18 | 35 | 60 | 48 | 31 | 11,36 | 5,54059531 | | 9,91722762 | | | 1027,56 | 984,79 |
| | P7 | 230 | 46 | 6 | 64 | 16 | 2 | 14,92 | 6,47788357 | | 13,4403655 | | | 1028,49 | 981,26 |
| | P8 | 229 | 54 | 36 | 63 | 28 | 4 | 6,43 | 2,87228768 | | 5,75281353 | | | 1024,89 | 988,96 |
| | Δ3 | 219 | 57 | 7 | 53 | 27 | 3 | 26,29 | 15,6560203 | | 21,1199699 | | | 1037,67 | 973,59 |
| Δ3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P9 | 29 | 28 | 53 | 262 | 55 | 56 | 3,33 | | 0,40973447 | | 3,3046963 | | 1037,26 | 976,89 |
| | P10 | 70 | 56 | 6 | 304 | 24 | 26 | 30,46 | 17,2120628 | | 25,1307878 | | | 1054,88 | 998,72 |
| | P11 | 78 | 0 | 38 | 311 | 27 | 20 | 30,13 | 19,9472315 | | 22,5815158 | | | 1057,62 | 996,17 |
| | P12 | 91 | 38 | 3 | 324 | 59 | 30 | 18,79 | 15,3902992 | | 10,7797398 | | | 1053,07 | 984,37 |
| | P13 | 108 | 59 | 2 | 342 | 3 | 33 | 9,69 | 9,21882488 | | 2,98485642 | | | 1046,83 | 976,55 |
| | P14 | 132 | 0 | 59 | 5 | 28 | 2 | 14,69 | 14,6231732 | | 1,39960871 | | | 1052,30 | 972,19 |
| | P15 | 236 | 33 | 17 | 110 | 0 | 20 | 1,26 | | 0,43106018 | 1,18397091 | | | 1037,24 | 972,40 |
| | P16 | 265 | 53 | 46 | 139 | 20 | 49 | 1,03 | | 0,78142842 | 0,67102133 | | | 1036,88 | 972,91 |
| | P17 | 321 | 34 | 13 | 195 | 1 | 16 | 5,11 | | 4,93539333 | | 1,3243839 | | 1032,73 | 974,91 |
| | P18 | 324 | 47 | 57 | 198 | 15 | 0 | 4,60 | | 4,36861598 | | 1,44055351 | | 1033,30 | 975,03 |
| | Δ4 | 76 | 31 | 22 | 309 | 58 | 25 | 41,30 | 26,532554 | | 31,649859 | | | 1064,21 | 1005,24 |
| Δ4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P19 | 50 | 1 | 35 | 180 | 0 | 0 | 3,13 | | 3,13 | 2,4392E-11 | | | 1061,07 | 1005,24 |
| | P20 | 241 | 36 | 34 | 11 | 34 | 59 | 7,41 | 7,25909293 | | 1,48784068 | | | 1071,23 | 1003,80 |
| | P21 | 316 | 12 | 38 | 86 | 11 | 3 | 31,48 | 2,09498248 | | 31,4102125 | | | 1066,30 | 973,83 |
| | P22 | 332 | 41 | 22 | 102 | 39 | 47 | 25,86 | | 5,66895503 | 25,2309839 | | | 1058,54 | 980,00 |
| | P23 | 338 | 46 | 4 | 108 | 44 | 29 | 3,87 | | 1,24341995 | 3,66480652 | | | 1062,96 | 1001,57 |
| | Δ5 | 255 | 40 | 6 | 25 | 38 | 32 | 11,17 | 10,0699099 | | 4,83381981 | | | 1074,28 | 1000,41 |
| Δ5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P24 | 97 | 5 | 39 | 302 | 44 | 11 | 11,04 | 5,97015225 | | | 9,28648923 | | 1080,25 | 1009,69 |
| | P25 | 116 | 3 | 5 | 321 | 42 | 22 | 12,63 | 9,91256041 | | | 7,82675195 | | 1084,20 | 1008,24 |
| | P26 | 207 | 1 | 8 | 52 | 39 | 39 | 11,71 | 7,10249012 | | 9,31014146 | | | 1081,39 | 991,09 |
| | Δ6 | 105 | 36 | 45 | 311 | 15 | 16 | 18,67 | 12,3110752 | | | 14,0358943 | | 1086,60 | 1014,45 |
| Δ6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δ7 | | | | 6 | 42 | 8 | 25,07 | 24,8986747 | | | 2,92590108 | | 1111,50 | 1011,52 |
| Δ7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P27 | 234 | 1 | 8 | 60 | 43 | 16 | 13,12 | 6,4164816 | | 11,4439138 | | | 1117,92 | 1000,08 |
| | P28 | 282 | 9 | 58 | 108 | 52 | 6 | 51,32 | | 16,5966047 | 48,5622808 | | | 1094,91 | 962,96 |
| | P29 | 292 | 32 | 51 | 119 | 14 | 58 | 16,81 | | 8,21358086 | 14,6667375 | | | 1103,29 | 996,85 |
| | Δ8 | 213 | 1 | 46 | 39 | 43 | 54 | 48,14 | 37,0218936 | | 30,770749 | | | 1148,53 | 980,75 |

TOPOGRAFIA PREDIO PLANTA DE TRATAMIENTO

CORREGIMIENTO DE SAN JOSE

Anexo 5. Calculo de coordenadas predio planta de tratamiento.

| Δ | O | ÁNGULO EXTERIOR | | | AZIMUT | | | DIST | PROYECCIONES CALC | | | | C OORDENADAS | | | |
|-----|-----|-----------------|----|----|--------|----|----|-------|-------------------|------------|------------|------------|--------------|--------|--|--|
| | | G | M | S | G | M | S | | N | S | E | W | N | E | | |
| Δ8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P30 | 284 | 44 | 21 | 215 | 31 | 45 | 39,44 | | 32,0970531 | | 22,9192667 | 1116,43 | 957,83 | | |
| | P31 | 146 | 16 | 6 | 0 | 0 | 0 | 12,53 | 12,53 | | | 0 | 1161,06 | 980,75 | | |
| | P32 | 223 | 48 | 38 | 83 | 32 | 32 | 13,68 | 1,53860333 | | 13,5932005 | | 1150,07 | 967,16 | | |
| | P33 | 242 | 17 | 46 | 102 | 1 | 39 | 14,11 | | 2,94025794 | 13,800253 | | 1145,59 | 966,94 | | |
| | P34 | 242 | 17 | 46 | 102 | 1 | 39 | 34,85 | | 7,26208287 | 34,0849623 | | 1141,26 | 946,66 | | |
| | Δ9 | 252 | 47 | 10 | 112 | 31 | 4 | 75,65 | | 28,9716862 | 69,8825006 | | 1119,55 | 910,86 | | |
| Δ9 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P35 | 12 | 2 | 3 | 304 | 33 | 7 | 25,74 | 14,5985223 | | | 21,1997818 | 1134,16 | 932,07 | | |
| | P36 | 24 | 15 | 52 | 316 | 46 | 56 | 24,97 | 18,1970421 | | | 17,0987883 | 1137,64 | 927,86 | | |
| | P37 | 28 | 52 | 38 | 321 | 23 | 41 | 24,71 | 19,3099507 | | | 15,4178436 | 1138,75 | 926,19 | | |
| | P38 | 168 | 33 | 43 | 123 | 57 | 20 | 32,61 | | 18,2143041 | 27,0490522 | | 1111,33 | 883,80 | | |
| | P39 | 277 | 2 | 41 | 209 | 33 | 45 | 5,62 | | 4,88837731 | | 2,77275445 | 1114,66 | 913,74 | | |
| | Δ10 | 152 | 1 | 31 | 140 | 29 | 33 | 49,61 | | 38,2761646 | 31,5608511 | | 1081,28 | 879,30 | | |
| Δ10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P40 | 39 | 30 | 27 | 0 | 0 | 0 | 10,12 | 10,12 | | | 0 | 1091,40 | 879,30 | | |
| | P41 | 158 | 58 | 54 | 119 | 28 | 27 | 21,99 | | 10,8197636 | 19,1440021 | | 1070,46 | 860,16 | | |
| | P42 | 280 | 30 | 51 | 241 | 0 | 24 | 23,26 | | 11,2743046 | | 20,3449664 | 1070,00 | 899,64 | | |
| | P43 | 322 | 26 | 9 | 282 | 55 | 42 | 15,62 | 3,49469568 | | | 15,2240436 | 1084,77 | 894,53 | | |
| | Δ11 | 201 | 42 | 32 | 162 | 12 | 6 | 62,24 | | 59,2610868 | 19,024752 | | 1022,01 | 860,27 | | |
| Δ11 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P44 | 24 | 46 | 48 | 6 | 58 | 54 | 35,55 | 35,2864002 | | 4,32116454 | | 1057,30 | 855,95 | | |
| | P45 | 70 | 25 | 4 | 52 | 37 | 10 | 17,79 | 10,8004194 | | 14,1363022 | | 1032,84 | 846,09 | | |
| | P46 | 81 | 9 | 32 | 63 | 21 | 37 | 16,09 | 7,21441622 | | 14,3819435 | | 1029,22 | 845,89 | | |
| | P47 | 136 | 13 | 44 | 118 | 25 | 49 | 17,17 | | 8,17444796 | 15,0992483 | | 1013,85 | 845,20 | | |
| | P48 | 280 | 43 | 12 | 262 | 55 | 17 | 15,35 | | 1,89159622 | | 15,2330025 | 1020,09 | 875,69 | | |
| | P49 | 294 | 22 | 37 | 276 | 34 | 42 | 14,77 | 1,69207326 | | | 14,6727567 | 1023,70 | 874,95 | | |
| | Δ12 | 199 | 29 | 56 | 181 | 42 | 2 | 44,79 | | 44,7702732 | | 1,32918518 | 977,23 | 861,60 | | |
| Δ12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P50 | 30 | 56 | 30 | 32 | 38 | 32 | 38,20 | 32,1665063 | | 20,6047536 | | 1009,41 | 840,99 | | |
| | P51 | 69 | 15 | 25 | 70 | 57 | 26 | 48,34 | 15,7720852 | | 45,694605 | | 93,01 | 815,91 | | |
| | P52 | 160 | 26 | 37 | 162 | 8 | 38 | 12,88 | | 12,2595648 | 3,9493635 | | 964,97 | 857,65 | | |
| | Δ13 | 285 | 45 | 4 | 285 | 45 | 4 | 77,12 | 20,9351984 | | | 74,2251043 | 1000,36 | 935,18 | | |
| Δ13 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P53 | 102 | 14 | 52 | 209 | 41 | 47 | 22,12 | | 19,2148198 | | 10,9583347 | 980,71 | 946,48 | | |
| | P54 | 303 | 39 | 52 | 51 | 6 | 57 | 33,77 | 21,199049 | | 26,2871304 | | 1021,57 | 908,89 | | |
| | P55 | 307 | 32 | 12 | 54 | 59 | 18 | 30,64 | 17,5794923 | | 25,0952396 | | 1017,95 | 910,08 | | |
| | Δ14 | 199 | 10 | 28 | 306 | 37 | 33 | 34,03 | 20,3018483 | | | 27,3107278 | 1020,67 | 962,49 | | |
| Δ14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P56 | 50 | 57 | 18 | 177 | 34 | 62 | 15,01 | | 14,9966563 | 0,63277053 | | 1005,67 | 961,86 | | |
| | P57 | 132 | 10 | 24 | 258 | 47 | 57 | 11,88 | | 2,30767359 | | 11,6537137 | 1018,36 | 974,15 | | |
| | P58 | 251 | 13 | 49 | 17 | 51 | 22 | 12,09 | 11,5076194 | | 3,7071277 | | 1032,19 | 958,78 | | |
| | Δ1 | 114 | 30 | 34 | 241 | 8 | 7 | 42,82 | | 20,6710662 | | 37,5001256 | | | | |

Anexo 6. Cartera de nivelación predio planta de tratamiento.

| Δ | O | ABSC | H INST | HILOS | | | ANGULO VERTICAL | | | DISTANCIA VERTICAL | COTA |
|-----|-----|-------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------------|----|----|--------------------|---------|
| | | | | V (SUP) | V (INT) | V (INF) | G | M | S | | |
| Δ1 | | K0 + 00,00 | | | | | | | | | |
| | Δ2 | | 1,52 | 2,76 | 2,6 | 2,44 | 88 | 9 | 6 | 22,65 | 1409,10 |
| Δ2 | | K0 + 22,64 | | | | | | | | | |
| | Δ3 | | 1,45 | 2,15 | 1,95 | 1,75 | 87 | 12 | 29 | 26,32 | 1409,88 |
| Δ3 | | K0 + 48,93 | | | | | | | | | |
| | P12 | | 1,62 | 1,1 | 1 | 0,9 | 87 | 30 | 54 | 9,70 | 1410,92 |
| | Δ4 | | 1,62 | 2,2 | 2,05 | 1,9 | 84 | 27 | 40 | 41,49 | 1413,43 |
| Δ4 | | K0 + 90,23 | | | | | | | | | |
| | P21 | | 1,55 | 2,53 | 2,3 | 2,07 | 96 | 27 | 6 | 31,68 | 1409,15 |
| | Δ5 | | 1,55 | 1,95 | 1,75 | 1,55 | 90 | 15 | 1 | 41,17 | 1413,05 |
| Δ5 | | K0 + 131,40 | | | | | | | | | |
| | P26 | | 1,45 | 3,56 | 3,4 | 3,24 | 98 | 40 | 36 | 11,84 | 1409,34 |
| | Δ6 | | 1,45 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 83 | 48 | 27 | 18,78 | 1415,81 |
| Δ6 | | K0 + 150,07 | | | | | | | | | |
| | Δ7 | | 1,45 | 1,95 | 1,82 | 1,69 | 90 | 39 | 46 | 25,07 | 1415,15 |
| Δ7 | | K0 + 175,14 | | | | | | | | | |
| | P28 | | 1,58 | 0,92 | 0,7 | 0,48 | 109 | 35 | 35 | 54,03 | 1399,12 |
| | P29 | | 1,58 | 4,68 | 4,4 | 4,12 | 98 | 3 | 44 | 16,97 | 1409,98 |
| | Δ8 | | 1,58 | 2,94 | 2,7 | 2,46 | 91 | 9 | 59 | 48,15 | 1413,05 |
| Δ8 | | K0 + 223,28 | | | | | | | | | |
| | P30 | | 1,59 | 4,92 | 4,6 | 4,28 | 106 | 12 | 18 | 40,87 | 1399,18 |
| | P33 | | 1,59 | 4,15 | 4 | 3,85 | 86 | 52 | 12 | 14,13 | 1411,41 |
| | P34 | | 1,59 | 3,56 | 3,4 | 3,24 | 99 | 42 | 32 | 35,34 | 1405,39 |
| | Δ9 | | 1,59 | 0,82 | 0,5 | 0,18 | 102 | 31 | 26 | 77,38 | 1397,86 |
| Δ9 | | K0 + 298,93 | | | | | | | | | |
| | P35 | | 1,62 | 2,46 | 1 | -0,46 | 88 | 47 | 52 | 25,75 | 1399,02 |
| | Δ10 | | 1,62 | 1,84 | 1,6 | 1,36 | 88 | 59 | 0 | 49,62 | 1398,76 |
| Δ10 | | K0 + 348,54 | | | | | | | | | |
| | P42 | | 1,60 | 0,39 | 0,2 | 0,01 | 80 | 27 | 14 | 23,57 | 1404,00 |
| | P43 | | 1,60 | 1,83 | 1,7 | 1,57 | 88 | 49 | 33 | 15,62 | 1398,98 |
| | Δ11 | | 1,60 | 2,76 | 2,5 | 2,24 | 88 | 33 | 15 | 62,26 | 1399,43 |
| Δ11 | | K0 + 410,78 | | | | | | | | | |
| | P44 | | 1,58 | 2,1 | 1,95 | 1,8 | 91 | 40 | 35 | 35,57 | 1398,02 |
| | P47 | | 1,58 | 1,56 | 1,4 | 1,24 | 95 | 33 | 24 | 17,87 | 1397,89 |
| | P49 | | 1,58 | 0,95 | 0,7 | 0,45 | 86 | 2 | 27 | 16,13 | 1401,42 |
| | Δ12 | | 1,58 | 2,48 | 2,2 | 1,92 | 88 | 46 | 18 | 44,80 | 1399,77 |
| Δ12 | | K0 + 455,57 | | | | | | | | | |
| | P51 | | 1,48 | 4,42 | 3,9 | 3,38 | 92 | 31 | 34 | 48,39 | 1395,22 |
| | P52 | | 1,48 | 2,44 | 2,2 | 1,96 | 87 | 57 | 10 | 12,89 | 1399,51 |
| | Δ13 | | 1,48 | 2,64 | 2,4 | 2,16 | 85 | 1 | 1 | 77,41 | 1405,54 |
| Δ13 | | K0 + 532,69 | | | | | | | | | |
| | P53 | | 1,50 | 2,37 | 2,1 | 1,83 | 91 | 27 | 3 | 22,13 | 1404,38 |
| | P54 | | 1,50 | 2,66 | 2,4 | 2,14 | 89 | 37 | 36 | 33,77 | 1404,86 |
| | Δ14 | | 1,50 | 1,56 | 1,4 | 1,24 | 86 | 38 | 44 | 34,09 | 1407,63 |
| Δ14 | | K0 + 566,72 | | | | | | | | | |
| | P56 | | 1,52 | 1,65 | 1,5 | 1,35 | 98 | 55 | 37 | 15,19 | 1405,33 |
| | P58 | | 1,52 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 87 | 49 | 8 | 12,10 | 1408,41 |
| | Δ1 | | 1,52 | 1,85 | 1,6 | 1,35 | 86 | 47 | 51 | 34,08 | 1409,45 |

ANEXO 7

ANALISIS FISICO-QUIMICO AGUA CRUDA

CORREGIMIENTO DE SAN JOSE DEL MUNICIPIO DE SUAITA

ANALISIS FISICO QUIMICO

INFORME DE RESULTADOS

Título : Análisis Físico Químico (Corregimiento San José de Suaita)

Solicitante : Municipio De Suaita
Nombre de la muestra : Agua Residual Domestica
Descripción de la muestra : Vertimiento
Fecha del muestreo : Julio 02 del 99
Fecha de recepción : Julio 02 del 99
Muestra tomada por : Laboratorio CAS
Procedimiento de muestreo : Compuesta
Motivo de muestreo : Revisión periódica

| REPORTE | | | | |
|---|------------------|------------------------|-----------------|-----------|
| MUESTRAS COMPUESTAS | PARAMETROS | UNIDADES | TECNICA | RESULTADO |
| <u>Vertimiento</u> <u>Cra 6 con Cllé7</u> <u>10:00 AM</u> | DBO ₅ | Mg/L de O ₂ | Incubación | 180 |
| | DQO | Mg/L de O ₂ | Reflujo Abierto | 223 |
| | SST | Mg/L | Gravimétrica | 121 |
| | Grasas y Aceites | Mg/L | Gravimétrica | 0.21 |
| <u>Vertimiento</u> <u>Cra 6 con Cllé7</u> <u>13:00 AM</u> | DBO ₅ | Mg/L de O ₂ | Incubación | 189 |
| | DQO | Mg/L de O ₂ | Reflujo Abierto | 185 |
| | SST | Mg/L | Gravimétrica | 125 |
| <u>Vertimiento</u> <u>Cra 6 con Cllé7</u> <u>16:00 AM</u> | DBO ₅ | Mg/L de O ₂ | Incubación | 0.23 |
| | DQO | Mg/L de O ₂ | Reflujo Abierto | 186 |
| | SST | Mg/L | Gravimétrica | 228 |
| | Grasas y Aceites | Mg/L | Gravimétrica | 123 |

ANEXO 8

CÁLCULOS HIDRAULICOS RED DE DISTRIBUCION

* E P A N E T *
* Análisis Hidráulico y de Calidad *
* para Redes de Distribución de Agua *
* Versión 2.0 *
* *
* *

* Traducción: Grupo REDHISP, UPV Financ: Grupo Aguas
de Valencia *

.....

**Fichero Input: CALCULOS HIDRAULICOS RED DE
DISTRIBUCION.NET**

SIMULACIÓN DE 24 HORAS

Tabla de Líneas y Nudos:

| ID Línea | Nudo Inicial | Nudo Final | Longitud m | Diámetro mm |
|----------|--------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 1 | 2 | 78,15 | 150 |
| 2 | 2 | 3 | 134,25 | 150 |
| 4 | 4 | 5 | 52,06 | 100 |
| 5 | 5 | 6 | 19,48 | 100 |
| 6 | 6 | 7 | 96,47 | 75 |
| 7 | 7 | 8 | 50,15 | 75 |
| 8 | 8 | 9 | 154,52 | 75 |
| 9 | 9 | 10 | 39,78 | 75 |
| 10 | 10 | 11 | 35,06 | 75 |
| 11 | 11 | 12 | 94,10 | 75 |
| 13 | 6 | 14 | 6,72 | 100 |
| 14 | 14 | 15 | 61,79 | 100 |
| 15 | 15 | 16 | 27,01 | 100 |
| 16 | 4 | 17 | 30,14 | 100 |
| 17 | 17 | 18 | 25,13 | 100 |
| 18 | 5 | 18 | 31,29 | 100 |
| 19 | 18 | 16 | 90,41 | 100 |
| 21 | 19 | 20 | 70,80 | 100 |
| 22 | 20 | 21 | 58,04 | 100 |
| 23 | 21 | 22 | 11,60 | 100 |
| 24 | 22 | 23 | 29,32 | 100 |
| 25 | 23 | 24 | 44,23 | 100 |
| 26 | 20 | 24 | 34,17 | 75 |
| 27 | 24 | 25 | 86,64 | 100 |
| 28 | 19 | 37 | 10,40 | 100 |
| 29 | 37 | 13 | 46,28 | 100 |
| 30 | 13 | 27 | 43,60 | 50 |
| 31 | 27 | 28 | 26,54 | 50 |
| 32 | 28 | 29 | 71,61 | 38,1 |
| 33 | 29 | 30 | 59,76 | 38,1 |
| 34 | 30 | 31 | 31,81 | 38,1 |
| 35 | 37 | 25 | 38,65 | 75 |
| 36 | 27 | 38 | 38,8 | 50 |
| 37 | 28 | 39 | 36,35 | 50 |
| 39 | 26 | 38 | 11,43 | 50 |
| 40 | 38 | 39 | 27,2 | 50 |
| 41 | 39 | 34 | 13,87 | 50 |
| 42 | 34 | 33 | 29,16 | 38,1 |
| 43 | 33 | 32 | 78,17 | 38,1 |
| 44 | 34 | 35 | 58,6 | 50 |
| 45 | 35 | 41 | 52,87 | 50 |
| 46 | 3 | 36 | 105,85 | 100 |
| 47 | 26 | 40 | 17,17 | 50 |
| 48 | 40 | 41 | 46,88 | 50 |
| 49 | 41 | 42 | 35,04 | 38,1 |
| 50 | 42 | 43 | 47,81 | 38,1 |
| 51 | 43 | 44 | 31,74 | 38,1 |
| 53 | 45 | 1 | 20 | 150 |
| 54 | 46 | 45 | 550 | 150 |
| 3 | 3 | 47 | 49,27 | 100 |
| 12 | 12 | 48 | 92,03 | 75 |
| 20 | 16 | 49 | 14,19 | 100 |
| 52 | 3 | 50 | 72,54 | 100 |
| 55 | 47 | 4 | Sin Valor | 100 Válvula |
| 56 | 48 | 13 | Sin Valor | 75 Válvula |
| 57 | 49 | 19 | Sin Valor | 200 Válvula |
| 58 | 50 | 22 | Sin Valor | 100 Válvula |
| 59 | 51 | 26 | Sin Valor | 75 Válvula |

Resultados en los Nudos a las 0:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad | |
|---------|-------------|----------|-----------|---------|----------|
| 1 | 2,27 | 1472,99 | 15,75 | 0,00 | |
| 2 | 2,27 | 1472,25 | 19,04 | 0,00 | |
| 3 | 2,27 | 1471,20 | 20,46 | 0,00 | |
| 4 | 2,17 | 1470,39 | 24,31 | 0,00 | |
| 5 | 1,81 | 1470,22 | 24,47 | 0,00 | |
| 6 | 1,44 | 1470,17 | 23,00 | 0,00 | |
| 7 | 0,77 | 1469,89 | 17,19 | 0,00 | |
| 8 | 0,66 | 1469,82 | 15,30 | 0,00 | |
| 9 | 0,63 | 1469,78 | 16,67 | 0,00 | |
| 10 | 0,63 | 1469,78 | 18,71 | 0,00 | |
| 11 | 0,44 | 1469,80 | 20,39 | 0,00 | |
| 12 | 0,44 | 1469,92 | 31,40 | 0,00 | |
| 13 | 0,25 | 1470,13 | 38,61 | 0,00 | |
| 14 | 0,63 | 1470,17 | 24,22 | 0,00 | |
| 15 | 0,63 | 1470,17 | 24,71 | 0,00 | |
| 16 | 1,18 | 1470,17 | 33,27 | 0,00 | |
| 17 | 0,37 | 1470,30 | 26,35 | 0,00 | |
| 18 | 0,65 | 1470,24 | 28,83 | 0,00 | |
| 19 | 1,02 | 1470,20 | 33,40 | 0,00 | |
| 20 | 0,64 | 1470,34 | 33,47 | 0,00 | |
| 21 | 0,41 | 1470,47 | 38,32 | 0,00 | |
| 22 | 0,32 | 1470,50 | 38,89 | 0,00 | |
| 23 | 0,30 | 1470,43 | 39,45 | 0,00 | |
| 24 | 0,36 | 1470,34 | 41,77 | 0,00 | |
| 25 | 0,34 | 1470,22 | 45,67 | 0,00 | |
| 26 | 0,17 | 1470,12 | 48,37 | 0,00 | |
| 27 | 0,45 | 1470,02 | 41,99 | 0,00 | |
| 28 | 0,29 | 1469,99 | 42,37 | 0,00 | |
| 29 | 0,14 | 1469,86 | 41,63 | 0,00 | |
| 30 | 0,06 | 1469,84 | 41,45 | 0,00 | |
| 31 | 0,03 | 1469,84 | 39,63 | 0,00 | |
| 32 | 0,05 | 1469,95 | 50,99 | 0,00 | |
| 33 | 0,09 | 1469,96 | 50,76 | 0,00 | |
| 34 | 0,19 | 1469,99 | 49,58 | 0,00 | |
| 35 | 0,09 | 1470,00 | 51,10 | 0,00 | |
| 36 | 0,09 | 1471,20 | 33,79 | 0,00 | |
| 37 | 0,38 | 1470,19 | 34,37 | 0,00 | |
| 38 | 0,14 | 1470,05 | 48,70 | 0,00 | |
| 39 | 0,24 | 1469,99 | 49,14 | 0,00 | |
| 40 | 0,05 | 1470,09 | 48,82 | 0,00 | |
| 41 | 0,09 | 1470,03 | 51,74 | 0,00 | |
| 42 | 0,03 | 1470,02 | 52,15 | 0,00 | |
| 43 | 0,03 | 1470,02 | 56,61 | 0,00 | |
| 44 | 0,01 | 1470,02 | 59,41 | 0,00 | |
| 47 | 0,00 | 1470,39 | 23,89 | 0,00 | |
| 48 | 0,25 | 1470,13 | 38,13 | 0,00 | |
| 49 | 0,00 | 1470,17 | 33,32 | 0,00 | |
| 50 | 0,00 | 1470,50 | 38,50 | 0,00 | |
| 51 | 0,00 | 1470,12 | 48,12 | 0,00 | |
| 46 | -99,12 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 | Embalse |
| 45 | 73,36 | 1473,21 | 1,00 | 0,00 | Depósito |

Resultados en las Líneas a las 0:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida m/km | Unit. | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------|-------|-----------------|
| 1 | 23,49 | 1,33 | 9,42 | | Abierta |
| 2 | 21,22 | 1,20 | 7,84 | | Abierta |
| 4 | 4,40 | 0,56 | 3,26 | | Abierta |
| 5 | 3,96 | 0,50 | 2,71 | | Abierta |
| 6 | 1,92 | 0,43 | 2,96 | | Abierta |
| 7 | 1,15 | 0,26 | 1,21 | | Abierta |
| 8 | 0,50 | 0,11 | 0,28 | | Abierta |
| 9 | -0,13 | 0,03 | 0,01 | | Abierta |
| 10 | -0,75 | 0,17 | 0,58 | | Abierta |
| 11 | -1,19 | 0,27 | 1,28 | | Abierta |
| 13 | 0,60 | 0,08 | 0,11 | | Abierta |
| 14 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 15 | -0,66 | 0,08 | 0,12 | | Abierta |
| 16 | 4,23 | 0,54 | 3,05 | | Abierta |
| 17 | 3,87 | 0,49 | 2,59 | | Abierta |
| 18 | -1,37 | 0,17 | 0,42 | | Abierta |
| 19 | 1,84 | 0,23 | 0,70 | | Abierta |
| 21 | -3,27 | 0,42 | 1,92 | | Abierta |
| 22 | -3,62 | 0,46 | 2,30 | | Abierta |
| 23 | -4,03 | 0,51 | 2,80 | | Abierta |
| 24 | 3,70 | 0,47 | 2,41 | | Abierta |
| 25 | 3,41 | 0,43 | 2,07 | | Abierta |
| 26 | -0,29 | 0,07 | 0,11 | | Abierta |
| 27 | 2,76 | 0,35 | 1,42 | | Abierta |
| 28 | 2,24 | 0,29 | 0,99 | | Abierta |
| 29 | 2,69 | 0,34 | 1,36 | | Abierta |
| 30 | 0,57 | 0,29 | 2,42 | | Abierta |
| 31 | 0,40 | 0,20 | 1,32 | | Abierta |
| 32 | 0,23 | 0,20 | 1,76 | | Abierta |
| 33 | 0,09 | 0,08 | 0,27 | | Abierta |
| 34 | 0,03 | 0,03 | 0,06 | | Abierta |
| 35 | -0,83 | 0,19 | 0,69 | | Abierta |
| 36 | -0,28 | 0,14 | 0,73 | | Abierta |
| 37 | -0,11 | 0,06 | 0,11 | | Abierta |
| 39 | 0,97 | 0,49 | 6,09 | | Abierta |
| 40 | 0,54 | 0,27 | 2,18 | | Abierta |
| 41 | 0,18 | 0,09 | 0,34 | | Abierta |
| 42 | 0,14 | 0,12 | 0,79 | | Abierta |
| 43 | 0,05 | 0,05 | 0,11 | | Abierta |
| 44 | -0,15 | 0,07 | 0,23 | | Abierta |
| 45 | -0,24 | 0,12 | 0,55 | | Abierta |
| 46 | 0,09 | 0,01 | 0,00 | | Abierta |
| 47 | 0,45 | 0,23 | 1,62 | | Abierta |
| 48 | 0,41 | 0,21 | 1,35 | | Abierta |
| 49 | 0,07 | 0,06 | 0,15 | | Abierta |
| 50 | 0,04 | 0,04 | 0,08 | | Abierta |
| 51 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | | Abierta |
| 53 | 25,76 | 1,46 | 11,13 | | Abierta |
| 54 | 99,12 | 5,61 | 130,53 | | Abierta |
| 3 | 10,81 | 1,38 | 16,31 | | Abierta |
| 12 | -1,63 | 0,37 | 2,21 | | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 52 | 8,05 | 1,02 | 9,60 | | Abierta |
| 38 | 1,59 | 0,36 | 2,12 | | Abierta |
| 55 | 10,81 | 1,38 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 56 | -1,87 | 0,42 | 0,00 | | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Cerrada Válvula |
| 58 | 8,05 | 1,02 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 59 | 1,59 | 0,36 | 0,00 | | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 1:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad | |
|---------|-------------|----------|-----------|---------|----------|
| 1 | 5,90 | 1473,44 | 16,20 | 0,00 | |
| 2 | 5,90 | 1469,25 | 16,04 | 0,00 | |
| 3 | 5,90 | 1463,27 | 12,53 | 0,00 | |
| 4 | 5,65 | 1458,73 | 12,65 | 0,00 | |
| 5 | 4,71 | 1457,79 | 12,04 | 0,00 | |
| 6 | 3,75 | 1457,50 | 10,33 | 0,00 | |
| 7 | 1,99 | 1455,94 | 3,24 | 0,00 | |
| 8 | 1,71 | 1455,62 | 1,10 | 0,00 | |
| 9 | 1,63 | 1455,39 | 2,28 | 0,00 | |
| 10 | 1,63 | 1455,40 | 4,33 | 0,00 | |
| 11 | 1,13 | 1455,51 | 6,10 | 0,00 | |
| 12 | 1,13 | 1456,17 | 17,65 | 0,00 | |
| 13 | 0,64 | 1457,28 | 25,76 | 0,00 | |
| 14 | 1,64 | 1457,49 | 11,54 | 0,00 | |
| 15 | 1,64 | 1457,49 | 12,03 | 0,00 | |
| 16 | 3,06 | 1457,51 | 20,61 | 0,00 | |
| 17 | 0,95 | 1458,22 | 14,27 | 0,00 | |
| 18 | 1,69 | 1457,86 | 16,45 | 0,00 | |
| 19 | 2,66 | 1457,69 | 20,89 | 0,00 | |
| 20 | 1,66 | 1458,43 | 21,56 | 0,00 | |
| 21 | 1,07 | 1459,17 | 27,02 | 0,00 | |
| 22 | 0,82 | 1459,35 | 27,74 | 0,00 | |
| 23 | 0,77 | 1458,96 | 27,98 | 0,00 | |
| 24 | 0,95 | 1458,45 | 29,88 | 0,00 | |
| 25 | 0,88 | 1457,77 | 33,22 | 0,00 | |
| 26 | 0,44 | 1457,25 | 35,50 | 0,00 | |
| 27 | 1,18 | 1456,72 | 28,69 | 0,00 | |
| 28 | 0,75 | 1456,53 | 28,91 | 0,00 | |
| 29 | 0,35 | 1455,87 | 27,64 | 0,00 | |
| 30 | 0,16 | 1455,76 | 27,37 | 0,00 | |
| 31 | 0,08 | 1455,75 | 25,54 | 0,00 | |
| 32 | 0,14 | 1456,35 | 37,39 | 0,00 | |
| 33 | 0,22 | 1456,41 | 37,21 | 0,00 | |
| 34 | 0,49 | 1456,53 | 36,12 | 0,00 | |
| 35 | 0,25 | 1456,60 | 37,70 | 0,00 | |
| 36 | 0,25 | 1463,27 | 25,86 | 0,00 | |
| 37 | 1,00 | 1457,63 | 21,81 | 0,00 | |
| 38 | 0,38 | 1456,87 | 35,52 | 0,00 | |
| 39 | 0,62 | 1456,56 | 35,71 | 0,00 | |
| 40 | 0,12 | 1457,10 | 35,83 | 0,00 | |
| 41 | 0,25 | 1456,76 | 38,47 | 0,00 | |
| 42 | 0,08 | 1456,72 | 38,85 | 0,00 | |
| 43 | 0,08 | 1456,70 | 43,29 | 0,00 | |
| 44 | 0,03 | 1456,69 | 46,08 | 0,00 | |
| 47 | 0,00 | 1458,73 | 12,23 | 0,00 | |
| 48 | 0,64 | 1457,28 | 25,28 | 0,00 | |
| 49 | 0,00 | 1457,51 | 20,66 | 0,00 | |
| 50 | 0,00 | 1459,35 | 27,35 | 0,00 | |
| 51 | 0,00 | 1457,25 | 35,25 | 0,00 | |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 | Embalse |
| 45 | 31,01 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 | Depósito |

Resultados en las Líneas a las 1:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida m/km | Unit. | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------|-------|-----------------|
| 1 | 61,08 | 3,46 | 53,63 | | Abierta |
| 2 | 55,18 | 3,12 | 44,53 | | Abierta |
| 4 | 11,42 | 1,45 | 18,02 | | Abierta |
| 5 | 10,27 | 1,31 | 14,88 | | Abierta |
| 6 | 4,98 | 1,13 | 16,12 | | Abierta |
| 7 | 2,99 | 0,68 | 6,47 | | Abierta |
| 8 | 1,28 | 0,29 | 1,45 | | Abierta |
| 9 | -0,35 | 0,08 | 0,16 | | Abierta |
| 10 | -1,98 | 0,45 | 3,12 | | Abierta |
| 11 | -3,11 | 0,70 | 6,98 | | Abierta |
| 13 | 1,54 | 0,20 | 0,51 | | Abierta |
| 14 | -0,10 | 0,01 | 0,00 | | Abierta |
| 15 | -1,74 | 0,22 | 0,63 | | Abierta |
| 16 | 11,01 | 1,40 | 16,86 | | Abierta |
| 17 | 10,06 | 1,28 | 14,33 | | Abierta |
| 18 | -3,56 | 0,45 | 2,23 | | Abierta |
| 19 | 4,81 | 0,61 | 3,82 | | Abierta |
| 21 | -8,49 | 1,08 | 10,56 | | Abierta |
| 22 | -9,40 | 1,20 | 12,69 | | Abierta |
| 23 | -10,47 | 1,33 | 15,41 | | Abierta |
| 24 | 9,65 | 1,23 | 13,29 | | Abierta |
| 25 | 8,87 | 1,13 | 11,45 | | Abierta |
| 26 | -0,75 | 0,17 | 0,57 | | Abierta |
| 27 | 7,18 | 0,91 | 7,83 | | Abierta |
| 28 | 5,82 | 0,74 | 5,38 | | Abierta |
| 29 | 7,01 | 0,89 | 7,49 | | Abierta |
| 30 | 1,48 | 0,75 | 12,99 | | Abierta |
| 31 | 1,05 | 0,54 | 7,09 | | Abierta |
| 32 | 0,59 | 0,51 | 9,22 | | Abierta |
| 33 | 0,23 | 0,21 | 1,88 | | Abierta |
| 34 | 0,08 | 0,07 | 0,19 | | Abierta |
| 35 | -2,19 | 0,49 | 3,73 | | Abierta |
| 36 | -0,75 | 0,38 | 3,88 | | Abierta |
| 37 | -0,29 | 0,15 | 0,74 | | Abierta |
| 39 | 2,51 | 1,28 | 33,02 | | Abierta |
| 40 | 1,38 | 0,70 | 11,47 | | Abierta |
| 41 | 0,47 | 0,24 | 1,75 | | Abierta |
| 42 | 0,36 | 0,32 | 4,04 | | Abierta |
| 43 | 0,14 | 0,13 | 0,81 | | Abierta |
| 44 | -0,39 | 0,20 | 1,24 | | Abierta |
| 45 | -0,63 | 0,32 | 2,92 | | Abierta |
| 46 | 0,25 | 0,03 | 0,02 | | Abierta |
| 47 | 1,18 | 0,60 | 8,68 | | Abierta |
| 48 | 1,06 | 0,54 | 7,21 | | Abierta |
| 49 | 0,18 | 0,16 | 1,23 | | Abierta |
| 50 | 0,10 | 0,09 | 0,42 | | Abierta |
| 51 | 0,03 | 0,02 | 0,06 | | Abierta |
| 53 | 66,98 | 3,79 | 63,51 | | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | | Abierta |
| 3 | 28,09 | 3,58 | 92,24 | | Abierta |
| 12 | -4,25 | 0,96 | 12,14 | | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 52 | 20,94 | 2,67 | 54,05 | | Abierta |
| 38 | 4,12 | 0,93 | 11,50 | | Abierta |
| 55 | 28,09 | 3,58 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 56 | -4,89 | 1,11 | 0,00 | | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Cerrada Válvula |
| 58 | 20,94 | 2,67 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 59 | 4,12 | 0,93 | 0,00 | | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 2:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad | |
|---------|-------------|----------|-----------|---------|----------|
| 1 | 4,54 | 1473,92 | 16,68 | 0,00 | |
| 2 | 4,54 | 1471,33 | 18,12 | 0,00 | |
| 3 | 4,54 | 1467,63 | 16,89 | 0,00 | |
| 4 | 4,35 | 1464,81 | 18,73 | 0,00 | |
| 5 | 3,62 | 1464,22 | 18,47 | 0,00 | |
| 6 | 2,89 | 1464,04 | 16,87 | 0,00 | |
| 7 | 1,53 | 1463,07 | 10,37 | 0,00 | |
| 8 | 1,31 | 1462,86 | 8,34 | 0,00 | |
| 9 | 1,25 | 1462,72 | 9,61 | 0,00 | |
| 10 | 1,25 | 1462,72 | 11,65 | 0,00 | |
| 11 | 0,87 | 1462,79 | 13,38 | 0,00 | |
| 12 | 0,87 | 1463,20 | 24,68 | 0,00 | |
| 13 | 0,49 | 1463,90 | 32,38 | 0,00 | |
| 14 | 1,26 | 1464,04 | 18,09 | 0,00 | |
| 15 | 1,26 | 1464,04 | 18,58 | 0,00 | |
| 16 | 2,36 | 1464,05 | 27,15 | 0,00 | |
| 17 | 0,73 | 1464,49 | 20,54 | 0,00 | |
| 18 | 1,30 | 1464,27 | 22,86 | 0,00 | |
| 19 | 2,05 | 1464,15 | 27,35 | 0,00 | |
| 20 | 1,28 | 1464,62 | 27,75 | 0,00 | |
| 21 | 0,82 | 1465,08 | 32,93 | 0,00 | |
| 22 | 0,63 | 1465,19 | 33,58 | 0,00 | |
| 23 | 0,59 | 1464,95 | 33,97 | 0,00 | |
| 24 | 0,73 | 1464,63 | 36,06 | 0,00 | |
| 25 | 0,68 | 1464,21 | 39,66 | 0,00 | |
| 26 | 0,34 | 1463,88 | 42,13 | 0,00 | |
| 27 | 0,90 | 1463,55 | 35,52 | 0,00 | |
| 28 | 0,58 | 1463,43 | 35,81 | 0,00 | |
| 29 | 0,27 | 1463,01 | 34,78 | 0,00 | |
| 30 | 0,12 | 1462,94 | 34,55 | 0,00 | |
| 31 | 0,06 | 1462,93 | 32,72 | 0,00 | |
| 32 | 0,11 | 1463,32 | 44,36 | 0,00 | |
| 33 | 0,17 | 1463,35 | 44,15 | 0,00 | |
| 34 | 0,38 | 1463,43 | 43,02 | 0,00 | |
| 35 | 0,19 | 1463,47 | 44,57 | 0,00 | |
| 36 | 0,19 | 1467,63 | 30,22 | 0,00 | |
| 37 | 0,77 | 1464,12 | 28,30 | 0,00 | |
| 38 | 0,29 | 1463,64 | 42,29 | 0,00 | |
| 39 | 0,48 | 1463,44 | 42,59 | 0,00 | |
| 40 | 0,09 | 1463,78 | 42,51 | 0,00 | |
| 41 | 0,19 | 1463,57 | 45,28 | 0,00 | |
| 42 | 0,06 | 1463,54 | 45,67 | 0,00 | |
| 43 | 0,06 | 1463,53 | 50,12 | 0,00 | |
| 44 | 0,02 | 1463,53 | 52,92 | 0,00 | |
| 47 | 0,00 | 1464,81 | 18,31 | 0,00 | |
| 48 | 0,49 | 1463,90 | 31,90 | 0,00 | |
| 49 | 0,00 | 1464,05 | 27,20 | 0,00 | |
| 50 | 0,00 | 1465,19 | 33,19 | 0,00 | |
| 51 | 0,00 | 1463,88 | 41,88 | 0,00 | |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 | Embalse |
| 45 | 46,47 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 | Depósito |

Resultados en las Líneas a las 2:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida m/km | Unit. | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------|-------|-----------------|
| 1 | 46,98 | 2,66 | 33,20 | | Abierta |
| 2 | 42,44 | 2,40 | 27,58 | | Abierta |
| 4 | 8,79 | 1,12 | 11,25 | | Abierta |
| 5 | 7,91 | 1,01 | 9,30 | | Abierta |
| 6 | 3,83 | 0,87 | 10,10 | | Abierta |
| 7 | 2,30 | 0,52 | 4,07 | | Abierta |
| 8 | 0,99 | 0,22 | 0,92 | | Abierta |
| 9 | -0,27 | 0,06 | 0,10 | | Abierta |
| 10 | -1,52 | 0,34 | 1,96 | | Abierta |
| 11 | -2,39 | 0,54 | 4,37 | | Abierta |
| 13 | 1,19 | 0,15 | 0,33 | | Abierta |
| 14 | -0,07 | 0,01 | 0,00 | | Abierta |
| 15 | -1,34 | 0,17 | 0,40 | | Abierta |
| 16 | 8,47 | 1,08 | 10,51 | | Abierta |
| 17 | 7,74 | 0,99 | 8,94 | | Abierta |
| 18 | -2,74 | 0,35 | 1,40 | | Abierta |
| 19 | 3,70 | 0,47 | 2,39 | | Abierta |
| 21 | -6,53 | 0,83 | 6,60 | | Abierta |
| 22 | -7,23 | 0,92 | 7,92 | | Abierta |
| 23 | -8,06 | 1,03 | 9,62 | | Abierta |
| 24 | 7,42 | 0,94 | 8,29 | | Abierta |
| 25 | 6,82 | 0,87 | 7,14 | | Abierta |
| 26 | -0,57 | 0,13 | 0,36 | | Abierta |
| 27 | 5,52 | 0,70 | 4,89 | | Abierta |
| 28 | 4,48 | 0,57 | 3,36 | | Abierta |
| 29 | 5,39 | 0,69 | 4,68 | | Abierta |
| 30 | 1,14 | 0,58 | 8,18 | | Abierta |
| 31 | 0,81 | 0,41 | 4,47 | | Abierta |
| 32 | 0,45 | 0,39 | 5,84 | | Abierta |
| 33 | 0,18 | 0,16 | 1,20 | | Abierta |
| 34 | 0,06 | 0,05 | 0,12 | | Abierta |
| 35 | -1,68 | 0,38 | 2,34 | | Abierta |
| 36 | -0,57 | 0,29 | 2,45 | | Abierta |
| 37 | -0,22 | 0,11 | 0,47 | | Abierta |
| 39 | 1,93 | 0,98 | 20,70 | | Abierta |
| 40 | 1,06 | 0,54 | 7,24 | | Abierta |
| 41 | 0,36 | 0,19 | 1,12 | | Abierta |
| 42 | 0,28 | 0,25 | 2,56 | | Abierta |
| 43 | 0,11 | 0,10 | 0,49 | | Abierta |
| 44 | -0,30 | 0,15 | 0,78 | | Abierta |
| 45 | -0,49 | 0,25 | 1,84 | | Abierta |
| 46 | 0,19 | 0,02 | 0,01 | | Abierta |
| 47 | 0,91 | 0,46 | 5,44 | | Abierta |
| 48 | 0,82 | 0,42 | 4,54 | | Abierta |
| 49 | 0,14 | 0,12 | 0,78 | | Abierta |
| 50 | 0,08 | 0,07 | 0,20 | | Abierta |
| 51 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | | Abierta |
| 53 | 51,52 | 2,92 | 39,29 | | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | | Abierta |
| 3 | 21,61 | 2,75 | 57,20 | | Abierta |
| 12 | -3,26 | 0,74 | 7,59 | | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 52 | 16,11 | 2,05 | 33,56 | | Abierta |
| 38 | 3,17 | 0,72 | 7,21 | | Abierta |
| 55 | 21,61 | 2,75 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 56 | -3,76 | 0,85 | 0,00 | | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Cerrada Válvula |
| 58 | 16,11 | 2,05 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 59 | 3,17 | 0,72 | 0,00 | | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 3:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad | |
|---------|-------------|----------|-----------|---------|----------|
| 1 | 5,45 | 1473,61 | 16,37 | 0,00 | |
| 2 | 5,45 | 1469,99 | 16,78 | 0,00 | |
| 3 | 5,45 | 1464,83 | 14,09 | 0,00 | |
| 4 | 5,22 | 1460,90 | 14,82 | 0,00 | |
| 5 | 4,34 | 1460,09 | 14,34 | 0,00 | |
| 6 | 3,46 | 1459,84 | 12,67 | 0,00 | |
| 7 | 1,84 | 1458,49 | 5,79 | 0,00 | |
| 8 | 1,58 | 1458,21 | 3,69 | 0,00 | |
| 9 | 1,50 | 1458,01 | 4,90 | 0,00 | |
| 10 | 1,50 | 1458,02 | 6,95 | 0,00 | |
| 11 | 1,05 | 1458,11 | 8,70 | 0,00 | |
| 12 | 1,05 | 1458,68 | 20,16 | 0,00 | |
| 13 | 0,59 | 1459,65 | 28,13 | 0,00 | |
| 14 | 1,52 | 1459,83 | 13,88 | 0,00 | |
| 15 | 1,52 | 1459,83 | 14,37 | 0,00 | |
| 16 | 2,83 | 1459,85 | 22,95 | 0,00 | |
| 17 | 0,88 | 1460,46 | 16,51 | 0,00 | |
| 18 | 1,56 | 1460,15 | 18,74 | 0,00 | |
| 19 | 2,46 | 1460,00 | 23,20 | 0,00 | |
| 20 | 1,53 | 1460,65 | 23,78 | 0,00 | |
| 21 | 0,99 | 1461,28 | 29,13 | 0,00 | |
| 22 | 0,76 | 1461,44 | 29,83 | 0,00 | |
| 23 | 0,71 | 1461,10 | 30,12 | 0,00 | |
| 24 | 0,87 | 1460,66 | 32,09 | 0,00 | |
| 25 | 0,81 | 1460,07 | 35,52 | 0,00 | |
| 26 | 0,40 | 1459,62 | 37,87 | 0,00 | |
| 27 | 1,09 | 1459,16 | 31,13 | 0,00 | |
| 28 | 0,70 | 1458,99 | 31,37 | 0,00 | |
| 29 | 0,32 | 1458,42 | 30,19 | 0,00 | |
| 30 | 0,14 | 1458,32 | 29,93 | 0,00 | |
| 31 | 0,07 | 1458,32 | 28,11 | 0,00 | |
| 32 | 0,13 | 1458,84 | 39,88 | 0,00 | |
| 33 | 0,20 | 1458,89 | 39,69 | 0,00 | |
| 34 | 0,46 | 1459,00 | 38,59 | 0,00 | |
| 35 | 0,23 | 1459,06 | 40,16 | 0,00 | |
| 36 | 0,23 | 1464,83 | 27,42 | 0,00 | |
| 37 | 0,92 | 1459,95 | 24,13 | 0,00 | |
| 38 | 0,35 | 1459,29 | 37,94 | 0,00 | |
| 39 | 0,58 | 1459,02 | 38,17 | 0,00 | |
| 40 | 0,11 | 1459,49 | 38,22 | 0,00 | |
| 41 | 0,23 | 1459,19 | 40,90 | 0,00 | |
| 42 | 0,07 | 1459,16 | 41,29 | 0,00 | |
| 43 | 0,07 | 1459,14 | 45,73 | 0,00 | |
| 44 | 0,02 | 1459,14 | 48,53 | 0,00 | |
| 47 | 0,00 | 1460,90 | 14,40 | 0,00 | |
| 48 | 0,59 | 1459,65 | 27,65 | 0,00 | |
| 49 | 0,00 | 1459,85 | 23,00 | 0,00 | |
| 50 | 0,00 | 1461,44 | 29,44 | 0,00 | |
| 51 | 0,00 | 1459,62 | 37,62 | 0,00 | |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 | Embalse |
| 45 | 36,16 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 | Depósito |

Resultados en las Líneas a las 3:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida m/km | Unid. | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------|-------|-----------------|
| 1 | 56,38 | 3,19 | 46,33 | | Abierta |
| 2 | 50,93 | 2,88 | 38,47 | | Abierta |
| 4 | 10,54 | 1,34 | 15,60 | | Abierta |
| 5 | 9,48 | 1,21 | 12,89 | | Abierta |
| 6 | 4,60 | 1,04 | 13,98 | | Abierta |
| 7 | 2,76 | 0,62 | 5,62 | | Abierta |
| 8 | 1,18 | 0,27 | 1,26 | | Abierta |
| 9 | -0,32 | 0,07 | 0,13 | | Abierta |
| 10 | -1,82 | 0,41 | 2,71 | | Abierta |
| 11 | -2,87 | 0,65 | 6,05 | | Abierta |
| 13 | 1,42 | 0,18 | 0,44 | | Abierta |
| 14 | -0,09 | 0,01 | 0,00 | | Abierta |
| 15 | -1,61 | 0,20 | 0,56 | | Abierta |
| 16 | 10,16 | 1,29 | 14,60 | | Abierta |
| 17 | 9,28 | 1,18 | 12,41 | | Abierta |
| 18 | -3,28 | 0,42 | 1,94 | | Abierta |
| 19 | 4,44 | 0,57 | 3,31 | | Abierta |
| 21 | -7,83 | 1,00 | 9,14 | | Abierta |
| 22 | -8,68 | 1,10 | 10,99 | | Abierta |
| 23 | -9,67 | 1,23 | 13,34 | | Abierta |
| 24 | 8,90 | 1,13 | 11,51 | | Abierta |
| 25 | 8,19 | 1,04 | 9,91 | | Abierta |
| 26 | -0,69 | 0,16 | 0,49 | | Abierta |
| 27 | 6,63 | 0,84 | 6,78 | | Abierta |
| 28 | 5,38 | 0,68 | 4,67 | | Abierta |
| 29 | 6,47 | 0,82 | 6,49 | | Abierta |
| 30 | 1,37 | 0,70 | 11,27 | | Abierta |
| 31 | 0,97 | 0,49 | 6,16 | | Abierta |
| 32 | 0,54 | 0,47 | 8,02 | | Abierta |
| 33 | 0,22 | 0,19 | 1,64 | | Abierta |
| 34 | 0,07 | 0,06 | 0,15 | | Abierta |
| 35 | -2,02 | 0,46 | 3,23 | | Abierta |
| 36 | -0,69 | 0,35 | 3,38 | | Abierta |
| 37 | -0,26 | 0,13 | 0,65 | | Abierta |
| 39 | 2,31 | 1,18 | 28,62 | | Abierta |
| 40 | 1,28 | 0,65 | 9,96 | | Abierta |
| 41 | 0,44 | 0,22 | 1,52 | | Abierta |
| 42 | 0,34 | 0,29 | 3,52 | | Abierta |
| 43 | 0,13 | 0,12 | 0,71 | | Abierta |
| 44 | -0,36 | 0,18 | 1,07 | | Abierta |
| 45 | -0,58 | 0,30 | 2,53 | | Abierta |
| 46 | 0,23 | 0,03 | 0,01 | | Abierta |
| 47 | 1,09 | 0,55 | 7,52 | | Abierta |
| 48 | 0,98 | 0,50 | 6,26 | | Abierta |
| 49 | 0,17 | 0,15 | 1,07 | | Abierta |
| 50 | 0,10 | 0,08 | 0,33 | | Abierta |
| 51 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | | Abierta |
| 53 | 61,83 | 3,50 | 54,84 | | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | | Abierta |
| 3 | 25,93 | 3,30 | 79,71 | | Abierta |
| 12 | -3,92 | 0,89 | 10,52 | | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 52 | 19,33 | 2,46 | 46,72 | | Abierta |
| 38 | 3,80 | 0,86 | 9,97 | | Abierta |
| 55 | 25,93 | 3,30 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 56 | -4,51 | 1,02 | 0,00 | | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Cerrada Válvula |
| 58 | 19,33 | 2,46 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 59 | 3,80 | 0,86 | 0,00 | | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 4:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad | |
|---------|-------------|----------|-----------|---------|----------|
| 1 | 2,27 | 1474,49 | 17,25 | 0,00 | |
| 2 | 2,27 | 1473,75 | 20,54 | 0,00 | |
| 3 | 2,27 | 1472,70 | 21,96 | 0,00 | |
| 4 | 2,17 | 1471,89 | 25,81 | 0,00 | |
| 5 | 1,81 | 1471,72 | 25,97 | 0,00 | |
| 6 | 1,44 | 1471,67 | 24,50 | 0,00 | |
| 7 | 0,77 | 1471,39 | 18,69 | 0,00 | |
| 8 | 0,66 | 1471,32 | 16,80 | 0,00 | |
| 9 | 0,63 | 1471,28 | 18,17 | 0,00 | |
| 10 | 0,63 | 1471,28 | 20,21 | 0,00 | |
| 11 | 0,44 | 1471,30 | 21,89 | 0,00 | |
| 12 | 0,44 | 1471,42 | 32,90 | 0,00 | |
| 13 | 0,25 | 1471,63 | 40,11 | 0,00 | |
| 14 | 0,63 | 1471,67 | 25,72 | 0,00 | |
| 15 | 0,63 | 1471,67 | 26,21 | 0,00 | |
| 16 | 1,18 | 1471,67 | 34,77 | 0,00 | |
| 17 | 0,37 | 1471,80 | 27,85 | 0,00 | |
| 18 | 0,65 | 1471,74 | 30,33 | 0,00 | |
| 19 | 1,02 | 1471,70 | 34,90 | 0,00 | |
| 20 | 0,64 | 1471,84 | 34,97 | 0,00 | |
| 21 | 0,41 | 1471,97 | 39,82 | 0,00 | |
| 22 | 0,32 | 1472,00 | 40,39 | 0,00 | |
| 23 | 0,30 | 1471,93 | 40,95 | 0,00 | |
| 24 | 0,36 | 1471,84 | 43,27 | 0,00 | |
| 25 | 0,34 | 1471,72 | 47,17 | 0,00 | |
| 26 | 0,17 | 1471,62 | 49,87 | 0,00 | |
| 27 | 0,45 | 1471,52 | 43,49 | 0,00 | |
| 28 | 0,29 | 1471,49 | 43,87 | 0,00 | |
| 29 | 0,14 | 1471,36 | 43,13 | 0,00 | |
| 30 | 0,06 | 1471,34 | 42,95 | 0,00 | |
| 31 | 0,03 | 1471,34 | 41,13 | 0,00 | |
| 32 | 0,05 | 1471,45 | 52,49 | 0,00 | |
| 33 | 0,09 | 1471,46 | 52,26 | 0,00 | |
| 34 | 0,19 | 1471,48 | 51,07 | 0,00 | |
| 35 | 0,09 | 1471,50 | 52,60 | 0,00 | |
| 36 | 0,09 | 1472,70 | 35,29 | 0,00 | |
| 37 | 0,38 | 1471,69 | 35,87 | 0,00 | |
| 38 | 0,14 | 1471,55 | 50,20 | 0,00 | |
| 39 | 0,24 | 1471,49 | 50,64 | 0,00 | |
| 40 | 0,05 | 1471,59 | 50,32 | 0,00 | |
| 41 | 0,09 | 1471,53 | 53,24 | 0,00 | |
| 42 | 0,03 | 1471,52 | 53,65 | 0,00 | |
| 43 | 0,03 | 1471,52 | 58,11 | 0,00 | |
| 44 | 0,01 | 1471,52 | 60,91 | 0,00 | |
| 47 | 0,00 | 1471,89 | 25,39 | 0,00 | |
| 48 | 0,25 | 1471,63 | 39,63 | 0,00 | |
| 49 | 0,00 | 1471,67 | 34,82 | 0,00 | |
| 50 | 0,00 | 1472,00 | 40,00 | 0,00 | |
| 51 | 0,00 | 1471,62 | 49,62 | 0,00 | |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 | Embalse |
| 45 | 72,23 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 | Depósito |

Resultados en las Líneas a las 4:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida m/km | Unit. | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------|-------|-----------------|
| 1 | 23,49 | 1,33 | 9,42 | | Abierta |
| 2 | 21,22 | 1,20 | 7,84 | | Abierta |
| 4 | 4,40 | 0,56 | 3,26 | | Abierta |
| 5 | 3,96 | 0,50 | 2,71 | | Abierta |
| 6 | 1,92 | 0,43 | 2,96 | | Abierta |
| 7 | 1,15 | 0,26 | 1,21 | | Abierta |
| 8 | 0,50 | 0,11 | 0,28 | | Abierta |
| 9 | -0,13 | 0,03 | 0,01 | | Abierta |
| 10 | -0,76 | 0,17 | 0,58 | | Abierta |
| 11 | -1,19 | 0,27 | 1,28 | | Abierta |
| 13 | 0,60 | 0,08 | 0,09 | | Abierta |
| 14 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 15 | -0,66 | 0,08 | 0,12 | | Abierta |
| 16 | 4,23 | 0,54 | 3,04 | | Abierta |
| 17 | 3,87 | 0,49 | 2,59 | | Abierta |
| 18 | -1,37 | 0,17 | 0,42 | | Abierta |
| 19 | 1,84 | 0,23 | 0,70 | | Abierta |
| 21 | -3,26 | 0,42 | 1,92 | | Abierta |
| 22 | -3,62 | 0,46 | 2,30 | | Abierta |
| 23 | -4,03 | 0,51 | 2,78 | | Abierta |
| 24 | 3,71 | 0,47 | 2,40 | | Abierta |
| 25 | 3,41 | 0,43 | 2,07 | | Abierta |
| 26 | -0,29 | 0,07 | 0,11 | | Abierta |
| 27 | 2,76 | 0,35 | 1,42 | | Abierta |
| 28 | 2,24 | 0,29 | 0,99 | | Abierta |
| 29 | 2,69 | 0,34 | 1,36 | | Abierta |
| 30 | 0,57 | 0,29 | 2,42 | | Abierta |
| 31 | 0,40 | 0,20 | 1,32 | | Abierta |
| 32 | 0,23 | 0,20 | 1,76 | | Abierta |
| 33 | 0,09 | 0,08 | 0,27 | | Abierta |
| 34 | 0,03 | 0,03 | 0,06 | | Abierta |
| 35 | -0,83 | 0,19 | 0,69 | | Abierta |
| 36 | -0,28 | 0,14 | 0,72 | | Abierta |
| 37 | -0,11 | 0,06 | 0,11 | | Abierta |
| 39 | 0,97 | 0,49 | 6,11 | | Abierta |
| 40 | 0,54 | 0,27 | 2,18 | | Abierta |
| 41 | 0,18 | 0,09 | 0,34 | | Abierta |
| 42 | 0,14 | 0,12 | 0,79 | | Abierta |
| 43 | 0,05 | 0,05 | 0,11 | | Abierta |
| 44 | -0,15 | 0,07 | 0,23 | | Abierta |
| 45 | -0,24 | 0,12 | 0,55 | | Abierta |
| 46 | 0,09 | 0,01 | 0,00 | | Abierta |
| 47 | 0,45 | 0,23 | 1,62 | | Abierta |
| 48 | 0,41 | 0,21 | 1,35 | | Abierta |
| 49 | 0,07 | 0,06 | 0,15 | | Abierta |
| 50 | 0,04 | 0,04 | 0,08 | | Abierta |
| 51 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | | Abierta |
| 53 | 25,76 | 1,46 | 11,13 | | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | | Abierta |
| 3 | 10,81 | 1,38 | 16,31 | | Abierta |
| 12 | -1,63 | 0,37 | 2,21 | | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 52 | 8,05 | 1,02 | 9,60 | | Abierta |
| 38 | 1,59 | 0,36 | 2,12 | | Abierta |
| 55 | 10,81 | 1,38 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 56 | -1,87 | 0,42 | 0,00 | | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Cerrada Válvula |
| 58 | 8,05 | 1,02 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 59 | 1,59 | 0,36 | 0,00 | | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 5:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad | |
|---------|-------------|----------|-----------|---------|----------|
| 1 | 5,90 | 1473,44 | 16,20 | 0,00 | |
| 2 | 5,90 | 1469,25 | 16,04 | 0,00 | |
| 3 | 5,90 | 1463,27 | 12,53 | 0,00 | |
| 4 | 5,65 | 1458,72 | 12,64 | 0,00 | |
| 5 | 4,71 | 1457,79 | 12,04 | 0,00 | |
| 6 | 3,75 | 1457,50 | 10,33 | 0,00 | |
| 7 | 1,99 | 1455,94 | 3,24 | 0,00 | |
| 8 | 1,71 | 1455,62 | 1,10 | 0,00 | |
| 9 | 1,63 | 1455,39 | 2,28 | 0,00 | |
| 10 | 1,63 | 1455,40 | 4,33 | 0,00 | |
| 11 | 1,13 | 1455,51 | 6,10 | 0,00 | |
| 12 | 1,13 | 1456,17 | 17,65 | 0,00 | |
| 13 | 0,64 | 1457,28 | 25,76 | 0,00 | |
| 14 | 1,64 | 1457,49 | 11,54 | 0,00 | |
| 15 | 1,64 | 1457,49 | 12,03 | 0,00 | |
| 16 | 3,06 | 1457,51 | 20,61 | 0,00 | |
| 17 | 0,95 | 1458,22 | 14,27 | 0,00 | |
| 18 | 1,69 | 1457,86 | 16,45 | 0,00 | |
| 19 | 2,66 | 1457,69 | 20,89 | 0,00 | |
| 20 | 1,66 | 1458,43 | 21,56 | 0,00 | |
| 21 | 1,07 | 1459,17 | 27,02 | 0,00 | |
| 22 | 0,82 | 1459,35 | 27,74 | 0,00 | |
| 23 | 0,77 | 1458,96 | 27,98 | 0,00 | |
| 24 | 0,95 | 1458,45 | 29,88 | 0,00 | |
| 25 | 0,88 | 1457,77 | 33,22 | 0,00 | |
| 26 | 0,44 | 1457,25 | 35,50 | 0,00 | |
| 27 | 1,18 | 1456,72 | 28,69 | 0,00 | |
| 28 | 0,75 | 1456,53 | 28,91 | 0,00 | |
| 29 | 0,35 | 1455,87 | 27,64 | 0,00 | |
| 30 | 0,16 | 1455,76 | 27,37 | 0,00 | |
| 31 | 0,08 | 1455,75 | 25,54 | 0,00 | |
| 32 | 0,14 | 1456,35 | 37,39 | 0,00 | |
| 33 | 0,22 | 1456,41 | 37,21 | 0,00 | |
| 34 | 0,49 | 1456,53 | 36,12 | 0,00 | |
| 35 | 0,25 | 1456,60 | 37,70 | 0,00 | |
| 36 | 0,25 | 1463,27 | 25,86 | 0,00 | |
| 37 | 1,00 | 1457,63 | 21,81 | 0,00 | |
| 38 | 0,38 | 1456,87 | 35,52 | 0,00 | |
| 39 | 0,62 | 1456,56 | 35,71 | 0,00 | |
| 40 | 0,12 | 1457,10 | 35,83 | 0,00 | |
| 41 | 0,25 | 1456,76 | 38,47 | 0,00 | |
| 42 | 0,08 | 1456,72 | 38,85 | 0,00 | |
| 43 | 0,08 | 1456,70 | 43,29 | 0,00 | |
| 44 | 0,03 | 1456,69 | 46,08 | 0,00 | |
| 47 | 0,00 | 1458,72 | 12,22 | 0,00 | |
| 48 | 0,64 | 1457,28 | 25,28 | 0,00 | |
| 49 | 0,00 | 1457,51 | 20,66 | 0,00 | |
| 50 | 0,00 | 1459,35 | 27,35 | 0,00 | |
| 51 | 0,00 | 1457,25 | 35,25 | 0,00 | |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 | Embalse |
| 45 | 31,01 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 | Depósito |

Resultados en las Líneas a las 5:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida m/km | Unid. | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------|-------|-----------------|
| 1 | 61,08 | 3,46 | 53,63 | | Abierta |
| 2 | 55,18 | 3,12 | 44,53 | | Abierta |
| 4 | 11,42 | 1,45 | 18,02 | | Abierta |
| 5 | 10,27 | 1,31 | 14,88 | | Abierta |
| 6 | 4,98 | 1,13 | 16,12 | | Abierta |
| 7 | 2,99 | 0,68 | 6,47 | | Abierta |
| 8 | 1,28 | 0,29 | 1,45 | | Abierta |
| 9 | -0,35 | 0,08 | 0,15 | | Abierta |
| 10 | -1,98 | 0,45 | 3,13 | | Abierta |
| 11 | -3,11 | 0,70 | 6,98 | | Abierta |
| 13 | 1,54 | 0,20 | 0,51 | | Abierta |
| 14 | -0,10 | 0,01 | 0,00 | | Abierta |
| 15 | -1,74 | 0,22 | 0,63 | | Abierta |
| 16 | 11,01 | 1,40 | 16,86 | | Abierta |
| 17 | 10,06 | 1,28 | 14,33 | | Abierta |
| 18 | -3,56 | 0,45 | 2,24 | | Abierta |
| 19 | 4,81 | 0,61 | 3,82 | | Abierta |
| 21 | -8,49 | 1,08 | 10,56 | | Abierta |
| 22 | -9,40 | 1,20 | 12,69 | | Abierta |
| 23 | -10,47 | 1,33 | 15,41 | | Abierta |
| 24 | 9,65 | 1,23 | 13,29 | | Abierta |
| 25 | 8,87 | 1,13 | 11,45 | | Abierta |
| 26 | -0,75 | 0,17 | 0,57 | | Abierta |
| 27 | 7,18 | 0,91 | 7,83 | | Abierta |
| 28 | 5,82 | 0,74 | 5,38 | | Abierta |
| 29 | 7,01 | 0,89 | 7,49 | | Abierta |
| 30 | 1,48 | 0,75 | 12,99 | | Abierta |
| 31 | 1,05 | 0,54 | 7,09 | | Abierta |
| 32 | 0,59 | 0,51 | 9,23 | | Abierta |
| 33 | 0,23 | 0,21 | 1,88 | | Abierta |
| 34 | 0,08 | 0,07 | 0,18 | | Abierta |
| 35 | -2,19 | 0,49 | 3,73 | | Abierta |
| 36 | -0,75 | 0,38 | 3,88 | | Abierta |
| 37 | -0,29 | 0,15 | 0,74 | | Abierta |
| 39 | 2,51 | 1,28 | 33,02 | | Abierta |
| 40 | 1,38 | 0,70 | 11,47 | | Abierta |
| 41 | 0,47 | 0,24 | 1,75 | | Abierta |
| 42 | 0,36 | 0,32 | 4,04 | | Abierta |
| 43 | 0,14 | 0,13 | 0,81 | | Abierta |
| 44 | -0,39 | 0,20 | 1,24 | | Abierta |
| 45 | -0,63 | 0,32 | 2,91 | | Abierta |
| 46 | 0,25 | 0,03 | 0,02 | | Abierta |
| 47 | 1,18 | 0,60 | 8,67 | | Abierta |
| 48 | 1,06 | 0,54 | 7,21 | | Abierta |
| 49 | 0,18 | 0,16 | 1,22 | | Abierta |
| 50 | 0,10 | 0,09 | 0,42 | | Abierta |
| 51 | 0,03 | 0,02 | 0,05 | | Abierta |
| 53 | 66,98 | 3,79 | 63,51 | | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | | Abierta |
| 3 | 28,09 | 3,58 | 92,24 | | Abierta |
| 12 | -4,25 | 0,96 | 12,14 | | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 52 | 20,94 | 2,67 | 54,05 | | Abierta |
| 38 | 4,12 | 0,93 | 11,50 | | Abierta |
| 55 | 28,09 | 3,58 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 56 | -4,89 | 1,11 | 0,00 | | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Cerrada Válvula |
| 58 | 20,94 | 2,67 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 59 | 4,12 | 0,93 | 0,00 | | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 6:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad | |
|---------|-------------|----------|-----------|---------|----------|
| 1 | 4,54 | 1473,92 | 16,68 | 0,00 | |
| 2 | 4,54 | 1471,33 | 18,12 | 0,00 | |
| 3 | 4,54 | 1467,63 | 16,89 | 0,00 | |
| 4 | 4,35 | 1464,81 | 18,73 | 0,00 | |
| 5 | 3,62 | 1464,22 | 18,47 | 0,00 | |
| 6 | 2,89 | 1464,04 | 16,87 | 0,00 | |
| 7 | 1,53 | 1463,07 | 10,37 | 0,00 | |
| 8 | 1,31 | 1462,86 | 8,34 | 0,00 | |
| 9 | 1,25 | 1462,72 | 9,61 | 0,00 | |
| 10 | 1,25 | 1462,72 | 11,65 | 0,00 | |
| 11 | 0,87 | 1462,79 | 13,38 | 0,00 | |
| 12 | 0,87 | 1463,20 | 24,68 | 0,00 | |
| 13 | 0,49 | 1463,90 | 32,38 | 0,00 | |
| 14 | 1,26 | 1464,04 | 18,09 | 0,00 | |
| 15 | 1,26 | 1464,04 | 18,58 | 0,00 | |
| 16 | 2,36 | 1464,05 | 27,15 | 0,00 | |
| 17 | 0,73 | 1464,49 | 20,54 | 0,00 | |
| 18 | 1,30 | 1464,27 | 22,86 | 0,00 | |
| 19 | 2,05 | 1464,15 | 27,35 | 0,00 | |
| 20 | 1,28 | 1464,62 | 27,75 | 0,00 | |
| 21 | 0,82 | 1465,08 | 32,93 | 0,00 | |
| 22 | 0,63 | 1465,19 | 33,58 | 0,00 | |
| 23 | 0,59 | 1464,95 | 33,97 | 0,00 | |
| 24 | 0,73 | 1464,63 | 36,06 | 0,00 | |
| 25 | 0,68 | 1464,21 | 39,66 | 0,00 | |
| 26 | 0,34 | 1463,88 | 42,13 | 0,00 | |
| 27 | 0,90 | 1463,55 | 35,52 | 0,00 | |
| 28 | 0,58 | 1463,43 | 35,81 | 0,00 | |
| 29 | 0,27 | 1463,01 | 34,78 | 0,00 | |
| 30 | 0,12 | 1462,94 | 34,55 | 0,00 | |
| 31 | 0,06 | 1462,93 | 32,72 | 0,00 | |
| 32 | 0,11 | 1463,32 | 44,36 | 0,00 | |
| 33 | 0,17 | 1463,35 | 44,15 | 0,00 | |
| 34 | 0,38 | 1463,43 | 43,02 | 0,00 | |
| 35 | 0,19 | 1463,47 | 44,57 | 0,00 | |
| 36 | 0,19 | 1467,63 | 30,22 | 0,00 | |
| 37 | 0,77 | 1464,12 | 28,30 | 0,00 | |
| 38 | 0,29 | 1463,64 | 42,29 | 0,00 | |
| 39 | 0,48 | 1463,44 | 42,59 | 0,00 | |
| 40 | 0,09 | 1463,78 | 42,51 | 0,00 | |
| 41 | 0,19 | 1463,57 | 45,28 | 0,00 | |
| 42 | 0,06 | 1463,54 | 45,67 | 0,00 | |
| 43 | 0,06 | 1463,54 | 50,13 | 0,00 | |
| 44 | 0,02 | 1463,53 | 52,92 | 0,00 | |
| 47 | 0,00 | 1464,81 | 18,31 | 0,00 | |
| 48 | 0,49 | 1463,90 | 31,90 | 0,00 | |
| 49 | 0,00 | 1464,05 | 27,20 | 0,00 | |
| 50 | 0,00 | 1465,19 | 33,19 | 0,00 | |
| 51 | 0,00 | 1463,88 | 41,88 | 0,00 | |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 | Embalse |
| 45 | 46,47 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 | Depósito |

Resultados en las Líneas a las 6:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida m/km | Unit. | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------|-------|-----------------|
| 1 | 46,98 | 2,66 | 33,20 | | Abierta |
| 2 | 42,44 | 2,40 | 27,58 | | Abierta |
| 4 | 8,79 | 1,12 | 11,25 | | Abierta |
| 5 | 7,91 | 1,01 | 9,30 | | Abierta |
| 6 | 3,83 | 0,87 | 10,10 | | Abierta |
| 7 | 2,30 | 0,52 | 4,07 | | Abierta |
| 8 | 0,99 | 0,22 | 0,92 | | Abierta |
| 9 | -0,27 | 0,06 | 0,09 | | Abierta |
| 10 | -1,52 | 0,34 | 1,96 | | Abierta |
| 11 | -2,39 | 0,54 | 4,37 | | Abierta |
| 13 | 1,19 | 0,15 | 0,33 | | Abierta |
| 14 | -0,07 | 0,01 | 0,00 | | Abierta |
| 15 | -1,34 | 0,17 | 0,40 | | Abierta |
| 16 | 8,47 | 1,08 | 10,51 | | Abierta |
| 17 | 7,74 | 0,99 | 8,94 | | Abierta |
| 18 | -2,74 | 0,35 | 1,40 | | Abierta |
| 19 | 3,70 | 0,47 | 2,39 | | Abierta |
| 21 | -6,53 | 0,83 | 6,59 | | Abierta |
| 22 | -7,23 | 0,92 | 7,92 | | Abierta |
| 23 | -8,06 | 1,03 | 9,61 | | Abierta |
| 24 | 7,42 | 0,94 | 8,29 | | Abierta |
| 25 | 6,82 | 0,87 | 7,14 | | Abierta |
| 26 | -0,57 | 0,13 | 0,36 | | Abierta |
| 27 | 5,52 | 0,70 | 4,89 | | Abierta |
| 28 | 4,48 | 0,57 | 3,36 | | Abierta |
| 29 | 5,39 | 0,69 | 4,68 | | Abierta |
| 30 | 1,14 | 0,58 | 8,18 | | Abierta |
| 31 | 0,81 | 0,41 | 4,47 | | Abierta |
| 32 | 0,45 | 0,39 | 5,83 | | Abierta |
| 33 | 0,18 | 0,16 | 1,20 | | Abierta |
| 34 | 0,06 | 0,05 | 0,12 | | Abierta |
| 35 | -1,68 | 0,38 | 2,34 | | Abierta |
| 36 | -0,57 | 0,29 | 2,45 | | Abierta |
| 37 | -0,22 | 0,11 | 0,47 | | Abierta |
| 39 | 1,93 | 0,98 | 20,72 | | Abierta |
| 40 | 1,06 | 0,54 | 7,23 | | Abierta |
| 41 | 0,36 | 0,19 | 1,13 | | Abierta |
| 42 | 0,28 | 0,25 | 2,56 | | Abierta |
| 43 | 0,11 | 0,10 | 0,49 | | Abierta |
| 44 | -0,30 | 0,15 | 0,78 | | Abierta |
| 45 | -0,49 | 0,25 | 1,84 | | Abierta |
| 46 | 0,19 | 0,02 | 0,01 | | Abierta |
| 47 | 0,91 | 0,46 | 5,45 | | Abierta |
| 48 | 0,82 | 0,42 | 4,53 | | Abierta |
| 49 | 0,14 | 0,12 | 0,79 | | Abierta |
| 50 | 0,08 | 0,07 | 0,20 | | Abierta |
| 51 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | | Abierta |
| 53 | 51,52 | 2,92 | 39,29 | | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | | Abierta |
| 3 | 21,61 | 2,75 | 57,20 | | Abierta |
| 12 | -3,26 | 0,74 | 7,59 | | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 52 | 16,11 | 2,05 | 33,56 | | Abierta |
| 38 | 3,17 | 0,72 | 7,20 | | Abierta |
| 55 | 21,61 | 2,75 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 56 | -3,76 | 0,85 | 0,00 | | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Cerrada Válvula |
| 58 | 16,11 | 2,05 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 59 | 3,17 | 0,72 | 0,00 | | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 7:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad |
|---------|-------------|----------|-----------|---------------|
| 1 | 5,45 | 1473,61 | 16,37 | 0,00 |
| 2 | 5,45 | 1469,99 | 16,78 | 0,00 |
| 3 | 5,45 | 1464,83 | 14,09 | 0,00 |
| 4 | 5,22 | 1460,90 | 14,82 | 0,00 |
| 5 | 4,34 | 1460,09 | 14,34 | 0,00 |
| 6 | 3,46 | 1459,84 | 12,67 | 0,00 |
| 7 | 1,84 | 1458,49 | 5,79 | 0,00 |
| 8 | 1,58 | 1458,21 | 3,69 | 0,00 |
| 9 | 1,50 | 1458,01 | 4,90 | 0,00 |
| 10 | 1,50 | 1458,02 | 6,95 | 0,00 |
| 11 | 1,05 | 1458,11 | 8,70 | 0,00 |
| 12 | 1,05 | 1458,68 | 20,16 | 0,00 |
| 13 | 0,59 | 1459,65 | 28,13 | 0,00 |
| 14 | 1,52 | 1459,83 | 13,88 | 0,00 |
| 15 | 1,52 | 1459,83 | 14,37 | 0,00 |
| 16 | 2,83 | 1459,85 | 22,95 | 0,00 |
| 17 | 0,88 | 1460,46 | 16,51 | 0,00 |
| 18 | 1,56 | 1460,15 | 18,74 | 0,00 |
| 19 | 2,46 | 1460,00 | 23,20 | 0,00 |
| 20 | 1,53 | 1460,65 | 23,78 | 0,00 |
| 21 | 0,99 | 1461,28 | 29,13 | 0,00 |
| 22 | 0,76 | 1461,44 | 29,83 | 0,00 |
| 23 | 0,71 | 1461,10 | 30,12 | 0,00 |
| 24 | 0,87 | 1460,66 | 32,09 | 0,00 |
| 25 | 0,81 | 1460,07 | 35,52 | 0,00 |
| 26 | 0,40 | 1459,62 | 37,87 | 0,00 |
| 27 | 1,09 | 1459,16 | 31,13 | 0,00 |
| 28 | 0,70 | 1458,99 | 31,37 | 0,00 |
| 29 | 0,32 | 1458,42 | 30,19 | 0,00 |
| 30 | 0,14 | 1458,32 | 29,93 | 0,00 |
| 31 | 0,07 | 1458,32 | 28,11 | 0,00 |
| 32 | 0,13 | 1458,84 | 39,88 | 0,00 |
| 33 | 0,20 | 1458,89 | 39,69 | 0,00 |
| 34 | 0,46 | 1459,00 | 38,59 | 0,00 |
| 35 | 0,23 | 1459,06 | 40,16 | 0,00 |
| 36 | 0,23 | 1464,83 | 27,42 | 0,00 |
| 37 | 0,92 | 1459,95 | 24,13 | 0,00 |
| 38 | 0,35 | 1459,29 | 37,94 | 0,00 |
| 39 | 0,58 | 1459,02 | 38,17 | 0,00 |
| 40 | 0,11 | 1459,49 | 38,22 | 0,00 |
| 41 | 0,23 | 1459,19 | 40,90 | 0,00 |
| 42 | 0,07 | 1459,16 | 41,29 | 0,00 |
| 43 | 0,07 | 1459,14 | 45,73 | 0,00 |
| 44 | 0,02 | 1459,14 | 48,53 | 0,00 |
| 47 | 0,00 | 1460,90 | 14,40 | 0,00 |
| 48 | 0,59 | 1459,65 | 27,65 | 0,00 |
| 49 | 0,00 | 1459,85 | 23,00 | 0,00 |
| 50 | 0,00 | 1461,44 | 29,44 | 0,00 |
| 51 | 0,00 | 1459,62 | 37,62 | 0,00 |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 Embalse |
| 45 | 36,16 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 Depósito |

Resultados en las Líneas a las 7:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida m/km | Unit. | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------|-------|-----------------|
| 1 | 56,38 | 3,19 | 46,33 | | Abierta |
| 2 | 50,93 | 2,88 | 38,47 | | Abierta |
| 4 | 10,55 | 1,34 | 15,61 | | Abierta |
| 5 | 9,48 | 1,21 | 12,89 | | Abierta |
| 6 | 4,60 | 1,04 | 13,97 | | Abierta |
| 7 | 2,76 | 0,62 | 5,62 | | Abierta |
| 8 | 1,18 | 0,27 | 1,26 | | Abierta |
| 9 | -0,32 | 0,07 | 0,13 | | Abierta |
| 10 | -1,82 | 0,41 | 2,71 | | Abierta |
| 11 | -2,87 | 0,65 | 6,05 | | Abierta |
| 13 | 1,42 | 0,18 | 0,44 | | Abierta |
| 14 | -0,09 | 0,01 | 0,00 | | Abierta |
| 15 | -1,61 | 0,20 | 0,55 | | Abierta |
| 16 | 10,16 | 1,29 | 14,60 | | Abierta |
| 17 | 9,28 | 1,18 | 12,41 | | Abierta |
| 18 | -3,28 | 0,42 | 1,94 | | Abierta |
| 19 | 4,44 | 0,57 | 3,31 | | Abierta |
| 21 | -7,83 | 1,00 | 9,14 | | Abierta |
| 22 | -8,68 | 1,10 | 10,99 | | Abierta |
| 23 | -9,67 | 1,23 | 13,34 | | Abierta |
| 24 | 8,90 | 1,13 | 11,51 | | Abierta |
| 25 | 8,19 | 1,04 | 9,91 | | Abierta |
| 26 | -0,69 | 0,16 | 0,49 | | Abierta |
| 27 | 6,63 | 0,84 | 6,78 | | Abierta |
| 28 | 5,38 | 0,68 | 4,67 | | Abierta |
| 29 | 6,47 | 0,82 | 6,49 | | Abierta |
| 30 | 1,37 | 0,70 | 11,27 | | Abierta |
| 31 | 0,97 | 0,49 | 6,16 | | Abierta |
| 32 | 0,54 | 0,47 | 8,02 | | Abierta |
| 33 | 0,22 | 0,19 | 1,64 | | Abierta |
| 34 | 0,07 | 0,06 | 0,15 | | Abierta |
| 35 | -2,02 | 0,46 | 3,23 | | Abierta |
| 36 | -0,69 | 0,35 | 3,38 | | Abierta |
| 37 | -0,26 | 0,13 | 0,65 | | Abierta |
| 39 | 2,31 | 1,18 | 28,62 | | Abierta |
| 40 | 1,28 | 0,65 | 9,96 | | Abierta |
| 41 | 0,44 | 0,22 | 1,52 | | Abierta |
| 42 | 0,34 | 0,29 | 3,52 | | Abierta |
| 43 | 0,13 | 0,12 | 0,71 | | Abierta |
| 44 | -0,36 | 0,18 | 1,07 | | Abierta |
| 45 | -0,58 | 0,30 | 2,53 | | Abierta |
| 46 | 0,23 | 0,03 | 0,01 | | Abierta |
| 47 | 1,09 | 0,55 | 7,52 | | Abierta |
| 48 | 0,98 | 0,50 | 6,26 | | Abierta |
| 49 | 0,17 | 0,15 | 1,07 | | Abierta |
| 50 | 0,10 | 0,08 | 0,33 | | Abierta |
| 51 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | | Abierta |
| 53 | 61,83 | 3,50 | 54,84 | | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | | Abierta |
| 3 | 25,93 | 3,30 | 79,71 | | Abierta |
| 12 | -3,92 | 0,89 | 10,52 | | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 52 | 19,33 | 2,46 | 46,72 | | Abierta |
| 38 | 3,80 | 0,86 | 9,97 | | Abierta |
| 55 | 25,93 | 3,30 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 56 | -4,51 | 1,02 | 0,00 | | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Cerrada Válvula |
| 58 | 19,33 | 2,46 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 59 | 3,80 | 0,86 | 0,00 | | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 8:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad |
|---------|-------------|----------|-----------|---------------|
| 1 | 2,27 | 1474,49 | 17,25 | 0,00 |
| 2 | 2,27 | 1473,75 | 20,54 | 0,00 |
| 3 | 2,27 | 1472,70 | 21,96 | 0,00 |
| 4 | 2,17 | 1471,89 | 25,81 | 0,00 |
| 5 | 1,81 | 1471,72 | 25,97 | 0,00 |
| 6 | 1,44 | 1471,67 | 24,50 | 0,00 |
| 7 | 0,77 | 1471,39 | 18,69 | 0,00 |
| 8 | 0,66 | 1471,32 | 16,80 | 0,00 |
| 9 | 0,63 | 1471,28 | 18,17 | 0,00 |
| 10 | 0,63 | 1471,28 | 20,21 | 0,00 |
| 11 | 0,44 | 1471,30 | 21,89 | 0,00 |
| 12 | 0,44 | 1471,42 | 32,90 | 0,00 |
| 13 | 0,25 | 1471,63 | 40,11 | 0,00 |
| 14 | 0,63 | 1471,67 | 25,72 | 0,00 |
| 15 | 0,63 | 1471,67 | 26,21 | 0,00 |
| 16 | 1,18 | 1471,67 | 34,77 | 0,00 |
| 17 | 0,37 | 1471,80 | 27,85 | 0,00 |
| 18 | 0,65 | 1471,74 | 30,33 | 0,00 |
| 19 | 1,02 | 1471,70 | 34,90 | 0,00 |
| 20 | 0,64 | 1471,84 | 34,97 | 0,00 |
| 21 | 0,41 | 1471,97 | 39,82 | 0,00 |
| 22 | 0,32 | 1472,00 | 40,39 | 0,00 |
| 23 | 0,30 | 1471,93 | 40,95 | 0,00 |
| 24 | 0,36 | 1471,84 | 43,27 | 0,00 |
| 25 | 0,34 | 1471,72 | 47,17 | 0,00 |
| 26 | 0,17 | 1471,62 | 49,87 | 0,00 |
| 27 | 0,45 | 1471,52 | 43,49 | 0,00 |
| 28 | 0,29 | 1471,49 | 43,87 | 0,00 |
| 29 | 0,14 | 1471,36 | 43,13 | 0,00 |
| 30 | 0,06 | 1471,34 | 42,95 | 0,00 |
| 31 | 0,03 | 1471,34 | 41,13 | 0,00 |
| 32 | 0,05 | 1471,45 | 52,49 | 0,00 |
| 33 | 0,09 | 1471,46 | 52,26 | 0,00 |
| 34 | 0,19 | 1471,48 | 51,07 | 0,00 |
| 35 | 0,09 | 1471,50 | 52,60 | 0,00 |
| 36 | 0,09 | 1472,70 | 35,29 | 0,00 |
| 37 | 0,38 | 1471,69 | 35,87 | 0,00 |
| 38 | 0,14 | 1471,55 | 50,20 | 0,00 |
| 39 | 0,24 | 1471,49 | 50,64 | 0,00 |
| 40 | 0,05 | 1471,59 | 50,32 | 0,00 |
| 41 | 0,09 | 1471,53 | 53,24 | 0,00 |
| 42 | 0,03 | 1471,52 | 53,65 | 0,00 |
| 43 | 0,03 | 1471,52 | 58,11 | 0,00 |
| 44 | 0,01 | 1471,52 | 60,91 | 0,00 |
| 47 | 0,00 | 1471,89 | 25,39 | 0,00 |
| 48 | 0,25 | 1471,63 | 39,63 | 0,00 |
| 49 | 0,00 | 1471,67 | 34,82 | 0,00 |
| 50 | 0,00 | 1472,00 | 40,00 | 0,00 |
| 51 | 0,00 | 1471,62 | 49,62 | 0,00 |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 Embalse |
| 45 | 72,23 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 Depósito |

Resultados en las Líneas a las 8:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida Unit. m/km | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------------|-----------------|
| 1 | 23,49 | 1,33 | 9,42 | Abierta |
| 2 | 21,22 | 1,20 | 7,84 | Abierta |
| 4 | 4,40 | 0,56 | 3,26 | Abierta |
| 5 | 3,96 | 0,50 | 2,71 | Abierta |
| 6 | 1,92 | 0,43 | 2,96 | Abierta |
| 7 | 1,15 | 0,26 | 1,21 | Abierta |
| 8 | 0,50 | 0,11 | 0,28 | Abierta |
| 9 | -0,13 | 0,03 | 0,01 | Abierta |
| 10 | -0,76 | 0,17 | 0,58 | Abierta |
| 11 | -1,19 | 0,27 | 1,28 | Abierta |
| 13 | 0,60 | 0,08 | 0,09 | Abierta |
| 14 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | Abierta |
| 15 | -0,66 | 0,08 | 0,12 | Abierta |
| 16 | 4,23 | 0,54 | 3,04 | Abierta |
| 17 | 3,87 | 0,49 | 2,59 | Abierta |
| 18 | -1,37 | 0,17 | 0,42 | Abierta |
| 19 | 1,84 | 0,23 | 0,70 | Abierta |
| 21 | -3,26 | 0,42 | 1,92 | Abierta |
| 22 | -3,62 | 0,46 | 2,30 | Abierta |
| 23 | -4,03 | 0,51 | 2,80 | Abierta |
| 24 | 3,71 | 0,47 | 2,41 | Abierta |
| 25 | 3,41 | 0,43 | 2,07 | Abierta |
| 26 | -0,29 | 0,07 | 0,11 | Abierta |
| 27 | 2,76 | 0,35 | 1,42 | Abierta |
| 28 | 2,24 | 0,29 | 0,99 | Abierta |
| 29 | 2,69 | 0,34 | 1,36 | Abierta |
| 30 | 0,57 | 0,29 | 2,42 | Abierta |
| 31 | 0,40 | 0,20 | 1,32 | Abierta |
| 32 | 0,23 | 0,20 | 1,76 | Abierta |
| 33 | 0,09 | 0,08 | 0,27 | Abierta |
| 34 | 0,03 | 0,03 | 0,06 | Abierta |
| 35 | -0,83 | 0,19 | 0,69 | Abierta |
| 36 | -0,28 | 0,14 | 0,73 | Abierta |
| 37 | -0,11 | 0,06 | 0,10 | Abierta |
| 39 | 0,97 | 0,49 | 6,09 | Abierta |
| 40 | 0,54 | 0,27 | 2,19 | Abierta |
| 41 | 0,18 | 0,09 | 0,34 | Abierta |
| 42 | 0,14 | 0,12 | 0,79 | Abierta |
| 43 | 0,05 | 0,05 | 0,11 | Abierta |
| 44 | -0,15 | 0,07 | 0,23 | Abierta |
| 45 | -0,24 | 0,12 | 0,55 | Abierta |
| 46 | 0,09 | 0,01 | 0,00 | Abierta |
| 47 | 0,45 | 0,23 | 1,62 | Abierta |
| 48 | 0,41 | 0,21 | 1,35 | Abierta |
| 49 | 0,07 | 0,06 | 0,14 | Abierta |
| 50 | 0,04 | 0,04 | 0,08 | Abierta |
| 51 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | Abierta |
| 53 | 25,76 | 1,46 | 11,13 | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | Abierta |
| 3 | 10,81 | 1,38 | 16,31 | Abierta |
| 12 | -1,63 | 0,37 | 2,21 | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | Abierta |
| 52 | 8,05 | 1,02 | 9,60 | Abierta |
| 38 | 1,59 | 0,36 | 2,12 | Abierta |
| 55 | 10,81 | 1,38 | 0,00 | Abierta Válvula |
| 56 | -1,87 | 0,42 | 0,00 | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | Cerrada Válvula |
| 58 | 8,05 | 1,02 | 0,00 | Abierta Válvula |
| 59 | 1,59 | 0,36 | 0,00 | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 9:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad | |
|---------|-------------|----------|-----------|---------|----------|
| 1 | 5,90 | 1473,44 | 16,20 | 0,00 | |
| 2 | 5,90 | 1469,25 | 16,04 | 0,00 | |
| 3 | 5,90 | 1463,27 | 12,53 | 0,00 | |
| 4 | 5,65 | 1458,73 | 12,65 | 0,00 | |
| 5 | 4,71 | 1457,79 | 12,04 | 0,00 | |
| 6 | 3,75 | 1457,50 | 10,33 | 0,00 | |
| 7 | 1,99 | 1455,94 | 3,24 | 0,00 | |
| 8 | 1,71 | 1455,62 | 1,10 | 0,00 | |
| 9 | 1,63 | 1455,39 | 2,28 | 0,00 | |
| 10 | 1,63 | 1455,40 | 4,33 | 0,00 | |
| 11 | 1,13 | 1455,51 | 6,10 | 0,00 | |
| 12 | 1,13 | 1456,17 | 17,65 | 0,00 | |
| 13 | 0,64 | 1457,28 | 25,76 | 0,00 | |
| 14 | 1,64 | 1457,49 | 11,54 | 0,00 | |
| 15 | 1,64 | 1457,49 | 12,03 | 0,00 | |
| 16 | 3,06 | 1457,51 | 20,61 | 0,00 | |
| 17 | 0,95 | 1458,22 | 14,27 | 0,00 | |
| 18 | 1,69 | 1457,86 | 16,45 | 0,00 | |
| 19 | 2,66 | 1457,69 | 20,89 | 0,00 | |
| 20 | 1,66 | 1458,43 | 21,56 | 0,00 | |
| 21 | 1,07 | 1459,17 | 27,02 | 0,00 | |
| 22 | 0,82 | 1459,35 | 27,74 | 0,00 | |
| 23 | 0,77 | 1458,96 | 27,98 | 0,00 | |
| 24 | 0,95 | 1458,45 | 29,88 | 0,00 | |
| 25 | 0,88 | 1457,77 | 33,22 | 0,00 | |
| 26 | 0,44 | 1457,25 | 35,50 | 0,00 | |
| 27 | 1,18 | 1456,72 | 28,69 | 0,00 | |
| 28 | 0,75 | 1456,53 | 28,91 | 0,00 | |
| 29 | 0,35 | 1455,87 | 27,64 | 0,00 | |
| 30 | 0,16 | 1455,76 | 27,37 | 0,00 | |
| 31 | 0,08 | 1455,75 | 25,54 | 0,00 | |
| 32 | 0,14 | 1456,35 | 37,39 | 0,00 | |
| 33 | 0,22 | 1456,41 | 37,21 | 0,00 | |
| 34 | 0,49 | 1456,53 | 36,12 | 0,00 | |
| 35 | 0,25 | 1456,60 | 37,70 | 0,00 | |
| 36 | 0,25 | 1463,27 | 25,86 | 0,00 | |
| 37 | 1,00 | 1457,63 | 21,81 | 0,00 | |
| 38 | 0,38 | 1456,87 | 35,52 | 0,00 | |
| 39 | 0,62 | 1456,56 | 35,71 | 0,00 | |
| 40 | 0,12 | 1457,10 | 35,83 | 0,00 | |
| 41 | 0,25 | 1456,76 | 38,47 | 0,00 | |
| 42 | 0,08 | 1456,72 | 38,85 | 0,00 | |
| 43 | 0,08 | 1456,70 | 43,29 | 0,00 | |
| 44 | 0,03 | 1456,69 | 46,08 | 0,00 | |
| 47 | 0,00 | 1458,73 | 12,23 | 0,00 | |
| 48 | 0,64 | 1457,28 | 25,28 | 0,00 | |
| 49 | 0,00 | 1457,51 | 20,66 | 0,00 | |
| 50 | 0,00 | 1459,35 | 27,35 | 0,00 | |
| 51 | 0,00 | 1457,25 | 35,25 | 0,00 | |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 | Embalse |
| 45 | 31,01 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 | Depósito |

Resultados en las Líneas a las 9:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida m/km | Unit. | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------|-------|-----------------|
| 1 | 61,08 | 3,46 | 53,63 | | Abierta |
| 2 | 55,18 | 3,12 | 44,53 | | Abierta |
| 4 | 11,42 | 1,45 | 18,02 | | Abierta |
| 5 | 10,27 | 1,31 | 14,88 | | Abierta |
| 6 | 4,98 | 1,13 | 16,12 | | Abierta |
| 7 | 2,99 | 0,68 | 6,47 | | Abierta |
| 8 | 1,28 | 0,29 | 1,45 | | Abierta |
| 9 | -0,35 | 0,08 | 0,16 | | Abierta |
| 10 | -1,98 | 0,45 | 3,12 | | Abierta |
| 11 | -3,11 | 0,70 | 6,98 | | Abierta |
| 13 | 1,54 | 0,20 | 0,51 | | Abierta |
| 14 | -0,10 | 0,01 | 0,00 | | Abierta |
| 15 | -1,74 | 0,22 | 0,64 | | Abierta |
| 16 | 11,01 | 1,40 | 16,86 | | Abierta |
| 17 | 10,06 | 1,28 | 14,33 | | Abierta |
| 18 | -3,56 | 0,45 | 2,23 | | Abierta |
| 19 | 4,81 | 0,61 | 3,82 | | Abierta |
| 21 | -8,49 | 1,08 | 10,56 | | Abierta |
| 22 | -9,40 | 1,20 | 12,69 | | Abierta |
| 23 | -10,47 | 1,33 | 15,41 | | Abierta |
| 24 | 9,65 | 1,23 | 13,29 | | Abierta |
| 25 | 8,87 | 1,13 | 11,45 | | Abierta |
| 26 | -0,75 | 0,17 | 0,57 | | Abierta |
| 27 | 7,18 | 0,91 | 7,83 | | Abierta |
| 28 | 5,82 | 0,74 | 5,38 | | Abierta |
| 29 | 7,01 | 0,89 | 7,49 | | Abierta |
| 30 | 1,48 | 0,75 | 12,99 | | Abierta |
| 31 | 1,05 | 0,54 | 7,09 | | Abierta |
| 32 | 0,59 | 0,51 | 9,23 | | Abierta |
| 33 | 0,23 | 0,21 | 1,88 | | Abierta |
| 34 | 0,08 | 0,07 | 0,18 | | Abierta |
| 35 | -2,19 | 0,49 | 3,73 | | Abierta |
| 36 | -0,75 | 0,38 | 3,88 | | Abierta |
| 37 | -0,29 | 0,15 | 0,74 | | Abierta |
| 39 | 2,51 | 1,28 | 33,02 | | Abierta |
| 40 | 1,38 | 0,70 | 11,47 | | Abierta |
| 41 | 0,47 | 0,24 | 1,75 | | Abierta |
| 42 | 0,36 | 0,32 | 4,03 | | Abierta |
| 43 | 0,14 | 0,13 | 0,81 | | Abierta |
| 44 | -0,39 | 0,20 | 1,24 | | Abierta |
| 45 | -0,63 | 0,32 | 2,91 | | Abierta |
| 46 | 0,25 | 0,03 | 0,02 | | Abierta |
| 47 | 1,18 | 0,60 | 8,67 | | Abierta |
| 48 | 1,06 | 0,54 | 7,21 | | Abierta |
| 49 | 0,18 | 0,16 | 1,22 | | Abierta |
| 50 | 0,10 | 0,09 | 0,42 | | Abierta |
| 51 | 0,03 | 0,02 | 0,05 | | Abierta |
| 53 | 66,98 | 3,79 | 63,51 | | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | | Abierta |
| 3 | 28,09 | 3,58 | 92,24 | | Abierta |
| 12 | -4,25 | 0,96 | 12,14 | | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 52 | 20,94 | 2,67 | 54,05 | | Abierta |
| 38 | 4,12 | 0,93 | 11,50 | | Abierta |
| 55 | 28,09 | 3,58 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 56 | -4,89 | 1,11 | 0,00 | | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Cerrada Válvula |
| 58 | 20,94 | 2,67 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 59 | 4,12 | 0,93 | 0,00 | | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 10:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad | |
|---------|-------------|----------|-----------|---------|----------|
| 1 | 4,54 | 1473,92 | 16,68 | 0,00 | |
| 2 | 4,54 | 1471,33 | 18,12 | 0,00 | |
| 3 | 4,54 | 1467,63 | 16,89 | 0,00 | |
| 4 | 4,35 | 1464,81 | 18,73 | 0,00 | |
| 5 | 3,62 | 1464,22 | 18,47 | 0,00 | |
| 6 | 2,89 | 1464,04 | 16,87 | 0,00 | |
| 7 | 1,53 | 1463,07 | 10,37 | 0,00 | |
| 8 | 1,31 | 1462,86 | 8,34 | 0,00 | |
| 9 | 1,25 | 1462,72 | 9,61 | 0,00 | |
| 10 | 1,25 | 1462,72 | 11,65 | 0,00 | |
| 11 | 0,87 | 1462,79 | 13,38 | 0,00 | |
| 12 | 0,87 | 1463,20 | 24,68 | 0,00 | |
| 13 | 0,49 | 1463,90 | 32,38 | 0,00 | |
| 14 | 1,26 | 1464,04 | 18,09 | 0,00 | |
| 15 | 1,26 | 1464,04 | 18,58 | 0,00 | |
| 16 | 2,36 | 1464,05 | 27,15 | 0,00 | |
| 17 | 0,73 | 1464,49 | 20,54 | 0,00 | |
| 18 | 1,30 | 1464,27 | 22,86 | 0,00 | |
| 19 | 2,05 | 1464,15 | 27,35 | 0,00 | |
| 20 | 1,28 | 1464,62 | 27,75 | 0,00 | |
| 21 | 0,82 | 1465,08 | 32,93 | 0,00 | |
| 22 | 0,63 | 1465,19 | 33,58 | 0,00 | |
| 23 | 0,59 | 1464,95 | 33,97 | 0,00 | |
| 24 | 0,73 | 1464,63 | 36,06 | 0,00 | |
| 25 | 0,68 | 1464,21 | 39,66 | 0,00 | |
| 26 | 0,34 | 1463,88 | 42,13 | 0,00 | |
| 27 | 0,90 | 1463,55 | 35,52 | 0,00 | |
| 28 | 0,58 | 1463,43 | 35,81 | 0,00 | |
| 29 | 0,27 | 1463,01 | 34,78 | 0,00 | |
| 30 | 0,12 | 1462,94 | 34,55 | 0,00 | |
| 31 | 0,06 | 1462,93 | 32,72 | 0,00 | |
| 32 | 0,11 | 1463,32 | 44,36 | 0,00 | |
| 33 | 0,17 | 1463,35 | 44,15 | 0,00 | |
| 34 | 0,38 | 1463,43 | 43,02 | 0,00 | |
| 35 | 0,19 | 1463,47 | 44,57 | 0,00 | |
| 36 | 0,19 | 1467,63 | 30,22 | 0,00 | |
| 37 | 0,77 | 1464,12 | 28,30 | 0,00 | |
| 38 | 0,29 | 1463,64 | 42,29 | 0,00 | |
| 39 | 0,48 | 1463,44 | 42,59 | 0,00 | |
| 40 | 0,09 | 1463,78 | 42,51 | 0,00 | |
| 41 | 0,19 | 1463,57 | 45,28 | 0,00 | |
| 42 | 0,06 | 1463,54 | 45,67 | 0,00 | |
| 43 | 0,06 | 1463,53 | 50,12 | 0,00 | |
| 44 | 0,02 | 1463,53 | 52,92 | 0,00 | |
| 47 | 0,00 | 1464,81 | 18,31 | 0,00 | |
| 48 | 0,49 | 1463,90 | 31,90 | 0,00 | |
| 49 | 0,00 | 1464,05 | 27,20 | 0,00 | |
| 50 | 0,00 | 1465,19 | 33,19 | 0,00 | |
| 51 | 0,00 | 1463,88 | 41,88 | 0,00 | |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 | Embalse |
| 45 | 46,47 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 | Depósito |

Resultados en las Líneas a las 10:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida m/km | Unit. | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------|-------|-----------------|
| 1 | 46,98 | 2,66 | 33,20 | | Abierta |
| 2 | 42,44 | 2,40 | 27,59 | | Abierta |
| 4 | 8,79 | 1,12 | 11,25 | | Abierta |
| 5 | 7,91 | 1,01 | 9,30 | | Abierta |
| 6 | 3,83 | 0,87 | 10,10 | | Abierta |
| 7 | 2,30 | 0,52 | 4,07 | | Abierta |
| 8 | 0,99 | 0,22 | 0,92 | | Abierta |
| 9 | -0,27 | 0,06 | 0,09 | | Abierta |
| 10 | -1,52 | 0,34 | 1,96 | | Abierta |
| 11 | -2,39 | 0,54 | 4,37 | | Abierta |
| 13 | 1,19 | 0,15 | 0,33 | | Abierta |
| 14 | -0,07 | 0,01 | 0,00 | | Abierta |
| 15 | -1,34 | 0,17 | 0,40 | | Abierta |
| 16 | 8,47 | 1,08 | 10,51 | | Abierta |
| 17 | 7,74 | 0,99 | 8,94 | | Abierta |
| 18 | -2,74 | 0,35 | 1,41 | | Abierta |
| 19 | 3,70 | 0,47 | 2,39 | | Abierta |
| 21 | -6,53 | 0,83 | 6,59 | | Abierta |
| 22 | -7,23 | 0,92 | 7,92 | | Abierta |
| 23 | -8,06 | 1,03 | 9,61 | | Abierta |
| 24 | 7,42 | 0,94 | 8,29 | | Abierta |
| 25 | 6,82 | 0,87 | 7,14 | | Abierta |
| 26 | -0,57 | 0,13 | 0,36 | | Abierta |
| 27 | 5,52 | 0,70 | 4,89 | | Abierta |
| 28 | 4,48 | 0,57 | 3,38 | | Abierta |
| 29 | 5,39 | 0,69 | 4,68 | | Abierta |
| 30 | 1,14 | 0,58 | 8,17 | | Abierta |
| 31 | 0,81 | 0,41 | 4,47 | | Abierta |
| 32 | 0,45 | 0,39 | 5,84 | | Abierta |
| 33 | 0,18 | 0,16 | 1,20 | | Abierta |
| 34 | 0,06 | 0,05 | 0,12 | | Abierta |
| 35 | -1,68 | 0,38 | 2,34 | | Abierta |
| 36 | -0,57 | 0,29 | 2,45 | | Abierta |
| 37 | -0,22 | 0,11 | 0,47 | | Abierta |
| 39 | 1,93 | 0,98 | 20,70 | | Abierta |
| 40 | 1,06 | 0,54 | 7,24 | | Abierta |
| 41 | 0,36 | 0,19 | 1,12 | | Abierta |
| 42 | 0,28 | 0,25 | 2,57 | | Abierta |
| 43 | 0,11 | 0,10 | 0,49 | | Abierta |
| 44 | -0,30 | 0,15 | 0,78 | | Abierta |
| 45 | -0,49 | 0,25 | 1,84 | | Abierta |
| 46 | 0,19 | 0,02 | 0,01 | | Abierta |
| 47 | 0,91 | 0,46 | 5,44 | | Abierta |
| 48 | 0,82 | 0,42 | 4,54 | | Abierta |
| 49 | 0,14 | 0,12 | 0,79 | | Abierta |
| 50 | 0,08 | 0,07 | 0,19 | | Abierta |
| 51 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | | Abierta |
| 53 | 51,52 | 2,92 | 39,29 | | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | | Abierta |
| 3 | 21,61 | 2,75 | 57,20 | | Abierta |
| 12 | -3,26 | 0,74 | 7,59 | | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 52 | 16,11 | 2,05 | 33,56 | | Abierta |
| 38 | 3,17 | 0,72 | 7,21 | | Abierta |
| 55 | 21,61 | 2,75 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 56 | -3,76 | 0,85 | 0,00 | | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Cerrada Válvula |
| 58 | 16,11 | 2,05 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 59 | 3,17 | 0,72 | 0,00 | | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 11:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad | |
|---------|-------------|----------|-----------|---------|----------|
| 1 | 5,45 | 1473,61 | 16,37 | 0,00 | |
| 2 | 5,45 | 1469,99 | 16,78 | 0,00 | |
| 3 | 5,45 | 1464,83 | 14,09 | 0,00 | |
| 4 | 5,22 | 1460,90 | 14,82 | 0,00 | |
| 5 | 4,34 | 1460,09 | 14,34 | 0,00 | |
| 6 | 3,46 | 1459,84 | 12,67 | 0,00 | |
| 7 | 1,84 | 1458,49 | 5,79 | 0,00 | |
| 8 | 1,58 | 1458,21 | 3,69 | 0,00 | |
| 9 | 1,50 | 1458,01 | 4,90 | 0,00 | |
| 10 | 1,50 | 1458,02 | 6,95 | 0,00 | |
| 11 | 1,05 | 1458,11 | 8,70 | 0,00 | |
| 12 | 1,05 | 1458,68 | 20,16 | 0,00 | |
| 13 | 0,59 | 1459,65 | 28,13 | 0,00 | |
| 14 | 1,52 | 1459,83 | 13,88 | 0,00 | |
| 15 | 1,52 | 1459,83 | 14,37 | 0,00 | |
| 16 | 2,83 | 1459,85 | 22,95 | 0,00 | |
| 17 | 0,88 | 1460,46 | 16,51 | 0,00 | |
| 18 | 1,56 | 1460,15 | 18,74 | 0,00 | |
| 19 | 2,46 | 1460,00 | 23,20 | 0,00 | |
| 20 | 1,53 | 1460,65 | 23,78 | 0,00 | |
| 21 | 0,99 | 1461,28 | 29,13 | 0,00 | |
| 22 | 0,76 | 1461,44 | 29,83 | 0,00 | |
| 23 | 0,71 | 1461,10 | 30,12 | 0,00 | |
| 24 | 0,87 | 1460,66 | 32,09 | 0,00 | |
| 25 | 0,81 | 1460,07 | 35,52 | 0,00 | |
| 26 | 0,40 | 1459,62 | 37,87 | 0,00 | |
| 27 | 1,09 | 1459,16 | 31,13 | 0,00 | |
| 28 | 0,70 | 1458,99 | 31,37 | 0,00 | |
| 29 | 0,32 | 1458,42 | 30,19 | 0,00 | |
| 30 | 0,14 | 1458,32 | 29,93 | 0,00 | |
| 31 | 0,07 | 1458,32 | 28,11 | 0,00 | |
| 32 | 0,13 | 1458,84 | 39,88 | 0,00 | |
| 33 | 0,20 | 1458,89 | 39,69 | 0,00 | |
| 34 | 0,46 | 1459,00 | 38,59 | 0,00 | |
| 35 | 0,23 | 1459,06 | 40,16 | 0,00 | |
| 36 | 0,23 | 1464,83 | 27,42 | 0,00 | |
| 37 | 0,92 | 1459,95 | 24,13 | 0,00 | |
| 38 | 0,35 | 1459,29 | 37,94 | 0,00 | |
| 39 | 0,58 | 1459,02 | 38,17 | 0,00 | |
| 40 | 0,11 | 1459,49 | 38,22 | 0,00 | |
| 41 | 0,23 | 1459,19 | 40,90 | 0,00 | |
| 42 | 0,07 | 1459,16 | 41,29 | 0,00 | |
| 43 | 0,07 | 1459,14 | 45,73 | 0,00 | |
| 44 | 0,02 | 1459,14 | 48,53 | 0,00 | |
| 47 | 0,00 | 1460,90 | 14,40 | 0,00 | |
| 48 | 0,59 | 1459,65 | 27,65 | 0,00 | |
| 49 | 0,00 | 1459,85 | 23,00 | 0,00 | |
| 50 | 0,00 | 1461,44 | 29,44 | 0,00 | |
| 51 | 0,00 | 1459,62 | 37,62 | 0,00 | |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 | Embalse |
| 45 | 36,16 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 | Depósito |

Resultados en las Líneas a las 11:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida m/km | Unid. | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------|-------|-----------------|
| 1 | 56,38 | 3,19 | 46,33 | | Abierta |
| 2 | 50,93 | 2,88 | 38,47 | | Abierta |
| 4 | 10,54 | 1,34 | 15,61 | | Abierta |
| 5 | 9,48 | 1,21 | 12,89 | | Abierta |
| 6 | 4,60 | 1,04 | 13,97 | | Abierta |
| 7 | 2,76 | 0,62 | 5,62 | | Abierta |
| 8 | 1,18 | 0,27 | 1,26 | | Abierta |
| 9 | -0,32 | 0,07 | 0,13 | | Abierta |
| 10 | -1,82 | 0,41 | 2,71 | | Abierta |
| 11 | -2,87 | 0,65 | 6,05 | | Abierta |
| 13 | 1,42 | 0,18 | 0,44 | | Abierta |
| 14 | -0,09 | 0,01 | 0,00 | | Abierta |
| 15 | -1,61 | 0,20 | 0,55 | | Abierta |
| 16 | 10,16 | 1,29 | 14,60 | | Abierta |
| 17 | 9,28 | 1,18 | 12,41 | | Abierta |
| 18 | -3,28 | 0,42 | 1,94 | | Abierta |
| 19 | 4,44 | 0,57 | 3,31 | | Abierta |
| 21 | -7,83 | 1,00 | 9,14 | | Abierta |
| 22 | -8,68 | 1,10 | 10,99 | | Abierta |
| 23 | -9,67 | 1,23 | 13,34 | | Abierta |
| 24 | 8,90 | 1,13 | 11,51 | | Abierta |
| 25 | 8,19 | 1,04 | 9,91 | | Abierta |
| 26 | -0,69 | 0,16 | 0,49 | | Abierta |
| 27 | 6,63 | 0,84 | 6,78 | | Abierta |
| 28 | 5,38 | 0,68 | 4,67 | | Abierta |
| 29 | 6,47 | 0,82 | 6,49 | | Abierta |
| 30 | 1,37 | 0,70 | 11,27 | | Abierta |
| 31 | 0,97 | 0,49 | 6,16 | | Abierta |
| 32 | 0,54 | 0,47 | 8,02 | | Abierta |
| 33 | 0,22 | 0,19 | 1,64 | | Abierta |
| 34 | 0,07 | 0,06 | 0,15 | | Abierta |
| 35 | -2,02 | 0,46 | 3,23 | | Abierta |
| 36 | -0,69 | 0,35 | 3,38 | | Abierta |
| 37 | -0,26 | 0,13 | 0,65 | | Abierta |
| 39 | 2,31 | 1,18 | 28,63 | | Abierta |
| 40 | 1,28 | 0,65 | 9,96 | | Abierta |
| 41 | 0,44 | 0,22 | 1,52 | | Abierta |
| 42 | 0,34 | 0,29 | 3,52 | | Abierta |
| 43 | 0,13 | 0,12 | 0,71 | | Abierta |
| 44 | -0,36 | 0,18 | 1,07 | | Abierta |
| 45 | -0,58 | 0,30 | 2,53 | | Abierta |
| 46 | 0,23 | 0,03 | 0,01 | | Abierta |
| 47 | 1,09 | 0,55 | 7,52 | | Abierta |
| 48 | 0,98 | 0,50 | 6,26 | | Abierta |
| 49 | 0,17 | 0,15 | 1,07 | | Abierta |
| 50 | 0,10 | 0,08 | 0,33 | | Abierta |
| 51 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | | Abierta |
| 53 | 61,83 | 3,50 | 54,84 | | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | | Abierta |
| 3 | 25,93 | 3,30 | 79,71 | | Abierta |
| 12 | -3,92 | 0,89 | 10,52 | | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 52 | 19,33 | 2,46 | 46,72 | | Abierta |
| 38 | 3,80 | 0,86 | 9,97 | | Abierta |
| 55 | 25,93 | 3,30 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 56 | -4,51 | 1,02 | 0,00 | | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Cerrada Válvula |
| 58 | 19,33 | 2,46 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 59 | 3,80 | 0,86 | 0,00 | | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 12:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad |
|---------|-------------|----------|-----------|---------------|
| 1 | 2,27 | 1474,49 | 17,25 | 0,00 |
| 2 | 2,27 | 1473,75 | 20,54 | 0,00 |
| 3 | 2,27 | 1472,70 | 21,96 | 0,00 |
| 4 | 2,17 | 1471,89 | 25,81 | 0,00 |
| 5 | 1,81 | 1471,72 | 25,97 | 0,00 |
| 6 | 1,44 | 1471,67 | 24,50 | 0,00 |
| 7 | 0,77 | 1471,39 | 18,69 | 0,00 |
| 8 | 0,66 | 1471,33 | 16,81 | 0,00 |
| 9 | 0,63 | 1471,28 | 18,17 | 0,00 |
| 10 | 0,63 | 1471,28 | 20,21 | 0,00 |
| 11 | 0,44 | 1471,30 | 21,89 | 0,00 |
| 12 | 0,44 | 1471,42 | 32,90 | 0,00 |
| 13 | 0,25 | 1471,63 | 40,11 | 0,00 |
| 14 | 0,63 | 1471,67 | 25,72 | 0,00 |
| 15 | 0,63 | 1471,67 | 26,21 | 0,00 |
| 16 | 1,18 | 1471,67 | 34,77 | 0,00 |
| 17 | 0,37 | 1471,80 | 27,85 | 0,00 |
| 18 | 0,65 | 1471,74 | 30,33 | 0,00 |
| 19 | 1,02 | 1471,70 | 34,90 | 0,00 |
| 20 | 0,64 | 1471,84 | 34,97 | 0,00 |
| 21 | 0,41 | 1471,97 | 39,82 | 0,00 |
| 22 | 0,32 | 1472,00 | 40,39 | 0,00 |
| 23 | 0,30 | 1471,93 | 40,95 | 0,00 |
| 24 | 0,36 | 1471,84 | 43,27 | 0,00 |
| 25 | 0,34 | 1471,72 | 47,17 | 0,00 |
| 26 | 0,17 | 1471,62 | 49,87 | 0,00 |
| 27 | 0,45 | 1471,52 | 43,49 | 0,00 |
| 28 | 0,29 | 1471,49 | 43,87 | 0,00 |
| 29 | 0,14 | 1471,36 | 43,13 | 0,00 |
| 30 | 0,06 | 1471,34 | 42,95 | 0,00 |
| 31 | 0,03 | 1471,34 | 41,13 | 0,00 |
| 32 | 0,05 | 1471,45 | 52,49 | 0,00 |
| 33 | 0,09 | 1471,46 | 52,26 | 0,00 |
| 34 | 0,19 | 1471,48 | 51,07 | 0,00 |
| 35 | 0,09 | 1471,50 | 52,60 | 0,00 |
| 36 | 0,09 | 1472,70 | 35,29 | 0,00 |
| 37 | 0,38 | 1471,69 | 35,87 | 0,00 |
| 38 | 0,14 | 1471,55 | 50,20 | 0,00 |
| 39 | 0,24 | 1471,49 | 50,64 | 0,00 |
| 40 | 0,05 | 1471,59 | 50,32 | 0,00 |
| 41 | 0,09 | 1471,53 | 53,24 | 0,00 |
| 42 | 0,03 | 1471,52 | 53,65 | 0,00 |
| 43 | 0,03 | 1471,52 | 58,11 | 0,00 |
| 44 | 0,01 | 1471,52 | 60,91 | 0,00 |
| 47 | 0,00 | 1471,89 | 25,39 | 0,00 |
| 48 | 0,25 | 1471,63 | 39,63 | 0,00 |
| 49 | 0,00 | 1471,67 | 34,82 | 0,00 |
| 50 | 0,00 | 1472,00 | 40,00 | 0,00 |
| 51 | 0,00 | 1471,62 | 49,62 | 0,00 |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 Embalse |
| 45 | 72,23 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 Depósito |

Resultados en las Líneas a las 12:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida Unit. m/km | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------------|-----------------|
| 1 | 23,49 | 1,33 | 9,42 | Abierta |
| 2 | 21,22 | 1,20 | 7,84 | Abierta |
| 4 | 4,40 | 0,56 | 3,26 | Abierta |
| 5 | 3,96 | 0,50 | 2,71 | Abierta |
| 6 | 1,92 | 0,43 | 2,96 | Abierta |
| 7 | 1,15 | 0,26 | 1,21 | Abierta |
| 8 | 0,50 | 0,11 | 0,28 | Abierta |
| 9 | -0,13 | 0,03 | 0,01 | Abierta |
| 10 | -0,76 | 0,17 | 0,58 | Abierta |
| 11 | -1,19 | 0,27 | 1,28 | Abierta |
| 13 | 0,60 | 0,08 | 0,09 | Abierta |
| 14 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | Abierta |
| 15 | -0,66 | 0,08 | 0,12 | Abierta |
| 16 | 4,23 | 0,54 | 3,04 | Abierta |
| 17 | 3,87 | 0,49 | 2,59 | Abierta |
| 18 | -1,37 | 0,17 | 0,42 | Abierta |
| 19 | 1,84 | 0,23 | 0,70 | Abierta |
| 21 | -3,26 | 0,42 | 1,92 | Abierta |
| 22 | -3,62 | 0,46 | 2,30 | Abierta |
| 23 | -4,03 | 0,51 | 2,80 | Abierta |
| 24 | 3,71 | 0,47 | 2,41 | Abierta |
| 25 | 3,41 | 0,43 | 2,07 | Abierta |
| 26 | -0,29 | 0,07 | 0,11 | Abierta |
| 27 | 2,76 | 0,35 | 1,42 | Abierta |
| 28 | 2,24 | 0,29 | 0,99 | Abierta |
| 29 | 2,69 | 0,34 | 1,36 | Abierta |
| 30 | 0,57 | 0,29 | 2,42 | Abierta |
| 31 | 0,40 | 0,20 | 1,32 | Abierta |
| 32 | 0,23 | 0,20 | 1,76 | Abierta |
| 33 | 0,09 | 0,08 | 0,27 | Abierta |
| 34 | 0,03 | 0,03 | 0,06 | Abierta |
| 35 | -0,83 | 0,19 | 0,69 | Abierta |
| 36 | -0,28 | 0,14 | 0,73 | Abierta |
| 37 | -0,11 | 0,06 | 0,10 | Abierta |
| 39 | 0,97 | 0,49 | 6,09 | Abierta |
| 40 | 0,54 | 0,27 | 2,19 | Abierta |
| 41 | 0,18 | 0,09 | 0,34 | Abierta |
| 42 | 0,14 | 0,12 | 0,79 | Abierta |
| 43 | 0,05 | 0,05 | 0,11 | Abierta |
| 44 | -0,15 | 0,07 | 0,23 | Abierta |
| 45 | -0,24 | 0,12 | 0,55 | Abierta |
| 46 | 0,09 | 0,01 | 0,00 | Abierta |
| 47 | 0,45 | 0,23 | 1,62 | Abierta |
| 48 | 0,41 | 0,21 | 1,35 | Abierta |
| 49 | 0,07 | 0,06 | 0,15 | Abierta |
| 50 | 0,04 | 0,04 | 0,08 | Abierta |
| 51 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | Abierta |
| 53 | 25,76 | 1,46 | 11,13 | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | Abierta |
| 3 | 10,81 | 1,38 | 16,31 | Abierta |
| 12 | -1,63 | 0,37 | 2,21 | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | Abierta |
| 52 | 8,05 | 1,02 | 9,60 | Abierta |
| 38 | 1,59 | 0,36 | 2,12 | Abierta |
| 55 | 10,81 | 1,38 | 0,00 | Abierta Válvula |
| 56 | -1,87 | 0,42 | 0,00 | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | Cerrada Válvula |
| 58 | 8,05 | 1,02 | 0,00 | Abierta Válvula |
| 59 | 1,59 | 0,36 | 0,00 | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 13:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad | |
|---------|-------------|----------|-----------|---------|----------|
| 1 | 5,90 | 1473,44 | 16,20 | 0,00 | |
| 2 | 5,90 | 1469,25 | 16,04 | 0,00 | |
| 3 | 5,90 | 1463,27 | 12,53 | 0,00 | |
| 4 | 5,65 | 1458,73 | 12,65 | 0,00 | |
| 5 | 4,71 | 1457,79 | 12,04 | 0,00 | |
| 6 | 3,75 | 1457,50 | 10,33 | 0,00 | |
| 7 | 1,99 | 1455,94 | 3,24 | 0,00 | |
| 8 | 1,71 | 1455,62 | 1,10 | 0,00 | |
| 9 | 1,63 | 1455,39 | 2,28 | 0,00 | |
| 10 | 1,63 | 1455,40 | 4,33 | 0,00 | |
| 11 | 1,13 | 1455,51 | 6,10 | 0,00 | |
| 12 | 1,13 | 1456,17 | 17,65 | 0,00 | |
| 13 | 0,64 | 1457,28 | 25,76 | 0,00 | |
| 14 | 1,64 | 1457,49 | 11,54 | 0,00 | |
| 15 | 1,64 | 1457,49 | 12,03 | 0,00 | |
| 16 | 3,06 | 1457,51 | 20,61 | 0,00 | |
| 17 | 0,95 | 1458,22 | 14,27 | 0,00 | |
| 18 | 1,69 | 1457,86 | 16,45 | 0,00 | |
| 19 | 2,66 | 1457,69 | 20,89 | 0,00 | |
| 20 | 1,66 | 1458,43 | 21,56 | 0,00 | |
| 21 | 1,07 | 1459,17 | 27,02 | 0,00 | |
| 22 | 0,82 | 1459,35 | 27,74 | 0,00 | |
| 23 | 0,77 | 1458,96 | 27,98 | 0,00 | |
| 24 | 0,95 | 1458,45 | 29,88 | 0,00 | |
| 25 | 0,88 | 1457,77 | 33,22 | 0,00 | |
| 26 | 0,44 | 1457,25 | 35,50 | 0,00 | |
| 27 | 1,18 | 1456,72 | 28,69 | 0,00 | |
| 28 | 0,75 | 1456,53 | 28,91 | 0,00 | |
| 29 | 0,35 | 1455,87 | 27,64 | 0,00 | |
| 30 | 0,16 | 1455,76 | 27,37 | 0,00 | |
| 31 | 0,08 | 1455,75 | 25,54 | 0,00 | |
| 32 | 0,14 | 1456,35 | 37,39 | 0,00 | |
| 33 | 0,22 | 1456,41 | 37,21 | 0,00 | |
| 34 | 0,49 | 1456,53 | 36,12 | 0,00 | |
| 35 | 0,25 | 1456,60 | 37,70 | 0,00 | |
| 36 | 0,25 | 1463,27 | 25,86 | 0,00 | |
| 37 | 1,00 | 1457,63 | 21,81 | 0,00 | |
| 38 | 0,38 | 1456,87 | 35,52 | 0,00 | |
| 39 | 0,62 | 1456,56 | 35,71 | 0,00 | |
| 40 | 0,12 | 1457,10 | 35,83 | 0,00 | |
| 41 | 0,25 | 1456,76 | 38,47 | 0,00 | |
| 42 | 0,08 | 1456,72 | 38,85 | 0,00 | |
| 43 | 0,08 | 1456,70 | 43,29 | 0,00 | |
| 44 | 0,03 | 1456,69 | 46,08 | 0,00 | |
| 47 | 0,00 | 1458,73 | 12,23 | 0,00 | |
| 48 | 0,64 | 1457,28 | 25,28 | 0,00 | |
| 49 | 0,00 | 1457,51 | 20,66 | 0,00 | |
| 50 | 0,00 | 1459,35 | 27,35 | 0,00 | |
| 51 | 0,00 | 1457,25 | 35,25 | 0,00 | |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 | Embalse |
| 45 | 31,01 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 | Depósito |

Resultados en las Líneas a las 13:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida m/km | Unif. | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------|-------|-----------------|
| 1 | 61,08 | 3,46 | 53,63 | | Abierta |
| 2 | 55,18 | 3,12 | 44,53 | | Abierta |
| 4 | 11,42 | 1,45 | 18,02 | | Abierta |
| 5 | 10,27 | 1,31 | 14,88 | | Abierta |
| 6 | 4,98 | 1,13 | 16,12 | | Abierta |
| 7 | 2,99 | 0,68 | 6,47 | | Abierta |
| 8 | 1,28 | 0,29 | 1,45 | | Abierta |
| 9 | -0,35 | 0,08 | 0,16 | | Abierta |
| 10 | -1,98 | 0,45 | 3,12 | | Abierta |
| 11 | -3,11 | 0,70 | 6,98 | | Abierta |
| 13 | 1,54 | 0,20 | 0,51 | | Abierta |
| 14 | -0,10 | 0,01 | 0,00 | | Abierta |
| 15 | -1,74 | 0,22 | 0,64 | | Abierta |
| 16 | 11,01 | 1,40 | 16,86 | | Abierta |
| 17 | 10,06 | 1,28 | 14,33 | | Abierta |
| 18 | -3,56 | 0,45 | 2,23 | | Abierta |
| 19 | 4,81 | 0,61 | 3,82 | | Abierta |
| 21 | -8,49 | 1,08 | 10,56 | | Abierta |
| 22 | -9,40 | 1,20 | 12,69 | | Abierta |
| 23 | -10,47 | 1,33 | 15,42 | | Abierta |
| 24 | 9,65 | 1,23 | 13,30 | | Abierta |
| 25 | 8,87 | 1,13 | 11,45 | | Abierta |
| 26 | -0,75 | 0,17 | 0,56 | | Abierta |
| 27 | 7,18 | 0,91 | 7,83 | | Abierta |
| 28 | 5,82 | 0,74 | 5,38 | | Abierta |
| 29 | 7,01 | 0,89 | 7,49 | | Abierta |
| 30 | 1,48 | 0,75 | 12,98 | | Abierta |
| 31 | 1,05 | 0,54 | 7,09 | | Abierta |
| 32 | 0,59 | 0,51 | 9,22 | | Abierta |
| 33 | 0,23 | 0,21 | 1,89 | | Abierta |
| 34 | 0,08 | 0,07 | 0,18 | | Abierta |
| 35 | -2,19 | 0,49 | 3,73 | | Abierta |
| 36 | -0,75 | 0,38 | 3,88 | | Abierta |
| 37 | -0,29 | 0,15 | 0,74 | | Abierta |
| 39 | 2,51 | 1,28 | 33,01 | | Abierta |
| 40 | 1,38 | 0,70 | 11,47 | | Abierta |
| 41 | 0,47 | 0,24 | 1,74 | | Abierta |
| 42 | 0,36 | 0,32 | 4,04 | | Abierta |
| 43 | 0,14 | 0,13 | 0,81 | | Abierta |
| 44 | -0,39 | 0,20 | 1,24 | | Abierta |
| 45 | -0,63 | 0,32 | 2,91 | | Abierta |
| 46 | 0,25 | 0,03 | 0,02 | | Abierta |
| 47 | 1,18 | 0,60 | 8,67 | | Abierta |
| 48 | 1,06 | 0,54 | 7,21 | | Abierta |
| 49 | 0,18 | 0,16 | 1,22 | | Abierta |
| 50 | 0,10 | 0,09 | 0,42 | | Abierta |
| 51 | 0,03 | 0,02 | 0,05 | | Abierta |
| 53 | 66,98 | 3,79 | 63,51 | | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | | Abierta |
| 3 | 28,09 | 3,58 | 92,24 | | Abierta |
| 12 | -4,25 | 0,96 | 12,14 | | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 52 | 20,94 | 2,67 | 54,05 | | Abierta |
| 38 | 4,12 | 0,93 | 11,50 | | Abierta |
| 55 | 28,09 | 3,58 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 56 | -4,89 | 1,11 | 0,00 | | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Cerrada Válvula |
| 58 | 20,94 | 2,67 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 59 | 4,12 | 0,93 | 0,00 | | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 14:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad | |
|---------|-------------|----------|-----------|---------|----------|
| 1 | 4,54 | 1473,92 | 16,68 | 0,00 | |
| 2 | 4,54 | 1471,33 | 18,12 | 0,00 | |
| 3 | 4,54 | 1467,63 | 16,89 | 0,00 | |
| 4 | 4,35 | 1464,81 | 18,73 | 0,00 | |
| 5 | 3,62 | 1464,22 | 18,47 | 0,00 | |
| 6 | 2,89 | 1464,04 | 16,87 | 0,00 | |
| 7 | 1,53 | 1463,07 | 10,37 | 0,00 | |
| 8 | 1,31 | 1462,86 | 8,34 | 0,00 | |
| 9 | 1,25 | 1462,72 | 9,61 | 0,00 | |
| 10 | 1,25 | 1462,72 | 11,65 | 0,00 | |
| 11 | 0,87 | 1462,79 | 13,38 | 0,00 | |
| 12 | 0,87 | 1463,20 | 24,68 | 0,00 | |
| 13 | 0,49 | 1463,90 | 32,38 | 0,00 | |
| 14 | 1,26 | 1464,04 | 18,09 | 0,00 | |
| 15 | 1,26 | 1464,04 | 18,58 | 0,00 | |
| 16 | 2,36 | 1464,05 | 27,15 | 0,00 | |
| 17 | 0,73 | 1464,49 | 20,54 | 0,00 | |
| 18 | 1,30 | 1464,27 | 22,86 | 0,00 | |
| 19 | 2,05 | 1464,15 | 27,35 | 0,00 | |
| 20 | 1,28 | 1464,62 | 27,75 | 0,00 | |
| 21 | 0,82 | 1465,08 | 32,93 | 0,00 | |
| 22 | 0,63 | 1465,19 | 33,58 | 0,00 | |
| 23 | 0,59 | 1464,95 | 33,97 | 0,00 | |
| 24 | 0,73 | 1464,63 | 36,06 | 0,00 | |
| 25 | 0,68 | 1464,21 | 39,66 | 0,00 | |
| 26 | 0,34 | 1463,88 | 42,13 | 0,00 | |
| 27 | 0,90 | 1463,55 | 35,52 | 0,00 | |
| 28 | 0,58 | 1463,43 | 35,81 | 0,00 | |
| 29 | 0,27 | 1463,01 | 34,78 | 0,00 | |
| 30 | 0,12 | 1462,94 | 34,55 | 0,00 | |
| 31 | 0,06 | 1462,93 | 32,72 | 0,00 | |
| 32 | 0,11 | 1463,32 | 44,36 | 0,00 | |
| 33 | 0,17 | 1463,35 | 44,15 | 0,00 | |
| 34 | 0,38 | 1463,43 | 43,02 | 0,00 | |
| 35 | 0,19 | 1463,47 | 44,57 | 0,00 | |
| 36 | 0,19 | 1467,63 | 30,22 | 0,00 | |
| 37 | 0,77 | 1464,12 | 28,30 | 0,00 | |
| 38 | 0,29 | 1463,64 | 42,29 | 0,00 | |
| 39 | 0,48 | 1463,44 | 42,59 | 0,00 | |
| 40 | 0,09 | 1463,78 | 42,51 | 0,00 | |
| 41 | 0,19 | 1463,57 | 45,28 | 0,00 | |
| 42 | 0,06 | 1463,54 | 45,67 | 0,00 | |
| 43 | 0,06 | 1463,53 | 50,12 | 0,00 | |
| 44 | 0,02 | 1463,53 | 52,92 | 0,00 | |
| 47 | 0,00 | 1464,81 | 18,31 | 0,00 | |
| 48 | 0,49 | 1463,90 | 31,90 | 0,00 | |
| 49 | 0,00 | 1464,05 | 27,20 | 0,00 | |
| 50 | 0,00 | 1465,19 | 33,19 | 0,00 | |
| 51 | 0,00 | 1463,88 | 41,88 | 0,00 | |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 | Embalse |
| 45 | 46,47 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 | Depósito |

Resultados en las Líneas a las 14:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida m/km | Unit. | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------|-------|-----------------|
| 1 | 46,98 | 2,66 | 33,20 | | Abierta |
| 2 | 42,44 | 2,40 | 27,58 | | Abierta |
| 4 | 8,79 | 1,12 | 11,25 | | Abierta |
| 5 | 7,91 | 1,01 | 9,30 | | Abierta |
| 6 | 3,83 | 0,87 | 10,10 | | Abierta |
| 7 | 2,30 | 0,52 | 4,07 | | Abierta |
| 8 | 0,99 | 0,22 | 0,92 | | Abierta |
| 9 | -0,27 | 0,06 | 0,10 | | Abierta |
| 10 | -1,52 | 0,34 | 1,96 | | Abierta |
| 11 | -2,39 | 0,54 | 4,37 | | Abierta |
| 13 | 1,19 | 0,15 | 0,33 | | Abierta |
| 14 | -0,07 | 0,01 | 0,00 | | Abierta |
| 15 | -1,34 | 0,17 | 0,40 | | Abierta |
| 16 | 8,47 | 1,08 | 10,51 | | Abierta |
| 17 | 7,74 | 0,99 | 8,94 | | Abierta |
| 18 | -2,74 | 0,35 | 1,41 | | Abierta |
| 19 | 3,70 | 0,47 | 2,39 | | Abierta |
| 21 | -6,53 | 0,83 | 6,60 | | Abierta |
| 22 | -7,23 | 0,92 | 7,92 | | Abierta |
| 23 | -8,06 | 1,03 | 9,62 | | Abierta |
| 24 | 7,42 | 0,94 | 8,29 | | Abierta |
| 25 | 6,82 | 0,87 | 7,14 | | Abierta |
| 26 | -0,57 | 0,13 | 0,36 | | Abierta |
| 27 | 5,52 | 0,70 | 4,89 | | Abierta |
| 28 | 4,48 | 0,57 | 3,36 | | Abierta |
| 29 | 5,39 | 0,69 | 4,68 | | Abierta |
| 30 | 1,14 | 0,58 | 8,18 | | Abierta |
| 31 | 0,81 | 0,41 | 4,47 | | Abierta |
| 32 | 0,45 | 0,39 | 5,83 | | Abierta |
| 33 | 0,18 | 0,16 | 1,20 | | Abierta |
| 34 | 0,06 | 0,05 | 0,12 | | Abierta |
| 35 | -1,68 | 0,38 | 2,34 | | Abierta |
| 36 | -0,57 | 0,29 | 2,45 | | Abierta |
| 37 | -0,22 | 0,11 | 0,47 | | Abierta |
| 39 | 1,93 | 0,98 | 20,72 | | Abierta |
| 40 | 1,06 | 0,54 | 7,23 | | Abierta |
| 41 | 0,36 | 0,19 | 1,13 | | Abierta |
| 42 | 0,28 | 0,25 | 2,56 | | Abierta |
| 43 | 0,11 | 0,10 | 0,49 | | Abierta |
| 44 | -0,30 | 0,15 | 0,78 | | Abierta |
| 45 | -0,49 | 0,25 | 1,84 | | Abierta |
| 46 | 0,19 | 0,02 | 0,01 | | Abierta |
| 47 | 0,91 | 0,46 | 5,45 | | Abierta |
| 48 | 0,82 | 0,42 | 4,53 | | Abierta |
| 49 | 0,14 | 0,12 | 0,79 | | Abierta |
| 50 | 0,08 | 0,07 | 0,20 | | Abierta |
| 51 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | | Abierta |
| 53 | 51,52 | 2,92 | 39,29 | | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | | Abierta |
| 3 | 21,61 | 2,75 | 57,20 | | Abierta |
| 12 | -3,26 | 0,74 | 7,59 | | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 52 | 16,11 | 2,05 | 33,55 | | Abierta |
| 38 | 3,17 | 0,72 | 7,20 | | Abierta |
| 55 | 21,61 | 2,75 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 56 | -3,76 | 0,85 | 0,00 | | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Cerrada Válvula |
| 58 | 16,11 | 2,05 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 59 | 3,17 | 0,72 | 0,00 | | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 15:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad |
|---------|-------------|----------|-----------|---------------|
| 1 | 5,45 | 1473,61 | 16,37 | 0,00 |
| 2 | 5,45 | 1469,99 | 16,78 | 0,00 |
| 3 | 5,45 | 1464,83 | 14,09 | 0,00 |
| 4 | 5,22 | 1460,90 | 14,82 | 0,00 |
| 5 | 4,34 | 1460,09 | 14,34 | 0,00 |
| 6 | 3,46 | 1459,84 | 12,67 | 0,00 |
| 7 | 1,84 | 1458,49 | 5,79 | 0,00 |
| 8 | 1,58 | 1458,21 | 3,69 | 0,00 |
| 9 | 1,50 | 1458,01 | 4,90 | 0,00 |
| 10 | 1,50 | 1458,02 | 6,95 | 0,00 |
| 11 | 1,05 | 1458,11 | 8,70 | 0,00 |
| 12 | 1,05 | 1458,68 | 20,16 | 0,00 |
| 13 | 0,59 | 1459,65 | 28,13 | 0,00 |
| 14 | 1,52 | 1459,83 | 13,88 | 0,00 |
| 15 | 1,52 | 1459,83 | 14,37 | 0,00 |
| 16 | 2,83 | 1459,85 | 22,95 | 0,00 |
| 17 | 0,88 | 1460,46 | 16,51 | 0,00 |
| 18 | 1,56 | 1460,15 | 18,74 | 0,00 |
| 19 | 2,46 | 1460,00 | 23,20 | 0,00 |
| 20 | 1,53 | 1460,65 | 23,78 | 0,00 |
| 21 | 0,99 | 1461,28 | 29,13 | 0,00 |
| 22 | 0,76 | 1461,44 | 29,83 | 0,00 |
| 23 | 0,71 | 1461,10 | 30,12 | 0,00 |
| 24 | 0,87 | 1460,66 | 32,09 | 0,00 |
| 25 | 0,81 | 1460,07 | 35,52 | 0,00 |
| 26 | 0,40 | 1459,62 | 37,87 | 0,00 |
| 27 | 1,09 | 1459,16 | 31,13 | 0,00 |
| 28 | 0,70 | 1458,99 | 31,37 | 0,00 |
| 29 | 0,32 | 1458,42 | 30,19 | 0,00 |
| 30 | 0,14 | 1458,32 | 29,93 | 0,00 |
| 31 | 0,07 | 1458,32 | 28,11 | 0,00 |
| 32 | 0,13 | 1458,84 | 39,88 | 0,00 |
| 33 | 0,20 | 1458,89 | 39,69 | 0,00 |
| 34 | 0,46 | 1459,00 | 38,59 | 0,00 |
| 35 | 0,23 | 1459,06 | 40,16 | 0,00 |
| 36 | 0,23 | 1464,83 | 27,42 | 0,00 |
| 37 | 0,92 | 1459,95 | 24,13 | 0,00 |
| 38 | 0,35 | 1459,29 | 37,94 | 0,00 |
| 39 | 0,58 | 1459,02 | 38,17 | 0,00 |
| 40 | 0,11 | 1459,49 | 38,22 | 0,00 |
| 41 | 0,23 | 1459,19 | 40,90 | 0,00 |
| 42 | 0,07 | 1459,16 | 41,29 | 0,00 |
| 43 | 0,07 | 1459,14 | 45,73 | 0,00 |
| 44 | 0,02 | 1459,14 | 48,53 | 0,00 |
| 47 | 0,00 | 1460,90 | 14,40 | 0,00 |
| 48 | 0,59 | 1459,65 | 27,65 | 0,00 |
| 49 | 0,00 | 1459,85 | 23,00 | 0,00 |
| 50 | 0,00 | 1461,44 | 29,44 | 0,00 |
| 51 | 0,00 | 1459,62 | 37,62 | 0,00 |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 Embalse |
| 45 | 36,16 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 Depósito |

Resultados en las Líneas a las 15:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida m/km | Unid. | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------|-------|-----------------|
| 1 | 56,38 | 3,19 | 46,33 | | Abierta |
| 2 | 50,93 | 2,88 | 38,47 | | Abierta |
| 4 | 10,54 | 1,34 | 15,60 | | Abierta |
| 5 | 9,48 | 1,21 | 12,89 | | Abierta |
| 6 | 4,60 | 1,04 | 13,98 | | Abierta |
| 7 | 2,76 | 0,62 | 5,62 | | Abierta |
| 8 | 1,18 | 0,27 | 1,26 | | Abierta |
| 9 | -0,32 | 0,07 | 0,13 | | Abierta |
| 10 | -1,82 | 0,41 | 2,71 | | Abierta |
| 11 | -2,87 | 0,65 | 6,05 | | Abierta |
| 13 | 1,42 | 0,18 | 0,47 | | Abierta |
| 14 | -0,09 | 0,01 | 0,00 | | Abierta |
| 15 | -1,61 | 0,20 | 0,55 | | Abierta |
| 16 | 10,16 | 1,29 | 14,60 | | Abierta |
| 17 | 9,28 | 1,18 | 12,41 | | Abierta |
| 18 | -3,28 | 0,42 | 1,94 | | Abierta |
| 19 | 4,44 | 0,57 | 3,31 | | Abierta |
| 21 | -7,83 | 1,00 | 9,15 | | Abierta |
| 22 | -8,68 | 1,10 | 10,99 | | Abierta |
| 23 | -9,67 | 1,23 | 13,34 | | Abierta |
| 24 | 8,90 | 1,13 | 11,51 | | Abierta |
| 25 | 8,19 | 1,04 | 9,91 | | Abierta |
| 26 | -0,69 | 0,16 | 0,49 | | Abierta |
| 27 | 6,63 | 0,84 | 6,78 | | Abierta |
| 28 | 5,38 | 0,68 | 4,65 | | Abierta |
| 29 | 6,47 | 0,82 | 6,49 | | Abierta |
| 30 | 1,37 | 0,70 | 11,27 | | Abierta |
| 31 | 0,97 | 0,49 | 6,16 | | Abierta |
| 32 | 0,54 | 0,47 | 8,02 | | Abierta |
| 33 | 0,22 | 0,19 | 1,64 | | Abierta |
| 34 | 0,07 | 0,06 | 0,15 | | Abierta |
| 35 | -2,02 | 0,46 | 3,23 | | Abierta |
| 36 | -0,69 | 0,35 | 3,37 | | Abierta |
| 37 | -0,26 | 0,13 | 0,64 | | Abierta |
| 39 | 2,31 | 1,18 | 28,63 | | Abierta |
| 40 | 1,28 | 0,65 | 9,96 | | Abierta |
| 41 | 0,44 | 0,22 | 1,52 | | Abierta |
| 42 | 0,34 | 0,29 | 3,51 | | Abierta |
| 43 | 0,13 | 0,12 | 0,71 | | Abierta |
| 44 | -0,36 | 0,18 | 1,08 | | Abierta |
| 45 | -0,58 | 0,30 | 2,53 | | Abierta |
| 46 | 0,23 | 0,03 | 0,01 | | Abierta |
| 47 | 1,09 | 0,55 | 7,52 | | Abierta |
| 48 | 0,98 | 0,50 | 6,26 | | Abierta |
| 49 | 0,17 | 0,15 | 1,07 | | Abierta |
| 50 | 0,10 | 0,08 | 0,33 | | Abierta |
| 51 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | | Abierta |
| 53 | 61,83 | 3,50 | 54,84 | | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | | Abierta |
| 3 | 25,93 | 3,30 | 79,71 | | Abierta |
| 12 | -3,92 | 0,89 | 10,52 | | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 52 | 19,33 | 2,46 | 46,72 | | Abierta |
| 38 | 3,80 | 0,86 | 9,97 | | Abierta |
| 55 | 25,93 | 3,30 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 56 | -4,51 | 1,02 | 0,00 | | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Cerrada Válvula |
| 58 | 19,33 | 2,46 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 59 | 3,80 | 0,86 | 0,00 | | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 16:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad | |
|---------|-------------|----------|-----------|---------|----------|
| 1 | 2,27 | 1474,49 | 17,25 | 0,00 | |
| 2 | 2,27 | 1473,75 | 20,54 | 0,00 | |
| 3 | 2,27 | 1472,70 | 21,96 | 0,00 | |
| 4 | 2,17 | 1471,89 | 25,81 | 0,00 | |
| 5 | 1,81 | 1471,72 | 25,97 | 0,00 | |
| 6 | 1,44 | 1471,67 | 24,50 | 0,00 | |
| 7 | 0,77 | 1471,39 | 18,69 | 0,00 | |
| 8 | 0,66 | 1471,32 | 16,80 | 0,00 | |
| 9 | 0,63 | 1471,28 | 18,17 | 0,00 | |
| 10 | 0,63 | 1471,28 | 20,21 | 0,00 | |
| 11 | 0,44 | 1471,30 | 21,89 | 0,00 | |
| 12 | 0,44 | 1471,42 | 32,90 | 0,00 | |
| 13 | 0,25 | 1471,63 | 40,11 | 0,00 | |
| 14 | 0,63 | 1471,67 | 25,72 | 0,00 | |
| 15 | 0,63 | 1471,67 | 26,21 | 0,00 | |
| 16 | 1,18 | 1471,67 | 34,77 | 0,00 | |
| 17 | 0,37 | 1471,80 | 27,85 | 0,00 | |
| 18 | 0,65 | 1471,74 | 30,33 | 0,00 | |
| 19 | 1,02 | 1471,70 | 34,90 | 0,00 | |
| 20 | 0,64 | 1471,84 | 34,97 | 0,00 | |
| 21 | 0,41 | 1471,97 | 39,82 | 0,00 | |
| 22 | 0,32 | 1472,00 | 40,39 | 0,00 | |
| 23 | 0,30 | 1471,93 | 40,95 | 0,00 | |
| 24 | 0,36 | 1471,84 | 43,27 | 0,00 | |
| 25 | 0,34 | 1471,72 | 47,17 | 0,00 | |
| 26 | 0,17 | 1471,62 | 49,87 | 0,00 | |
| 27 | 0,45 | 1471,52 | 43,49 | 0,00 | |
| 28 | 0,29 | 1471,49 | 43,87 | 0,00 | |
| 29 | 0,14 | 1471,36 | 43,13 | 0,00 | |
| 30 | 0,06 | 1471,34 | 42,95 | 0,00 | |
| 31 | 0,03 | 1471,34 | 41,13 | 0,00 | |
| 32 | 0,05 | 1471,45 | 52,49 | 0,00 | |
| 33 | 0,09 | 1471,46 | 52,26 | 0,00 | |
| 34 | 0,19 | 1471,48 | 51,07 | 0,00 | |
| 35 | 0,09 | 1471,50 | 52,60 | 0,00 | |
| 36 | 0,09 | 1472,70 | 35,29 | 0,00 | |
| 37 | 0,38 | 1471,69 | 35,87 | 0,00 | |
| 38 | 0,14 | 1471,55 | 50,20 | 0,00 | |
| 39 | 0,24 | 1471,49 | 50,64 | 0,00 | |
| 40 | 0,05 | 1471,59 | 50,32 | 0,00 | |
| 41 | 0,09 | 1471,53 | 53,24 | 0,00 | |
| 42 | 0,03 | 1471,52 | 53,65 | 0,00 | |
| 43 | 0,03 | 1471,52 | 58,11 | 0,00 | |
| 44 | 0,01 | 1471,52 | 60,91 | 0,00 | |
| 47 | 0,00 | 1471,89 | 25,39 | 0,00 | |
| 48 | 0,25 | 1471,63 | 39,63 | 0,00 | |
| 49 | 0,00 | 1471,67 | 34,82 | 0,00 | |
| 50 | 0,00 | 1472,00 | 40,00 | 0,00 | |
| 51 | 0,00 | 1471,62 | 49,62 | 0,00 | |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 | Embalse |
| 45 | 72,23 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 | Depósito |

Resultados en las Líneas a las 16:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida Unit. m/km | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------------|-----------------|
| 1 | 23,49 | 1,33 | 9,42 | Abierta |
| 2 | 21,22 | 1,20 | 7,84 | Abierta |
| 4 | 4,40 | 0,56 | 3,26 | Abierta |
| 5 | 3,96 | 0,50 | 2,71 | Abierta |
| 6 | 1,92 | 0,43 | 2,97 | Abierta |
| 7 | 1,15 | 0,26 | 1,21 | Abierta |
| 8 | 0,50 | 0,11 | 0,28 | Abierta |
| 9 | -0,13 | 0,03 | 0,02 | Abierta |
| 10 | -0,76 | 0,17 | 0,58 | Abierta |
| 11 | -1,19 | 0,27 | 1,28 | Abierta |
| 13 | 0,60 | 0,08 | 0,11 | Abierta |
| 14 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | Abierta |
| 15 | -0,66 | 0,08 | 0,12 | Abierta |
| 16 | 4,23 | 0,54 | 3,04 | Abierta |
| 17 | 3,87 | 0,49 | 2,59 | Abierta |
| 18 | -1,37 | 0,17 | 0,42 | Abierta |
| 19 | 1,84 | 0,23 | 0,70 | Abierta |
| 21 | -3,26 | 0,42 | 1,92 | Abierta |
| 22 | -3,62 | 0,46 | 2,30 | Abierta |
| 23 | -4,03 | 0,51 | 2,78 | Abierta |
| 24 | 3,71 | 0,47 | 2,40 | Abierta |
| 25 | 3,41 | 0,43 | 2,07 | Abierta |
| 26 | -0,29 | 0,07 | 0,11 | Abierta |
| 27 | 2,76 | 0,35 | 1,42 | Abierta |
| 28 | 2,24 | 0,29 | 0,99 | Abierta |
| 29 | 2,69 | 0,34 | 1,36 | Abierta |
| 30 | 0,57 | 0,29 | 2,42 | Abierta |
| 31 | 0,40 | 0,20 | 1,32 | Abierta |
| 32 | 0,23 | 0,20 | 1,76 | Abierta |
| 33 | 0,09 | 0,08 | 0,27 | Abierta |
| 34 | 0,03 | 0,03 | 0,06 | Abierta |
| 35 | -0,83 | 0,19 | 0,69 | Abierta |
| 36 | -0,28 | 0,14 | 0,73 | Abierta |
| 37 | -0,11 | 0,06 | 0,11 | Abierta |
| 39 | 0,97 | 0,49 | 6,11 | Abierta |
| 40 | 0,54 | 0,27 | 2,18 | Abierta |
| 41 | 0,18 | 0,09 | 0,35 | Abierta |
| 42 | 0,14 | 0,12 | 0,78 | Abierta |
| 43 | 0,05 | 0,05 | 0,11 | Abierta |
| 44 | -0,15 | 0,07 | 0,23 | Abierta |
| 45 | -0,24 | 0,12 | 0,55 | Abierta |
| 46 | 0,09 | 0,01 | 0,00 | Abierta |
| 47 | 0,45 | 0,23 | 1,63 | Abierta |
| 48 | 0,41 | 0,21 | 1,35 | Abierta |
| 49 | 0,07 | 0,06 | 0,14 | Abierta |
| 50 | 0,04 | 0,04 | 0,08 | Abierta |
| 51 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | Abierta |
| 53 | 25,76 | 1,46 | 11,13 | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | Abierta |
| 3 | 10,81 | 1,38 | 16,31 | Abierta |
| 12 | -1,63 | 0,37 | 2,21 | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | Abierta |
| 52 | 8,05 | 1,02 | 9,60 | Abierta |
| 38 | 1,59 | 0,36 | 2,12 | Abierta |
| 55 | 10,81 | 1,38 | 0,00 | Abierta Válvula |
| 56 | -1,87 | 0,42 | 0,00 | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | Cerrada Válvula |
| 58 | 8,05 | 1,02 | 0,00 | Abierta Válvula |
| 59 | 1,59 | 0,36 | 0,00 | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 17:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad | |
|---------|-------------|----------|-----------|---------|----------|
| 1 | 5,90 | 1473,44 | 16,20 | 0,00 | |
| 2 | 5,90 | 1469,25 | 16,04 | 0,00 | |
| 3 | 5,90 | 1463,27 | 12,53 | 0,00 | |
| 4 | 5,65 | 1458,72 | 12,64 | 0,00 | |
| 5 | 4,71 | 1457,79 | 12,04 | 0,00 | |
| 6 | 3,75 | 1457,50 | 10,33 | 0,00 | |
| 7 | 1,99 | 1455,94 | 3,24 | 0,00 | |
| 8 | 1,71 | 1455,62 | 1,10 | 0,00 | |
| 9 | 1,63 | 1455,39 | 2,28 | 0,00 | |
| 10 | 1,63 | 1455,40 | 4,33 | 0,00 | |
| 11 | 1,13 | 1455,51 | 6,10 | 0,00 | |
| 12 | 1,13 | 1456,17 | 17,65 | 0,00 | |
| 13 | 0,64 | 1457,28 | 25,76 | 0,00 | |
| 14 | 1,64 | 1457,49 | 11,54 | 0,00 | |
| 15 | 1,64 | 1457,49 | 12,03 | 0,00 | |
| 16 | 3,06 | 1457,51 | 20,61 | 0,00 | |
| 17 | 0,95 | 1458,22 | 14,27 | 0,00 | |
| 18 | 1,69 | 1457,86 | 16,45 | 0,00 | |
| 19 | 2,66 | 1457,69 | 20,89 | 0,00 | |
| 20 | 1,66 | 1458,43 | 21,56 | 0,00 | |
| 21 | 1,07 | 1459,17 | 27,02 | 0,00 | |
| 22 | 0,82 | 1459,35 | 27,74 | 0,00 | |
| 23 | 0,77 | 1458,96 | 27,98 | 0,00 | |
| 24 | 0,95 | 1458,45 | 29,88 | 0,00 | |
| 25 | 0,88 | 1457,77 | 33,22 | 0,00 | |
| 26 | 0,44 | 1457,25 | 35,50 | 0,00 | |
| 27 | 1,18 | 1456,72 | 28,69 | 0,00 | |
| 28 | 0,75 | 1456,53 | 28,91 | 0,00 | |
| 29 | 0,35 | 1455,87 | 27,64 | 0,00 | |
| 30 | 0,16 | 1455,76 | 27,37 | 0,00 | |
| 31 | 0,08 | 1455,75 | 25,54 | 0,00 | |
| 32 | 0,14 | 1456,35 | 37,39 | 0,00 | |
| 33 | 0,22 | 1456,41 | 37,21 | 0,00 | |
| 34 | 0,49 | 1456,53 | 36,12 | 0,00 | |
| 35 | 0,25 | 1456,60 | 37,70 | 0,00 | |
| 36 | 0,25 | 1463,27 | 25,86 | 0,00 | |
| 37 | 1,00 | 1457,63 | 21,81 | 0,00 | |
| 38 | 0,38 | 1456,87 | 35,52 | 0,00 | |
| 39 | 0,62 | 1456,56 | 35,71 | 0,00 | |
| 40 | 0,12 | 1457,10 | 35,83 | 0,00 | |
| 41 | 0,25 | 1456,76 | 38,47 | 0,00 | |
| 42 | 0,08 | 1456,72 | 38,85 | 0,00 | |
| 43 | 0,08 | 1456,70 | 43,29 | 0,00 | |
| 44 | 0,03 | 1456,69 | 46,08 | 0,00 | |
| 47 | 0,00 | 1458,72 | 12,22 | 0,00 | |
| 48 | 0,64 | 1457,28 | 25,28 | 0,00 | |
| 49 | 0,00 | 1457,51 | 20,66 | 0,00 | |
| 50 | 0,00 | 1459,35 | 27,35 | 0,00 | |
| 51 | 0,00 | 1457,25 | 35,25 | 0,00 | |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 | Embalse |
| 45 | 31,01 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 | Depósito |

Resultados en las Líneas a las 17:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida m/km | Unit. | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------|-------|-----------------|
| 1 | 61,08 | 3,46 | 53,63 | | Abierta |
| 2 | 55,18 | 3,12 | 44,53 | | Abierta |
| 4 | 11,42 | 1,45 | 18,02 | | Abierta |
| 5 | 10,27 | 1,31 | 14,88 | | Abierta |
| 6 | 4,98 | 1,13 | 16,12 | | Abierta |
| 7 | 2,99 | 0,68 | 6,47 | | Abierta |
| 8 | 1,28 | 0,29 | 1,45 | | Abierta |
| 9 | -0,35 | 0,08 | 0,15 | | Abierta |
| 10 | -1,98 | 0,45 | 3,12 | | Abierta |
| 11 | -3,11 | 0,70 | 6,98 | | Abierta |
| 13 | 1,54 | 0,20 | 0,51 | | Abierta |
| 14 | -0,10 | 0,01 | 0,00 | | Abierta |
| 15 | -1,74 | 0,22 | 0,63 | | Abierta |
| 16 | 11,01 | 1,40 | 16,86 | | Abierta |
| 17 | 10,06 | 1,28 | 14,33 | | Abierta |
| 18 | -3,56 | 0,45 | 2,24 | | Abierta |
| 19 | 4,81 | 0,61 | 3,82 | | Abierta |
| 21 | -8,49 | 1,08 | 10,56 | | Abierta |
| 22 | -9,40 | 1,20 | 12,69 | | Abierta |
| 23 | -10,47 | 1,33 | 15,41 | | Abierta |
| 24 | 9,65 | 1,23 | 13,30 | | Abierta |
| 25 | 8,87 | 1,13 | 11,44 | | Abierta |
| 26 | -0,75 | 0,17 | 0,57 | | Abierta |
| 27 | 7,18 | 0,91 | 7,83 | | Abierta |
| 28 | 5,82 | 0,74 | 5,38 | | Abierta |
| 29 | 7,01 | 0,89 | 7,50 | | Abierta |
| 30 | 1,48 | 0,75 | 12,98 | | Abierta |
| 31 | 1,05 | 0,54 | 7,09 | | Abierta |
| 32 | 0,59 | 0,51 | 9,22 | | Abierta |
| 33 | 0,23 | 0,21 | 1,89 | | Abierta |
| 34 | 0,08 | 0,07 | 0,18 | | Abierta |
| 35 | -2,19 | 0,49 | 3,73 | | Abierta |
| 36 | -0,75 | 0,38 | 3,88 | | Abierta |
| 37 | -0,29 | 0,15 | 0,74 | | Abierta |
| 39 | 2,51 | 1,28 | 33,01 | | Abierta |
| 40 | 1,38 | 0,70 | 11,47 | | Abierta |
| 41 | 0,47 | 0,24 | 1,74 | | Abierta |
| 42 | 0,36 | 0,32 | 4,04 | | Abierta |
| 43 | 0,14 | 0,13 | 0,81 | | Abierta |
| 44 | -0,39 | 0,20 | 1,24 | | Abierta |
| 45 | -0,63 | 0,32 | 2,92 | | Abierta |
| 46 | 0,25 | 0,03 | 0,02 | | Abierta |
| 47 | 1,18 | 0,60 | 8,67 | | Abierta |
| 48 | 1,06 | 0,54 | 7,21 | | Abierta |
| 49 | 0,18 | 0,16 | 1,23 | | Abierta |
| 50 | 0,10 | 0,09 | 0,42 | | Abierta |
| 51 | 0,03 | 0,02 | 0,05 | | Abierta |
| 53 | 66,98 | 3,79 | 63,51 | | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | | Abierta |
| 3 | 28,09 | 3,58 | 92,24 | | Abierta |
| 12 | -4,25 | 0,96 | 12,14 | | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 52 | 20,94 | 2,67 | 54,05 | | Abierta |
| 38 | 4,12 | 0,93 | 11,50 | | Abierta |
| 55 | 28,09 | 3,58 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 56 | -4,89 | 1,11 | 0,00 | | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Cerrada Válvula |
| 58 | 20,94 | 2,67 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 59 | 4,12 | 0,93 | 0,00 | | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 18:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad | |
|---------|-------------|----------|-----------|---------|----------|
| 1 | 4,54 | 1473,92 | 16,68 | 0,00 | |
| 2 | 4,54 | 1471,33 | 18,12 | 0,00 | |
| 3 | 4,54 | 1467,63 | 16,89 | 0,00 | |
| 4 | 4,35 | 1464,81 | 18,73 | 0,00 | |
| 5 | 3,62 | 1464,22 | 18,47 | 0,00 | |
| 6 | 2,89 | 1464,04 | 16,87 | 0,00 | |
| 7 | 1,53 | 1463,07 | 10,37 | 0,00 | |
| 8 | 1,31 | 1462,86 | 8,34 | 0,00 | |
| 9 | 1,25 | 1462,72 | 9,61 | 0,00 | |
| 10 | 1,25 | 1462,72 | 11,65 | 0,00 | |
| 11 | 0,87 | 1462,79 | 13,38 | 0,00 | |
| 12 | 0,87 | 1463,20 | 24,68 | 0,00 | |
| 13 | 0,49 | 1463,90 | 32,38 | 0,00 | |
| 14 | 1,26 | 1464,04 | 18,09 | 0,00 | |
| 15 | 1,26 | 1464,04 | 18,58 | 0,00 | |
| 16 | 2,36 | 1464,05 | 27,15 | 0,00 | |
| 17 | 0,73 | 1464,49 | 20,54 | 0,00 | |
| 18 | 1,30 | 1464,27 | 22,86 | 0,00 | |
| 19 | 2,05 | 1464,15 | 27,35 | 0,00 | |
| 20 | 1,28 | 1464,62 | 27,75 | 0,00 | |
| 21 | 0,82 | 1465,08 | 32,93 | 0,00 | |
| 22 | 0,63 | 1465,19 | 33,58 | 0,00 | |
| 23 | 0,59 | 1464,95 | 33,97 | 0,00 | |
| 24 | 0,73 | 1464,63 | 36,06 | 0,00 | |
| 25 | 0,68 | 1464,21 | 39,66 | 0,00 | |
| 26 | 0,34 | 1463,88 | 42,13 | 0,00 | |
| 27 | 0,90 | 1463,55 | 35,52 | 0,00 | |
| 28 | 0,58 | 1463,43 | 35,81 | 0,00 | |
| 29 | 0,27 | 1463,01 | 34,78 | 0,00 | |
| 30 | 0,12 | 1462,94 | 34,55 | 0,00 | |
| 31 | 0,06 | 1462,93 | 32,72 | 0,00 | |
| 32 | 0,11 | 1463,32 | 44,36 | 0,00 | |
| 33 | 0,17 | 1463,35 | 44,15 | 0,00 | |
| 34 | 0,38 | 1463,43 | 43,02 | 0,00 | |
| 35 | 0,19 | 1463,47 | 44,57 | 0,00 | |
| 36 | 0,19 | 1467,63 | 30,22 | 0,00 | |
| 37 | 0,77 | 1464,12 | 28,30 | 0,00 | |
| 38 | 0,29 | 1463,64 | 42,29 | 0,00 | |
| 39 | 0,48 | 1463,44 | 42,59 | 0,00 | |
| 40 | 0,09 | 1463,78 | 42,51 | 0,00 | |
| 41 | 0,19 | 1463,57 | 45,28 | 0,00 | |
| 42 | 0,06 | 1463,54 | 45,67 | 0,00 | |
| 43 | 0,06 | 1463,53 | 50,12 | 0,00 | |
| 44 | 0,02 | 1463,53 | 52,92 | 0,00 | |
| 47 | 0,00 | 1464,81 | 18,31 | 0,00 | |
| 48 | 0,49 | 1463,90 | 31,90 | 0,00 | |
| 49 | 0,00 | 1464,05 | 27,20 | 0,00 | |
| 50 | 0,00 | 1465,19 | 33,19 | 0,00 | |
| 51 | 0,00 | 1463,88 | 41,88 | 0,00 | |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 | Embalse |
| 45 | 46,47 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 | Depósito |

Resultados en las Líneas a las 18:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida m/km | Unit. | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------|-------|-----------------|
| 1 | 46,98 | 2,66 | 33,20 | | Abierta |
| 2 | 42,44 | 2,40 | 27,58 | | Abierta |
| 4 | 8,79 | 1,12 | 11,25 | | Abierta |
| 5 | 7,91 | 1,01 | 9,30 | | Abierta |
| 6 | 3,83 | 0,87 | 10,10 | | Abierta |
| 7 | 2,30 | 0,52 | 4,07 | | Abierta |
| 8 | 0,99 | 0,22 | 0,92 | | Abierta |
| 9 | -0,27 | 0,06 | 0,10 | | Abierta |
| 10 | -1,52 | 0,34 | 1,96 | | Abierta |
| 11 | -2,39 | 0,54 | 4,37 | | Abierta |
| 13 | 1,19 | 0,15 | 0,31 | | Abierta |
| 14 | -0,07 | 0,01 | 0,00 | | Abierta |
| 15 | -1,34 | 0,17 | 0,40 | | Abierta |
| 16 | 8,47 | 1,08 | 10,51 | | Abierta |
| 17 | 7,74 | 0,99 | 8,94 | | Abierta |
| 18 | -2,74 | 0,35 | 1,41 | | Abierta |
| 19 | 3,70 | 0,47 | 2,39 | | Abierta |
| 21 | -6,53 | 0,83 | 6,59 | | Abierta |
| 22 | -7,23 | 0,92 | 7,92 | | Abierta |
| 23 | -8,06 | 1,03 | 9,61 | | Abierta |
| 24 | 7,42 | 0,94 | 8,29 | | Abierta |
| 25 | 6,82 | 0,87 | 7,14 | | Abierta |
| 26 | -0,57 | 0,13 | 0,36 | | Abierta |
| 27 | 5,52 | 0,70 | 4,89 | | Abierta |
| 28 | 4,48 | 0,57 | 3,38 | | Abierta |
| 29 | 5,39 | 0,69 | 4,68 | | Abierta |
| 30 | 1,14 | 0,58 | 8,17 | | Abierta |
| 31 | 0,81 | 0,41 | 4,47 | | Abierta |
| 32 | 0,45 | 0,39 | 5,84 | | Abierta |
| 33 | 0,18 | 0,16 | 1,20 | | Abierta |
| 34 | 0,06 | 0,05 | 0,12 | | Abierta |
| 35 | -1,68 | 0,38 | 2,34 | | Abierta |
| 36 | -0,57 | 0,29 | 2,45 | | Abierta |
| 37 | -0,22 | 0,11 | 0,47 | | Abierta |
| 39 | 1,93 | 0,98 | 20,70 | | Abierta |
| 40 | 1,06 | 0,54 | 7,24 | | Abierta |
| 41 | 0,36 | 0,19 | 1,12 | | Abierta |
| 42 | 0,28 | 0,25 | 2,57 | | Abierta |
| 43 | 0,11 | 0,10 | 0,49 | | Abierta |
| 44 | -0,30 | 0,15 | 0,78 | | Abierta |
| 45 | -0,49 | 0,25 | 1,84 | | Abierta |
| 46 | 0,19 | 0,02 | 0,01 | | Abierta |
| 47 | 0,91 | 0,46 | 5,44 | | Abierta |
| 48 | 0,82 | 0,42 | 4,54 | | Abierta |
| 49 | 0,14 | 0,12 | 0,79 | | Abierta |
| 50 | 0,08 | 0,07 | 0,19 | | Abierta |
| 51 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | | Abierta |
| 53 | 51,52 | 2,92 | 39,29 | | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | | Abierta |
| 3 | 21,61 | 2,75 | 57,20 | | Abierta |
| 12 | -3,26 | 0,74 | 7,59 | | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 52 | 16,11 | 2,05 | 33,56 | | Abierta |
| 38 | 3,17 | 0,72 | 7,21 | | Abierta |
| 55 | 21,61 | 2,75 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 56 | -3,76 | 0,85 | 0,00 | | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Cerrada Válvula |
| 58 | 16,11 | 2,05 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 59 | 3,17 | 0,72 | 0,00 | | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 19:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad | |
|---------|-------------|----------|-----------|---------|----------|
| 1 | 5,45 | 1473,61 | 16,37 | 0,00 | |
| 2 | 5,45 | 1469,99 | 16,78 | 0,00 | |
| 3 | 5,45 | 1464,83 | 14,09 | 0,00 | |
| 4 | 5,22 | 1460,90 | 14,82 | 0,00 | |
| 5 | 4,34 | 1460,09 | 14,34 | 0,00 | |
| 6 | 3,46 | 1459,84 | 12,67 | 0,00 | |
| 7 | 1,84 | 1458,49 | 5,79 | 0,00 | |
| 8 | 1,58 | 1458,21 | 3,69 | 0,00 | |
| 9 | 1,50 | 1458,01 | 4,90 | 0,00 | |
| 10 | 1,50 | 1458,02 | 6,95 | 0,00 | |
| 11 | 1,05 | 1458,11 | 8,70 | 0,00 | |
| 12 | 1,05 | 1458,68 | 20,16 | 0,00 | |
| 13 | 0,59 | 1459,65 | 28,13 | 0,00 | |
| 14 | 1,52 | 1459,83 | 13,88 | 0,00 | |
| 15 | 1,52 | 1459,83 | 14,37 | 0,00 | |
| 16 | 2,83 | 1459,85 | 22,95 | 0,00 | |
| 17 | 0,88 | 1460,46 | 16,51 | 0,00 | |
| 18 | 1,56 | 1460,15 | 18,74 | 0,00 | |
| 19 | 2,46 | 1460,00 | 23,20 | 0,00 | |
| 20 | 1,53 | 1460,65 | 23,78 | 0,00 | |
| 21 | 0,99 | 1461,28 | 29,13 | 0,00 | |
| 22 | 0,76 | 1461,44 | 29,83 | 0,00 | |
| 23 | 0,71 | 1461,10 | 30,12 | 0,00 | |
| 24 | 0,87 | 1460,66 | 32,09 | 0,00 | |
| 25 | 0,81 | 1460,07 | 35,52 | 0,00 | |
| 26 | 0,40 | 1459,62 | 37,87 | 0,00 | |
| 27 | 1,09 | 1459,16 | 31,13 | 0,00 | |
| 28 | 0,70 | 1458,99 | 31,37 | 0,00 | |
| 29 | 0,32 | 1458,42 | 30,19 | 0,00 | |
| 30 | 0,14 | 1458,32 | 29,93 | 0,00 | |
| 31 | 0,07 | 1458,32 | 28,11 | 0,00 | |
| 32 | 0,13 | 1458,84 | 39,88 | 0,00 | |
| 33 | 0,20 | 1458,89 | 39,69 | 0,00 | |
| 34 | 0,46 | 1459,00 | 38,59 | 0,00 | |
| 35 | 0,23 | 1459,06 | 40,16 | 0,00 | |
| 36 | 0,23 | 1464,83 | 27,42 | 0,00 | |
| 37 | 0,92 | 1459,95 | 24,13 | 0,00 | |
| 38 | 0,35 | 1459,29 | 37,94 | 0,00 | |
| 39 | 0,58 | 1459,02 | 38,17 | 0,00 | |
| 40 | 0,11 | 1459,49 | 38,22 | 0,00 | |
| 41 | 0,23 | 1459,19 | 40,90 | 0,00 | |
| 42 | 0,07 | 1459,16 | 41,29 | 0,00 | |
| 43 | 0,07 | 1459,14 | 45,73 | 0,00 | |
| 44 | 0,02 | 1459,14 | 48,53 | 0,00 | |
| 47 | 0,00 | 1460,90 | 14,40 | 0,00 | |
| 48 | 0,59 | 1459,65 | 27,65 | 0,00 | |
| 49 | 0,00 | 1459,85 | 23,00 | 0,00 | |
| 50 | 0,00 | 1461,44 | 29,44 | 0,00 | |
| 51 | 0,00 | 1459,62 | 37,62 | 0,00 | |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 | Embalse |
| 45 | 36,16 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 | Depósito |

Resultados en las Líneas a las 19:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida m/km | Unit. | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------|-------|-----------------|
| 1 | 56,38 | 3,19 | 46,33 | | Abierta |
| 2 | 50,93 | 2,88 | 38,47 | | Abierta |
| 4 | 10,55 | 1,34 | 15,61 | | Abierta |
| 5 | 9,48 | 1,21 | 12,89 | | Abierta |
| 6 | 4,60 | 1,04 | 13,97 | | Abierta |
| 7 | 2,76 | 0,62 | 5,62 | | Abierta |
| 8 | 1,18 | 0,27 | 1,26 | | Abierta |
| 9 | -0,32 | 0,07 | 0,13 | | Abierta |
| 10 | -1,82 | 0,41 | 2,71 | | Abierta |
| 11 | -2,87 | 0,65 | 6,05 | | Abierta |
| 13 | 1,42 | 0,18 | 0,44 | | Abierta |
| 14 | -0,09 | 0,01 | 0,00 | | Abierta |
| 15 | -1,61 | 0,20 | 0,55 | | Abierta |
| 16 | 10,16 | 1,29 | 14,60 | | Abierta |
| 17 | 9,28 | 1,18 | 12,41 | | Abierta |
| 18 | -3,28 | 0,42 | 1,94 | | Abierta |
| 19 | 4,44 | 0,57 | 3,31 | | Abierta |
| 21 | -7,83 | 1,00 | 9,14 | | Abierta |
| 22 | -8,68 | 1,10 | 10,99 | | Abierta |
| 23 | -9,67 | 1,23 | 13,34 | | Abierta |
| 24 | 8,90 | 1,13 | 11,51 | | Abierta |
| 25 | 8,19 | 1,04 | 9,91 | | Abierta |
| 26 | -0,69 | 0,16 | 0,50 | | Abierta |
| 27 | 6,63 | 0,84 | 6,78 | | Abierta |
| 28 | 5,38 | 0,68 | 4,65 | | Abierta |
| 29 | 6,47 | 0,82 | 6,49 | | Abierta |
| 30 | 1,37 | 0,70 | 11,27 | | Abierta |
| 31 | 0,97 | 0,49 | 6,16 | | Abierta |
| 32 | 0,54 | 0,47 | 8,02 | | Abierta |
| 33 | 0,22 | 0,19 | 1,64 | | Abierta |
| 34 | 0,07 | 0,06 | 0,15 | | Abierta |
| 35 | -2,02 | 0,46 | 3,23 | | Abierta |
| 36 | -0,69 | 0,35 | 3,37 | | Abierta |
| 37 | -0,26 | 0,13 | 0,64 | | Abierta |
| 39 | 2,31 | 1,18 | 28,63 | | Abierta |
| 40 | 1,28 | 0,65 | 9,96 | | Abierta |
| 41 | 0,44 | 0,22 | 1,52 | | Abierta |
| 42 | 0,34 | 0,29 | 3,51 | | Abierta |
| 43 | 0,13 | 0,12 | 0,71 | | Abierta |
| 44 | -0,36 | 0,18 | 1,08 | | Abierta |
| 45 | -0,58 | 0,30 | 2,53 | | Abierta |
| 46 | 0,23 | 0,03 | 0,01 | | Abierta |
| 47 | 1,09 | 0,55 | 7,52 | | Abierta |
| 48 | 0,98 | 0,50 | 6,26 | | Abierta |
| 49 | 0,17 | 0,15 | 1,07 | | Abierta |
| 50 | 0,10 | 0,08 | 0,33 | | Abierta |
| 51 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | | Abierta |
| 53 | 61,83 | 3,50 | 54,84 | | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | | Abierta |
| 3 | 25,93 | 3,30 | 79,71 | | Abierta |
| 12 | -3,92 | 0,89 | 10,52 | | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 52 | 19,33 | 2,46 | 46,72 | | Abierta |
| 38 | 3,80 | 0,86 | 9,97 | | Abierta |
| 55 | 25,93 | 3,30 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 56 | -4,51 | 1,02 | 0,00 | | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Cerrada Válvula |
| 58 | 19,33 | 2,46 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 59 | 3,80 | 0,86 | 0,00 | | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 20:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad |
|---------|-------------|----------|-----------|---------------|
| 1 | 2,27 | 1474,49 | 17,25 | 0,00 |
| 2 | 2,27 | 1473,75 | 20,54 | 0,00 |
| 3 | 2,27 | 1472,70 | 21,96 | 0,00 |
| 4 | 2,17 | 1471,89 | 25,81 | 0,00 |
| 5 | 1,81 | 1471,72 | 25,97 | 0,00 |
| 6 | 1,44 | 1471,67 | 24,50 | 0,00 |
| 7 | 0,77 | 1471,39 | 18,69 | 0,00 |
| 8 | 0,66 | 1471,32 | 16,80 | 0,00 |
| 9 | 0,63 | 1471,28 | 18,17 | 0,00 |
| 10 | 0,63 | 1471,28 | 20,21 | 0,00 |
| 11 | 0,44 | 1471,30 | 21,89 | 0,00 |
| 12 | 0,44 | 1471,42 | 32,90 | 0,00 |
| 13 | 0,25 | 1471,63 | 40,11 | 0,00 |
| 14 | 0,63 | 1471,67 | 25,72 | 0,00 |
| 15 | 0,63 | 1471,67 | 26,21 | 0,00 |
| 16 | 1,18 | 1471,67 | 34,77 | 0,00 |
| 17 | 0,37 | 1471,80 | 27,85 | 0,00 |
| 18 | 0,65 | 1471,74 | 30,33 | 0,00 |
| 19 | 1,02 | 1471,70 | 34,90 | 0,00 |
| 20 | 0,64 | 1471,84 | 34,97 | 0,00 |
| 21 | 0,41 | 1471,97 | 39,82 | 0,00 |
| 22 | 0,32 | 1472,00 | 40,39 | 0,00 |
| 23 | 0,30 | 1471,93 | 40,95 | 0,00 |
| 24 | 0,36 | 1471,84 | 43,27 | 0,00 |
| 25 | 0,34 | 1471,72 | 47,17 | 0,00 |
| 26 | 0,17 | 1471,62 | 49,87 | 0,00 |
| 27 | 0,45 | 1471,52 | 43,49 | 0,00 |
| 28 | 0,29 | 1471,49 | 43,87 | 0,00 |
| 29 | 0,14 | 1471,36 | 43,13 | 0,00 |
| 30 | 0,06 | 1471,34 | 42,95 | 0,00 |
| 31 | 0,03 | 1471,34 | 41,13 | 0,00 |
| 32 | 0,05 | 1471,45 | 52,49 | 0,00 |
| 33 | 0,09 | 1471,46 | 52,26 | 0,00 |
| 34 | 0,19 | 1471,48 | 51,07 | 0,00 |
| 35 | 0,09 | 1471,50 | 52,60 | 0,00 |
| 36 | 0,09 | 1472,70 | 35,29 | 0,00 |
| 37 | 0,38 | 1471,69 | 35,87 | 0,00 |
| 38 | 0,14 | 1471,55 | 50,20 | 0,00 |
| 39 | 0,24 | 1471,49 | 50,64 | 0,00 |
| 40 | 0,05 | 1471,59 | 50,32 | 0,00 |
| 41 | 0,09 | 1471,53 | 53,24 | 0,00 |
| 42 | 0,03 | 1471,52 | 53,65 | 0,00 |
| 43 | 0,03 | 1471,52 | 58,11 | 0,00 |
| 44 | 0,01 | 1471,52 | 60,91 | 0,00 |
| 47 | 0,00 | 1471,89 | 25,39 | 0,00 |
| 48 | 0,25 | 1471,63 | 39,63 | 0,00 |
| 49 | 0,00 | 1471,67 | 34,82 | 0,00 |
| 50 | 0,00 | 1472,00 | 40,00 | 0,00 |
| 51 | 0,00 | 1471,62 | 49,62 | 0,00 |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 Embalse |
| 45 | 72,23 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 Depósito |

Resultados en las Líneas a las 20:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida m/km | Unit. | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------|-------|-----------------|
| 1 | 23,49 | 1,33 | 9,42 | | Abierta |
| 2 | 21,22 | 1,20 | 7,84 | | Abierta |
| 4 | 4,40 | 0,56 | 3,26 | | Abierta |
| 5 | 3,96 | 0,50 | 2,71 | | Abierta |
| 6 | 1,92 | 0,43 | 2,96 | | Abierta |
| 7 | 1,15 | 0,26 | 1,21 | | Abierta |
| 8 | 0,50 | 0,11 | 0,28 | | Abierta |
| 9 | -0,13 | 0,03 | 0,02 | | Abierta |
| 10 | -0,76 | 0,17 | 0,58 | | Abierta |
| 11 | -1,19 | 0,27 | 1,28 | | Abierta |
| 13 | 0,60 | 0,08 | 0,09 | | Abierta |
| 14 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 15 | -0,66 | 0,08 | 0,12 | | Abierta |
| 16 | 4,23 | 0,54 | 3,04 | | Abierta |
| 17 | 3,87 | 0,49 | 2,59 | | Abierta |
| 18 | -1,37 | 0,17 | 0,42 | | Abierta |
| 19 | 1,84 | 0,23 | 0,70 | | Abierta |
| 21 | -3,26 | 0,42 | 1,92 | | Abierta |
| 22 | -3,62 | 0,46 | 2,30 | | Abierta |
| 23 | -4,03 | 0,51 | 2,78 | | Abierta |
| 24 | 3,71 | 0,47 | 2,40 | | Abierta |
| 25 | 3,41 | 0,43 | 2,07 | | Abierta |
| 26 | -0,29 | 0,07 | 0,11 | | Abierta |
| 27 | 2,76 | 0,35 | 1,42 | | Abierta |
| 28 | 2,24 | 0,29 | 0,99 | | Abierta |
| 29 | 2,69 | 0,34 | 1,36 | | Abierta |
| 30 | 0,57 | 0,29 | 2,42 | | Abierta |
| 31 | 0,40 | 0,20 | 1,32 | | Abierta |
| 32 | 0,23 | 0,20 | 1,76 | | Abierta |
| 33 | 0,09 | 0,08 | 0,27 | | Abierta |
| 34 | 0,03 | 0,03 | 0,06 | | Abierta |
| 35 | -0,83 | 0,19 | 0,69 | | Abierta |
| 36 | -0,28 | 0,14 | 0,73 | | Abierta |
| 37 | -0,11 | 0,06 | 0,11 | | Abierta |
| 39 | 0,97 | 0,49 | 6,11 | | Abierta |
| 40 | 0,54 | 0,27 | 2,18 | | Abierta |
| 41 | 0,18 | 0,09 | 0,35 | | Abierta |
| 42 | 0,14 | 0,12 | 0,78 | | Abierta |
| 43 | 0,05 | 0,05 | 0,11 | | Abierta |
| 44 | -0,15 | 0,07 | 0,23 | | Abierta |
| 45 | -0,24 | 0,12 | 0,55 | | Abierta |
| 46 | 0,09 | 0,01 | 0,00 | | Abierta |
| 47 | 0,45 | 0,23 | 1,62 | | Abierta |
| 48 | 0,41 | 0,21 | 1,36 | | Abierta |
| 49 | 0,07 | 0,06 | 0,14 | | Abierta |
| 50 | 0,04 | 0,04 | 0,08 | | Abierta |
| 51 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | | Abierta |
| 53 | 25,76 | 1,46 | 11,13 | | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | | Abierta |
| 3 | 10,81 | 1,38 | 16,31 | | Abierta |
| 12 | -1,63 | 0,37 | 2,21 | | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 52 | 8,05 | 1,02 | 9,60 | | Abierta |
| 38 | 1,59 | 0,36 | 2,12 | | Abierta |
| 55 | 10,81 | 1,38 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 56 | -1,87 | 0,42 | 0,00 | | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Cerrada Válvula |
| 58 | 8,05 | 1,02 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 59 | 1,59 | 0,36 | 0,00 | | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 21:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad |
|---------|-------------|----------|-----------|---------------|
| 1 | 5,90 | 1473,44 | 16,20 | 0,00 |
| 2 | 5,90 | 1469,25 | 16,04 | 0,00 |
| 3 | 5,90 | 1463,27 | 12,53 | 0,00 |
| 4 | 5,65 | 1458,72 | 12,64 | 0,00 |
| 5 | 4,71 | 1457,79 | 12,04 | 0,00 |
| 6 | 3,75 | 1457,50 | 10,33 | 0,00 |
| 7 | 1,99 | 1455,94 | 3,24 | 0,00 |
| 8 | 1,71 | 1455,62 | 1,10 | 0,00 |
| 9 | 1,63 | 1455,39 | 2,28 | 0,00 |
| 10 | 1,63 | 1455,40 | 4,33 | 0,00 |
| 11 | 1,13 | 1455,51 | 6,10 | 0,00 |
| 12 | 1,13 | 1456,17 | 17,65 | 0,00 |
| 13 | 0,64 | 1457,28 | 25,76 | 0,00 |
| 14 | 1,64 | 1457,49 | 11,54 | 0,00 |
| 15 | 1,64 | 1457,49 | 12,03 | 0,00 |
| 16 | 3,06 | 1457,51 | 20,61 | 0,00 |
| 17 | 0,95 | 1458,22 | 14,27 | 0,00 |
| 18 | 1,69 | 1457,86 | 16,45 | 0,00 |
| 19 | 2,66 | 1457,69 | 20,89 | 0,00 |
| 20 | 1,66 | 1458,43 | 21,56 | 0,00 |
| 21 | 1,07 | 1459,17 | 27,02 | 0,00 |
| 22 | 0,82 | 1459,35 | 27,74 | 0,00 |
| 23 | 0,77 | 1458,96 | 27,98 | 0,00 |
| 24 | 0,95 | 1458,45 | 29,88 | 0,00 |
| 25 | 0,88 | 1457,77 | 33,22 | 0,00 |
| 26 | 0,44 | 1457,25 | 35,50 | 0,00 |
| 27 | 1,18 | 1456,72 | 28,69 | 0,00 |
| 28 | 0,75 | 1456,53 | 28,91 | 0,00 |
| 29 | 0,35 | 1455,87 | 27,64 | 0,00 |
| 30 | 0,16 | 1455,76 | 27,37 | 0,00 |
| 31 | 0,08 | 1455,75 | 25,54 | 0,00 |
| 32 | 0,14 | 1456,35 | 37,39 | 0,00 |
| 33 | 0,22 | 1456,41 | 37,21 | 0,00 |
| 34 | 0,49 | 1456,53 | 36,12 | 0,00 |
| 35 | 0,25 | 1456,60 | 37,70 | 0,00 |
| 36 | 0,25 | 1463,27 | 25,86 | 0,00 |
| 37 | 1,00 | 1457,63 | 21,81 | 0,00 |
| 38 | 0,38 | 1456,87 | 35,52 | 0,00 |
| 39 | 0,62 | 1456,56 | 35,71 | 0,00 |
| 40 | 0,12 | 1457,10 | 35,83 | 0,00 |
| 41 | 0,25 | 1456,76 | 38,47 | 0,00 |
| 42 | 0,08 | 1456,72 | 38,85 | 0,00 |
| 43 | 0,08 | 1456,70 | 43,29 | 0,00 |
| 44 | 0,03 | 1456,69 | 46,08 | 0,00 |
| 47 | 0,00 | 1458,72 | 12,22 | 0,00 |
| 48 | 0,64 | 1457,28 | 25,28 | 0,00 |
| 49 | 0,00 | 1457,51 | 20,66 | 0,00 |
| 50 | 0,00 | 1459,35 | 27,35 | 0,00 |
| 51 | 0,00 | 1457,25 | 35,25 | 0,00 |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 Embalse |
| 45 | 31,01 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 Depósito |

Resultados en las Líneas a las 21:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida m/km | Unid. | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------|-------|-----------------|
| 1 | 61,08 | 3,46 | 53,63 | | Abierta |
| 2 | 55,18 | 3,12 | 44,53 | | Abierta |
| 4 | 11,42 | 1,45 | 18,02 | | Abierta |
| 5 | 10,27 | 1,31 | 14,88 | | Abierta |
| 6 | 4,98 | 1,13 | 16,12 | | Abierta |
| 7 | 2,99 | 0,68 | 6,47 | | Abierta |
| 8 | 1,28 | 0,29 | 1,45 | | Abierta |
| 9 | -0,35 | 0,08 | 0,15 | | Abierta |
| 10 | -1,98 | 0,45 | 3,12 | | Abierta |
| 11 | -3,11 | 0,70 | 6,98 | | Abierta |
| 13 | 1,54 | 0,20 | 0,51 | | Abierta |
| 14 | -0,10 | 0,01 | 0,00 | | Abierta |
| 15 | -1,74 | 0,22 | 0,63 | | Abierta |
| 16 | 11,01 | 1,40 | 16,86 | | Abierta |
| 17 | 10,06 | 1,28 | 14,33 | | Abierta |
| 18 | -3,56 | 0,45 | 2,24 | | Abierta |
| 19 | 4,81 | 0,61 | 3,82 | | Abierta |
| 21 | -8,49 | 1,08 | 10,56 | | Abierta |
| 22 | -9,40 | 1,20 | 12,69 | | Abierta |
| 23 | -10,47 | 1,33 | 15,41 | | Abierta |
| 24 | 9,65 | 1,23 | 13,30 | | Abierta |
| 25 | 8,87 | 1,13 | 11,44 | | Abierta |
| 26 | -0,75 | 0,17 | 0,57 | | Abierta |
| 27 | 7,18 | 0,91 | 7,83 | | Abierta |
| 28 | 5,82 | 0,74 | 5,38 | | Abierta |
| 29 | 7,01 | 0,89 | 7,50 | | Abierta |
| 30 | 1,48 | 0,75 | 12,98 | | Abierta |
| 31 | 1,05 | 0,54 | 7,09 | | Abierta |
| 32 | 0,59 | 0,51 | 9,22 | | Abierta |
| 33 | 0,23 | 0,21 | 1,89 | | Abierta |
| 34 | 0,08 | 0,07 | 0,18 | | Abierta |
| 35 | -2,19 | 0,49 | 3,73 | | Abierta |
| 36 | -0,75 | 0,38 | 3,88 | | Abierta |
| 37 | -0,29 | 0,15 | 0,74 | | Abierta |
| 39 | 2,51 | 1,28 | 33,01 | | Abierta |
| 40 | 1,38 | 0,70 | 11,47 | | Abierta |
| 41 | 0,47 | 0,24 | 1,74 | | Abierta |
| 42 | 0,36 | 0,32 | 4,04 | | Abierta |
| 43 | 0,14 | 0,13 | 0,81 | | Abierta |
| 44 | -0,39 | 0,20 | 1,24 | | Abierta |
| 45 | -0,63 | 0,32 | 2,91 | | Abierta |
| 46 | 0,25 | 0,03 | 0,02 | | Abierta |
| 47 | 1,18 | 0,60 | 8,67 | | Abierta |
| 48 | 1,06 | 0,54 | 7,21 | | Abierta |
| 49 | 0,18 | 0,16 | 1,22 | | Abierta |
| 50 | 0,10 | 0,09 | 0,42 | | Abierta |
| 51 | 0,03 | 0,02 | 0,05 | | Abierta |
| 53 | 66,98 | 3,79 | 63,51 | | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | | Abierta |
| 3 | 28,09 | 3,58 | 92,24 | | Abierta |
| 12 | -4,25 | 0,96 | 12,14 | | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 52 | 20,94 | 2,67 | 54,05 | | Abierta |
| 38 | 4,12 | 0,93 | 11,50 | | Abierta |
| 55 | 28,09 | 3,58 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 56 | -4,89 | 1,11 | 0,00 | | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Cerrada Válvula |
| 58 | 20,94 | 2,67 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 59 | 4,12 | 0,93 | 0,00 | | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 22:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad |
|---------|-------------|----------|-----------|---------------|
| 1 | 4,54 | 1473,92 | 16,68 | 0,00 |
| 2 | 4,54 | 1471,33 | 18,12 | 0,00 |
| 3 | 4,54 | 1467,63 | 16,89 | 0,00 |
| 4 | 4,35 | 1464,81 | 18,73 | 0,00 |
| 5 | 3,62 | 1464,22 | 18,47 | 0,00 |
| 6 | 2,89 | 1464,04 | 16,87 | 0,00 |
| 7 | 1,53 | 1463,07 | 10,37 | 0,00 |
| 8 | 1,31 | 1462,86 | 8,34 | 0,00 |
| 9 | 1,25 | 1462,72 | 9,61 | 0,00 |
| 10 | 1,25 | 1462,72 | 11,65 | 0,00 |
| 11 | 0,87 | 1462,79 | 13,38 | 0,00 |
| 12 | 0,87 | 1463,20 | 24,68 | 0,00 |
| 13 | 0,49 | 1463,90 | 32,38 | 0,00 |
| 14 | 1,26 | 1464,04 | 18,09 | 0,00 |
| 15 | 1,26 | 1464,04 | 18,58 | 0,00 |
| 16 | 2,36 | 1464,05 | 27,15 | 0,00 |
| 17 | 0,73 | 1464,49 | 20,54 | 0,00 |
| 18 | 1,30 | 1464,27 | 22,86 | 0,00 |
| 19 | 2,05 | 1464,15 | 27,35 | 0,00 |
| 20 | 1,28 | 1464,62 | 27,75 | 0,00 |
| 21 | 0,82 | 1465,08 | 32,93 | 0,00 |
| 22 | 0,63 | 1465,19 | 33,58 | 0,00 |
| 23 | 0,59 | 1464,95 | 33,97 | 0,00 |
| 24 | 0,73 | 1464,63 | 36,06 | 0,00 |
| 25 | 0,68 | 1464,21 | 39,66 | 0,00 |
| 26 | 0,34 | 1463,88 | 42,13 | 0,00 |
| 27 | 0,90 | 1463,55 | 35,52 | 0,00 |
| 28 | 0,58 | 1463,43 | 35,81 | 0,00 |
| 29 | 0,27 | 1463,01 | 34,78 | 0,00 |
| 30 | 0,12 | 1462,94 | 34,55 | 0,00 |
| 31 | 0,06 | 1462,93 | 32,72 | 0,00 |
| 32 | 0,11 | 1463,32 | 44,36 | 0,00 |
| 33 | 0,17 | 1463,35 | 44,15 | 0,00 |
| 34 | 0,38 | 1463,43 | 43,02 | 0,00 |
| 35 | 0,19 | 1463,47 | 44,57 | 0,00 |
| 36 | 0,19 | 1467,63 | 30,22 | 0,00 |
| 37 | 0,77 | 1464,12 | 28,30 | 0,00 |
| 38 | 0,29 | 1463,64 | 42,29 | 0,00 |
| 39 | 0,48 | 1463,44 | 42,59 | 0,00 |
| 40 | 0,09 | 1463,78 | 42,51 | 0,00 |
| 41 | 0,19 | 1463,57 | 45,28 | 0,00 |
| 42 | 0,06 | 1463,54 | 45,67 | 0,00 |
| 43 | 0,06 | 1463,53 | 50,12 | 0,00 |
| 44 | 0,02 | 1463,53 | 52,92 | 0,00 |
| 47 | 0,00 | 1464,81 | 18,31 | 0,00 |
| 48 | 0,49 | 1463,90 | 31,90 | 0,00 |
| 49 | 0,00 | 1464,05 | 27,20 | 0,00 |
| 50 | 0,00 | 1465,19 | 33,19 | 0,00 |
| 51 | 0,00 | 1463,88 | 41,88 | 0,00 |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 Embalse |
| 45 | 46,47 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 Depósito |

Resultados en las Líneas a las 22:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida m/km | Unid. | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------|-------|-----------------|
| 1 | 46,98 | 2,66 | 33,20 | | Abierta |
| 2 | 42,44 | 2,40 | 27,58 | | Abierta |
| 4 | 8,79 | 1,12 | 11,25 | | Abierta |
| 5 | 7,91 | 1,01 | 9,30 | | Abierta |
| 6 | 3,83 | 0,87 | 10,10 | | Abierta |
| 7 | 2,30 | 0,52 | 4,07 | | Abierta |
| 8 | 0,99 | 0,22 | 0,92 | | Abierta |
| 9 | -0,27 | 0,06 | 0,10 | | Abierta |
| 10 | -1,52 | 0,34 | 1,96 | | Abierta |
| 11 | -2,39 | 0,54 | 4,37 | | Abierta |
| 13 | 1,19 | 0,15 | 0,33 | | Abierta |
| 14 | -0,07 | 0,01 | 0,00 | | Abierta |
| 15 | -1,34 | 0,17 | 0,40 | | Abierta |
| 16 | 8,47 | 1,08 | 10,51 | | Abierta |
| 17 | 7,74 | 0,99 | 8,94 | | Abierta |
| 18 | -2,74 | 0,35 | 1,41 | | Abierta |
| 19 | 3,70 | 0,47 | 2,39 | | Abierta |
| 21 | -6,53 | 0,83 | 6,60 | | Abierta |
| 22 | -7,23 | 0,92 | 7,92 | | Abierta |
| 23 | -8,06 | 1,03 | 9,61 | | Abierta |
| 24 | 7,42 | 0,94 | 8,29 | | Abierta |
| 25 | 6,82 | 0,87 | 7,14 | | Abierta |
| 26 | -0,57 | 0,13 | 0,36 | | Abierta |
| 27 | 5,52 | 0,70 | 4,89 | | Abierta |
| 28 | 4,48 | 0,57 | 3,36 | | Abierta |
| 29 | 5,39 | 0,69 | 4,68 | | Abierta |
| 30 | 1,14 | 0,58 | 8,18 | | Abierta |
| 31 | 0,81 | 0,41 | 4,47 | | Abierta |
| 32 | 0,45 | 0,39 | 5,83 | | Abierta |
| 33 | 0,18 | 0,16 | 1,20 | | Abierta |
| 34 | 0,06 | 0,05 | 0,12 | | Abierta |
| 35 | -1,68 | 0,38 | 2,34 | | Abierta |
| 36 | -0,57 | 0,29 | 2,45 | | Abierta |
| 37 | -0,22 | 0,11 | 0,47 | | Abierta |
| 39 | 1,93 | 0,98 | 20,72 | | Abierta |
| 40 | 1,06 | 0,54 | 7,23 | | Abierta |
| 41 | 0,36 | 0,19 | 1,13 | | Abierta |
| 42 | 0,28 | 0,25 | 2,56 | | Abierta |
| 43 | 0,11 | 0,10 | 0,49 | | Abierta |
| 44 | -0,30 | 0,15 | 0,78 | | Abierta |
| 45 | -0,49 | 0,25 | 1,84 | | Abierta |
| 46 | 0,19 | 0,02 | 0,01 | | Abierta |
| 47 | 0,91 | 0,46 | 5,45 | | Abierta |
| 48 | 0,82 | 0,42 | 4,53 | | Abierta |
| 49 | 0,14 | 0,12 | 0,79 | | Abierta |
| 50 | 0,08 | 0,07 | 0,20 | | Abierta |
| 51 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | | Abierta |
| 53 | 51,52 | 2,92 | 39,29 | | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | | Abierta |
| 3 | 21,61 | 2,75 | 57,20 | | Abierta |
| 12 | -3,26 | 0,74 | 7,59 | | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 52 | 16,11 | 2,05 | 33,56 | | Abierta |
| 38 | 3,17 | 0,72 | 7,20 | | Abierta |
| 55 | 21,61 | 2,75 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 56 | -3,76 | 0,85 | 0,00 | | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Cerrada Válvula |
| 58 | 16,11 | 2,05 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 59 | 3,17 | 0,72 | 0,00 | | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 23:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad | |
|---------|-------------|----------|-----------|---------|----------|
| 1 | 5,45 | 1473,61 | 16,37 | 0,00 | |
| 2 | 5,45 | 1469,99 | 16,78 | 0,00 | |
| 3 | 5,45 | 1464,83 | 14,09 | 0,00 | |
| 4 | 5,22 | 1460,90 | 14,82 | 0,00 | |
| 5 | 4,34 | 1460,09 | 14,34 | 0,00 | |
| 6 | 3,46 | 1459,84 | 12,67 | 0,00 | |
| 7 | 1,84 | 1458,49 | 5,79 | 0,00 | |
| 8 | 1,58 | 1458,21 | 3,69 | 0,00 | |
| 9 | 1,50 | 1458,01 | 4,90 | 0,00 | |
| 10 | 1,50 | 1458,02 | 6,95 | 0,00 | |
| 11 | 1,05 | 1458,11 | 8,70 | 0,00 | |
| 12 | 1,05 | 1458,68 | 20,16 | 0,00 | |
| 13 | 0,59 | 1459,65 | 28,13 | 0,00 | |
| 14 | 1,52 | 1459,83 | 13,88 | 0,00 | |
| 15 | 1,52 | 1459,83 | 14,37 | 0,00 | |
| 16 | 2,83 | 1459,85 | 22,95 | 0,00 | |
| 17 | 0,88 | 1460,46 | 16,51 | 0,00 | |
| 18 | 1,56 | 1460,15 | 18,74 | 0,00 | |
| 19 | 2,46 | 1460,00 | 23,20 | 0,00 | |
| 20 | 1,53 | 1460,65 | 23,78 | 0,00 | |
| 21 | 0,99 | 1461,28 | 29,13 | 0,00 | |
| 22 | 0,76 | 1461,44 | 29,83 | 0,00 | |
| 23 | 0,71 | 1461,10 | 30,12 | 0,00 | |
| 24 | 0,87 | 1460,66 | 32,09 | 0,00 | |
| 25 | 0,81 | 1460,07 | 35,52 | 0,00 | |
| 26 | 0,40 | 1459,62 | 37,87 | 0,00 | |
| 27 | 1,09 | 1459,16 | 31,13 | 0,00 | |
| 28 | 0,70 | 1458,99 | 31,37 | 0,00 | |
| 29 | 0,32 | 1458,42 | 30,19 | 0,00 | |
| 30 | 0,14 | 1458,32 | 29,93 | 0,00 | |
| 31 | 0,07 | 1458,32 | 28,11 | 0,00 | |
| 32 | 0,13 | 1458,84 | 39,88 | 0,00 | |
| 33 | 0,20 | 1458,89 | 39,69 | 0,00 | |
| 34 | 0,46 | 1459,00 | 38,59 | 0,00 | |
| 35 | 0,23 | 1459,06 | 40,16 | 0,00 | |
| 36 | 0,23 | 1464,83 | 27,42 | 0,00 | |
| 37 | 0,92 | 1459,95 | 24,13 | 0,00 | |
| 38 | 0,35 | 1459,29 | 37,94 | 0,00 | |
| 39 | 0,58 | 1459,02 | 38,17 | 0,00 | |
| 40 | 0,11 | 1459,49 | 38,22 | 0,00 | |
| 41 | 0,23 | 1459,19 | 40,90 | 0,00 | |
| 42 | 0,07 | 1459,16 | 41,29 | 0,00 | |
| 43 | 0,07 | 1459,14 | 45,73 | 0,00 | |
| 44 | 0,02 | 1459,14 | 48,53 | 0,00 | |
| 47 | 0,00 | 1460,90 | 14,40 | 0,00 | |
| 48 | 0,59 | 1459,65 | 27,65 | 0,00 | |
| 49 | 0,00 | 1459,85 | 23,00 | 0,00 | |
| 50 | 0,00 | 1461,44 | 29,44 | 0,00 | |
| 51 | 0,00 | 1459,62 | 37,62 | 0,00 | |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 | Embalse |
| 45 | 36,16 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 | Depósito |

Resultados en las Líneas a las 23:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida m/km | Unid. | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------|-------|-----------------|
| 1 | 56,38 | 3,19 | 46,33 | | Abierta |
| 2 | 50,93 | 2,88 | 38,47 | | Abierta |
| 4 | 10,54 | 1,34 | 15,60 | | Abierta |
| 5 | 9,48 | 1,21 | 12,89 | | Abierta |
| 6 | 4,60 | 1,04 | 13,98 | | Abierta |
| 7 | 2,76 | 0,62 | 5,62 | | Abierta |
| 8 | 1,18 | 0,27 | 1,26 | | Abierta |
| 9 | -0,32 | 0,07 | 0,13 | | Abierta |
| 10 | -1,82 | 0,41 | 2,71 | | Abierta |
| 11 | -2,87 | 0,65 | 6,05 | | Abierta |
| 13 | 1,42 | 0,18 | 0,47 | | Abierta |
| 14 | -0,09 | 0,01 | 0,00 | | Abierta |
| 15 | -1,61 | 0,20 | 0,55 | | Abierta |
| 16 | 10,16 | 1,29 | 14,60 | | Abierta |
| 17 | 9,28 | 1,18 | 12,41 | | Abierta |
| 18 | -3,28 | 0,42 | 1,94 | | Abierta |
| 19 | 4,44 | 0,57 | 3,31 | | Abierta |
| 21 | -7,83 | 1,00 | 9,14 | | Abierta |
| 22 | -8,68 | 1,10 | 10,99 | | Abierta |
| 23 | -9,67 | 1,23 | 13,34 | | Abierta |
| 24 | 8,90 | 1,13 | 11,51 | | Abierta |
| 25 | 8,19 | 1,04 | 9,91 | | Abierta |
| 26 | -0,69 | 0,16 | 0,49 | | Abierta |
| 27 | 6,63 | 0,84 | 6,78 | | Abierta |
| 28 | 5,38 | 0,68 | 4,67 | | Abierta |
| 29 | 6,47 | 0,82 | 6,49 | | Abierta |
| 30 | 1,37 | 0,70 | 11,27 | | Abierta |
| 31 | 0,97 | 0,49 | 6,16 | | Abierta |
| 32 | 0,54 | 0,47 | 8,02 | | Abierta |
| 33 | 0,22 | 0,19 | 1,64 | | Abierta |
| 34 | 0,07 | 0,06 | 0,15 | | Abierta |
| 35 | -2,02 | 0,46 | 3,23 | | Abierta |
| 36 | -0,69 | 0,35 | 3,38 | | Abierta |
| 37 | -0,26 | 0,13 | 0,64 | | Abierta |
| 39 | 2,31 | 1,18 | 28,62 | | Abierta |
| 40 | 1,28 | 0,65 | 9,97 | | Abierta |
| 41 | 0,44 | 0,22 | 1,51 | | Abierta |
| 42 | 0,34 | 0,29 | 3,52 | | Abierta |
| 43 | 0,13 | 0,12 | 0,71 | | Abierta |
| 44 | -0,36 | 0,18 | 1,07 | | Abierta |
| 45 | -0,58 | 0,30 | 2,53 | | Abierta |
| 46 | 0,23 | 0,03 | 0,01 | | Abierta |
| 47 | 1,09 | 0,55 | 7,52 | | Abierta |
| 48 | 0,98 | 0,50 | 6,26 | | Abierta |
| 49 | 0,17 | 0,15 | 1,07 | | Abierta |
| 50 | 0,10 | 0,08 | 0,33 | | Abierta |
| 51 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | | Abierta |
| 53 | 61,83 | 3,50 | 54,84 | | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | | Abierta |
| 3 | 25,93 | 3,30 | 79,71 | | Abierta |
| 12 | -3,92 | 0,89 | 10,52 | | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 52 | 19,33 | 2,46 | 46,72 | | Abierta |
| 38 | 3,80 | 0,86 | 9,97 | | Abierta |
| 55 | 25,93 | 3,30 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 56 | -4,51 | 1,02 | 0,00 | | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Cerrada Válvula |
| 58 | 19,33 | 2,46 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 59 | 3,80 | 0,86 | 0,00 | | Abierta Válvula |

Resultados en los Nudos a las 24:00 Horas:

| ID Nudo | Demanda LPS | Altura m | Presión m | Calidad | |
|---------|-------------|----------|-----------|---------|----------|
| 1 | 2,27 | 1474,49 | 17,25 | 0,00 | |
| 2 | 2,27 | 1473,75 | 20,54 | 0,00 | |
| 3 | 2,27 | 1472,70 | 21,96 | 0,00 | |
| 4 | 2,17 | 1471,89 | 25,81 | 0,00 | |
| 5 | 1,81 | 1471,72 | 25,97 | 0,00 | |
| 6 | 1,44 | 1471,67 | 24,50 | 0,00 | |
| 7 | 0,77 | 1471,39 | 18,69 | 0,00 | |
| 8 | 0,66 | 1471,33 | 16,81 | 0,00 | |
| 9 | 0,63 | 1471,28 | 18,17 | 0,00 | |
| 10 | 0,63 | 1471,28 | 20,21 | 0,00 | |
| 11 | 0,44 | 1471,30 | 21,89 | 0,00 | |
| 12 | 0,44 | 1471,42 | 32,90 | 0,00 | |
| 13 | 0,25 | 1471,63 | 40,11 | 0,00 | |
| 14 | 0,63 | 1471,67 | 25,72 | 0,00 | |
| 15 | 0,63 | 1471,67 | 26,21 | 0,00 | |
| 16 | 1,18 | 1471,67 | 34,77 | 0,00 | |
| 17 | 0,37 | 1471,80 | 27,85 | 0,00 | |
| 18 | 0,65 | 1471,74 | 30,33 | 0,00 | |
| 19 | 1,02 | 1471,70 | 34,90 | 0,00 | |
| 20 | 0,64 | 1471,84 | 34,97 | 0,00 | |
| 21 | 0,41 | 1471,97 | 39,82 | 0,00 | |
| 22 | 0,32 | 1472,00 | 40,39 | 0,00 | |
| 23 | 0,30 | 1471,93 | 40,95 | 0,00 | |
| 24 | 0,36 | 1471,84 | 43,27 | 0,00 | |
| 25 | 0,34 | 1471,72 | 47,17 | 0,00 | |
| 26 | 0,17 | 1471,62 | 49,87 | 0,00 | |
| 27 | 0,45 | 1471,52 | 43,49 | 0,00 | |
| 28 | 0,29 | 1471,49 | 43,87 | 0,00 | |
| 29 | 0,14 | 1471,36 | 43,13 | 0,00 | |
| 30 | 0,06 | 1471,34 | 42,95 | 0,00 | |
| 31 | 0,03 | 1471,34 | 41,13 | 0,00 | |
| 32 | 0,05 | 1471,45 | 52,49 | 0,00 | |
| 33 | 0,09 | 1471,46 | 52,26 | 0,00 | |
| 34 | 0,19 | 1471,48 | 51,07 | 0,00 | |
| 35 | 0,09 | 1471,50 | 52,60 | 0,00 | |
| 36 | 0,09 | 1472,70 | 35,29 | 0,00 | |
| 37 | 0,38 | 1471,69 | 35,87 | 0,00 | |
| 38 | 0,14 | 1471,55 | 50,20 | 0,00 | |
| 39 | 0,24 | 1471,49 | 50,64 | 0,00 | |
| 40 | 0,05 | 1471,59 | 50,32 | 0,00 | |
| 41 | 0,09 | 1471,53 | 53,24 | 0,00 | |
| 42 | 0,03 | 1471,52 | 53,65 | 0,00 | |
| 43 | 0,03 | 1471,52 | 58,11 | 0,00 | |
| 44 | 0,01 | 1471,52 | 60,91 | 0,00 | |
| 47 | 0,00 | 1471,89 | 25,39 | 0,00 | |
| 48 | 0,25 | 1471,63 | 39,63 | 0,00 | |
| 49 | 0,00 | 1471,67 | 34,82 | 0,00 | |
| 50 | 0,00 | 1472,00 | 40,00 | 0,00 | |
| 51 | 0,00 | 1471,62 | 49,62 | 0,00 | |
| 46 | -97,99 | 1545,00 | 0,00 | 0,00 | Embalse |
| 45 | 72,23 | 1474,71 | 2,50 | 0,00 | Depósito |

Resultados en las Líneas a las 24:00 Horas:

| ID Línea | Caudal LPS | Velocidad m/s | Pérdida m/km | Unit. | Estado |
|----------|------------|---------------|--------------|-------|-----------------|
| 1 | 23,49 | 1,33 | 9,42 | | Abierta |
| 2 | 21,22 | 1,20 | 7,84 | | Abierta |
| 4 | 4,40 | 0,56 | 3,26 | | Abierta |
| 5 | 3,96 | 0,50 | 2,70 | | Abierta |
| 6 | 1,92 | 0,43 | 2,97 | | Abierta |
| 7 | 1,15 | 0,26 | 1,21 | | Abierta |
| 8 | 0,50 | 0,11 | 0,28 | | Abierta |
| 9 | -0,13 | 0,03 | 0,02 | | Abierta |
| 10 | -0,76 | 0,17 | 0,58 | | Abierta |
| 11 | -1,19 | 0,27 | 1,28 | | Abierta |
| 13 | 0,60 | 0,08 | 0,11 | | Abierta |
| 14 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 15 | -0,66 | 0,08 | 0,12 | | Abierta |
| 16 | 4,23 | 0,54 | 3,04 | | Abierta |
| 17 | 3,87 | 0,49 | 2,59 | | Abierta |
| 18 | -1,37 | 0,17 | 0,42 | | Abierta |
| 19 | 1,84 | 0,23 | 0,70 | | Abierta |
| 21 | -3,26 | 0,42 | 1,92 | | Abierta |
| 22 | -3,62 | 0,46 | 2,30 | | Abierta |
| 23 | -4,03 | 0,51 | 2,78 | | Abierta |
| 24 | 3,71 | 0,47 | 2,41 | | Abierta |
| 25 | 3,41 | 0,43 | 2,07 | | Abierta |
| 26 | -0,29 | 0,07 | 0,11 | | Abierta |
| 27 | 2,76 | 0,35 | 1,42 | | Abierta |
| 28 | 2,24 | 0,29 | 0,99 | | Abierta |
| 29 | 2,69 | 0,34 | 1,36 | | Abierta |
| 30 | 0,57 | 0,29 | 2,42 | | Abierta |
| 31 | 0,40 | 0,20 | 1,32 | | Abierta |
| 32 | 0,23 | 0,20 | 1,76 | | Abierta |
| 33 | 0,09 | 0,08 | 0,27 | | Abierta |
| 34 | 0,03 | 0,03 | 0,06 | | Abierta |
| 35 | -0,83 | 0,19 | 0,69 | | Abierta |
| 36 | -0,28 | 0,14 | 0,73 | | Abierta |
| 37 | -0,11 | 0,06 | 0,10 | | Abierta |
| 39 | 0,97 | 0,49 | 6,11 | | Abierta |
| 40 | 0,54 | 0,27 | 2,19 | | Abierta |
| 41 | 0,18 | 0,09 | 0,34 | | Abierta |
| 42 | 0,14 | 0,12 | 0,78 | | Abierta |
| 43 | 0,05 | 0,05 | 0,11 | | Abierta |
| 44 | -0,15 | 0,07 | 0,23 | | Abierta |
| 45 | -0,24 | 0,12 | 0,55 | | Abierta |
| 46 | 0,09 | 0,01 | 0,00 | | Abierta |
| 47 | 0,45 | 0,23 | 1,63 | | Abierta |
| 48 | 0,41 | 0,21 | 1,35 | | Abierta |
| 49 | 0,07 | 0,06 | 0,14 | | Abierta |
| 50 | 0,04 | 0,04 | 0,08 | | Abierta |
| 51 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | | Abierta |
| 53 | 25,76 | 1,46 | 11,13 | | Abierta |
| 54 | 97,99 | 5,55 | 127,80 | | Abierta |
| 3 | 10,81 | 1,38 | 16,31 | | Abierta |
| 12 | -1,63 | 0,37 | 2,21 | | Abierta |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Abierta |
| 52 | 8,05 | 1,02 | 9,60 | | Abierta |
| 38 | 1,59 | 0,36 | 2,12 | | Abierta |
| 55 | 10,81 | 1,38 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 56 | -1,87 | 0,42 | 0,00 | | Activa Válvula |
| 57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | Cerrada Válvula |
| 58 | 8,05 | 1,02 | 0,00 | | Abierta Válvula |
| 59 | 1,59 | 0,36 | 0,00 | | Abierta Válvula |

ANEXO 9

CANTIDADES DE OBRA ALCANTARILLADO SANITARIO

Anexo 09. Volúmenes de Excavación y Relleno

| DATOS DE ENTRADA | | | | | | DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y PROYECTO DE CÁLCULO DE VOLUMENES DE EXCAVACIÓN Y RELLENO | | | | | | | | | | CÁLCULO: REVISIÓN: | | | FECHA: FECHA: | | | HOJA 1 DE 1 | NOMBRE DEL PROYECTO: ALCANTARILLADO SAN JOSE | | |
|------------------|----------|--------------------|------------------|------------------|----------------|---|-------|-------|------|------------|------------|--------------|---------|-----------|-------------------------|--------------------|-----------|-----------------------|---------------|--------------|-------------------|-------------|--|------|--|
| DE | A | C. Rasante Inicial | C. Rasante Final | C. Fondo Inicial | C. Fondo Final | LONGITUDES | | | | H1 Cr1-Cr1 | H2 Cr2-Cr2 | H0 (H1+H2)/2 | B Ancho | A Area T. | VOLUMENES DE EXCAVACION | | | VOLUMENES DE RELLENOS | | | Atraca Conc. 2000 | | | | |
| | | | | | | L | Le | P | ø | | | | | | TOTAL | 0,00-2,50 | 2,51-5,00 | MAS 5,00 | base Granul. | seleccionado | | món Com | | | |
| P(SJR)1 | P(SJR)2 | 1437,41 | 1434,98 | 1436,33 | 1433,90 | 75,89 | 74,73 | 3,20 | 0,18 | 1,08 | 1,08 | 1,18 | 0,60 | 0,71 | 53,00 | 53,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,79 | 42,86 | 0,00 | |
| P(SJR)2 | P(SJR)3 | 1434,98 | 1431,79 | 1433,86 | 1430,67 | 58,98 | 57,86 | 5,41 | 0,18 | 1,12 | 1,12 | 1,22 | 0,60 | 0,73 | 42,31 | 42,31 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,03 | 34,46 | 0,00 | |
| P(SJR)3 | P(SJR)4 | 1431,79 | 1430,98 | 1430,64 | 1429,83 | 48,46 | 47,27 | 1,67 | 0,18 | 1,15 | 1,15 | 1,25 | 0,60 | 0,75 | 35,37 | 35,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,93 | 28,95 | 0,00 | |
| P(SJR)4 | P(SJR)5 | 1430,98 | 1428,57 | 1429,80 | 1427,39 | 47,35 | 46,21 | 5,09 | 0,18 | 1,18 | 1,18 | 1,28 | 0,60 | 0,77 | 35,56 | 35,56 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,82 | 29,29 | 0,00 | |
| P(SJR)5 | P(SJR)6 | 1428,57 | 1424,55 | 1427,35 | 1423,33 | 90,00 | 88,89 | 4,47 | 0,18 | 1,22 | 1,22 | 1,32 | 0,60 | 0,79 | 70,26 | 70,26 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 9,27 | 58,19 | 0,00 | |
| P(SJR)6 | P(SJR)7 | 1424,55 | 1421,62 | 1423,08 | 1420,15 | 44,59 | 43,48 | 6,57 | 0,18 | 1,47 | 1,47 | 1,57 | 0,60 | 0,94 | 40,86 | 40,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,53 | 34,96 | 0,00 | |
| P(SJR)7 | P(SJR)8 | 1421,62 | 1420,85 | 1420,12 | 1419,35 | 29,77 | 28,58 | 2,59 | 0,18 | 1,50 | 1,50 | 1,60 | 0,60 | 0,96 | 27,37 | 27,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,98 | 23,50 | 0,00 | |
| P(SJR)8 | P(SJR)9 | 1420,85 | 1420,41 | 1419,26 | 1418,82 | 17,46 | 16,27 | 2,52 | 0,18 | 1,59 | 1,59 | 1,69 | 0,60 | 1,01 | 16,45 | 16,45 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,70 | 14,24 | 0,00 | |
| P(SJR)9 | P(SJR)10 | 1420,41 | 1418,90 | 1416,86 | 1415,35 | 53,90 | 52,72 | 2,80 | 0,18 | 3,55 | 3,55 | 3,65 | 0,60 | 2,19 | 115,48 | 79,08 | 36,40 | 36,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,50 | 108,33 | 0,00 | |
| P(SJR)10 | P(SJR)11 | 1418,90 | 1418,29 | 1415,32 | 1414,71 | 51,69 | 50,49 | 1,18 | 0,18 | 3,58 | 3,58 | 3,68 | 0,60 | 2,21 | 111,46 | 75,74 | 35,72 | 35,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,27 | 104,61 | 0,00 | |
| P(SJR)11 | P(SJR)12 | 1418,29 | 1418,00 | 1414,68 | 1414,39 | 20,37 | 19,17 | 1,42 | 0,18 | 3,61 | 3,61 | 3,71 | 0,60 | 2,23 | 42,69 | 28,76 | 13,94 | 13,94 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,00 | 40,09 | 0,00 | |
| P(SJR)12 | P(SJR)13 | 1418,00 | 1417,87 | 1414,36 | 1414,23 | 13,61 | 12,41 | 0,96 | 0,18 | 3,64 | 3,64 | 3,74 | 0,60 | 2,24 | 27,82 | 18,62 | 9,20 | 9,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,29 | 26,14 | 0,00 | |
| P(SJR)13 | P(SJR)14 | 1417,87 | 1415,25 | 1414,12 | 1411,50 | 29,11 | 28,02 | 9,00 | 0,18 | 3,75 | 3,75 | 3,85 | 0,60 | 2,31 | 64,81 | 42,03 | 22,77 | 22,77 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,66 | 61,06 | 0,21 | |
| P(SJR)14 | P(SJR)15 | 1415,25 | 1413,41 | 1411,37 | 1409,53 | 19,63 | 18,51 | 9,37 | 0,18 | 3,88 | 3,88 | 3,98 | 0,60 | 2,39 | 44,16 | 27,77 | 16,40 | 16,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,72 | 41,69 | 0,17 | |
| P(SJR)15 | P(SJR)16 | 1413,41 | 1412,98 | 1409,46 | 1409,03 | 9,06 | 7,87 | 4,75 | 0,18 | 3,95 | 3,95 | 4,05 | 0,60 | 2,43 | 19,13 | 11,80 | 7,33 | 7,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,82 | 18,06 | 0,00 | |
| P(SJR)16 | P(SJR)17 | 1412,98 | 1410,61 | 1408,89 | 1406,52 | 22,26 | 21,18 | 10,65 | 0,18 | 4,09 | 4,09 | 4,19 | 0,60 | 2,51 | 53,18 | 31,77 | 21,42 | 21,42 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,00 | 50,35 | 0,17 | |
| P(SJR)17 | P(SJR)18 | 1410,61 | 1410,07 | 1405,03 | 1404,99 | 40,42 | 39,27 | 5,05 | 0,18 | 1,08 | 1,08 | 1,18 | 0,60 | 0,71 | 27,85 | 27,85 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,10 | 22,52 | 0,00 | |
| P(SJR)18 | P(SJR)19 | 1410,07 | 1409,41 | 1409,97 | 1408,31 | 33,71 | 32,55 | 4,92 | 0,18 | 1,10 | 1,10 | 1,20 | 0,60 | 0,72 | 23,51 | 23,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,39 | 19,09 | 0,00 | |
| P(SJR)19 | P(SJR)20 | 1409,41 | 1408,52 | 1408,24 | 1407,35 | 96,23 | 95,64 | 11,32 | 0,18 | 1,17 | 1,17 | 1,27 | 0,60 | 0,76 | 72,95 | 72,95 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 9,14 | 60,14 | 0,67 | |
| P(SJR)20 | P(SJR)21 | 1408,52 | 1407,76 | 1407,33 | 1406,57 | 52,68 | 51,49 | 1,44 | 0,18 | 1,19 | 1,19 | 1,29 | 0,60 | 0,77 | 39,74 | 39,74 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,37 | 32,75 | 0,00 | |
| P(SJR)21 | P(SJR)22 | 1407,76 | 1407,55 | 1406,56 | 1406,35 | 14,19 | 12,99 | 1,48 | 0,18 | 1,20 | 1,20 | 1,30 | 0,60 | 0,78 | 10,15 | 10,15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,35 | 8,38 | 0,00 | |
| P(SJR)22 | P(SJR)23 | 1407,55 | 1407,20 | 1406,20 | 1406,17 | 17,63 | 17,36 | 34,20 | 0,18 | 1,35 | 1,35 | 1,45 | 0,60 | 0,87 | 15,12 | 15,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,19 | 12,88 | 0,86 | |
| P(SJR)23 | P(SJR)24 | 1407,20 | 1407,62 | 1403,09 | 1402,19 | 60,02 | 68,93 | 5,57 | 0,18 | 1,43 | 1,43 | 1,53 | 0,60 | 0,92 | 63,31 | 63,31 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,19 | 53,96 | 0,00 | |
| P(SJR)24 | P(SJR)25 | 1407,62 | 1420,85 | 1426,08 | 1419,31 | 46,21 | 45,49 | 14,65 | 0,18 | 1,54 | 1,54 | 1,64 | 0,60 | 0,98 | 44,74 | 44,74 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,33 | 38,65 | 0,34 | |
| P(SJR)25 | P(SJR)26 | 1420,85 | 1426,08 | 1458,66 | 1455,18 | 29,71 | 28,70 | 11,71 | 0,18 | 1,08 | 1,08 | 1,18 | 0,60 | 0,71 | 20,36 | 20,36 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,73 | 16,51 | 0,21 | |
| P(SJR)26 | P(SJR)27 | 1426,08 | 1454,52 | 1455,14 | 1453,40 | 14,59 | 13,48 | 11,93 | 0,18 | 1,12 | 1,12 | 1,22 | 0,60 | 0,73 | 9,90 | 9,90 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,25 | 8,10 | 0,13 | |
| P(SJR)27 | P(SJR)28 | 1454,52 | 1453,66 | 1453,38 | 1452,52 | 30,74 | 29,55 | 2,80 | 0,18 | 1,14 | 1,14 | 1,24 | 0,60 | 0,74 | 21,94 | 21,94 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,08 | 17,93 | 0,00 | |
| P(SJR)28 | P(SJR)29 | 1453,66 | 1452,70 | 1452,50 | 1451,54 | 18,91 | 17,73 | 5,08 | 0,18 | 1,16 | 1,16 | 1,26 | 0,60 | 0,76 | 13,40 | 13,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,85 | 11,00 | 0,00 | |
| P(SJR)29 | P(SJR)30 | 1452,70 | 1451,36 | 1451,53 | 1450,19 | 58,85 | 57,66 | 2,28 | 0,18 | 1,17 | 1,17 | 1,27 | 0,60 | 0,76 | 44,02 | 44,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,01 | 36,19 | 0,00 | |
| P(SJR)30 | P(SJR)31 | 1451,36 | 1447,17 | 1450,15 | 1445,96 | 39,26 | 38,28 | 10,67 | 0,18 | 1,21 | 1,21 | 1,31 | 0,60 | 0,79 | 30,09 | 30,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,63 | 24,97 | 0,29 | |
| P(SJR)31 | P(SJR)32 | 1447,17 | 1446,98 | 1445,95 | 1445,76 | 19,97 | 18,77 | 0,95 | 0,18 | 1,22 | 1,22 | 1,32 | 0,60 | 0,79 | 14,83 | 14,83 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,96 | 12,29 | 0,00 | |
| P(SJR)32 | P(SJR)33 | 1446,98 | 1446,08 | 1445,75 | 1444,85 | 48,91 | 47,72 | 1,84 | 0,18 | 1,23 | 1,23 | 1,33 | 0,60 | 0,80 | 38,02 | 38,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,98 | 31,54 | 0,00 | |
| P(SJR)33 | P(SJR)34 | 1446,08 | 1443,95 | 1444,82 | 1442,69 | 23,48 | 22,37 | 9,07 | 0,18 | 1,26 | 1,26 | 1,36 | 0,60 | 0,82 | 18,28 | 18,28 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,12 | 15,28 | 0,17 | |
| P(SJR)34 | P(SJR)35 | 1443,95 | 1441,41 | 1442,65 | 1440,11 | 27,51 | 26,42 | 9,23 | 0,18 | 1,30 | 1,30 | 1,40 | 0,60 | 0,84 | 22,13 | 22,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,49 | 18,60 | 0,21 | |
| P(SJR)35 | P(SJR)36 | 1441,41 | 1440,29 | 1440,09 | 1438,97 | 21,07 | 19,90 | 5,32 | 0,18 | 1,32 | 1,32 | 1,42 | 0,60 | 0,85 | 16,94 | 16,94 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,08 | 14,24 | 0,00 | |
| P(SJR)36 | P(SJR)37 | 1440,29 | 1436,90 | 1438,95 | 1435,56 | 81,08 | 79,95 | 4,18 | 0,18 | 1,34 | 1,34 | 1,44 | 0,60 | 0,86 | 68,99 | 68,99 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 8,34 | 58,14 | 0,00 | |
| P(SJR)37 | P(SJR)38 | 1436,90 | 1431,52 | 1435,52 | 1430,14 | 54,32 | 53,38 | 9,90 | 0,18 | 1,38 | 1,38 | 1,48 | 0,60 | 0,89 | 47,36 | 47,36 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,10 | 40,20 | 0,38 | |
| P(SJR)38 | P(SJR)39 | 1431,52 | 1447,97 | 1445,46 | 1446,89 | 1444,38 | 40,25 | 39,13 | 6,24 | 0,18 | 1,08 | 1,08 | 1,18 | 0,60 | 0,71 | 27,75 | 27,75 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,08 | 22,44 | 0,00 | |
| P(SJR)39 | P(SJR)40 | 1447,97 | 1445,46 | 1444,70 | 1444,22 | 47,56 | 46,36 | 1,01 | 0,18 | 1,24 | 1,24 | 1,34 | 0,60 | 0,80 | 37,31 | 37,31 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,84 | 31,02 | 0,00 | |
| P(SJR)40 | P(SJR)41 | 1445,46 | 1436,90 | 1444,16 | 1435,60 | 35,72 | 35,50 | 23,96 | 0,18 | 1,30 | 1,30 | 1,40 | 0,60 | 0,84 | 29,89 | 29,89 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,45 | 25,32 | 1,01 | |
| P(SJR)41 | P(SJR)42 | 1436,90 | 1436,90 | 1437,06 | 1435,82 | 29,11 | 27,94 | 4,26 | 0,18 | 1,08 | 1,08 | 1,18 | 0,60 | 0,71 | 19,81 | 19,81 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,91 | 16,02 | 0,00 | |
| P(SJR)42 | P(SJR)43 | 1436,90 | 1436,87 | 1437,06 | 1435,79 | 48,23 | 47,05 | 2,63 | 0,18 | 1,08 | 1,08 | 1,18 | 0,60 | 0,71 | 33,37 | 33,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,91 | 26,98 | 0,00 | |
| P(SJR)43 | P(SJR)44 | 1436,87 | 1435,15 | 1435,77 | 1434,05 | 36,86 | 35,70 | 4,67 | 0,18 | 1,10 | 1,10 | 1,20 | 0,60 | 0,72 | 25,77 | 25,77 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,72 | 20,92 | 0,00 | |
| P(SJR)44 | P(SJR)45 | 1435,15 | 1431,79 | 1434,02 | 1430,66 | 44,27 | 43,19 | 7,59 | 0,18 | 1,13 | 1,13 | 1,23 | 0,60 | 0,74 | 31,94 | 31,94 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,50 | 26,08 | 0,00 | |
| P(SJR)45 | P(SJR)46 | 1431,79 | 1428,57 | 1435,73 | 1427,43 | 41,85 | 41,44 | 19,83 | 0,18 | 1,14 | 1,14 | 1,24 | 0,60 | 0,74 | 30,80 | 30,80 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,81 | 25,27 | 0,41 | |
| P(SJR)46 | P(SJR)47 | 1428,57 | 1424,55 | 1435,49 | 1423,14 | 52,98 | 53,17 | 23,31 | 0,18 | 1,41 | 1,41 | 1,51 | 0,60 | 0,90 | 48,10 | 48,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,67 | 41,25 | 1,51 | |
| P(SJR)47 | P(SJR)48 | 1424,55 | 1441,41 | 1445,71 | 1440,14 | 31,18 | 30,45 | 17,86 | 0,18 | 1,27 | 1,27 | 1,37 | 0,60 | 0,82 | 25,05 | 25,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,74 | 21,00 | 0,35 | |
| P(SJR)48 | P(SJR)49 | 1441,41 | 1428,89 | 1429,13 | 1427,81 | 31,38 | 30,21 | 4,21 | 0,18 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Anexo 09. Áreas y longitudes de rotura sobre vías vehiculares y peatonales

| TRAMO | | LONGITUD | | | | | | | ø (m) | Espesor Tubería | Ancho Zanja | Area | | | | | |
|--------------|---------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|----------------|--------------|----------------|-------|-----------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|---------------|----------------|
| DE | A | 1.03 | 1.04.1.a | 1.04.1.b | 1.04.2.a | 1.04.2.b | 1.04.2.c | Total | | | | 1.03 | 1.04.1.a | 1.04.1.b | 1.04.2.a | 1.04.2.b | 1.04.2.c |
| P(SJ)R1 | P(SJ)R2 | 75,89 | | | | | | 75,89 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 45,53 | | | | 607,12 | |
| P(SJ)R2 | P(SJ)R3 | 58,98 | | | | | | 58,98 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 35,39 | | | | 471,84 | |
| P(SJ)R3 | P(SJ)R4 | | | | | | 48,46 | 48,46 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | | 29,08 | | |
| P(SJ)R4 | P(SJ)R5 | | | | | | 47,35 | 47,35 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | | 28,41 | | |
| P(SJ)R5 | P(SJ)R6 | | | | | | 90,00 | 90,00 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | | 54,00 | | |
| P(SJ)R6 | P(SJ)R7 | | | | | | 44,59 | 44,59 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | | 26,75 | | |
| P(SJ)R7 | P(SJ)R8 | | | | | | 29,77 | 29,77 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | | 17,86 | | |
| P(SJ)R8 | P(SJ)R9 | | | | | | 17,46 | 17,46 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | | 10,48 | | |
| P(SJ)R9 | P(SJ)R10 | | | | | | 53,90 | 53,90 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | | 32,34 | | |
| P(SJ)R10 | P(SJ)R11 | | | | | | 51,69 | 51,69 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | | 31,01 | | |
| P(SJ)R11 | P(SJ)R12 | 20,37 | | | | | | 20,37 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 12,22 | | | | 162,96 | |
| P(SJ)R12 | P(SJ)R13 | 13,61 | | | | | | 13,61 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 8,17 | | | | 108,88 | |
| P(SJ)R13 | P(SJ)R14 | 29,11 | | | | | | 29,11 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 17,47 | | | | 232,88 | |
| P(SJ)R14 | P(SJ)R15 | 19,63 | | | | | | 19,63 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 11,78 | | | | 157,04 | |
| P(SJ)R15 | P(SJ)R16 | 9,06 | | | | | | 9,06 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 5,44 | | | | 72,48 | |
| P(SJ)R16 | P(SJ)R17 | 22,26 | | | | | | 22,26 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 13,36 | | | | 178,08 | |
| P(SJ)R18 | P(SJ)R19 | | | | | 40,42 | | 40,42 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 24,25 | | | |
| P(SJ)R19 | P(SJ)R20 | | | | | 33,71 | | 33,71 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 20,23 | | | |
| P(SJ)R20 | P(SJ)R21 | | | | | 96,23 | | 96,23 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 57,74 | | | |
| P(SJ)R21 | P(SJ)R22 | | | | | 52,68 | | 52,68 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 31,61 | | | |
| P(SJ)R22 | P(SJ)R23 | | | | | 14,19 | | 14,19 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 8,51 | | | |
| P(SJ)R23 | P(SJ)R24 | | | | | 17,63 | | 17,63 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 10,58 | | | |
| P(SJ)R24 | P(SJ)R25 | | | | | 70,02 | | 70,02 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 42,01 | | | |
| P(SJ)R25 | P(SJ)R26 | | | | | 46,21 | | 46,21 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 27,73 | | | |
| P(SJ)R26 | P(SJ)R27 | 29,71 | | | | | | 29,71 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 17,83 | | | | 237,68 | |
| P(SJ)R27 | P(SJ)R28 | 14,59 | | | | | | 14,59 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 8,75 | | | | 116,72 | |
| P(SJ)R28 | P(SJ)R29 | 30,74 | | | | | | 30,74 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 18,44 | | | | 245,92 | |
| P(SJ)R29 | P(SJ)R30 | 18,91 | | | | | | 18,91 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 11,35 | | | | 151,28 | |
| P(SJ)R30 | P(SJ)R31 | 58,85 | | | | | | 58,85 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 35,31 | | | | 470,80 | |
| P(SJ)R31 | P(SJ)R32 | 39,26 | | | | | | 39,26 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 23,56 | | | | 314,08 | |
| P(SJ)R32 | P(SJ)R33 | 19,97 | | | | | | 19,97 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 11,98 | | | | 159,76 | |
| P(SJ)R33 | P(SJ)R34 | 48,91 | | | | | | 48,91 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 29,35 | | | | 391,28 | |
| P(SJ)R34 | P(SJ)R35 | 23,48 | | | | | | 23,48 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 14,09 | | | | 187,84 | |
| P(SJ)R35 | P(SJ)R36 | 17,51 | | | | 20,00 | | 27,51 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 10,51 | | 12,00 | | 140,08 | |
| P(SJ)R36 | P(SJ)R37 | | | | | 21,07 | | 21,07 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 12,64 | | | |
| P(SJ)R37 | P(SJ)R38 | | | | | 81,08 | | 81,08 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 48,65 | | | |
| P(SJ)R38 | P(SJ)R39 | | | | | 54,32 | | 54,32 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 32,59 | | | |
| P(SJ)R39 | P(SJ)R40 | | | | | 40,25 | | 40,25 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 24,15 | | | |
| P(SJ)R40 | P(SJ)R41 | | | | | 47,56 | | 47,56 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 28,54 | | | |
| P(SJ)R41 | P(SJ)R42 | | | | | 35,72 | | 35,72 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 21,43 | | | |
| P(SJ)R42 | P(SJ)R43 | | | | | 29,11 | | 29,11 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 17,47 | | | |
| P(SJ)R43 | P(SJ)R44 | | | | | 48,23 | | 48,23 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 28,94 | | | |
| P(SJ)R44 | P(SJ)R45 | | | | | 36,86 | | 36,86 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 22,12 | | | |
| P(SJ)R45 | P(SJ)R46 | | | | | 44,27 | | 44,27 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 26,56 | | | |
| P(SJ)R46 | P(SJ)R47 | | | | | 41,85 | | 41,85 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 25,11 | | | |
| P(SJ)R47 | P(SJ)R48 | | | | | 52,98 | | 52,98 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 31,79 | | | |
| P(SJ)R48 | P(SJ)R49 | 31,18 | | | | | | 31,18 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 18,71 | | | | 249,44 | |
| P(SJ)R49 | P(SJ)R50 | 31,38 | | | | | | 31,38 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 18,83 | | | | 251,04 | |
| P(SJ)R50 | P(SJ)R51 | 45,74 | | | | | | 45,74 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 27,44 | | | | 365,92 | |
| P(SJ)R51 | P(SJ)R52 | 48,04 | | | | | | 48,04 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 28,82 | | | | 384,32 | |
| P(SJ)R52 | P(SJ)R53 | 14,09 | | | | 20,00 | | 34,09 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 8,45 | | 12,00 | | 112,72 | |
| P(SJ)R53 | P(SJ)R54 | | | | | 31,65 | | 31,65 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 18,99 | | | |
| P(SJ)R54 | P(SJ)R55 | | | | | 47,25 | | 47,25 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 28,35 | | | |
| P(SJ)R55 | P(SJ)R56 | | | | | 27,12 | | 27,12 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 16,27 | | | |
| P(SJ)R56 | P(SJ)R57 | | | | | 39,30 | | 39,30 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | | | 23,58 | | | |
| P(SJ)R57 | P(SJ)R58 | 22,08 | | | | | | 22,08 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 13,25 | | | | 176,64 | |
| P(SJ)R58 | P(SJ)R59 | 20,00 | | | | | | 20,00 | 0,18 | 0,009 | 0,60 | 12,00 | | | | 160,00 | |
| TOTAL | Cabezote Entregado | 763,35 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1089,71 | 38,22 | 2226,28 | | | | 851 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 229,93 | 6106,80 |

ALCANTARILLADO SANITARIO

CORREGIMIENTO DE SAN JOSE DE SUAITA

Anexo 09. Longitud efectiva de tubería

| De | A | Long. | ø | Pend. | Dpini/2 | Lpi | Lmodulo | Le-total | Le-módulo | Lpd |
|----------|------------------|-------|------|-------|---------|------|---------|----------|-----------|------|
| P(SJ)R1 | P(SJ)R2 | 75,89 | 0,18 | 3,20 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 74,73 | 74,73 | 0,60 |
| P(SJ)R2 | P(SJ)R3 | 58,98 | 0,18 | 5,41 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 57,86 | 57,86 | 0,60 |
| P(SJ)R3 | P(SJ)R4 | 48,46 | 0,18 | 1,67 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 47,27 | 47,27 | 0,60 |
| P(SJ)R4 | P(SJ)R5 | 47,35 | 0,18 | 5,09 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 46,21 | 46,21 | 0,60 |
| P(SJ)R5 | P(SJ)R6 | 90,00 | 0,18 | 4,47 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 88,89 | 88,89 | 0,60 |
| P(SJ)R6 | P(SJ)R7 | 44,59 | 0,18 | 6,57 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 43,48 | 43,48 | 0,60 |
| P(SJ)R7 | P(SJ)R8 | 29,77 | 0,18 | 2,59 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 28,58 | 28,58 | 0,60 |
| P(SJ)R8 | P(SJ)R9 | 17,46 | 0,18 | 2,52 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 16,27 | 16,27 | 0,60 |
| P(SJ)R9 | P(SJ)R10 | 53,90 | 0,18 | 2,80 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 52,72 | 52,72 | 0,60 |
| P(SJ)R10 | P(SJ)R11 | 51,69 | 0,18 | 1,18 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 50,49 | 50,49 | 0,60 |
| P(SJ)R11 | P(SJ)R12 | 20,37 | 0,18 | 1,42 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 19,17 | 19,17 | 0,60 |
| P(SJ)R12 | P(SJ)R13 | 13,61 | 0,18 | 0,96 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 12,41 | 12,41 | 0,60 |
| P(SJ)R13 | P(SJ)R14 | 29,11 | 0,18 | 9,00 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 28,02 | 28,02 | 0,60 |
| P(SJ)R14 | P(SJ)R15 | 19,63 | 0,18 | 9,37 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 18,51 | 18,51 | 0,60 |
| P(SJ)R15 | P(SJ)R16 | 9,06 | 0,18 | 4,75 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 7,87 | 7,87 | 0,60 |
| P(SJ)R16 | P(SJ)R17 | 22,26 | 0,18 | 10,65 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 21,18 | 21,18 | 0,60 |
| P(SJ)R18 | P(SJ)R19 | 40,42 | 0,18 | 5,05 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 39,27 | 39,27 | 0,60 |
| P(SJ)R19 | P(SJ)R20 | 33,71 | 0,18 | 4,92 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 32,55 | 32,55 | 0,60 |
| P(SJ)R20 | P(SJ)R21 | 96,23 | 0,18 | 11,32 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 95,64 | 95,64 | 0,60 |
| P(SJ)R21 | P(SJ)R22 | 52,68 | 0,18 | 1,44 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 51,49 | 51,49 | 0,60 |
| P(SJ)R22 | P(SJ)R23 | 14,19 | 0,18 | 1,48 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 12,99 | 12,99 | 0,60 |
| P(SJ)R23 | P(SJ)R24 | 17,63 | 0,18 | 34,20 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 17,36 | 17,36 | 0,60 |
| P(SJ)R24 | P(SJ)R25 | 70,02 | 0,18 | 5,57 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 68,93 | 68,93 | 0,60 |
| P(SJ)R25 | P(SJ)R8 | 46,21 | 0,18 | 14,65 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 45,49 | 45,49 | 0,60 |
| P(SJ)R26 | P(SJ)R27 | 29,71 | 0,18 | 11,71 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 28,70 | 28,70 | 0,60 |
| P(SJ)R27 | P(SJ)R28 | 14,59 | 0,18 | 11,93 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 13,48 | 13,48 | 0,60 |
| P(SJ)R28 | P(SJ)R29 | 30,74 | 0,18 | 2,80 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 29,55 | 29,55 | 0,60 |
| P(SJ)R29 | P(SJ)R30 | 18,91 | 0,18 | 5,08 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 17,73 | 17,73 | 0,60 |
| P(SJ)R30 | P(SJ)R31 | 58,85 | 0,18 | 2,28 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 57,66 | 57,66 | 0,60 |
| P(SJ)R31 | P(SJ)R32 | 39,26 | 0,18 | 10,67 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 38,28 | 38,28 | 0,60 |
| P(SJ)R32 | P(SJ)R33 | 19,97 | 0,18 | 0,95 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 18,77 | 18,77 | 0,60 |
| P(SJ)R33 | P(SJ)R34 | 48,91 | 0,18 | 1,84 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 47,72 | 47,72 | 0,60 |
| P(SJ)R34 | P(SJ)R35 | 23,48 | 0,18 | 9,07 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 22,37 | 22,37 | 0,60 |
| P(SJ)R35 | P(SJ)R36 | 27,51 | 0,18 | 9,23 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 26,42 | 26,42 | 0,60 |
| P(SJ)R36 | P(SJ)R37 | 21,07 | 0,18 | 5,32 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 19,90 | 19,90 | 0,60 |
| P(SJ)R37 | P(SJ)R38 | 81,08 | 0,18 | 4,18 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 79,95 | 79,95 | 0,60 |
| P(SJ)R38 | P(SJ)R24 | 54,32 | 0,18 | 9,90 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 53,38 | 53,38 | 0,60 |
| P(SJ)R39 | P(SJ)R41 | 40,25 | 0,18 | 6,24 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 39,13 | 39,13 | 0,60 |
| P(SJ)R40 | P(SJ)R41 | 47,56 | 0,18 | 1,01 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 46,36 | 46,36 | 0,60 |
| P(SJ)R41 | P(SJ)R38 | 35,72 | 0,18 | 23,96 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 35,50 | 35,50 | 0,60 |
| P(SJ)R42 | P(SJ)R38 | 29,11 | 0,18 | 4,26 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 27,94 | 27,94 | 0,60 |
| P(SJ)R42 | P(SJ)R43 | 48,23 | 0,18 | 2,63 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 47,05 | 47,05 | 0,60 |
| P(SJ)R43 | P(SJ)R44 | 36,86 | 0,18 | 4,67 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 35,70 | 35,70 | 0,60 |
| P(SJ)R44 | P(SJ)R3 | 44,27 | 0,18 | 7,59 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 43,19 | 43,19 | 0,60 |
| P(SJ)R43 | P(SJ)R5 | 41,85 | 0,18 | 19,83 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 41,44 | 41,44 | 0,60 |
| P(SJ)R38 | P(SJ)R6 | 52,98 | 0,18 | 23,31 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 53,17 | 53,17 | 0,60 |
| P(SJ)R33 | P(SJ)R36 | 31,18 | 0,18 | 17,86 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 30,45 | 30,45 | 0,60 |
| P(SJ)R45 | P(SJ)R46 | 31,38 | 0,18 | 4,21 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 30,21 | 30,21 | 0,60 |
| P(SJ)R46 | P(SJ)R47 | 45,74 | 0,18 | 0,94 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 44,54 | 44,54 | 0,60 |
| P(SJ)R47 | P(SJ)R48 | 48,04 | 0,18 | 0,87 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 46,84 | 46,84 | 0,60 |
| P(SJ)R48 | P(SJ)R25 | 34,09 | 0,18 | 1,23 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 32,89 | 32,89 | 0,60 |
| P(SJ)R49 | P(SJ)R50 | 31,65 | 0,18 | 0,90 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 30,45 | 30,45 | 0,60 |
| P(SJ)R50 | P(SJ)R51 | 47,25 | 0,18 | 0,90 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 46,05 | 46,05 | 0,60 |
| P(SJ)R51 | P(SJ)R9 | 27,12 | 0,18 | 0,90 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 25,92 | 25,92 | 0,60 |
| P(SJ)R52 | P(SJ)R11 | 39,30 | 0,18 | 7,58 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 38,21 | 38,21 | 0,60 |
| P(SJ)R32 | P(SJ)R40 | 22,08 | 0,18 | 5,57 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 20,91 | 20,91 | 0,60 |
| P(SJ)R17 | Cabezote Entrega | 20,00 | 0,18 | 10,55 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 18,90 | 18,90 | 0,60 |

| Material | Longitud |
|----------|----------|
| D160NOV | 0,00 |
| D200NOV | 2166,16 |
| D250NOV | 0,00 |
| D315NOV | 0,00 |
| D400NOV | 0,00 |
| D450NOV | 0,00 |
| D500NOV | 0,00 |

ALCANTARILLADO SANITARIO

CORREGIMIENTO DE SAN JOSE DE SUAITA

Anexo 09. Cuadro de dimensiones Estructura-Pozo

| ESTRUCTURA POZO | ABSCISA | CUADRO DE DIMENSIONES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-----------------------|-----------------------|---------|------|------|------|---------------------|-------|------|---------|---------|--------------------|-----|-------|-------|------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | LOCALIZACION | | | | | COLECTOR DE ENTRADA | | | | | COLECTOR DE SALIDA | | | | | | | | | |
| | | DEFLEX | TANGENT | R | d | Dp | Oe | Pe | Lpi | Ce | Cet | Os | Obs | Ps | Pp | Lpd | Cs | DHe1 | DHE2 | Cfs | Cst |
| T(m) | T(m) | m | m | m | m | % | m | m | m | m | m | % | % | m | m | m | m | m | m | | |
| P(SJ)R1 | K0 + 00,00 (Ctor A) | | | | | 1,20 | | | | | 0,18 | | | | 3,20 | 0,60 | 1436,33 | -1436,3 | -1436,3 | 1433,87 | 1433,31 |
| P(SJ)R2 | K0 + 75,89 (Ctor A) | 12,2671 | 0,12 | 1,09 | 0,00 | 1,20 | 0,18 | 3,20 | 0,60 | 1433,90 | 1433,92 | 0,18 | | 5,41 | 7,37 | 0,60 | 1433,86 | 0,02352 | 0,02352 | 1433,87 | 1433,83 |
| P(SJ)R3 | K0 + 134,97 (Ctor A) | 36,9431 | 0,36 | 1,09 | 0,01 | 1,20 | 0,18 | 5,41 | 0,60 | 1430,67 | 1430,70 | 0,18 | | 1,67 | 5,90 | 0,60 | 1430,64 | 0,05079 | 0,05079 | 1430,67 | 1430,63 |
| P(SJ)R4 | K0 + 183,35 (Ctor A) | 17,3721 | 0,17 | 1,09 | 0,00 | 1,20 | 0,18 | 1,67 | 0,60 | 1429,83 | 1429,84 | 0,18 | | 5,09 | 6,33 | 0,60 | 1429,80 | 0,01489 | 0,01489 | 1429,80 | 1429,77 |
| P(SJ)R5 | K0 + 230,70 (Ctor A) | 19,2232 | 0,18 | 1,09 | 0,00 | 1,20 | 0,18 | 5,09 | 0,60 | 1427,39 | 1427,42 | 0,18 | | 4,47 | 7,68 | 0,60 | 1427,35 | 0,03852 | 0,03852 | 1427,37 | 1427,33 |
| P(SJ)R6 | K0 + 320,70 (Ctor A) | 5,9456 | 0,06 | 1,09 | 0,00 | 1,20 | 0,18 | 4,47 | 0,60 | 1423,33 | 1423,36 | 0,18 | | 6,57 | | 0,60 | 1423,08 | 0,23607 | 0,24869 | | 1423,04 |
| P(SJ)R7 | K0 + 365,29 (Ctor A) | 24,1208 | 0,23 | 1,09 | 0,00 | 1,20 | 0,18 | 6,57 | 0,60 | 1420,15 | 1420,19 | 0,18 | | 2,59 | 7,11 | 0,60 | 1420,12 | 0,05428 | 0,05428 | 1420,15 | 1420,11 |
| P(SJ)R8 | K0 + 395,06 (Ctor A) | 3,0101 | 0,03 | 1,09 | 0,00 | 1,20 | 0,18 | 2,59 | 0,60 | 1419,35 | 1419,37 | 0,18 | | 2,52 | 9,99 | 0,60 | 1419,26 | 0,08965 | 0,08965 | 1419,31 | 1419,25 |
| P(SJ)R9 | K0 + 412,52 (Ctor A) | 90,8829 | 1,11 | 1,09 | 0,04 | 1,20 | 0,18 | 2,52 | 0,60 | 1418,82 | 1418,84 | 0,18 | | 2,80 | | 0,60 | 1416,86 | 1,96337 | 1,96506 | | 1416,84 |
| P(SJ)R10 | K0 + 466,42 (Ctor A) | 89,3857 | 1,08 | 1,09 | 0,03 | 1,20 | 0,18 | 2,80 | 0,60 | 1415,35 | 1415,37 | 0,18 | | 1,18 | 4,36 | 0,60 | 1415,32 | 0,03822 | 0,03822 | 1415,34 | 1415,31 |
| P(SJ)R11 | K0 + 518,11 (Ctor A) | 50,8667 | 0,52 | 1,09 | 0,01 | 1,20 | 0,18 | 1,18 | 0,60 | 1414,71 | 1414,72 | 0,18 | | 1,42 | 4,00 | 0,60 | 1414,68 | 0,03092 | 0,03092 | 1414,69 | 1414,67 |
| P(SJ)R12 | K0 + 538,48 (Ctor A) | 50,1516 | 0,51 | 1,09 | 0,01 | 1,20 | 0,18 | 1,42 | 0,60 | 1414,39 | 1414,40 | 0,18 | | 0,96 | 3,24 | 0,60 | 1414,36 | 0,02738 | 0,02738 | 1414,38 | 1414,36 |
| P(SJ)R13 | K0 + 552,09 (Ctor A) | 73,4259 | 0,81 | 1,09 | 0,02 | 1,20 | 0,18 | 0,96 | 0,60 | 1414,23 | 1414,24 | 0,18 | | 9,00 | 14,84 | 0,60 | 1414,12 | 0,07005 | 0,07005 | 1414,15 | 1414,06 |
| P(SJ)R14 | K0 + 581,20 (Ctor A) | 45,0139 | 0,45 | 1,09 | 0,01 | 1,20 | 0,18 | 9,00 | 0,60 | 1411,50 | 1411,55 | 0,18 | | 9,37 | 19,34 | 0,60 | 1411,37 | 0,11959 | 0,11959 | 1411,43 | 1411,32 |
| P(SJ)R15 | K0 + 600,83 (Ctor A) | 80,0969 | 0,92 | 1,09 | 0,03 | 1,20 | 0,18 | 9,37 | 0,60 | 1409,53 | 1409,59 | 0,18 | | 4,75 | 13,36 | 0,60 | 1409,46 | 0,10337 | 0,10337 | 1409,51 | 1409,43 |
| P(SJ)R16 | K0 + 609,89 (Ctor A) | 64,3881 | 0,69 | 1,09 | 0,02 | 1,20 | 0,18 | 4,75 | 0,60 | 1409,03 | 1409,06 | 0,18 | | 10,65 | 18,81 | 0,60 | 1408,89 | 0,09801 | 0,09801 | 1408,94 | 1408,83 |
| P(SJ)R17 | K0 + 632,15 (Ctor A) | 50,7197 | 0,52 | 1,09 | 0,01 | 1,20 | 0,18 | 10,65 | 0,60 | 1406,52 | 1406,59 | 0,18 | | 10,55 | 21,65 | 0,60 | 1406,39 | 0,13323 | 0,13323 | 1406,46 | 1406,33 |
| P(SJ)R18 | K0 + 00,00 (Ctor B) | | | | | 1,20 | | | | | | 0,18 | | 5,05 | | 0,60 | 1452,03 | -1452,1 | -1452,1 | | 1452,00 |
| P(SJ)R19 | K0 + 40,42 (Ctor B) | 63,5351 | 0,68 | 1,09 | 0,02 | 1,20 | 0,18 | 5,05 | 0,60 | 1449,99 | 1450,02 | 0,18 | | 4,92 | 6,80 | 0,60 | 1449,97 | 0,02247 | 0,02247 | 1449,98 | 1449,94 |
| P(SJ)R20 | K0 + 74,13 (Ctor B) | 68,8545 | 0,75 | 1,09 | 0,02 | 1,20 | 0,18 | 4,92 | 0,60 | 1448,31 | 1448,34 | 0,18 | | 11,32 | 13,76 | 0,60 | 1448,24 | 0,02927 | 0,02927 | 1448,25 | 1448,17 |
| P(SJ)R21 | K0 + 170,36 (Ctor B) | 92,8449 | 1,15 | 1,09 | 0,04 | 1,20 | 0,18 | 11,32 | 0,60 | 1437,35 | 1437,42 | 0,18 | | 1,44 | 7,64 | 0,60 | 1437,33 | 0,07431 | 0,07431 | 1437,37 | 1437,32 |
| P(SJ)R22 | K0 + 223,04 (Ctor B) | 21,0348 | 0,20 | 1,09 | 0,00 | 1,20 | 0,18 | 1,44 | 0,60 | 1436,57 | 1436,58 | 0,18 | | 1,48 | 2,75 | 0,60 | 1436,56 | 0,01524 | 0,01524 | 1436,57 | 1436,55 |
| P(SJ)R23 | K0 + 237,23 (Ctor B) | 50,6775 | 0,52 | 1,09 | 0,01 | 1,20 | 0,18 | 1,48 | 0,60 | 1436,35 | 1436,36 | 0,18 | | 34,20 | | 0,60 | 1436,20 | -0,0472 | -0,0472 | | 1435,99 |
| P(SJ)R24 | K0 + 254,86 (Ctor B) | 39,9406 | 0,40 | 1,09 | 0,01 | 1,20 | 0,18 | 34,20 | 0,60 | 1430,17 | 1430,37 | 0,18 | | 5,57 | | 0,60 | 1430,09 | 0,25165 | 0,07985 | | 1430,06 |
| P(SJ)R25 | K0 + 324,88 (Ctor B) | 90,0865 | 1,09 | 1,09 | 0,04 | 1,20 | 0,18 | 5,57 | 0,60 | 1426,19 | 1426,22 | 0,18 | | 14,65 | 19,15 | 0,60 | 1426,08 | 0,05394 | 0,05394 | 1426,11 | 1425,99 |
| P(SJ)R26 | K0 + 00,00 (Ctor C) | | | | | 1,20 | | | | | | 0,18 | | 11,71 | | 0,60 | 1458,66 | -1458,7 | -1458,7 | | 1458,59 |
| P(SJ)R27 | K0 + 29,71 (Ctor C) | 53,2897 | 0,55 | 1,09 | 0,01 | 1,20 | 0,18 | 11,71 | 0,60 | 1455,18 | 1455,25 | 0,18 | | 11,93 | 15,25 | 0,60 | 1455,14 | 0,03992 | 0,03992 | 1455,16 | 1455,07 |
| P(SJ)R28 | K0 + 44,30 (Ctor C) | 40,2377 | 0,40 | 1,09 | 0,01 | 1,20 | 0,18 | 11,93 | 0,60 | 1453,40 | 1453,47 | 0,18 | | 2,80 | 8,57 | 0,60 | 1453,38 | 0,06921 | 0,06921 | 1453,42 | 1453,37 |
| P(SJ)R29 | K0 + 75,04 (Ctor C) | 57,6077 | 0,60 | 1,09 | 0,01 | 1,20 | 0,18 | 2,80 | 0,60 | 1452,52 | 1452,54 | 0,18 | | 5,08 | 5,79 | 0,60 | 1452,50 | 0,00854 | 0,00854 | 1452,50 | 1452,47 |
| P(SJ)R30 | K0 + 93,95 (Ctor C) | 48,6698 | 0,49 | 1,09 | 0,01 | 1,20 | 0,18 | 5,08 | 0,60 | 1451,54 | 1451,57 | 0,18 | | 2,28 | 4,71 | 0,60 | 1451,53 | 0,02924 | 0,02924 | 1451,54 | 1451,51 |
| P(SJ)R31 | K0 + 152,50 (Ctor C) | 2,5885 | 0,02 | 1,09 | 0,00 | 1,20 | 0,18 | 2,28 | 0,60 | 1450,19 | 1450,20 | 0,18 | | 10,67 | | 0,60 | 1450,15 | -0,0124 | -0,0124 | | 1450,09 |
| P(SJ)R32 | K0 + 191,76 (Ctor C) | 36,5757 | 0,36 | 1,09 | 0,01 | 1,20 | 0,18 | 10,67 | 0,60 | 1445,96 | 1446,02 | 0,18 | | 0,95 | 6,38 | 0,60 | 1445,95 | 0,06512 | 0,06512 | 1445,99 | 1445,95 |
| P(SJ)R33 | K0 + 211,73 (Ctor C) | 2,4501 | 0,02 | 1,09 | 0,00 | 1,20 | 0,18 | 0,95 | 0,60 | 1445,76 | 1445,77 | 0,18 | | 1,84 | 2,29 | 0,60 | 1445,75 | 0,00546 | 0,00546 | 1445,75 | 1445,74 |
| P(SJ)R34 | K0 + 260,64 (Ctor C) | 127,784 | 2,23 | 1,09 | 0,07 | 1,20 | 0,18 | 1,84 | 0,60 | 1444,85 | 1444,86 | 0,18 | | 9,07 | | 0,60 | 1444,82 | -0,0096 | -0,0096 | | 1444,76 |
| P(SJ)R35 | K0 + 284,12 (Ctor C) | 28,2317 | 0,27 | 1,09 | 0,00 | 1,20 | 0,18 | 9,07 | 0,60 | 1442,69 | 1442,74 | 0,18 | | 9,23 | 12,01 | 0,60 | 1442,65 | 0,03327 | 0,03327 | 1442,67 | 1442,60 |
| P(SJ)R36 | K0 + 311,63 (Ctor C) | 5,0286 | 0,05 | 1,09 | 0,00 | 1,20 | 0,18 | 9,23 | 0,60 | 1440,11 | 1440,17 | 0,18 | | 5,32 | 9,19 | 0,60 | 1440,09 | 0,04647 | 0,04647 | 1440,11 | 1440,06 |
| P(SJ)R37 | K0 + 332,70 (Ctor C) | 21,9017 | 0,21 | 1,09 | 0,00 | 1,20 | 0,18 | 5,32 | 0,60 | 1438,97 | 1439,00 | 0,18 | | 4,18 | 6,36 | 0,60 | 1438,95 | 0,02611 | 0,02611 | 1438,96 | 1438,93 |
| P(SJ)R38 | K0 + 413,78 (Ctor C) | 15,3059 | 0,15 | 1,09 | 0,00 | 1,20 | 0,18 | 4,18 | 0,60 | 1435,56 | 1435,59 | 0,18 | | 9,90 | 10,41 | 0,60 | 1435,52 | 0,00606 | 0,00606 | 1435,52 | 1435,46 |
| P(SJ)R39 | | | | | | 1,20 | | | | | | 0,18 | | 6,24 | | 0,60 | 1446,89 | -1446,9 | -1446,9 | | 1446,85 |
| P(SJ)R40 | K0 + 413,80 (T.Sec C) | | | | | 1,20 | 0,18 | 5,57 | 0,60 | 1444,71 | 1444,74 | 0,18 | | 1,01 | 3,88 | 0,60 | 1444,70 | 0,03451 | 0,03451 | 1444,72 | 1444,69 |
| P(SJ)R41 | K0 + 413,81 (T.Sec C) | 68,1803 | 0,74 | 1,09 | 0,02 | 1,20 | 0,18 | 6,24 | 0,60 | 1444,38 | 1444,42 | 0,18 | | 23,96 | 33,56 | 0,60 | 1444,16 | 0,11518 | 0,11518 | 1444,21 | 1444,01 |
| P(SJ)R42 | K0 + 00,00 (T.Sec D) | | | | | 1,20 | | | | | | 0,18 | | 4,26 | | 0,60 | 1437,06 | -1437,1 | -1437,1 | | 1437,03 |
| P(SJ)R43 | K0 + 48,23 (T.Sec D) | 4,1667 | 0,04 | 1,09 | 0,00 | 1,20 | 0,18 | 2,63 | 0,60 | 1435,79 | 1435,80 | 0,18 | | 4,67 | 5,39 | 0,60 | 1435,77 | 0,0087 | 0,0087 | 1435,77 | 1435,74 |
| P(SJ)R44 | K0 + 85,09 (T.Sec D) | 13,1312 | 0,13 | 1,09 | 0,00 | 1,20 | 0,18 | 4,67 | 0,60 | 1434,05 | 1434,08 | 0,18 | | 7,59 | 8,60 | 0,60 | 1434,02 | 0,01217 | 0,01217 | 1434,02 | 1433,97 |
| P(SJ)R45 | K0 + 00,00 (T.Sec A) | | | | | 1,20 | | | | | | 0,18 | | 4,21 | | 0,60 | 1429,13 | -1429,2 | -1429,2 | | 1429,10 |
| P(SJ)R46 | K0 + 31,38 (T.Sec A) | 26,6225 | 0,26 | 1,09 | 0,00 | 1,20 | 0,18 | 4,21 | 0,60 | 1427,81 | 1427,83 | 0,18 | | 0,94 | 3,13 | 0,60 | 1427,80 | 0,02633 | 0,02633 | 1427,81 | 1427,80 |
| P(SJ)R47 | K0 + 77,12 (T.Sec A) | 22,3112 | 0,22 | 1,09 | 0,00 | 1,20 | 0,18 | 0,94 | 0,60 | 1427,37 | 1427,38 | 0,18 | | 0,87 | 1,44 | 0,60 | 1427,36 | 0,00673 | 0,00673 | 1427,37 | 1427,36 |
| P(SJ)R48 | K0 + 125,16 (T.Sec A) | 11,8361 | 0,11 | 1,09 | 0,00 | 1,20 | 0,18 | 0,87 | 0,60 | 1426,94 | 1426,95 | 0,18 | | 1,23 | 1,75 | 0,60 | 1426,94 | 0,00627 | 0,00627 | 1426,94 | 1426,93 |
| P(SJ)R49 | K0 + 00,00 (T.Sec B) | | | | | 1,20 | | | | | | 0,18 | | 0,90 | | 0,60 | 1417,88 | -1417,9 | -1417,9 | | 1417,87 |
| P(SJ)R50 | K0 + 31,65 (T.Sec B) | 6,5974 | 0,06 | 1,09 | 0,00 | 1,20 | 0,18 | 0,90 | 0,60 | 1417,59 | 1417,60 | 0,18 | | 0,90 | 1,44 | 0,60 | 1417,59 | 0,00649 | 0,00649 | 1417,59 | 1417,58 |
| P(SJ)R51 | K0 + 78,90 (T.Sec B) | 1,0763 | 0,01 | 1,09 | 0,00 | 1,20 | 0,18 | 0,90 | 0,60 | 1417,16 | 1417,17 | 0,18 | | 0,90 | 1,44 | 0,60 | 1417,15 | 0,00649 | 0,00649 | 1417,16 | 1417,15 |
| P(SJ)R52 | | | | | | 1,20 | | | | | | 0,18 | | 7,58 | | 0,60 | 1420,19 | -1420,2 | -1420,2 | | 1420,14 |
| Cabezote Entrega | | | | | | 1,20 | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | 1,20 | | | | | | | | | | | | | | | |

ALCANTARILLADO SANITARIO

CORREGIMIENTO DE SAN JOSE DE SUAITA

Anexo 09. Cuadro de dimensiones y cantidades de obra Estructura-Pozo (continuación)

| C U A D R O D E D I M E N S I O N E S | | | | | | | | | | | | | | | | | | CANTIDADES DE OBRA | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|------------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|-------------|-------------|----------------|--------------|-------------------------|---------------|------|
| COLECTORES AFLUENTES | | | | CAMARAS DE CAIDA | | | | | | | | | | | | | | e m | Cota A m | ACERO Kg | CONCRETO m3 | EXCAV. m3 | TUBERIA PVC 02' m | PVC 02' Un | |
| 01 m | 02 m | 03 m | 04 m | C1 m | C2 m | C3 m | C4 m | dHe m | 0'e m | dH1 m | 0'1 m | dH2 m | 0'2 m | dH3 m | 0'3 m | dH4 m | 0'4 m | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1436,69 | 0,00 | 0,89 | 3,77 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1434,30 | 0,00 | 1,07 | 3,86 | | |
| 0,18 | | | | 1430,66 | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1431,09 | 0,00 | 1,08 | 3,94 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1430,22 | 0,00 | 1,06 | 4,03 | | |
| 0,18 | | | | 1427,43 | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1427,81 | 0,00 | 1,10 | 4,12 | | |
| 0,18 | | | | 1423,14 | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1423,74 | 0,00 | 1,34 | 4,75 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1420,58 | 0,00 | 1,09 | 4,83 | | |
| 0,18 | | | | 1419,31 | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1419,75 | 0,00 | 1,13 | 5,05 | | |
| 0,18 | | | | 1416,91 | | | | 1,97 | 0,20 | | | | | | | | | | 0,20 | 1419,22 | 0,00 | 3,67 | 10,94 | 2,20 | 2,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1415,75 | 0,00 | 1,06 | 10,13 | | |
| 0,18 | | | | 1417,21 | | | | | | 2,53 | 0,20 | | | | | | | | 0,20 | 1417,59 | 0,00 | 4,40 | 11,11 | 2,74 | 2,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1414,78 | 0,00 | 1,05 | 10,27 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1414,62 | 0,00 | 1,16 | 10,57 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1411,93 | 0,00 | 1,22 | 10,88 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1409,97 | 0,00 | 1,16 | 11,07 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1409,44 | 0,00 | 1,20 | 11,41 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1406,97 | 0,00 | 1,24 | 11,75 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1452,38 | 0,00 | 0,88 | 3,77 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1450,40 | 0,00 | 1,07 | 3,83 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1448,72 | 0,00 | 1,12 | 4,00 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1437,80 | 0,00 | 1,11 | 4,04 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1436,96 | 0,00 | 1,04 | 4,08 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1436,74 | 0,00 | 1,20 | 4,46 | | |
| 0,18 | | | | 1430,14 | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1430,76 | 0,00 | 1,35 | 4,66 | | |
| 0,18 | | | | 1426,52 | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1426,90 | 0,00 | 1,53 | 4,93 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1458,97 | 0,00 | 0,83 | 3,77 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1455,63 | 0,00 | 1,14 | 3,88 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1453,85 | 0,00 | 1,11 | 3,91 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1452,92 | 0,00 | 1,05 | 3,97 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1451,95 | 0,00 | 1,06 | 4,00 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1450,58 | 0,00 | 1,07 | 4,10 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1446,41 | 0,00 | 1,09 | 4,12 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1446,15 | 0,00 | 1,03 | 4,14 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1445,25 | 0,00 | 1,06 | 4,23 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1443,12 | 0,00 | 1,11 | 4,32 | | |
| 0,18 | | | | 1440,14 | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1440,55 | 0,00 | 1,10 | 4,37 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1439,39 | 0,00 | 1,07 | 4,42 | | |
| 0,18 | 0,18 | | | 1435,60 | ##### | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1436,20 | 0,00 | 1,36 | 4,53 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1447,23 | 0,00 | 0,87 | 3,77 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1445,12 | 0,00 | 1,06 | 4,18 | | |
| 0,18 | | | | 1444,22 | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1444,80 | 0,00 | 1,32 | 4,33 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1437,41 | 0,00 | 0,88 | 3,77 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1436,19 | 0,00 | 1,05 | 3,82 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1434,46 | 0,00 | 1,08 | 3,90 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1429,48 | 0,00 | 0,88 | 3,77 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1428,22 | 0,00 | 1,05 | 3,79 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1427,76 | 0,00 | 1,02 | 3,80 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1427,33 | 0,00 | 1,02 | 3,83 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1418,25 | 0,00 | 0,91 | 3,77 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1417,98 | 0,00 | 1,02 | 4,74 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1417,55 | 0,00 | 1,02 | 6,22 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1420,52 | 0,00 | 0,86 | 3,77 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | 62,32 | 277,47 | 4,94 | 4,00 |

ALCANTARILLADO SANITARIO

CORREGIMIENTO DE SAN JOSE DE SUAITA

Anexo 09. Cuadro de dimensiones y cantidades de obra de las estructuras en ladrillo de los pozos de inspección

| CUADRO DE DIMENSIONES Y CANTIDADES DE OBRA | | | | | | | | | | | |
|--|-------|--------------|---------|---------|-------|---------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| ESTRUCT. POZO. | T I P | COTA RASANTE | COTA B | COTA A | H (m) | TUBERIA SANIPVC (m) | MURO EN LADRILLO (m2) | CONCRETO PLACA Y ARO (m3) | PESO Ac-Fy=4200 psi (kg) | PESO Ac-Fy=2595 psi (kg) | PESO ARMADURA (kg) |
| P(SJ)R1 | V | 1437,41 | 1436,81 | 1436,69 | 0,12 | | 2,38 | 0,27 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| P(SJ)R2 | V | 1434,98 | 1434,38 | 1434,30 | 0,08 | | 2,21 | 0,27 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| P(SJ)R3 | V | 1431,79 | 1431,19 | 1431,09 | 0,10 | | 2,31 | 0,27 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| P(SJ)R4 | V | 1430,98 | 1430,38 | 1430,22 | 0,16 | | 2,55 | 0,27 | 23,48 | 10,71 | 34,19 |
| P(SJ)R5 | V | 1428,57 | 1427,97 | 1427,81 | 0,16 | | 2,55 | 0,27 | 23,48 | 10,71 | 34,19 |
| P(SJ)R6 | V | 1424,55 | 1423,95 | 1423,74 | 0,21 | | 2,79 | 0,27 | 23,48 | 10,71 | 34,19 |
| P(SJ)R7 | V | 1421,62 | 1421,02 | 1420,58 | 0,44 | | 3,87 | 0,27 | 23,48 | 10,71 | 34,19 |
| P(SJ)R8 | V | 1420,85 | 1420,25 | 1419,75 | 0,50 | | 4,12 | 0,27 | 26,84 | 10,71 | 37,55 |
| P(SJ)R9 | V | 1420,41 | 1419,81 | 1419,22 | 0,59 | 0,59 | 4,53 | 0,27 | 40,28 | 10,71 | 50,99 |
| P(SJ)R10 | P | 1418,90 | 1418,30 | 1415,75 | 2,55 | | 13,54 | 0,30 | 40,28 | 16,80 | 57,08 |
| P(SJ)R11 | V | 1418,29 | 1417,69 | 1417,59 | 0,10 | 0,10 | 2,29 | 0,27 | 43,64 | 10,71 | 54,35 |
| P(SJ)R12 | V | 1418,00 | 1417,40 | 1414,78 | 2,62 | | 13,86 | 0,27 | 43,64 | 10,71 | 54,35 |
| P(SJ)R13 | V | 1417,87 | 1417,27 | 1414,62 | 2,65 | | 13,98 | 0,27 | 43,64 | 10,71 | 54,35 |
| P(SJ)R14 | V | 1415,25 | 1414,65 | 1411,93 | 2,72 | | 14,30 | 0,27 | 43,64 | 10,71 | 54,35 |
| P(SJ)R15 | V | 1413,41 | 1412,81 | 1409,97 | 2,84 | | 14,85 | 0,27 | 43,64 | 10,71 | 54,35 |
| P(SJ)R16 | V | 1412,98 | 1412,38 | 1409,44 | 2,94 | | 15,33 | 0,27 | 47 | 10,71 | 57,71 |
| P(SJ)R17 | V | 1410,61 | 1410,01 | 1406,97 | 3,04 | | 15,78 | 0,27 | 47 | 10,71 | 57,71 |
| P(SJ)R18 | V | 1453,11 | 1452,51 | 1452,38 | 0,13 | | 2,43 | 0,27 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| P(SJ)R19 | V | 1451,07 | 1450,47 | 1450,40 | 0,07 | | 2,15 | 0,27 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| P(SJ)R20 | V | 1449,41 | 1448,81 | 1448,72 | 0,09 | | 2,26 | 0,27 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| P(SJ)R21 | V | 1438,52 | 1437,92 | 1437,80 | 0,12 | | 2,39 | 0,27 | 23,48 | 10,71 | 34,19 |
| P(SJ)R22 | V | 1437,76 | 1437,16 | 1436,96 | 0,20 | | 2,73 | 0,27 | 23,48 | 10,71 | 34,19 |
| P(SJ)R23 | V | 1437,55 | 1436,95 | 1436,74 | 0,21 | | 2,80 | 0,27 | 23,48 | 10,71 | 34,19 |
| P(SJ)R24 | V | 1431,52 | 1430,92 | 1430,76 | 0,16 | | 2,59 | 0,27 | 23,48 | 10,71 | 34,19 |
| P(SJ)R25 | V | 1427,62 | 1427,02 | 1426,90 | 0,12 | | 2,39 | 0,27 | 23,48 | 10,71 | 34,19 |
| P(SJ)R26 | V | 1459,74 | 1459,14 | 1458,97 | 0,17 | | 2,62 | 0,27 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| P(SJ)R27 | V | 1456,26 | 1455,66 | 1455,63 | 0,03 | | 1,97 | 0,27 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| P(SJ)R28 | V | 1454,52 | 1453,92 | 1453,85 | 0,07 | | 2,15 | 0,27 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| P(SJ)R29 | V | 1453,66 | 1453,06 | 1452,92 | 0,14 | | 2,47 | 0,27 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| P(SJ)R30 | V | 1452,70 | 1452,10 | 1451,95 | 0,15 | | 2,51 | 0,27 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| P(SJ)R31 | V | 1451,36 | 1450,76 | 1450,58 | 0,18 | | 2,64 | 0,27 | 23,48 | 10,71 | 34,19 |
| P(SJ)R32 | V | 1447,17 | 1446,57 | 1446,41 | 0,16 | | 2,59 | 0,27 | 23,48 | 10,71 | 34,19 |
| P(SJ)R33 | V | 1446,98 | 1446,38 | 1446,15 | 0,23 | | 2,89 | 0,27 | 23,48 | 10,71 | 34,19 |
| P(SJ)R34 | V | 1446,08 | 1445,48 | 1445,25 | 0,23 | | 2,91 | 0,27 | 23,48 | 10,71 | 34,19 |
| P(SJ)R35 | V | 1443,95 | 1443,35 | 1443,12 | 0,23 | | 2,87 | 0,27 | 23,48 | 10,71 | 34,19 |
| P(SJ)R36 | V | 1441,41 | 1440,81 | 1440,55 | 0,26 | | 3,02 | 0,27 | 23,48 | 10,71 | 34,19 |
| P(SJ)R37 | V | 1440,29 | 1439,69 | 1439,39 | 0,30 | | 3,23 | 0,27 | 23,48 | 10,71 | 34,19 |
| P(SJ)R38 | V | 1436,90 | 1436,30 | 1436,20 | 0,10 | | 2,29 | 0,27 | 23,48 | 10,71 | 34,19 |
| P(SJ)R39 | P | 1447,97 | 1447,37 | 1447,23 | 0,14 | | 2,46 | 0,30 | 20,12 | 16,80 | 36,92 |
| P(SJ)R40 | V | 1445,94 | 1445,34 | 1445,12 | 0,22 | | 2,84 | 0,27 | 23,48 | 10,71 | 34,19 |
| P(SJ)R41 | V | 1445,46 | 1444,86 | 1444,80 | 0,06 | | 2,12 | 0,27 | 23,48 | 10,71 | 34,19 |
| P(SJ)R42 | V | 1438,14 | 1437,54 | 1437,41 | 0,13 | | 2,41 | 0,27 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| P(SJ)R43 | V | 1436,87 | 1436,27 | 1436,19 | 0,08 | | 2,22 | 0,27 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| P(SJ)R44 | V | 1435,15 | 1434,55 | 1434,46 | 0,09 | | 2,26 | 0,27 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| P(SJ)R45 | V | 1430,21 | 1429,61 | 1429,48 | 0,13 | | 2,41 | 0,27 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| P(SJ)R46 | V | 1428,89 | 1428,29 | 1428,22 | 0,07 | | 2,18 | 0,27 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| P(SJ)R47 | V | 1428,46 | 1427,86 | 1427,76 | 0,10 | | 2,30 | 0,27 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| P(SJ)R48 | V | 1428,04 | 1427,44 | 1427,33 | 0,11 | | 2,33 | 0,27 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| P(SJ)R49 | V | 1418,96 | 1418,36 | 1418,25 | 0,11 | | 2,32 | 0,27 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| P(SJ)R50 | V | 1419,05 | 1418,45 | 1417,98 | 0,47 | | 3,99 | 0,27 | 23,48 | 10,71 | 34,19 |
| P(SJ)R51 | V | 1419,20 | 1418,60 | 1417,55 | 1,05 | | 6,66 | 0,27 | 30,2 | 10,71 | 40,91 |
| P(SJ)R52 | V | 1421,27 | 1420,67 | 1420,52 | 0,15 | | 2,50 | 0,27 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| Cabezote Entrega | V | 1408,50 | 1407,90 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,27 | 11843,96 | 10,71 | 11854,67 |
| TOTAL | | | | | | 0,69 | 224,16 | 14,37 | 13185,88 | 579,81 | 13765,69 |

ALCANTARILLADO SANITARIO

CORREGIMIENTO DE SAN JOSE DE SUAITA

Anexo 09. Excavación en pozos

| POZO | Rasante | C.salida | H+0.40 | Dpozo | 0'1 | 0'2 | 0'3 | h1 | h2 | h3 | 0.00 | 2.50 | 5.00 | Mayor a 5.00 |
|------------------|---------|----------|---------|-------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|--------------|
| P(SJ)R1 | 1437,41 | 1436,33 | 1,48 | 1,20 | | | | 1,48 | 0,00 | 0,00 | 1,08 | 3,77 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R2 | 1434,98 | 1433,86 | 1,52 | 1,20 | | | | 1,52 | 0,00 | 0,00 | 1,12 | 3,86 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R3 | 1431,79 | 1430,64 | 1,55 | 1,20 | | | | 1,55 | 0,00 | 0,00 | 1,15 | 3,94 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R4 | 1430,98 | 1429,80 | 1,58 | 1,20 | | | | 1,58 | 0,00 | 0,00 | 1,18 | 4,03 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R5 | 1428,57 | 1427,35 | 1,62 | 1,20 | | | | 1,62 | 0,00 | 0,00 | 1,22 | 4,12 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R6 | 1424,55 | 1423,08 | 1,87 | 1,20 | | | | 1,87 | 0,00 | 0,00 | 1,47 | 4,75 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R7 | 1421,62 | 1420,12 | 1,90 | 1,20 | | | | 1,90 | 0,00 | 0,00 | 1,50 | 4,83 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R8 | 1420,85 | 1419,26 | 1,99 | 1,20 | | | | 1,99 | 0,00 | 0,00 | 1,59 | 5,05 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R9 | 1420,41 | 1416,86 | 3,95 | 1,20 | 0,20 | | | 2,50 | 1,45 | 0,00 | 3,55 | 6,99 | 3,95 | 0,00 |
| P(SJ)R10 | 1418,90 | 1415,32 | 3,98 | 1,20 | | | | 2,50 | 1,48 | 0,00 | 3,58 | 6,36 | 3,76 | 0,00 |
| P(SJ)R11 | 1418,29 | 1414,68 | 4,01 | 1,20 | | 0,20 | | 2,50 | 1,51 | 0,00 | 3,61 | 6,99 | 4,12 | 0,00 |
| P(SJ)R12 | 1418,00 | 1414,36 | 4,04 | 1,20 | | | | 2,50 | 1,54 | 0,00 | 3,64 | 6,36 | 3,91 | 0,00 |
| P(SJ)R13 | 1417,87 | 1414,12 | 4,15 | 1,20 | | | | 2,50 | 1,65 | 0,00 | 3,75 | 6,36 | 4,21 | 0,00 |
| P(SJ)R14 | 1415,25 | 1411,37 | 4,28 | 1,20 | | | | 2,50 | 1,78 | 0,00 | 3,88 | 6,36 | 4,52 | 0,00 |
| P(SJ)R15 | 1413,41 | 1409,46 | 4,35 | 1,20 | | | | 2,50 | 1,85 | 0,00 | 3,95 | 6,36 | 4,71 | 0,00 |
| P(SJ)R16 | 1412,98 | 1408,89 | 4,49 | 1,20 | | | | 2,50 | 1,99 | 0,00 | 4,09 | 6,36 | 5,05 | 0,00 |
| P(SJ)R17 | 1410,61 | 1406,39 | 4,62 | 1,20 | | | | 2,50 | 2,12 | 0,00 | 4,22 | 6,36 | 5,39 | 0,00 |
| P(SJ)R18 | 1453,11 | 1452,03 | 1,48 | 1,20 | | | | 1,48 | 0,00 | 0,00 | 1,08 | 3,77 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R19 | 1451,07 | 1449,97 | 1,50 | 1,20 | | | | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 1,10 | 3,83 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R20 | 1449,41 | 1448,24 | 1,57 | 1,20 | | | | 1,57 | 0,00 | 0,00 | 1,17 | 4,00 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R21 | 1438,52 | 1437,33 | 1,59 | 1,20 | | | | 1,59 | 0,00 | 0,00 | 1,19 | 4,04 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R22 | 1437,76 | 1436,56 | 1,60 | 1,20 | | | | 1,60 | 0,00 | 0,00 | 1,20 | 4,08 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R23 | 1437,55 | 1436,20 | 1,75 | 1,20 | | | | 1,75 | 0,00 | 0,00 | 1,35 | 4,46 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R24 | 1431,52 | 1430,09 | 1,83 | 1,20 | | | | 1,83 | 0,00 | 0,00 | 1,43 | 4,66 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R25 | 1427,62 | 1426,08 | 1,94 | 1,20 | | | | 1,94 | 0,00 | 0,00 | 1,54 | 4,93 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R26 | 1459,74 | 1458,66 | 1,48 | 1,20 | | | | 1,48 | 0,00 | 0,00 | 1,08 | 3,77 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R27 | 1456,26 | 1455,14 | 1,52 | 1,20 | | | | 1,52 | 0,00 | 0,00 | 1,12 | 3,88 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R28 | 1454,52 | 1453,38 | 1,54 | 1,20 | | | | 1,54 | 0,00 | 0,00 | 1,14 | 3,91 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R29 | 1453,66 | 1452,50 | 1,56 | 1,20 | | | | 1,56 | 0,00 | 0,00 | 1,16 | 3,97 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R30 | 1452,70 | 1451,53 | 1,57 | 1,20 | | | | 1,57 | 0,00 | 0,00 | 1,17 | 4,00 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R31 | 1451,36 | 1450,15 | 1,61 | 1,20 | | | | 1,61 | 0,00 | 0,00 | 1,21 | 4,10 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R32 | 1447,17 | 1445,95 | 1,62 | 1,20 | | | | 1,62 | 0,00 | 0,00 | 1,22 | 4,12 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R33 | 1446,98 | 1445,75 | 1,63 | 1,20 | | | | 1,63 | 0,00 | 0,00 | 1,23 | 4,14 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R34 | 1446,08 | 1444,82 | 1,66 | 1,20 | | | | 1,66 | 0,00 | 0,00 | 1,26 | 4,23 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R35 | 1443,95 | 1442,65 | 1,70 | 1,20 | | | | 1,70 | 0,00 | 0,00 | 1,30 | 4,32 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R36 | 1441,41 | 1440,09 | 1,72 | 1,20 | | | | 1,72 | 0,00 | 0,00 | 1,32 | 4,37 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R37 | 1440,29 | 1438,95 | 1,74 | 1,20 | | | | 1,74 | 0,00 | 0,00 | 1,34 | 4,42 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R38 | 1436,90 | 1435,52 | 1,78 | 1,20 | | | | 1,78 | 0,00 | 0,00 | 1,38 | 4,53 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R39 | 1447,97 | 1446,89 | 1,48 | 1,20 | | | | 1,48 | 0,00 | 0,00 | 1,08 | 3,77 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R40 | 1445,94 | 1444,70 | 1,64 | 1,20 | | | | 1,64 | 0,00 | 0,00 | 1,24 | 4,18 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R41 | 1445,46 | 1444,16 | 1,70 | 1,20 | | | | 1,70 | 0,00 | 0,00 | 1,30 | 4,33 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R42 | 1438,14 | 1437,06 | 1,48 | 1,20 | | | | 1,48 | 0,00 | 0,00 | 1,08 | 3,77 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R43 | 1436,87 | 1435,77 | 1,50 | 1,20 | | | | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 1,10 | 3,82 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R44 | 1435,15 | 1434,02 | 1,53 | 1,20 | | | | 1,53 | 0,00 | 0,00 | 1,13 | 3,90 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R45 | 1430,21 | 1429,13 | 1,48 | 1,20 | | | | 1,48 | 0,00 | 0,00 | 1,08 | 3,77 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R46 | 1428,89 | 1427,80 | 1,49 | 1,20 | | | | 1,49 | 0,00 | 0,00 | 1,09 | 3,79 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R47 | 1428,46 | 1427,36 | 1,50 | 1,20 | | | | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 1,10 | 3,80 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R48 | 1428,04 | 1426,94 | 1,50 | 1,20 | | | | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 1,10 | 3,83 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R49 | 1418,96 | 1417,88 | 1,48 | 1,20 | | | | 1,48 | 0,00 | 0,00 | 1,08 | 3,77 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R50 | 1419,05 | 1417,59 | 1,86 | 1,20 | | | | 1,86 | 0,00 | 0,00 | 1,46 | 4,74 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R51 | 1419,20 | 1417,15 | 2,45 | 1,20 | | | | 2,45 | 0,00 | 0,00 | 2,05 | 6,22 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)R52 | 1421,27 | 1420,19 | 1,48 | 1,20 | | | | 1,48 | 0,00 | 0,00 | 1,08 | 3,77 | 0,00 | 0,00 |
| Cabezote Entrega | 1408,50 | | 1408,90 | 1,20 | | | | 2,50 | 2,50 | | | 6,36 | 6,36 | |

ALCANTARILLADO SANITARIO

CORREGIMIENTO DE SAN JOSE DE SUAITA

ANEXO 10

CANTIDADES DE OBRA SALIDAS PLUVIALES

Anexo 10. Volúmenes de Excavación y Relleno

| DATOS DE ENTRADA | | | | CUADRO DE CALCULO DE VOLUMENES DE EXCAVACION Y RELLENO | | | | | | | | | | | CALCULO: REVISO: | | | | FECHA: FECHA: | | HOJA 1 DE 1 | | RE DEL PROYECTO | |
|------------------|----------|--------------------|------------------|--|----------------|-----------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------------------------|---------------|--------------|-------------|-----------------------|--------------|-------------------|-------------------|-----------------|--|
| DE | A | C. Rasante Inicial | C. Rasante Final | C. Fondo Inicial | C. Fondo Final | ONGITUDES | | | | H1 | H2 | Hp | B | A | VOLUMENES DE EXCAVACION | | | | VOLUMENES DE RELLENOS | | | Atrque Conc. 2000 | | |
| | | | | | | L | Le | P | ø | | | | | | TOTAL | 0.00-2.50 | 2.51-5.00 | A MAS 5.00 | Base Granular | Seleccionad | Común Comp | | | |
| ST(SJ)1 | P(SJ)L1 | 1440,35 | 1436,80 | 1439,17 | 1435,62 | 16,73 | 15,88 | 21,22 | 0,28 | 1,18 | 1,18 | 1,28 | 0,72 | 0,92 | 14,57 | 14,57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,43 | 11,23 | 0,68 | | |
| P(SJ)L1 | ST(SJ)2 | 1436,80 | 1432,25 | 1435,15 | 1430,60 | 47,55 | 46,56 | 9,57 | 0,28 | 1,65 | 1,65 | 1,75 | 0,72 | 1,25 | 58,16 | 58,16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,18 | 47,90 | 0,45 | | |
| ST(SJ)2 | P(SJ)L2 | 1432,25 | 1431,72 | 1430,28 | 1429,75 | 12,27 | 11,08 | 4,32 | 0,36 | 1,97 | 1,97 | 2,07 | 0,80 | 1,66 | 18,38 | 18,38 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,96 | 15,02 | 0,00 | | |
| P(SJ)L2 | P(SJ)L3 | 1431,72 | 1431,18 | 1429,49 | 1428,95 | 17,85 | 16,66 | 3,03 | 0,36 | 2,23 | 2,23 | 2,33 | 0,80 | 1,86 | 31,04 | 31,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,95 | 26,00 | 0,00 | | |
| P(SJ)L3 | P(SJ)L4 | 1431,18 | 1430,05 | 1428,64 | 1427,51 | 29,07 | 27,89 | 3,89 | 0,36 | 2,54 | 2,54 | 2,64 | 0,80 | 2,11 | 58,83 | 55,78 | 3,05 | 0,00 | 0,00 | 4,94 | 50,38 | 0,00 | | |
| P(SJ)L4 | P(SJ)L5 | 1430,05 | 1426,54 | 1426,80 | 1423,29 | 39,54 | 38,49 | 8,88 | 0,36 | 3,25 | 3,25 | 3,35 | 0,80 | 2,68 | 103,21 | 76,98 | 26,23 | 0,00 | 0,00 | 6,82 | 91,56 | 0,00 | | |
| P(SJ)L5 | P(SJ)L6 | 1426,54 | 1424,33 | 1422,36 | 1420,15 | 17,24 | 16,17 | 12,82 | 0,36 | 4,18 | 4,18 | 4,28 | 0,80 | 3,42 | 55,31 | 32,34 | 22,97 | 0,00 | 0,00 | 2,60 | 50,48 | 0,20 | | |
| P(SJ)L6 | SALIDA 1 | 1424,33 | 1423,00 | 1419,08 | 1417,75 | 8,38 | | 15,87 | 0,36 | 5,25 | 5,25 | 5,35 | 0,80 | 4,28 | | | | | 0,00 | | | | | |
| ST(SJ)3 | P(SJ)L7 | 1436,81 | 1431,55 | 1435,63 | 1430,37 | 54,21 | 53,26 | 9,70 | 0,28 | 1,18 | 1,18 | 1,28 | 0,72 | 0,92 | 48,89 | 48,89 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,08 | 37,16 | 0,51 | | |
| P(SJ)L7 | P(SJ)L8 | 1431,55 | 1427,61 | 1429,65 | 1425,71 | 76,34 | 75,24 | 5,16 | 0,45 | 1,90 | 1,90 | 2,00 | 0,90 | 1,80 | 135,11 | 135,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 16,31 | 104,02 | 0,00 | | |
| P(SJ)L8 | P(SJ)L9 | 1427,61 | 1427,00 | 1425,12 | 1424,51 | 12,91 | 11,72 | 4,73 | 0,45 | 2,49 | 2,49 | 2,59 | 0,90 | 2,33 | 27,36 | 26,38 | 0,98 | 0,00 | 0,00 | 2,54 | 22,52 | 0,00 | | |
| P(SJ)L9 | SALIDA 2 | 1427,00 | 1426,00 | 1423,47 | 1422,47 | 9,51 | | 10,52 | 0,45 | 3,53 | 3,53 | 3,63 | 0,90 | 3,27 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | | |
| ST(SJ)5 | P(SJ)L10 | 1421,82 | 1420,45 | 1420,56 | 1419,19 | 71,26 | 70,07 | 1,92 | 0,36 | 1,26 | 1,26 | 1,36 | 0,80 | 1,09 | 76,35 | 76,35 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 12,41 | 55,13 | 0,00 | | |
| P(SJ)L10 | P(SJ)L11 | 1420,45 | 1420,00 | 1418,85 | 1418,40 | 8,68 | 7,49 | 5,18 | 0,36 | 1,60 | 1,60 | 1,70 | 0,80 | 1,36 | 10,17 | 10,17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,33 | 7,90 | 0,00 | | |
| P(SJ)L11 | SALIDA 3 | 1420,00 | 1418,00 | 1417,47 | 1415,47 | 9,12 | | 21,93 | 0,36 | 2,53 | 2,53 | 2,63 | 0,80 | 2,11 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | | |
| SL(SJ)1 | P(SJ)L4 | 1430,12 | 1430,05 | 1428,86 | 1428,79 | 3,35 | 2,15 | 2,09 | 0,36 | 1,26 | 1,26 | 1,36 | 0,80 | 1,09 | 2,34 | 2,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,38 | 1,69 | 0,00 | | |
| SL(SJ)2 | P(SJ)L10 | 1419,20 | 1420,45 | 1418,02 | 1417,92 | 13,30 | 12,10 | 0,70 | 0,28 | 1,18 | 2,53 | 1,96 | 0,72 | 1,40 | 16,92 | 16,87 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 1,76 | 14,22 | 0,00 | | |
| ST(SJ)4 | P(SJ)L7 | 1431,70 | 1431,55 | 1430,44 | 1430,29 | 5,55 | 4,35 | 2,70 | 0,36 | 1,26 | 1,26 | 1,36 | 0,80 | 1,09 | 4,74 | 4,74 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,77 | 3,42 | 0,00 | | |
| TOTALES | | | | | | | | | | | | | | | 661,39 | 608,11 | 53,28 | 0,00 | 0,00 | 69,47 | 538,631,84 | | | |

SALIDAS PLUVIALES

CORREGIMIENTO DE SAN JOSE DE SUAITA

Anexo 10. Áreas y longitudes de rotura sobre vías vehiculares y peatonales

| TRAMO DE | A | LONGITUD | | | | | | | Total | Ø (m) | Espesor Tubería | Ancho Zanja | Area | | | | | |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|----------|--------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|------|
| | | 1.03 | 1.04.1.a | 1.04.1.b | 1.04.2.a | 1.04.2.b | 1.04.2.c | 1.03 | | | | | 1.04.1.a | 1.04.1.b | 1.04.2.a | 1.04.2.b | 1.04.2.c | 1.07 |
| ST(SJ)1 | P(SJ)L1 | | | | | | | 16,73 | 0,28 | 0,016 | 0,72 | | | | | | | |
| P(SJ)L1 | ST(SJ)2 | | | | | | | 47,55 | 0,28 | 0,016 | 0,72 | | | | | | | |
| ST(SJ)2 | P(SJ)L2 | | | | | | | 12,27 | 0,36 | 0,019 | 0,80 | | | | | | | |
| P(SJ)L2 | P(SJ)L3 | | | | | | | 17,85 | 0,36 | 0,019 | 0,80 | | | | | | | |
| P(SJ)L3 | P(SJ)L4 | | | | | | | 29,07 | 0,36 | 0,019 | 0,80 | | | | | | | |
| P(SJ)L4 | P(SJ)L5 | | | | | | | 39,54 | 0,36 | 0,019 | 0,80 | | | | | | | |
| P(SJ)L5 | P(SJ)L6 | | | | | | | 17,24 | 0,36 | 0,019 | 0,80 | | | | | | | |
| P(SJ)L6 | SALIDA 1 | | | | | | | 8,38 | 0,36 | 0,019 | 0,80 | | | | | | | |
| ST(SJ)3 | P(SJ)L7 | | | | | | | 54,21 | 0,28 | 0,016 | 0,72 | | | | | | | |
| P(SJ)L7 | P(SJ)L8 | | | | | | | 76,34 | 0,45 | 0,024 | 0,90 | | | | | | | |
| P(SJ)L8 | P(SJ)L9 | | | | | | | 12,91 | 0,45 | 0,024 | 0,90 | | | | | | | |
| P(SJ)L9 | SALIDA 2 | | | | | | | 9,51 | 0,45 | 0,024 | 0,90 | | | | | | | |
| ST(SJ)5 | P(SJ)L10 | | | | | | | 71,26 | 0,36 | 0,019 | 0,80 | | | | | | | |
| P(SJ)L10 | P(SJ)L11 | | | | | | | 8,68 | 0,36 | 0,019 | 0,80 | | | | | | | |
| P(SJ)L11 | SALIDA 3 | | | | | | | 9,12 | 0,36 | 0,019 | 0,80 | | | | | | | |
| SL(SJ)1 | P(SJ)L4 | | | | | | | 3,35 | 0,36 | 0,019 | 0,80 | | | | | | | |
| SL(SJ)2 | P(SJ)L10 | | | | | | | 13,30 | 0,28 | 0,016 | 0,72 | | | | | | | |
| ST(SJ)4 | P(SJ)L7 | | | | | | | 5,55 | 0,36 | 0,019 | 0,80 | | | | | | | |
| TOTAL | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 452,86 | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

SALIDAS PLUVIALES

CORREGIMIENTO DE SAN JOSE DE SUAITA

Anexo 10. Longitud efectiva de tubería

| De | A | Long. | ø | Pend. | Dpini/2 | Lpi | Lmodulo | Le-total | Le-módulo | Lpd |
|----------|----------|-------|------|-------|---------|------|---------|----------|-----------|------|
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| ST(SJ)1 | P(SJ)L1 | 16,73 | 0,28 | 21,22 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 15,88 | 15,88 | 0,60 |
| P(SJ)L1 | ST(SJ)2 | 47,55 | 0,28 | 9,57 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 46,56 | 46,56 | 0,60 |
| ST(SJ)2 | P(SJ)L2 | 12,27 | 0,36 | 4,32 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 11,08 | 11,08 | 0,60 |
| P(SJ)L2 | P(SJ)L3 | 17,85 | 0,36 | 3,03 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 16,66 | 16,66 | 0,60 |
| P(SJ)L3 | P(SJ)L4 | 29,07 | 0,36 | 3,89 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 27,89 | 27,89 | 0,60 |
| P(SJ)L4 | P(SJ)L5 | 39,54 | 0,36 | 8,88 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 38,49 | 38,49 | 0,60 |
| P(SJ)L5 | P(SJ)L6 | 17,24 | 0,36 | 12,82 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 16,17 | 16,17 | 0,60 |
| P(SJ)L6 | SALIDA 1 | 8,38 | 0,36 | 15,87 | 0,60 | | 0,00 | | | |
| ST(SJ)3 | P(SJ)L7 | 54,21 | 0,28 | 9,70 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 53,26 | 53,26 | 0,60 |
| P(SJ)L7 | P(SJ)L8 | 76,34 | 0,45 | 5,16 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 75,24 | 75,24 | 0,60 |
| P(SJ)L8 | P(SJ)L9 | 12,91 | 0,45 | 4,73 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 11,72 | 11,72 | 0,60 |
| P(SJ)L9 | SALIDA 2 | 9,51 | 0,45 | 10,52 | 0,60 | | 0,00 | | | |
| ST(SJ)5 | P(SJ)L10 | 71,26 | 0,36 | 1,92 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 70,07 | 70,07 | 0,60 |
| P(SJ)L10 | P(SJ)L11 | 8,68 | 0,36 | 5,18 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 7,49 | 7,49 | 0,60 |
| P(SJ)L11 | SALIDA 3 | 9,12 | 0,36 | 21,93 | 0,60 | | 0,00 | | | |
| SL(SJ)1 | P(SJ)L4 | 3,35 | 0,36 | 2,09 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 2,15 | 2,15 | 0,60 |
| SL(SJ)2 | P(SJ)L10 | 13,30 | 0,28 | 0,70 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 12,10 | 12,10 | 0,60 |
| ST(SJ)4 | P(SJ)L7 | 5,55 | 0,36 | 2,70 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 4,35 | 4,35 | 0,60 |

| Material | Longitud |
|----------|----------|
| D160NOV | 0,00 |
| D200NOV | 0,00 |
| D250NOV | 0,00 |
| D315NOV | 127,80 |
| D400NOV | 194,36 |
| D450NOV | 0,00 |
| D500NOV | 86,96 |

SALIDAS PLUVIALES

CORREGIMIENTO DE SAN JOSE DE SUAITA

Anexo 10. Cuadro de dimensiones Estructura-Pozo

| STRUCTUR POZO | ABS | CUADRO DE DIMENSIONES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | CANTIDADES DE OBRA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-----|-----------------------|---------------|--------|---------|---------------------|---------|----------|---------|----------|--------------------|----------|---------|---------|----------|----------------------|----------|----------|---------|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------------|-------------|-------------|----------------|--------------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|---------------|---------|------|-------|
| | | LOCALIZACION | | | | COLECTOR DE ENTRADA | | | | | COLECTOR DE SALIDA | | | | | COLECTORES AFLUENTES | | | | CAMARAS DE CAIDA | | | | | | e m | Cota A m | ACERO Kg | CONCRETO m3 | EXCAV. m3 | TUBERIA | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | DEF T(m) | TAN R m | d m | Dp m | Oe m | Pe % | Lpi m | Ce m | Cet m | Os m | Obs m | Ps % | Pp % | Lpd m | Cs m | Cfs m | Cst m | O1 m | O2 m | O3 m | O4 m | C1 m | C2 m | C3 m | | | | | | C4 m | dHe m | O'e m | dH1 m | O'1 m | dH2 m | O'2 m | dH3 m | O'3 m | dH4 m | O'4 m | PVC 02' m | PVC 02' Un | | | |
| ST(SJ)1 | | | | | 1,20 | | | | | | 0,28 | 21,22 | 0,60 | 1439,17 | | 1439,04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1439,52 | 0,00 | 0,92 | 4,03 | | | | | | | |
| PI(SJ)L1 | | | | | 1,20 | 0,28 | 21,22 | 0,60 | 1435,62 | 1435,74 | 0,28 | 9,57 | 0,60 | 1435,15 | | 1435,10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1436,23 | 0,00 | 1,87 | 5,21 | | | | | | | |
| ST(SJ)2 | | | | | 1,20 | 0,28 | 9,57 | 0,60 | 1430,60 | 1430,66 | 0,36 | 4,32 | 0,60 | 1430,28 | | 1430,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1431,14 | 0,00 | 1,64 | 6,04 | | | | | | | |
| PI(SJ)L2 | | | | | 1,20 | 0,36 | 4,32 | 0,60 | 1429,75 | 1429,77 | 0,36 | 3,03 | 0,60 | 1429,49 | | 1429,47 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,25 | 1430,38 | 0,00 | 1,67 | 6,69 | | | | | | | |
| PI(SJ)L3 | | | | | 1,20 | 0,36 | 3,03 | 0,60 | 1428,95 | 1428,97 | 0,36 | 3,89 | 0,60 | 1428,64 | | 1428,62 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,25 | 1429,58 | 0,00 | 1,73 | 7,47 | | | | | | | |
| PI(SJ)L4 | | | | | 1,20 | 0,36 | 3,89 | 0,60 | 1427,51 | 1427,54 | 0,36 | 8,88 | 0,60 | 1426,80 | | 1426,74 | 0,36 | | 1428,79 | | | | | | | | | 1,99 | 0,30 | | | | | | 0,25 | 1429,40 | 0,00 | 4,14 | 10,46 | 2,29 | 2,00 | | | | | |
| PI(SJ)L5 | | | | | 1,20 | 0,36 | 8,88 | 0,60 | 1423,29 | 1423,34 | 0,36 | 12,82 | 0,60 | 1422,36 | | 1422,29 | | | | | | | | | | | | 0,92 | 0,30 | | | | | | 0,25 | 1423,95 | 0,00 | 2,74 | 13,15 | 1,30 | 2,00 | | | | | |
| PI(SJ)L6 | | | | | 1,20 | 0,36 | 12,82 | 0,60 | 1420,15 | 1420,23 | 0,36 | 15,87 | | 1419,08 | | 1419,08 | | | | | | | | | | | | 1,08 | 0,30 | | | | | | 0,25 | 1420,84 | 0,00 | 2,98 | 16,27 | 1,40 | 2,00 | | | | | |
| SALIDA 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1421,00 | N.D. | 301,82 | 402,46 | | | | | | | | |
| ST(SJ)3 | | | | | 1,20 | | | | | | 0,28 | 9,70 | 0,60 | 1435,63 | | 1435,57 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1436,05 | 0,00 | 1,00 | 4,03 | | | | | | | | |
| PI(SJ)L7 | | | | | 1,20 | 0,28 | 9,70 | 0,60 | 1430,37 | 1430,42 | 0,45 | 5,16 | 0,60 | 1429,85 | | 1429,62 | 0,36 | | 1430,29 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1430,91 | 0,00 | 2,12 | 5,84 | | | | | | | |
| PI(SJ)L8 | | | | | 1,20 | 0,45 | 5,16 | 0,60 | 1425,71 | 1425,75 | 0,45 | 4,73 | 0,60 | 1425,12 | | 1425,09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,25 | 1426,45 | 0,00 | 2,21 | 7,36 | | | | | | | |
| PI(SJ)L9 | | | | | 1,20 | 0,45 | 4,73 | 0,60 | 1424,51 | 1424,54 | 0,45 | 10,52 | | 1423,47 | | 1423,47 | | | | | | | | | | | | 1,04 | 0,36 | | | | | | 0,25 | 1425,24 | 0,00 | 3,04 | 11,55 | 1,32 | 2,00 | | | | | |
| SALIDA 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1424,00 | N.D. | 302,46 | 403,31 | | | | | | | |
| ST(SJ)5 | | | | | 1,20 | | | | | | 0,36 | 1,92 | 0,60 | 1420,56 | | 1420,55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1421,16 | 0,00 | 1,23 | 4,23 | | | | | | | |
| PI(SJ)L10 | | | | | 1,20 | 0,36 | 1,92 | 0,60 | 1419,19 | 1419,20 | 0,36 | 5,18 | 0,60 | 1418,85 | | 1418,82 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,25 | 1419,81 | 0,00 | 1,75 | 5,08 | | | | | | | |
| PI(SJ)L11 | | | | | 1,20 | 0,36 | 5,18 | 0,60 | 1418,40 | 1418,43 | 0,36 | 21,93 | | 1417,47 | | 1417,47 | | | | | | | | | | | | 0,93 | 0,30 | | | | | | 0,25 | 1419,05 | 0,00 | 2,73 | 8,37 | 1,22 | 2,00 | | | | | |
| SALIDA 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1416,00 | N.D. | 300,76 | 401,04 | | | | | | | |
| SL(SJ)1 | | | | | 1,20 | | | | | | 0,36 | 2,09 | 0,60 | 1428,86 | | 1428,85 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1429,46 | 0,00 | 1,23 | 4,23 | | | | | | | |
| SL(SJ)2 | | | | | 1,20 | | | | | | 0,28 | 0,70 | 0,60 | 1418,02 | | 1418,01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1418,50 | 0,00 | 1,06 | 4,03 | | | | | | |
| ST(SJ)4 | | | | | 1,20 | | | | | | 0,36 | 2,70 | 0,60 | 1430,44 | | 1430,42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,20 | 1431,03 | 0,00 | 1,22 | 4,23 | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | 940,32 | 1335,09 | 7,54 | 10,00 |

SALIDAS PLUVIALES

CORREGIMIENTO DE SAN JOSE DE SUAITA

Anexo 10. Cuadro de dimensiones y cantidades de obra de las estructuras en ladrillo de los pozos de inspección y salidas pluviales

| CUADRO DE DIMENSIONES Y CANTIDADES DE OBRA | | | | | | | | | | | |
|--|-------|--------------|---------|---------|-------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| ESTRUCT. POZO | T I P | COTA RASANTE | COTA B | COTA A | H (m) | TUBERIA SANIT.PVC (m) | MURO EN LADRILLO (m2) | CONCRETO PLACA Y ARO (m3) | PESO Ac-Fy=4200 psi (kg) | PESO Ac-Fy=2595 psi (kg) | PESO ARMADURA (kg) |
| ST(SJ)1 | | 1440,35 | 1439,75 | 1439,52 | 0,23 | | 2,88 | 0,00 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| P(SJ)L1 | | 1436,80 | 1436,20 | 1436,23 | 0,00 | | 1,83 | 0,00 | 23,48 | 10,71 | 34,19 |
| ST(SJ)2 | | 1432,25 | 1431,65 | 1431,14 | 0,51 | | 4,15 | 0,00 | 26,84 | 10,71 | 37,55 |
| P(SJ)L2 | | 1431,72 | 1431,12 | 1430,38 | 0,74 | | 5,21 | 0,00 | 30,2 | 10,71 | 40,91 |
| P(SJ)L3 | | 1431,18 | 1430,58 | 1429,58 | 1,00 | | 6,42 | 0,00 | 30,2 | 10,71 | 40,91 |
| P(SJ)L4 | | 1430,05 | 1429,45 | 1429,40 | 0,05 | 0,05 | 2,06 | 0,00 | 36,92 | 10,71 | 47,63 |
| P(SJ)L5 | | 1426,54 | 1425,94 | 1423,95 | 1,99 | 1,99 | 10,95 | 0,00 | 47 | 10,71 | 57,71 |
| P(SJ)L6 | | 1424,33 | 1423,73 | 1420,84 | 2,89 | 2,89 | 15,07 | 0,00 | 53,72 | 10,71 | 64,43 |
| SALIDA 1 | | 1423,00 | 1422,40 | 1421,00 | 1,40 | | 1,47 | 0,00 | 11968,28 | 10,71 | 11978,99 |
| ST(SJ)3 | | 1436,81 | 1436,21 | 1436,05 | 0,16 | | 2,56 | 0,00 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| P(SJ)L7 | | 1431,55 | 1430,95 | 1430,91 | 0,04 | | 2,03 | 0,00 | 26,84 | 10,71 | 37,55 |
| P(SJ)L8 | | 1427,61 | 1427,01 | 1426,45 | 0,56 | | 4,41 | 0,00 | 30,2 | 10,71 | 40,91 |
| P(SJ)L9 | | 1427,00 | 1426,40 | 1425,24 | 1,16 | 1,16 | 7,17 | 0,00 | 40,28 | 10,71 | 50,99 |
| SALIDA 2 | | 1426,00 | 1425,40 | 1424,00 | 1,40 | | 1,47 | 0,00 | 11991,8 | 10,71 | 12002,51 |
| ST(SJ)5 | | 1421,82 | 1421,22 | 1421,16 | 0,06 | | 2,12 | 0,00 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| P(SJ)L10 | | 1420,45 | 1419,85 | 1419,81 | 0,04 | | 2,01 | 0,00 | 23,48 | 10,71 | 34,19 |
| P(SJ)L11 | | 1420,00 | 1419,40 | 1419,05 | 0,35 | 0,35 | 3,46 | 0,00 | 30,2 | 10,71 | 40,91 |
| SALIDA 3 | | 1418,00 | 1417,40 | 1416,00 | 1,40 | | 1,47 | 0,00 | 11924,6 | 10,71 | 11935,31 |
| SL(SJ)1 | | 1430,12 | 1429,52 | 1429,46 | 0,06 | | 2,12 | 0,00 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| SL(SJ)2 | | 1419,20 | 1418,60 | 1418,50 | 0,10 | | 2,31 | 0,00 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| ST(SJ)4 | | 1431,70 | 1431,10 | 1431,03 | 0,07 | | 2,14 | 0,00 | 20,12 | 10,71 | 30,83 |
| TOTAL | | | | | | 6,44 | 8,31 | 0,00 | 36404,76 | 224,91 | 3669,67 |

SALIDAS PLUVIALES

CORREGIMIENTO DE SAN JOSE DE SUAITA

Anexo 10. Excavación en pozos

| POZO | Rasante | C.salida | H+0.40 | Dpozo | 0'1 | 0'2 | 0'3 | h1 | h2 | h3 | H | 0.0-2.50 | 2.50-5.00 | Mayor a 5.00 |
|----------|---------|----------|---------|-------|------|------|-----|------|------|---------|---------|----------|-----------|--------------|
| ST(SJ)1 | 1440,35 | 1439,17 | 1,58 | 1,20 | | | | 1,58 | 0,00 | 0,00 | 1,18 | 4,03 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)L1 | 1436,80 | 1435,15 | 2,05 | 1,20 | | | | 2,05 | 0,00 | 0,00 | 1,65 | 5,21 | 0,00 | 0,00 |
| ST(SJ)2 | 1432,25 | 1430,28 | 2,37 | 1,20 | | | | 2,37 | 0,00 | 0,00 | 1,97 | 6,04 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)L2 | 1431,72 | 1429,49 | 2,63 | 1,20 | | | | 2,50 | 0,13 | 0,00 | 2,23 | 6,36 | 0,33 | 0,00 |
| P(SJ)L3 | 1431,18 | 1428,64 | 2,94 | 1,20 | | | | 2,50 | 0,44 | 0,00 | 2,54 | 6,36 | 1,11 | 0,00 |
| P(SJ)L4 | 1430,05 | 1426,80 | 3,65 | 1,20 | | 0,30 | | 2,50 | 1,15 | 0,00 | 3,25 | 7,26 | 3,20 | 0,00 |
| P(SJ)L5 | 1426,54 | 1422,36 | 4,58 | 1,20 | 0,30 | | | 2,50 | 2,08 | 0,00 | 4,18 | 7,26 | 5,88 | 0,00 |
| P(SJ)L6 | 1424,33 | 1419,08 | 5,65 | 1,20 | 0,30 | | | 2,50 | 2,50 | 0,65 | 5,25 | 7,26 | 7,26 | 1,75 |
| SALIDA 1 | 1423,00 | 0,00 | 1423,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 2,50 | 2,50 | 1418,40 | 1423,00 | 0,71 | 0,71 | 401,04 |
| ST(SJ)3 | 1436,81 | 1435,63 | 1,58 | 1,20 | | | | 1,58 | 0,00 | 0,00 | 1,18 | 4,03 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)L7 | 1431,55 | 1429,65 | 2,30 | 1,20 | | | | 2,30 | 0,00 | 0,00 | 1,90 | 5,84 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)L8 | 1427,61 | 1425,12 | 2,89 | 1,20 | | | | 2,50 | 0,39 | 0,00 | 2,49 | 6,36 | 1,00 | 0,00 |
| P(SJ)L9 | 1427,00 | 1423,47 | 3,93 | 1,20 | 0,36 | | | 2,50 | 1,43 | 0,00 | 3,53 | 7,45 | 4,10 | 0,00 |
| SALIDA 2 | 1426,00 | 0,00 | 1426,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 2,50 | 2,50 | 1421,40 | 1426,00 | 0,71 | 0,71 | 401,89 |
| ST(SJ)5 | 1421,82 | 1420,56 | 1,66 | 1,20 | | | | 1,66 | 0,00 | 0,00 | 1,26 | 4,23 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)L10 | 1420,45 | 1418,85 | 2,00 | 1,20 | | | | 2,00 | 0,00 | 0,00 | 1,60 | 5,08 | 0,00 | 0,00 |
| P(SJ)L11 | 1420,00 | 1417,47 | 2,93 | 1,20 | 0,30 | | | 2,50 | 0,43 | 0,00 | 2,53 | 7,26 | 1,11 | 0,00 |
| SALIDA 3 | 1418,00 | 0,00 | 1418,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 2,50 | 2,50 | 1413,40 | 1418,00 | 0,71 | 0,71 | 399,63 |
| SL(SJ)1 | 1430,12 | 1428,86 | 1,66 | 1,20 | | | | 1,66 | 0,00 | 0,00 | 1,26 | 4,23 | 0,00 | 0,00 |
| SL(SJ)2 | 1419,20 | 1418,02 | 1,58 | 1,20 | | | | 1,58 | 0,00 | 0,00 | 1,18 | 4,03 | 0,00 | 0,00 |
| ST(SJ)4 | 1431,70 | 1430,44 | 1,66 | 1,20 | | | | 1,66 | 0,00 | 0,00 | 1,26 | 4,23 | 0,00 | 0,00 |

SALIDAS PLUVIALES

CORREGIMIENTO DE SAN JOSE DE SUAITA

ANEXO 11

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| | |
|----------|------------------------------|
| 1 | TRABAJOS PRELIMINARES |
|----------|------------------------------|

| | |
|------------|-----------------------------------|
| 1,1 | CAMPAMENTO Y ENCERRAMIENTO |
|------------|-----------------------------------|

| | | | | |
|--|----------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| 1,1,1 | CAMPAMENTO M2 | | | |
| UNIDAD: | M2 | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| MDEO MORTERO | M3 | 0,02 | \$17.500 | \$368 |
| MDEO CAMPAMENTO | M2 | 1,00 | \$12.500 | \$12.500 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$12.868 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| RECEBO / MATERIAL DE SUB BASE | M3 | 0,17 | \$130.500 | \$22.054 |
| TABLA CHAPA .30X.025X3 ORDINAR | ML | 3,31 | \$2.416 | \$7.992 |
| CEMENTO GRIS (CONSTRUCTOR) | KG | 5,70 | \$425 | \$2.423 |
| AGUA | LT | 3,99 | \$14 | \$55 |
| CONCRETO 2500 PSI (175N) | M3 | 0,05 | \$250.000 | \$13.125 |
| BLOQUE #4 STA/FE 33X23X9 FAB. FAB. | UN | 13,78 | \$613 | \$8.438 |
| TEJA PLACA OND. NO. 4 ETERNIT | UN | 1,10 | \$27.458 | \$30.272 |
| VARA DE CLAVO 6 METROS. | ML | 1,22 | \$1.218 | \$1.483 |
| GANCHO PLACA OND.150MM ETERNIT | UN | 2,20 | \$491 | \$1.083 |
| HERRAMIENTA MENOR % | %M | 5,00 | \$0 | \$0 |
| ARENA DE PEÑA | M3 | 0,03 | \$26.583 | \$753 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$87.678 |
| VALOR UNITARIO DE CAMPAMENTO M2 | | | | \$100.545 |

| | | | | |
|------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------------|
| 1,1,2 | REPLANTEO | | | |
| UNIDAD: | M2 | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| MDEO REPLANTEO EXTERIOR | M2 | 1,00 | \$1.250 | \$1,250 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$1,250 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| PUNTILLA 2" SIN CABEZA | LB | 0,08 | \$2.211 | \$177 |
| DURMIENTE ORDINARIO 4X.04X.04 | ML | 0.05 | \$1,000 | \$50 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$227 |
| VALOR UNITARIO DE REPLANTEO | | | | \$1,427 |

| | | | | |
|---|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1,1,3 | CERCA EN TABLA CHAPA H= 1.90 M | | | |
| UNIDAD: | ML | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| AYUDANTE | JORNAL | 0.13 | \$15,000 | \$1,895 |
| OFICIAL | JORNAL | 0.10 | \$20,000 | \$2,000 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$3,895 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| TABLA CHAPA .30X.025X3 ORDINAR | ML | 6.91 | \$2,417 | \$16,692 |
| VARA DE CLAVO 6 METROS. | ML | 2.45 | \$1,218 | \$2,989 |
| PUNTILLA 2" CON CABEZA | LB | 0.15 | \$2,197 | \$323 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$20,004 |
| VALOR UNITARIO DE CERCA EN TABLA CHAPA H= 1.90 M | | | | \$23,899 |

| | |
|------------|------------------|
| 1,2 | DESCAPOTE |
|------------|------------------|

| | | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|-----------------|--|----------------|
| 1,2,1 | DESCAPOTE MANUAL Y RETIRO | | | |
| UNIDAD: | M2 | | | |
| EQUIPO | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| VOLQUETA (VIAJE 6M3 MAX.30 KM) | VJ | 0,05 | \$62.500 | \$3.281 |
| | | | VALOR TOTAL DE EQUIPO | \$3.281 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| MDEO DESCAPOTE | M2 | 1,00 | \$1.843 | \$1.843 |
| | | | VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | \$1.843 |
| | | | VALOR UNITARIO DE DESCAPOTE MANUAL Y RETIRO | \$5.124 |

| | |
|------------|-----------------------------------|
| 1,3 | AISLAMIENTO Y SEÑALIZACION |
|------------|-----------------------------------|

| | | | | |
|-------------------------------|---------------------|-----------------|---------------------------------------|--------------------|
| 1,3,1 | SEÑALIZACION | | | |
| UNIDAD: | UN | | | |
| EQUIPO | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| AVISO 2 M. X 1.5 M. INSTALADO | UN | 1,00 | \$1.363.000 | \$1.363.000 |
| | | | VALOR TOTAL DE EQUIPO | \$1.363.000 |
| | | | VALOR UNITARIO DE SEÑALIZACION | \$1.363.000 |

1,4 RETIRO DE BASURAS Y ESCOMBROS

| | | | | |
|---|-------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 1,4,1 | RETIRO SOBRANTES | | | |
| UNIDAD: | M3 | | | |
| EQUIPO | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| VOLQUETA (VIAJE 6M3 MAX.30 KM) | VJ | 0,17 | \$62.500 | \$10.625 |
| VALOR TOTAL DE EQUIPO | | | | \$10.625 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| MDEO RETIRO SOBRANTES | M3 | 1,00 | \$6.250 | \$6.250 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$6.250 |
| VALOR UNITARIO DE RETIRO SOBRANTES | | | | \$16.875 |

2 MOVIMIENTOS DE TIERRAS**2,1 ROTURA DE PLACAS EN CONCRETO**

| | | | | |
|--|------------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 2,1,1 | DEMOLICION PLACAS PISO H=20 | | | |
| UNIDAD: | M2 | | | |
| EQUIPO | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| VOLQUETA (VIAJE 6M3 MAX.30 KM) | VJ | 0,05 | \$62.500 | \$3.125 |
| COMPRESOR 2 MARTILLOS 185 PCM | HR | 0,50 | \$29.000 | \$14.500 |
| VALOR TOTAL DE EQUIPO | | | | \$17.625 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| MDEO DEMOL PLACA PISO | M2 | 1,00 | \$3.403 | \$3.403 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$3.403 |
| VALOR UNITARIO DE DEMOLICION PLACAS PISO H=20 | | | | \$21.028 |

| | |
|------------|---|
| 2,2 | EXCAVACION EN TIERRA SIN ACARREO LIBRE |
|------------|---|

| | | | | |
|---|---------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 2,2,1 EXCAVACION ZANJA H=1 M MATERIAL COMPACTADO | | | | |
| UNIDAD: M3 | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| MDEO EXCAV. ZANJA TIER COMP 1M | M3 | 1,00 | \$11.250 | \$11.250 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$11.250 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| HERRAMIENTA MENOR % | %M | 2,00 | \$0 | \$0 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$0 |
| VALOR UNITARIO DE EXCAVACION ZANJA H=1 M MATERIAL COMPACTADO | | | | \$11.250 |

| | |
|------------|--|
| 2,3 | EXCAVACIÓN MANUAL EN TIERRA PROFUNDIDAD MENOR A 2,00M |
|------------|--|

| | | | | |
|--|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 2,3,1 EXCAVACION ZANJA H=2M MATERIAL COMPACTADO | | | | |
| UNIDAD: M3 | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| OFICIAL | JORNAL | 0.30 | \$20,000 | \$6,000 |
| AYUDANTE | JORNAL | 0.51 | \$15,000 | \$7,650 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$13,650 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| HERRAMIENTA MENOR % | %M | 2.00 | \$0 | \$0 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$0 |
| VALOR UNITARIO DE EXCAVACION ZANJA H=2M MATERIAL COMPACTADO | | | | \$13,650 |

2,4 EXCAVACIÓN MANUAL EN TIERRA PROFUNDIDAD 2-5 M

| 2,4,1 EXCAVACION MANUAL H>2 M. INCLUYE ENTIBADO | | | | |
|---|--------|----------|----------------|-----------------|
| UNIDAD: M3 | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR PARCIAL |
| AYUDANTE | JORNAL | 0.44 | \$15,000 | \$6,578 |
| OFICIAL | JORNAL | 0.60 | \$20,000 | \$12,000 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$18,578 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR PARCIAL |
| TABLA BURRA .25X.025X3 ORDINAR | ML | 4.50 | \$2,658 | \$11,963 |
| HERRAMIENTA MENOR % | %M | 2.00 | \$0 | \$0 |
| CERCO ORDINARIO 3MX8CMX8CM | UN | 1.50 | \$10,879 | \$16,319 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$28,282 |
| VALOR UNITARIO DE EXCAVACION MANUAL H>2 M. INCLUYE ENTIBADO | | | | \$46,860 |

2,5 SUMINISTRO, CONFORMACIÓN DE RELLENO EN MAT. SELECCIONADO PARA ENCAMADO

| 2,5,1 RELLENOS RECEBO | | | | |
|--|--------|----------|---------------|-----------------|
| UNIDAD: M3 | | | | |
| EQUIPO | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR UNITARI | VALOR PARCIAL |
| RANA A GASOLINA DE 50X74 CM | DD | 0,04 | \$29.000 | \$1.160 |
| VALOR TOTAL DE EQUIPO | | | | \$1.160 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR UNITARI | VALOR PARCIAL |
| MDEO RELLENOS RECEBO | M3 | 1,00 | \$6.875 | \$6.875 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$6.875 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR UNITARI | VALOR PARCIAL |
| RECEBO BASE COMÚN | M3 | 1,34 | \$11.250 | \$15.075 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$15.075 |
| VALOR UNITARIO DE RELLENOS RECEBO | | | | \$23.110 |

| | |
|-----|--|
| 2,6 | CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE RELLENOS EN MATERIAL SELECCIONADO |
|-----|--|

| | | | | |
|---|---------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 2,6,1 RELLENOS EN TIERRA | | | | |
| UNIDAD: M3 | | | | |
| EQUIPO | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| VIBRADOR A GASOLINA | DD | 0.04 | \$25,636 | \$1,025 |
| VALOR TOTAL DE EQUIPO | | | | \$1,025 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| OFICIAL | JORNAL | 0.10 | \$20,000 | \$2,000 |
| AYUDANTE | JORNAL | 0.34 | \$15,000 | \$5,150 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$7,150 |
| VALOR UNITARIO DE RELLENOS EN TIERRA | | | | \$8,175 |

| | |
|-----|---|
| 2,7 | CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN EN MATERIAL COMÚN |
|-----|---|

| | | | | |
|--|---------------|-----------------|----------------|----------------|
| 2,7,1 RELLENOS EN TIERRA MATERIAL COMÚN | | | | |
| UNIDAD: M3 | | | | |
| EQUIPO | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| VIBRADOR A GASOLINA | DD | 0,04 | \$24.650 | \$986 |
| VALOR TOTAL DE EQUIPO | | | | \$986 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| MDEO RELLENOS RECEBO | M3 | 1,00 | \$6.875 | \$6.875 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$6.875 |
| VALOR UNITARIO DE RELLENOS EN TIERRA MATERIAL COMÚN | | | | \$7.861 |

2,8 EXCAVACIÓN MECANICA

| | | | | |
|--------------------------------|----------------------------|-----------------|--|-----------------|
| 2,8,1 | EXCAVACION MECANICA | | | |
| UNIDAD: | M3 | | | |
| EQUIPO | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| VOLQUETA (VIAJE 6M3 MAX.30 KM) | VJ | 0,37 | \$62.500 | \$23.125 |
| CARGADOR FRONTAL | DIA | 0,03 | \$240,000 | \$7,200 |
| | | | VALOR TOTAL DE EQUIPO | \$30,325 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| OPERARIO | DIA | 0.03 | \$35,000 | \$1,050 |
| | | | VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | \$1,050 |
| | | | VALOR UNITARIO DE EXCAVACION MECANICA | \$31,375 |

2,9**CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE RELLENO EN MATERIAL SELECCIONADO**

| | | | | |
|--------------------------------|---|-----------------|--|-----------------|
| 2,9,1 | RELLENOS MATERIAL SELECCIONADO (ARENA GRAVOSA) | | | |
| UNIDAD: | M3 | | | |
| EQUIPO | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| VIBRADOR A GASOLINA | DD | 0,4 | \$24.650 | \$9860 |
| | | | VALOR TOTAL DE EQUIPO | \$9860 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| MDEO RELLENOS MAT. SELECCINADO | M3 | 1,00 | \$19,265 | \$19,265 |
| | | | VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | \$19,265 |
| | | | VALOR UNITARIO DE RELLENOS EN TIERRA MATERIAL COMÚN | \$29,125 |

| | |
|----------|-------------------------------|
| 3 | TUBERIAS PREFABRICADAS |
|----------|-------------------------------|

| | |
|------------|--|
| 3,1 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC |
|------------|--|

| | | | | |
|--|--|-----------------|----------------|-----------------|
| 3,1,1 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA 1,5-2-3-4-6 PVC | | | |
| UNIDAD: | ML | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| MDEO TUBERÍA PRESIÓN RDE 21 3" | ML | 1,00 | \$2.500 | \$2.500 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$2.500 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| LUBRICANTE NOVAFORT UNI-Z 0530000001 (500 GR) | UND | 0,01 | \$10.610 | \$67 |
| TUBO PRESION RALCO | ML | 1,00 | \$20.000 | \$20.000 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$20.067 |
| VALOR UNITARIO DE SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA | | | | \$22.567 |

| | |
|------------|--|
| 3,2 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN ACCESORIOS |
|------------|--|

| | | | | |
|---|---|-----------------|----------------|-----------------|
| 3,2,1 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN UNIÓN PRESIÓN UNI-Z X UNI-Z 1,5-2-3-4-6 PVC | | | |
| UNIDAD: | UND | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| MDEO TUBERÍA PRESIÓN | ML | 1,00 | \$2.500 | \$2.500 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$2.500 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| UNIÓN PRESIÓN UNI-Z X UNI-Z PVC | UND | 1,00 | \$35.000 | \$35.000 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$35.000 |
| VALOR UNITARIO DE SUMINISTRO E INSTALACIÓN UNIÓN PRESIÓN | | | | \$37.500 |

3,3 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODOS

| | | | | |
|--|--|-----------------|----------------|-----------------|
| 3,3,1 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODOS UNIÓN Z | | | |
| UNIDAD: | UND | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| MDEO TUBERÍA PRESIÓN | ML | 1,00 | \$2.500 | \$2.500 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$2.500 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| CODO UNIÓN Z 1560921701 | UND | 1,00 | \$81.250 | \$81.250 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$81.250 |
| VALOR UNITARIO DE SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODOS UNIÓN Z | | | | \$83.750 |

3,4 SUMINISTRO E INSTALACIÓN VALVULAS

| | | | | |
|---|---|-----------------|----------------|------------------|
| 3,4,1 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VALVULAS | | | |
| UNIDAD: | UND | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| MDEO TUBERÍA PRESIÓN | ML | 1,00 | \$2.500 | \$2.500 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$2.500 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| VALVULA RED WHITE | UND | 1,00 | \$387.500 | \$387.500 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$387.500 |
| VALOR UNITARIO DE SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VALVULAS RED WHITE | | | | \$390.000 |

| | |
|------------|--|
| 3,5 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC |
|------------|--|

| | | | | |
|---|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 3,5,1 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVAFORT | | | | |
| UNIDAD: ML | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| OFICIAL | JORNAL | 0.20 | \$20,000 | \$4,000 |
| AYUDANTE | JORNAL | 0.23 | \$15,000 | \$3,472 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$7,473 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| LUBRICANTE NOVAFORT UNI-Z | UND | 0.01 | \$10,614 | \$67 |
| HIDROSELLO ALCANT NOVAFORT | UN | 0.35 | \$3,189 | \$1,116 |
| TUBO ALCANT NOVAFORT | ML | 1.05 | \$30,011 | \$31,512 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$32,695 |
| VALOR UNITARIO DE SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVAFORT | | | | \$40,167 |

| | |
|------------|--|
| 3,6 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN ACCESORIOS PVC |
|------------|--|

| | | | | |
|--|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 3,6,1 SUMINISTRO E INSTALACIÓN ACCESORIOS PVC | | | | |
| UNIDAD: UND | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| OFICIAL | JORNAL | 0.25 | \$20,000 | \$5,000 |
| AYUDANTE | JORNAL | 0.50 | \$15,000 | \$7,525 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$12,525 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| SILLAS YEE ALCANT NOVAFORT 1876240201UN | | 1.00 | \$52,538 | \$52,538 |
| ADHESIVO NOVAFORT 0540000001 | UND | 0.35 | \$54,645 | \$19,126 |
| ACONDICIONADOR DE SUPERFICIE NOVAFORT UND | | 0.01 | \$71,253 | \$935 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$72,599 |
| VALOR UNITARIO DE SUMINISTRO E INSTALACIÓN ACCESORIOS PVC | | | | \$85,125 |

4**ESTRUCTURAS****4,1****SUMINISTRO Y APLICACIÓN CONCRETO DE 3,000PSI****4,1,1 SUMINISTRO CONCRETO 3000 PSI****UNIDAD: M3****MANO DE OBRA**

| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
|------------------------------------|--------|----------|----------|-----------------|
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| MDEO CONCRETO | M3 | 1,00 | \$28.750 | \$28.750 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$28.750 |

MATERIALES

| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
|---|--------|----------|----------|------------------|
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| CEMENTO GRIS (CONSTRUCTOR) | KG | 408,24 | \$425 | \$173.502 |
| GRAVILLA DE RIO | M3 | 0,84 | \$43.750 | \$36.750 |
| ARENA LAVADA DE RIO | M3 | 0,74 | \$31.250 | \$23.000 |
| AGUA | LT | 210,00 | \$14 | \$2.888 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$236.140 |
| VALOR UNITARIO DE SUMINISTRO CONCRETO 3000 PSI | | | | \$264.890 |

4.2

ATRAQUE TUBERIA

| 4.2,1 ATRAQUE DE TUBERIA 8" | | | | |
|--|--------|----------|----------|----------------|
| UNIDAD: ML | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| AYUDANTE | JORNAL | 0.07 | \$15,000 | \$1,000 |
| OFICIAL | JORNAL | 0.05 | \$20,000 | \$1,000 |
| AYUDANTE | JORNAL | 0.02 | \$15,000 | \$231 |
| OFICIAL | JORNAL | 0.02 | \$20,000 | \$370 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$2,602 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| CEMENTO GRIS (CONSTRUCTOR) | KG | 4.97 | \$425 | \$2,112 |
| ARENA LAVADA DE RIO | M3 | 0.01 | \$31,262 | \$426 |
| GRAVILLA DE RIO | M3 | 0.02 | \$43,766 | \$935 |
| AGUA | LT | 3.04 | \$14 | \$42 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$3,515 |
| VALOR UNITARIO DE ATRAQUE DE TUBERIA 8" | | | | \$6,117 |

4.3

PLACA PISO PARA POZOS

| 4.3,1 PLACA PISO POZOS | | | | |
|---|--------|----------|-----------|------------------|
| UNIDAD: UND | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| AYUDANTE | JORNAL | 0.13 | \$15,000 | \$1,875 |
| OFICIAL | JORNAL | 0.13 | \$20,000 | \$2,500 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$4,375 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| CONCRETO 3000 PSI (210N) | M3 | 0.50 | \$361,185 | \$180,592 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$180,592 |
| VALOR UNITARIO DE PLACA PISO POZOS | | | | \$184,967 |

4.4 CILINDRO POZO INSPECCIÓN DIAMETRO 1.2M

| 4.4,1 CILINDRO POZO INSPECCIÓN DIAMETRO 1.2M | | | | |
|---|--------|----------|----------------|------------------|
| UNIDAD: | | ML | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR PARCIAL |
| AYUDANTE | JORNAL | 1.00 | \$15,000 | \$15,000 |
| OFICIAL | JORNAL | 1.00 | \$20,000 | \$20,000 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$35,000 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR PARCIAL |
| LADRILLO TOLETE PERF. MOORE FAB. | UN | 441.00 | \$400 | \$176,466 |
| MORTERO 1 : 1.5 (ESMALTADO) | M3 | 0.04 | \$461,948 | \$19,032 |
| TUBO SANITARIO 2" PAVCO 0180904001 | ML | 1.00 | \$6,955 | \$6,955 |
| CODO 90° SANITARIO 2" PAVCO 1730922406 | UN | 1.00 | \$7,056 | \$7,056 |
| ESCALON METALICO PINTADO CON ANTICORROSIVO | UND | 2.50 | \$2,500 | \$6,250 |
| MORTERO 1:2 | M3 | 0.84 | \$332,089 | \$278,955 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$494,714 |
| VALOR UNITARIO DE CILINDRO POZO INSPECCIÓN DIAMETRO 1.2M | | | | \$529,714 |

4.5 CONO POZO INSPECCIÓN DIAMETRO 1.2M

| 4.5.,1 CONO PARA POZO DE INSPECCION DIAMETRO 1.2M | | | | |
|---|--------|----------|----------------|------------------|
| UNIDAD: | | UND | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR PARCIAL |
| OFICIAL | JORNAL | 0.63 | \$20,000 | \$12,500 |
| AYUDANTE | JORNAL | 0.63 | \$15,000 | \$9,375 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$21,875 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR PARCIAL |
| LADRILLO TOLETE PERF. MOORE FAB. | UN | 126.00 | \$400 | \$50,419 |
| MORTERO 1:2 | M3 | 0.41 | \$332,089 | \$135,990 |
| ESCALON METALICO PINTADO CON ANTICORROSIVO | UND | 1.00 | \$2,500 | \$2,500 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$188,909 |
| VALOR UNITARIO DE CONO PARA POZO DE INSPECCION DIAMETRO 1.2M | | | | \$210,784 |

4.6**TAPA Y ANILLO POZO DIAMETRO 1.2M**

| 4.6,1 TAPA Y ANILLO PARA POZOS DE DIAMETRO 1.2M | | | | |
|--|---------------|-----------------|-----------------|------------------|
| UNIDAD: UND | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| AYUDANTE | JORNAL | 0.25 | \$15,000 | \$3,750 |
| OFICIAL | JORNAL | 0.25 | \$20,000 | \$5,000 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$8,750 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| CONCRETO 3000 PSI (210N) | M3 | 0.27 | \$391,646 | \$105,744 |
| HIERRO PR-60 CORRU/FIG 5/8" | KG | 38.68 | \$1,674 | \$64,759 |
| ARO Y TAPA POZOS INSPECCIÓN EN HF TIPO LIVIANO | UND | 1.00 | \$125,047 | \$125,047 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$295,550 |
| VALOR UNITARIO DE TAPA Y ANILLO PARA POZOS DE DIAMETRO 1.2M | | | | \$304,300 |

4.7

SUMIDEROS

| | | | | |
|--|---------------|-----------------------------------|-----------------|------------------|
| 4,7,1 | | SUMIDERO TRANSVERSAL ST-40 | | |
| UNIDAD: | | UN | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| OFICIAL | JORNAL | 1.00 | \$20,000 | \$20,000 |
| AYUDANTE | JORNAL | 2.57 | \$15,000 | \$38,500 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$58,500 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| SOLDADURA DE 1/8 REF. 6013 | KG | 0.60 | \$4,575 | \$2,475 |
| REJILLA | UN | 1.00 | \$85,000 | \$85,000 |
| ALAMBRE NEGRO CAL. 18 | KG | 0.45 | \$2,008 | \$903 |
| MORTERO 1 : 5 ARENA PEÑA | M3 | 0.65 | \$189,835 | \$123,392 |
| CONCRETO 1:3:4 ARENA LAVADA RIO | M3 | 1.35 | \$230,854 | \$311,666 |
| HIERRO A-37 LISO/FIG 3/8" | KG | 25,00 | \$1,836 | \$45,950 |
| CEMENTO GRIS (CONSTRUCTOR) | KG | 8.23 | \$425 | \$3,499 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$572,885 |
| VALOR UNITARIO SUMIDERO TRANSVERSAL ST-40 | | | | \$631,385 |

| | | | | |
|---|---------------|-----------------|-----------------|------------------|
| 4,7,2 SUMIDERO TRANSVERSAL SL-200 | | | | |
| UNIDAD: UN | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| OFICIAL | JORNAL | 1.00 | \$20,000 | \$20,000 |
| AYUDANTE | JORNAL | 2.57 | \$15,000 | \$38,500 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$58,500 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| SOLDADURA DE 1/8 REF. 6013 | KG | 0.40 | \$4,575 | \$1830 |
| REJILLA | UN | 1.00 | \$85,000 | \$85,000 |
| ALAMBRE NEGRO CAL. 18 | KG | 0.30 | \$2,008 | \$602 |
| MORTERO 1 : 5 ARENA PEÑA | M3 | 0.45 | \$189,835 | \$85,425 |
| CONCRETO 1:3:4 ARENA LAVADA RIO | M3 | 1.1 | \$230,854 | \$253,939 |
| HIERRO A-37 LISO/FIG 3/8" | KG | 18,00 | \$1,836 | \$33,048 |
| CEMENTO GRIS (CONSTRUCTOR) | KG | 8.23 | \$425 | \$3,499 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$463,343 |
| VALOR UNITARIO DE SUMIDERO LONGITUDINAL SL-200 | | | | \$521,843 |

4.8

CONCRETOS Y MORTEROS

| 4,8,1 CONCRETO 1:3:5 ARENA LAVADA RIO + GRAVILLA. | | | | |
|--|--------|----------|----------|------------------|
| UNIDAD | M3 | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| AYUDANTE | JORNAL | 0.8333 | \$15,000 | \$12,500 |
| OFICIAL | JORNAL | 1 | \$20,000 | \$20,000 |
| VALOR TOTAL MANO DE OBRA | | | | \$32,500 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| AGUA | LT | 164 | \$14 | \$2,256 |
| ARENA LAVADA DE RIO | M3 | 0.736 | \$31,262 | \$23,009 |
| CEMENTO GRIS (CONSTRUCTOR) | KG | 268.272 | \$425 | \$114,058 |
| GRAVILLA DE RIO | M3 | 1.1536 | \$43,766 | \$50,489 |
| VALOR TOTAL MATERIALES | | | | \$189,811 |
| VALOR TOTAL CONCRETO 1:3:5 ARENA LAVADA RIO + GRAVILLA. | | | | \$222,311 |

| 4,8,2 MORTERO 1 : 5 ARENA | | | | |
|--|--------|----------|----------|------------------|
| UNIDAD | M3 | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| AYUDANTE | JORNAL | 0.68 | \$15,000 | \$10,200 |
| OFICIAL | JORNAL | 0.4 | \$20,000 | \$8,000 |
| VALOR TOTAL MANO DE OBRA | | | | \$18,200 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| AGUA | LT | 205 | \$14 | \$2,820 |
| ARENA DE PEÑA | M3 | 1.3161 | \$26,592 | \$34,998 |
| CEMENTO GRIS (CONSTRUCTOR) | KG | 314.7456 | \$425 | \$133,817 |
| VALOR TOTAL MATERIALES | | | | \$171,635 |
| VALOR TOTAL MORTERO 1 : 5 ARENA | | | | \$189,835 |

4.9**MAMPOSTERIA EN LADRILLO****4.9,1 INSTALACION DE MURO EN LADRILLO H10****UNIDAD: M2****MANO DE OBRA**

| ITEM | UNIDA D | CANTIDA D | VALOR UNITARI | VALOR PARCIA |
|------------------------------------|--------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|
| MAMP. VISTA FACHADA | M2 | 1,00 | \$9.213 | \$9.213 |
| EXCAVACIÓN COMUN | M3 | 0,07 | \$6.780 | \$498 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$9.711 |

MATERIALES

| ITEM | UNIDA D | CANTIDA D | VALOR UNITARI | VALOR PARCIA |
|---|--------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|
| LADRILLO CORCHO 7.5X11X29 | UND | 42,00 | \$470 | \$19.750 |
| ARENA | M3 | 0,10 | \$16.451 | \$1.572 |
| CEMENTO GRIS BULTO 50 KGS. | UND | 0,55 | \$22.032 | \$12.145 |
| DOBLE TABLA | UND | 0,01 | \$5.484 | \$58 |
| BALDE PLASTICO PARA CONSTRUCCION | UND | 0,01 | \$2.184 | \$23 |
| CARRETILLA LEON BUGGY RUEDA CAUC | UND | 0,01 | \$80.194 | \$842 |
| PALA OVALADA #4 S/CABO HERRAGRO RE | UND | 0,00 | \$9.278 | \$14 |
| CARRETILLA CONTRUCTORA METALICA 6 | UND | 0,00 | \$114.743 | \$169 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$34.572 |
| VALOR UNITARIO DE MAMPOSTERIA LADRILLO H10 | | | | \$44.283 |

4.10

CAJAS DE DISTRIBUCION

| 4,10,1 INSTALACION CAJA DE DISTRIBUCION | | | | |
|---|-------|---------|----------|-----------------|
| UNIDAD: UND | | | | |
| EQUIPO | | | | |
| ITEM | UNIDA | CANTIDA | VALOR | VALOR |
| | D | D | UNITARI | PARCIA |
| MEZCLADORA | DIA | 0.1 | \$64,434 | \$6,443 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$6,443 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDA | CANTIDA | VALOR | VALOR |
| | D | D | UNITARI | PARCIA |
| EXCAVACION COMUN | M3 | 0.05 | \$6,780 | \$339 |
| EXCAVACION COMUN | M3 | 0.26 | \$6,780 | \$1,762 |
| EXCAVACION COMUN | M3 | 0.30 | \$6,780 | \$2,034 |
| CAJA DE DISTRIBUCION | UND | 1.00 | \$80,000 | \$80,000 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$84,135 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDA | CANTIDA | VALOR | VALOR |
| | D | D | UNITARI | PARCIA |
| CEMENTO GRIS BULTO 50 KGS | UND | 0,32 | \$22.032 | \$7.105 |
| ARENA | M3 | 0,01 | \$16.451 | \$214 |
| TRITURADO 3/4 | M3 | 0,04 | \$34.273 | \$1.371 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$8,690 |
| VALOR UNITARIO DE INSTALACION CAJA DE DISTRIBUCION | | | | \$99,268 |

4,10,2 INSTALACION CAJA DE INSPECCION MONITOREO DE LIXIVIADO**UNIDAD: UND****EQUIPO**

| ITEM | UNIDA | CANTIDA | VALOR | VALOR |
|------------------------------------|--------------|----------------|----------------|----------------|
| | D | D | UNITARI | PARCIA |
| MEZCLADORA | DIA | 0.1 | \$64,434 | \$6,443 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$6,443 |

MANO DE OBRA

| ITEM | UNIDA | CANTIDA | VALOR | VALOR |
|----------------------------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|
| | D | D | UNITARI | PARCIA |
| EXCAVACION COMUN | M3 | 0.05 | \$6,780 | \$339 |
| EXCAVACION COMUN | M3 | 0.26 | \$6,780 | \$1,762 |
| CAJA DE DISTRIBUCION | UND | 1.00 | \$50,000 | \$50,000 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$52,101 |

MATERIALES

| ITEM | UNIDA | CANTIDA | VALOR | VALOR |
|---|--------------|----------------|----------------|-----------------|
| | D | D | UNITARI | PARCIA |
| CEMENTO GRIS BULTO 50 KGS | UND | 0,2 | \$22.032 | \$4,406 |
| ARENA | M3 | 0,01 | \$16.451 | \$214 |
| TRITURADO 3/4 | M3 | 0,04 | \$34.273 | \$1.371 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$5,991 |
| VALOR UNITARIO DE INSTALACION CAJA DE INSPECCION | | | | \$64,535 |

4.11

CANAL AGUAS LLUVIAS

| 4,11,1 INSTALACION CANAL DE AGUAS LLUVIAS | | | | |
|--|--------------|----------------|----------------|-----------------|
| UNIDAD: UND | | | | |
| EQUIPO | | | | |
| ITEM | UNIDA | CANTIDA | VALOR | VALOR |
| | D | D | UNITARI | PARCIA |
| MEZCLADORA | DIA | 0.04 | \$64,434 | \$2,577 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$2,577 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDA | CANTIDA | VALOR | VALOR |
| | D | D | UNITARI | PARCIA |
| EXCAVACION COMUN | M3 | 0.25 | \$6,780 | \$1,965 |
| CANAL AGUAS LLUVIAS | UND | 1.00 | \$22,500 | \$22,500 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$24,465 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDA | CANTIDA | VALOR | VALOR |
| | D | D | UNITARI | PARCIA |
| CEMENTO GRIS BULTO 50 KGS | UND | 0,08 | \$22.032 | \$1,762 |
| ARENA | M3 | 0,012 | \$16.451 | \$197 |
| TRITURADO 3/4 | M3 | 0,02 | \$34.273 | \$685 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$2,644 |
| VALOR UNITARIO DE INSTALACION CANAL AGUAS LLUVIAS | | | | \$29,706 |

4.12

TANQUE SEPTICO

| 4,12,1 INSTALACION TANQUE SEPTICO | | | | |
|---|--------------|----------------|----------------|------------------|
| UNIDAD: UND | | | | |
| EQUIPO | | | | |
| ITEM | UNIDA | CANTIDA | VALOR | VALOR |
| | D | D | UNITARI | PARCIA |
| MEZCLADORA | DIA | 0.08 | \$64,434 | \$5,154 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$5,154 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDA | CANTIDA | VALOR | VALOR |
| | D | D | UNITARI | PARCIA |
| EXCAVACION COMUN | M3 | 4.5 | \$6,780 | \$30,510 |
| OBRERO | JORNAL | 1.00 | \$25,000 | \$25,000 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$55,510 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDA | CANTIDA | VALOR | VALOR |
| | D | D | UNITARI | PARCIA |
| CEMENTO GRIS BULTO 50 KGS | UND | 1,59 | \$22.032 | \$35,200 |
| ARENA | M3 | 0,65 | \$16.451 | \$10,693 |
| TRITURADO 3/4 | M3 | 0,50 | \$34.273 | \$17,136 |
| LADRILLO TOLETE | UND | 550 | \$110 | \$60,500 |
| TRITURADO PARA FILTRO | M3 | 0,7 | \$16,000 | \$11,200 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$134,729 |
| VALOR UNITARIO DE INSTALACION TANQUE SEPTICO | | | | \$195,393 |

4.13**FILTROS****4,13,1 INSTALACION FLTRO DE GASES****UNIDAD: ML****MANO DE OBRA**

| ITEM | UNIDA | CANTIDA | VALOR | VALOR |
|-------------|--------------|----------------|----------------|---------------|
| | D | D | UNITARI | PARCIA |
| OBRERO | JORNAL | 0.07 | \$20,000 | \$1,525 |

VALOR TOTAL DE MATERIALES \$1,525**MATERIALES**

| ITEM | UNIDA | CANTIDA | VALOR | VALOR |
|------------------------|--------------|----------------|----------------|---------------|
| | D | D | UNITARI | PARCIA |
| LISTO MADERA 0.05*0.05 | ML | 4.0 | \$500 | \$2,000 |
| MALLA | M2 | 1,2 | \$3,000 | \$3,600 |
| TRITURADO 3/4 | M3 | 0,1 | \$34.273 | \$3,427 |
| PUNTILLA 2" | LB | 0,2 | \$500 | \$100 |

VALOR TOTAL DE MATERIALES \$9,127**VALOR UNITARIO DE INSTALACION FILTRO DE GASES \$10,652**

4,13,2 INSTALACION FLTRO DE LIXIVIADO**UNIDAD: ML****MANO DE OBRA**

| ITEM | UNIDA | CANTIDA | VALOR | VALOR |
|----------------------------------|--------------|----------------|----------------|----------------|
| | D | D | UNITARI | PARCIA |
| EXCAVACION COMUN | M3 | 0.16 | \$6,780 | \$1,084 |
| OBRERO | JORNAL | 0.2 | \$20,000 | \$4,000 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$5,084 |

MATERIALES

| ITEM | UNIDA | CANTIDA | VALOR | VALOR |
|---|--------------|----------------|----------------|-----------------|
| | D | D | UNITARI | PARCIA |
| TELA GEOTEXTIL | M2 | 1,8 | \$500 | \$2,000 |
| MALLA | M2 | 1,2 | \$1,500 | \$1,800 |
| TRITURADO 3/4 | M3 | 0,16 | \$34.273 | \$5,483 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$9,283 |
| VALOR UNITARIO DE INSTALACION FLTRO DE LIXIVIADO | | | | \$14,367 |

5.0**CONEXIONES DOMICILIARIAS****5,1 INSTALACION CAJA DE INSPECCION**

| 5,5,1 CAJA INSPECCION .40X.40X.40 | | | | |
|--|---------------|-----------------|----------------|------------------|
| UNIDAD: UN | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| MDEO MORTERO | M3 | 0,05 | \$17.500 | \$945 |
| MDEO CONCRETO | M3 | 0,08 | \$28.750 | \$2.392 |
| PORCENTAJE CONTRATO | % | 45,00 | \$2 | \$90 |
| MDEO CAJA INSPECCION 0.40-0.50 | UN | 1,00 | \$43.750 | \$43.750 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$47.177 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARI | PARCIAL |
| CEMENTO GRIS (CONSTRUCTOR) | KG | 1,75 | \$425 | \$744 |
| ALAMBRE NEGRO CAL. 18 | KG | 0,05 | \$2.008 | \$100 |
| AGUA | LT | 11,07 | \$14 | \$152 |
| HIERRO A-37 LISO/FIG 3/8" | KG | 2,40 | \$1.835 | \$4.404 |
| PLATINA 1 1/2" X 1/4" | UN | 0,30 | \$21.061 | \$6.318 |
| ARENA LAVADA DE RIO | M3 | 0,07 | \$31.250 | \$2.153 |
| CEMENTO GRIS (CONSTRUCTOR) | KG | 17,00 | \$425 | \$7.223 |
| ARENA DE PEÑA | M3 | 0,07 | \$26.583 | \$1.889 |
| GRAVILLA DE RIO | M3 | 0,08 | \$43.750 | \$3.422 |
| CEMENTO GRIS (CONSTRUCTOR) | KG | 25,23 | \$425 | \$10.723 |
| ANGULO 2"X 1/4" | ML | 3,36 | \$8.320 | \$27.955 |
| HIERRO A-37 LISO/RECT 1/2" | KG | 8,40 | \$1.785 | \$14.994 |
| AGUA | LT | 14,48 | \$14 | \$199 |
| SOLDADURA DE 1/8 REF. 6013 | KG | 0,20 | \$4.574 | \$915 |
| LADRILLO COMUN 12X24X6 DEP. DEP. | UN | 42,35 | \$350 | \$14.823 |
| RECEBO / MATERIAL DE SUB BASE | M3 | 0,05 | \$130.500 | \$6.525 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$102.539 |
| VALOR UNITARIO DE CAJA INSPECCION .40X.40X.40 | | | | \$149.716 |

5,2

CONEXIONES DOMICILIARIAS MENORES DE 6,00M INCLUYE CAJA DE INSPECCIÓN

| 5,2,1 CAJA INSPECCION .80X.80X.8° | | | | |
|--|--------|----------|-------------------|------------------|
| UNIDAD: | | UN | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR PARCIAL |
| OFICIAL | JORNAL | 1.00 | \$20,000 | \$20,000 |
| AYUDANTE | JORNAL | 2.57 | \$15,000 | \$38,500 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$58,500 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR PARCIAL |
| SOLDADURA DE 1/8 REF. 6013 | KG | 0.20 | \$4,575 | \$915 |
| LADRILLO T1 | UN | 156.09 | \$169 | \$26,350 |
| ANGULO 2"X ¼" | ML | 3.36 | \$8,323 | \$27,966 |
| HIERRO A-37 LISO/RECT ½" | KG | 8.40 | \$1,786 | \$15,000 |
| PLATINA 1 ½" X ¼" | UN | 0.30 | \$21,069 | \$6,321 |
| RECEBO / MATERIAL DE SUB BASE | M3 | 0.19 | \$130,549 | \$24,478 |
| ALAMBRE NEGRO CAL. 18 | KG | 0.13 | \$2,008 | \$261 |
| MORTERO 1 : 5 ARENA PEÑA | M3 | 0.21 | \$189,835 | \$38,954 |
| CONCRETO 1:3:4 ARENA LAVADA RIO | M3 | 0.28 | \$230,854 | \$64,824 |
| HIERRO A-37 LISO/FIG 3/8" | KG | 6.36 | \$1,836 | \$11,675 |
| CEMENTO GRIS (CONSTRUCTOR) | KG | 8.23 | \$425 | \$3,499 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$220,242 |
| VALOR UNITARIO DE CAJA INSPECCION .80X.80X.80 | | | | \$278,742 |

| | | | | |
|--|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| 5,2,2 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVAFORT 160 MM | | | |
| UNIDAD: | ML | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| AYUDANTE | JORNAL | 0.23 | \$15,000 | \$3,472 |
| OFICIAL | JORNAL | 0.20 | \$20,000 | \$4,000 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$7,473 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| HIDROSELLO ALCANT NOVAFORT | UN | 0.35 | \$2,603 | \$916 |
| TUBO ALCANT NOVAFORT 0314101001 | ML | 1.05 | \$20,133 | \$21,139 |
| LUBRICANTE NOVAFORT UNI-Z 0530000001 | UND | 0.01 | \$10,614 | \$67 |
| (500 GR) | | | | |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$22,122 |
| VALOR UNITARIO DE SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVAFORT 160 MM | | | | \$29,594 |

5,3

CONEXIONES DOMICILIARIAS MAYORES DE 6,00M INCLUYE CAJA DE INSPECCIÓN

| 5,3,1 CAJA INSPECCION .80X.80X.8° | | | | |
|--|--------|----------|-------------------|------------------|
| UNIDAD: UN | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR PARCIAL |
| OFICIAL | JORNAL | 1.00 | \$20,000 | \$20,000 |
| AYUDANTE | JORNAL | 2.57 | \$15,000 | \$38,500 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$58,500 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR PARCIAL |
| RECEBO / MATERIAL DE SUB BASE | M3 | 0.19 | \$130,549 | \$24,478 |
| HIERRO A-37 LISO/FIG 3/8" | KG | 6.36 | \$1,836 | \$11,675 |
| HIERRO A-37 LISO/RECT 1/2" | KG | 8.40 | \$1,786 | \$15,000 |
| LADRILLO T1 | UN | 156.09 | \$169 | \$26,350 |
| ANGULO 2"X 1/4" | ML | 3.36 | \$8,323 | \$27,966 |
| PLATINA 1 1/2" X 1/4" | UN | 0.30 | \$21,069 | \$6,321 |
| ALAMBRE NEGRO CAL. 18 | KG | 0.13 | \$2,008 | \$261 |
| MORTERO 1 : 5 ARENA PEÑA | M3 | 0.21 | \$189,835 | \$38,954 |
| CEMENTO GRIS (CONSTRUCTOR) | KG | 8.23 | \$425 | \$3,499 |
| CONCRETO 1:3:4 ARENA LAVADA RIO | M3 | 0.28 | \$230,854 | \$64,824 |
| SOLDADURA DE 1/8 REF. 6013 | KG | 0.20 | \$4,575 | \$915 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$220,242 |
| VALOR UNITARIO DE CAJA INSPECCION .80X.80X.80 | | | | \$278,742 |

| | | | | |
|---|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| 5,3,2 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVAFORT | | | |
| UNIDAD: | ML | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| OFICIAL | JORNAL | 0.20 | \$20,000 | \$4,000 |
| AYUDANTE | JORNAL | 0.23 | \$15,000 | \$3,472 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$7,473 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| LUBRICANTE NOVAFORT UNI-Z 0530000001 (500 GR) | UND | 0.01 | \$10,614 | \$67 |
| HIDROSELLO ALCANT NOVAFORT 0314133 | UN | 0.35 | \$2,603 | \$916 |
| TUBO ALCANT NOVAFORT 0314101001 | ML | 1.05 | \$20,133 | \$21,139 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$22,122 |
| VALOR UNITARIO DE SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVAFORT | | | | \$29,594 |

| | |
|-----|--------|
| 6.0 | VARIOS |
|-----|--------|

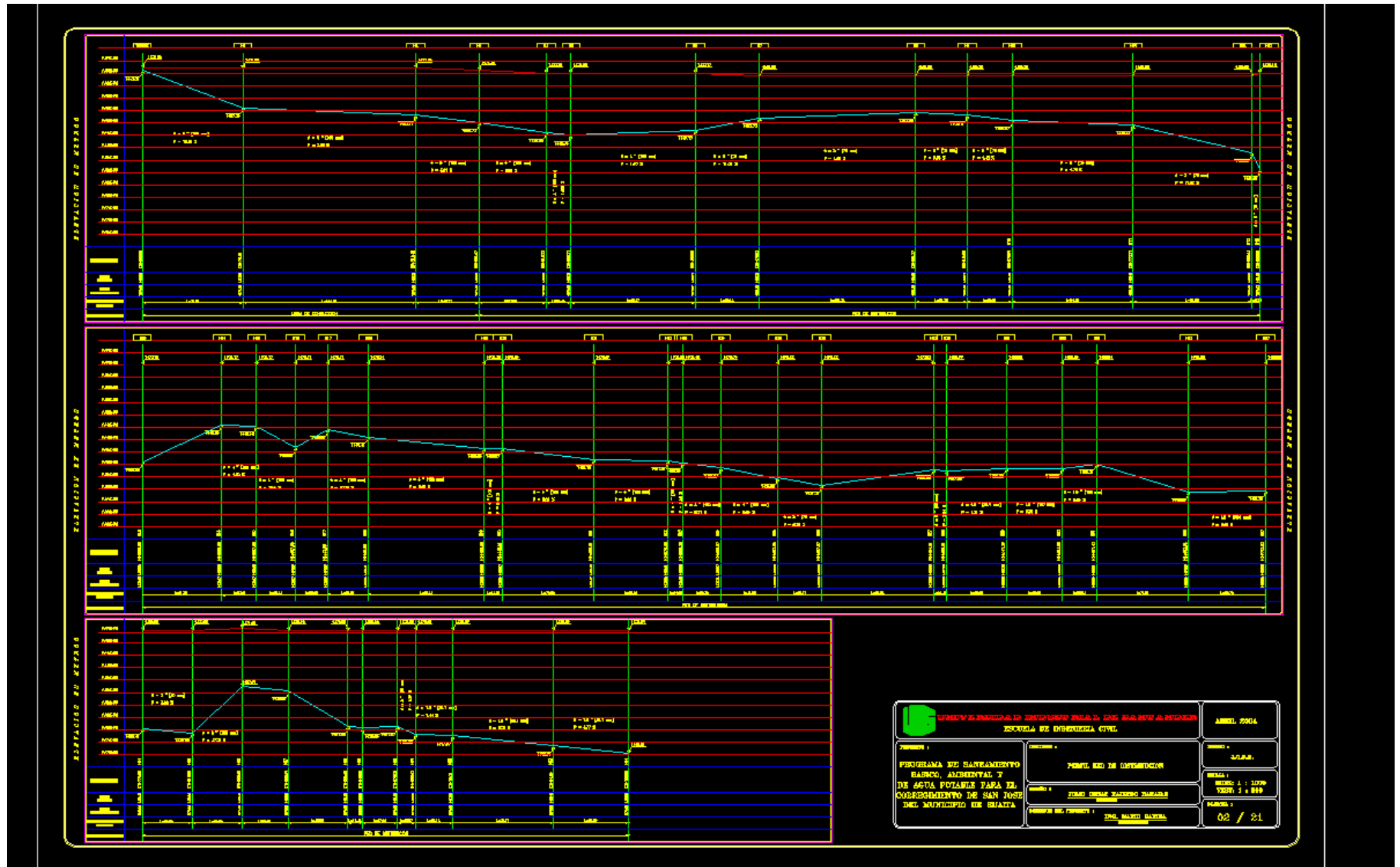
| | |
|-------|--------------------|
| 6,1,1 | IMPERMEABILIZACION |
|-------|--------------------|

| | | | | |
|--|--------|----------|-----------|-----------------|
| 6,1,1, IMPERMEABILIZACION CON ARCILLA(e=0.05 m) Y TELA GEOTEXTIL | | | | |
| UNIDAD: ML | | | | |
| EQUIPO | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| VOLQUETA (VIAJE 6M3 MAX.30 KM) | VJ | 0,08 | \$62.500 | \$5,000 |
| COMPACTADOR | DIA | 0.03 | \$240,000 | \$7,200 |
| VALOR TOTAL DE MANO DE OBRA | | | | \$12,200 |
| MATERIALES | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | VALOR |
| | | | UNITARIO | PARCIAL |
| TELA ASFALTICA FIBERTEL 40 | M2 | 2,10 | \$713 | \$1.497 |
| EMULSION PX-900 200KG(55GL) | UND | 0,1 | \$7930 | \$793 |
| BASE FELT PLUS | M2 | 1.1 | \$1.069 | \$1,175 |
| VALOR TOTAL DE MATERIALES | | | | \$3,465 |
| VALOR UNITARIO DE IMPERMEABILIZACION | | | | \$15,665 |

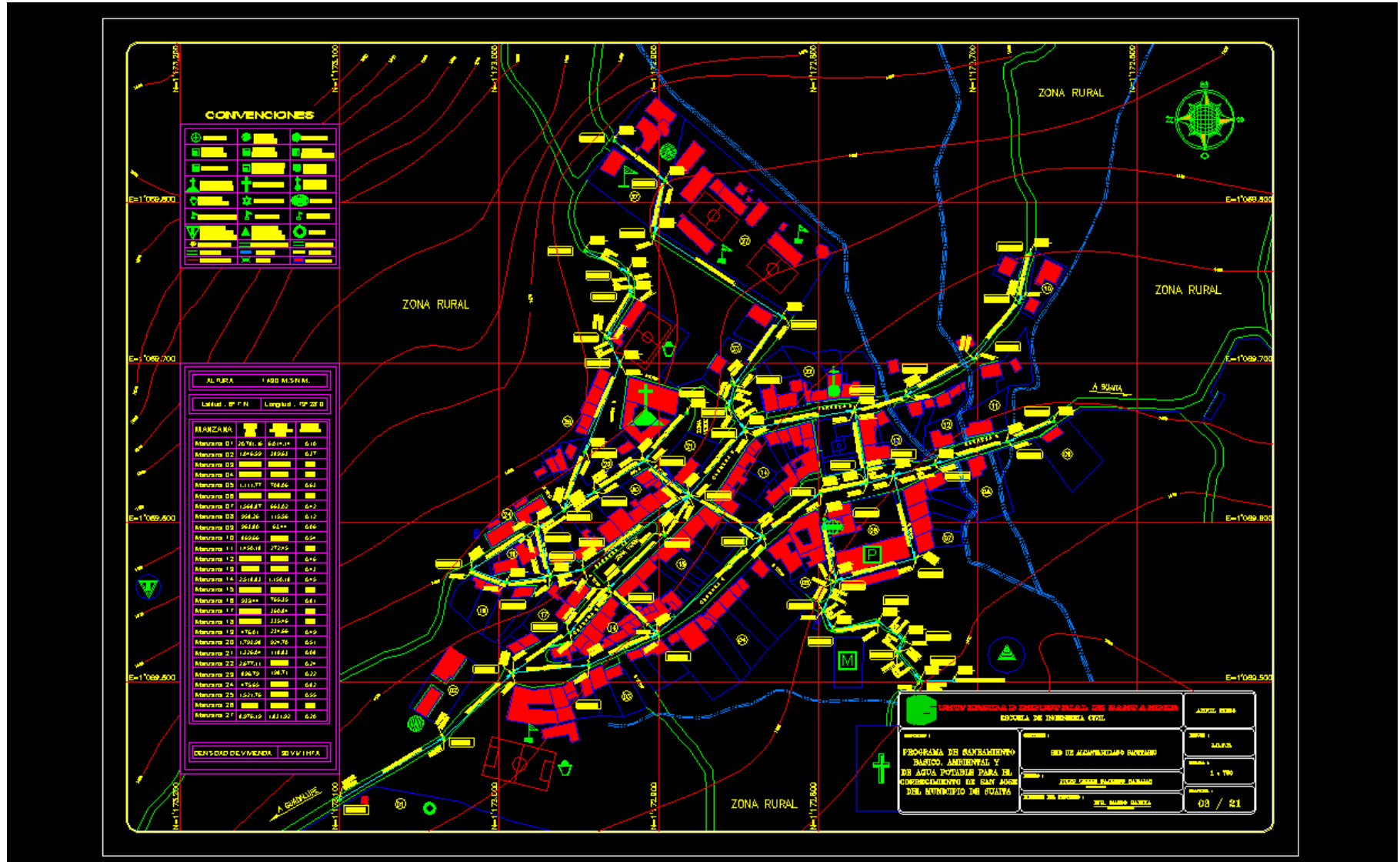
ANEXO 12

PLANOS

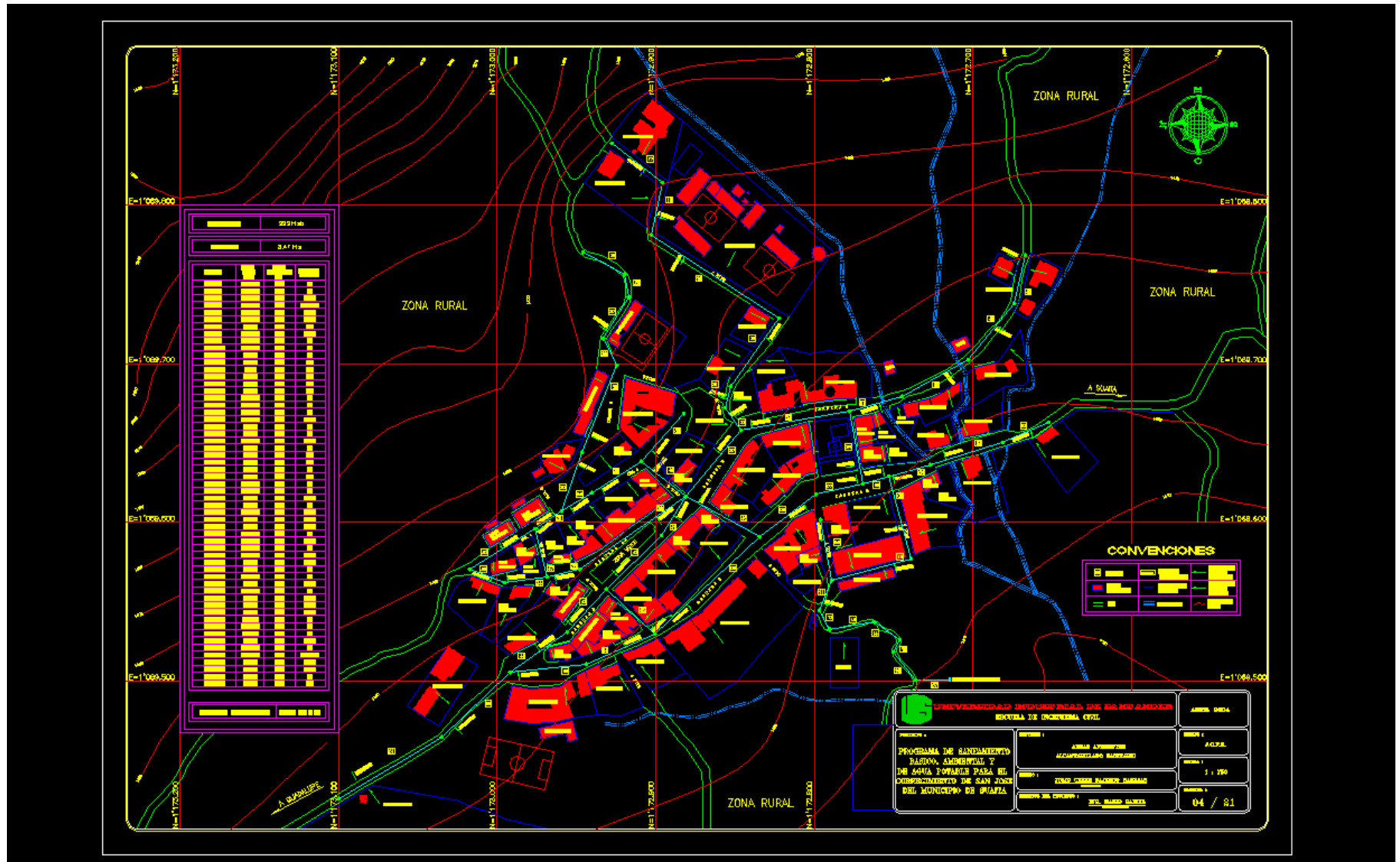
Plano 2. Perfil red de distribución.



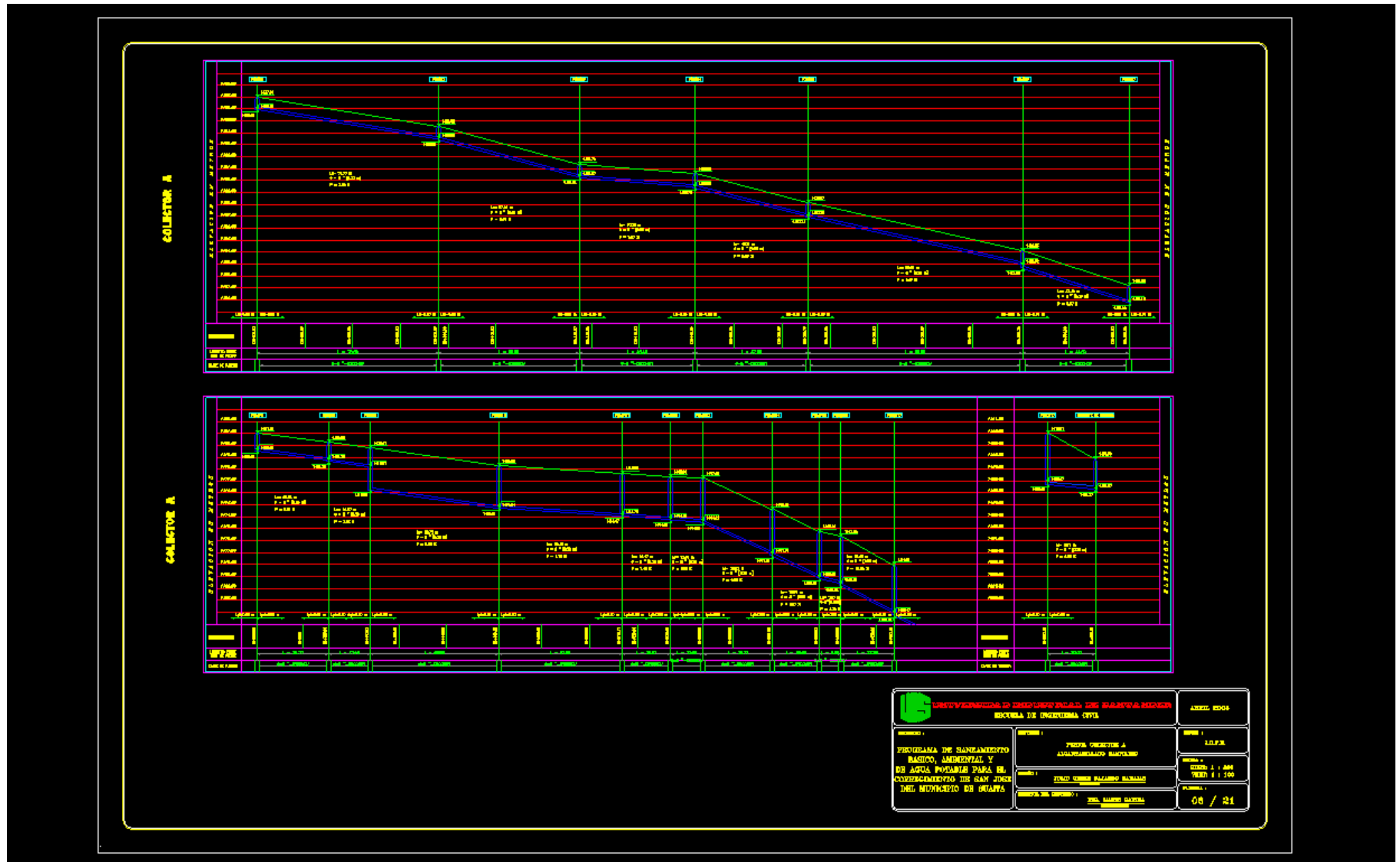
Plano 3. Red de alcantarillado sanitario.



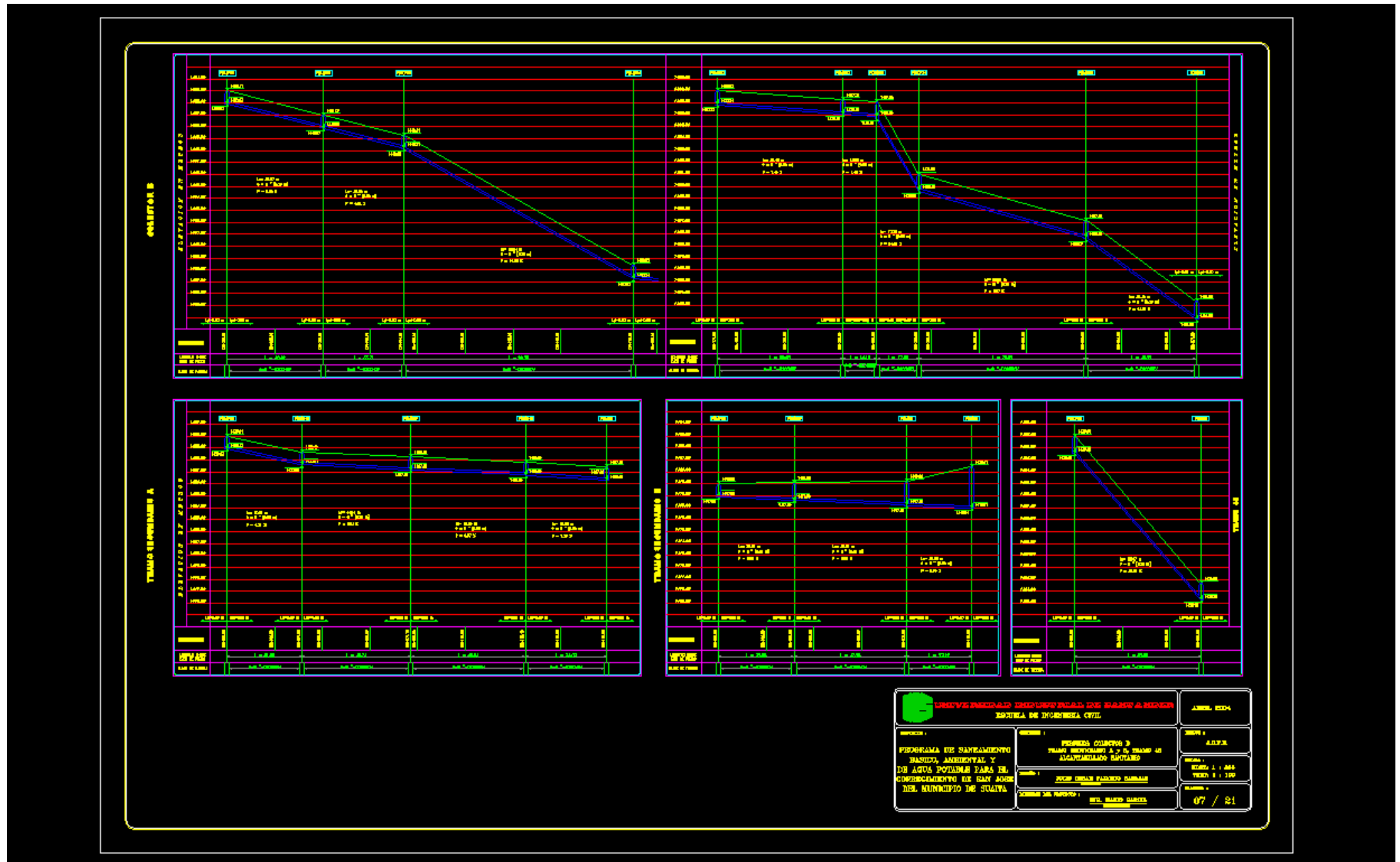
Plano 4. Áreas aferentes alcantarillado sanitario.



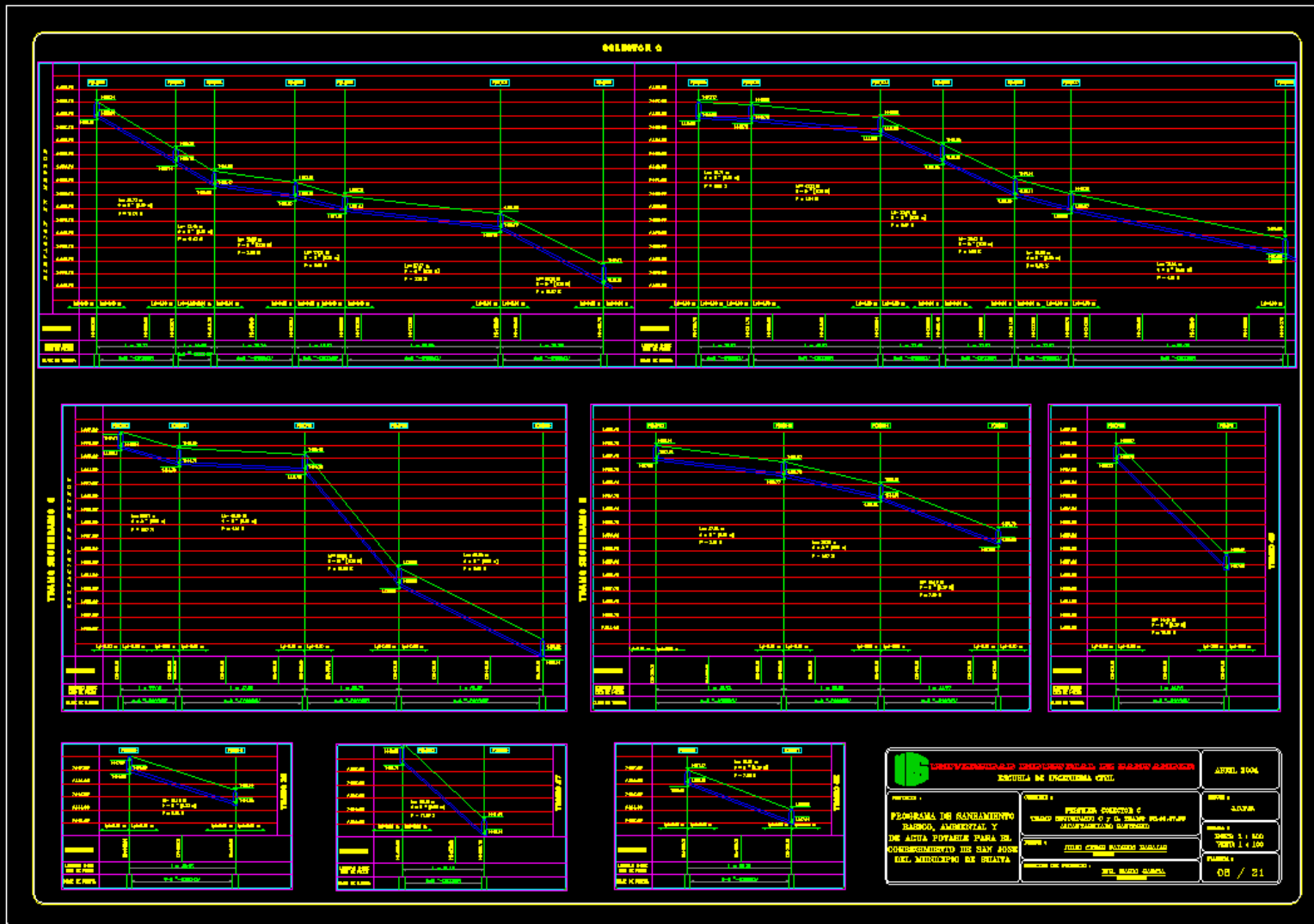
Plano 6. Perfil colector A (alcantarillado sanitario).



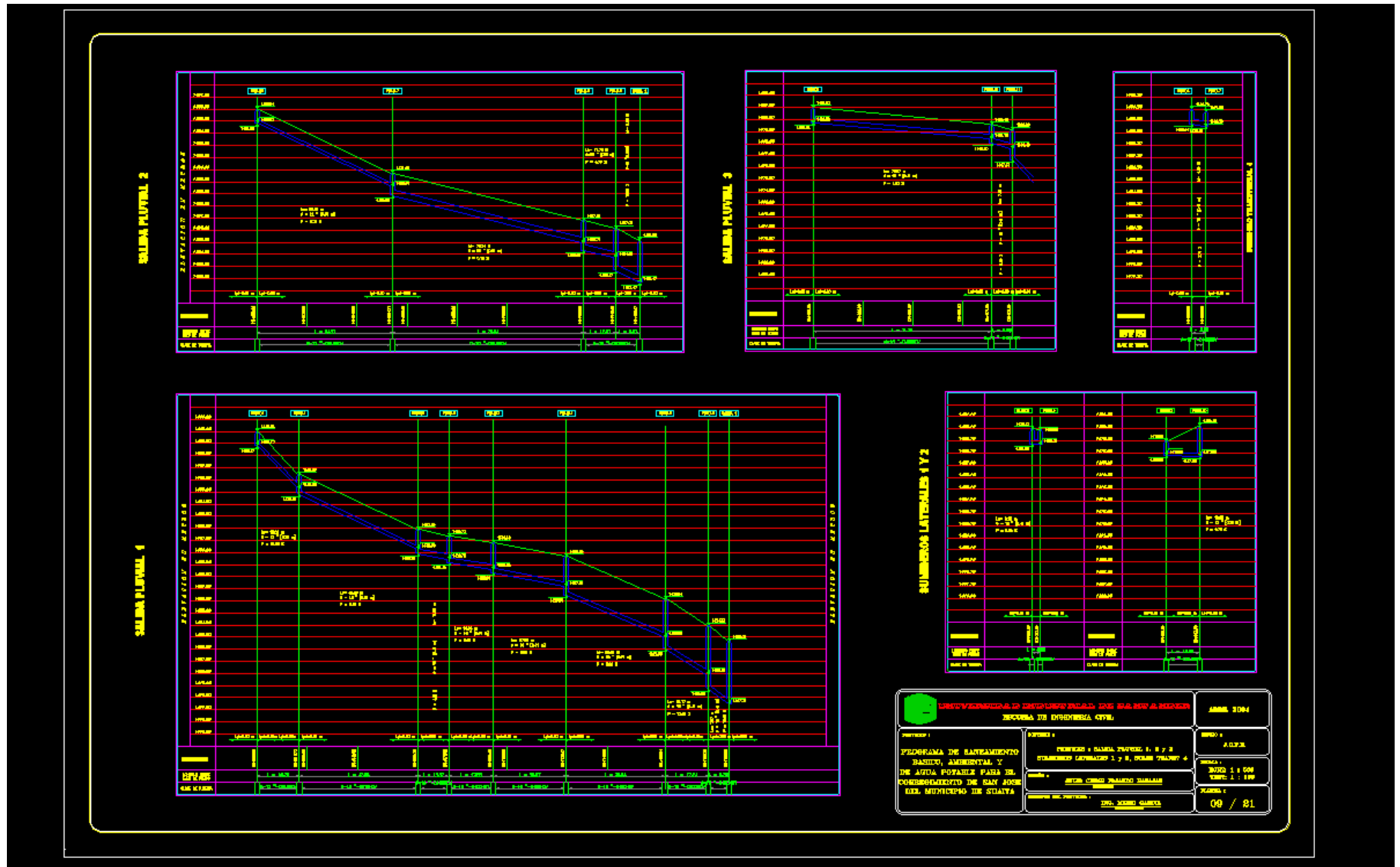
Plano 7. Perfil colector B, tramo secundario A y B, tramo 46 (alcantarillado sanitario).



Plano 8. Perfiles: colector c, tramo secundario C y D, tramo 38, 45, 47, 55 (alcantarillado sanitario).

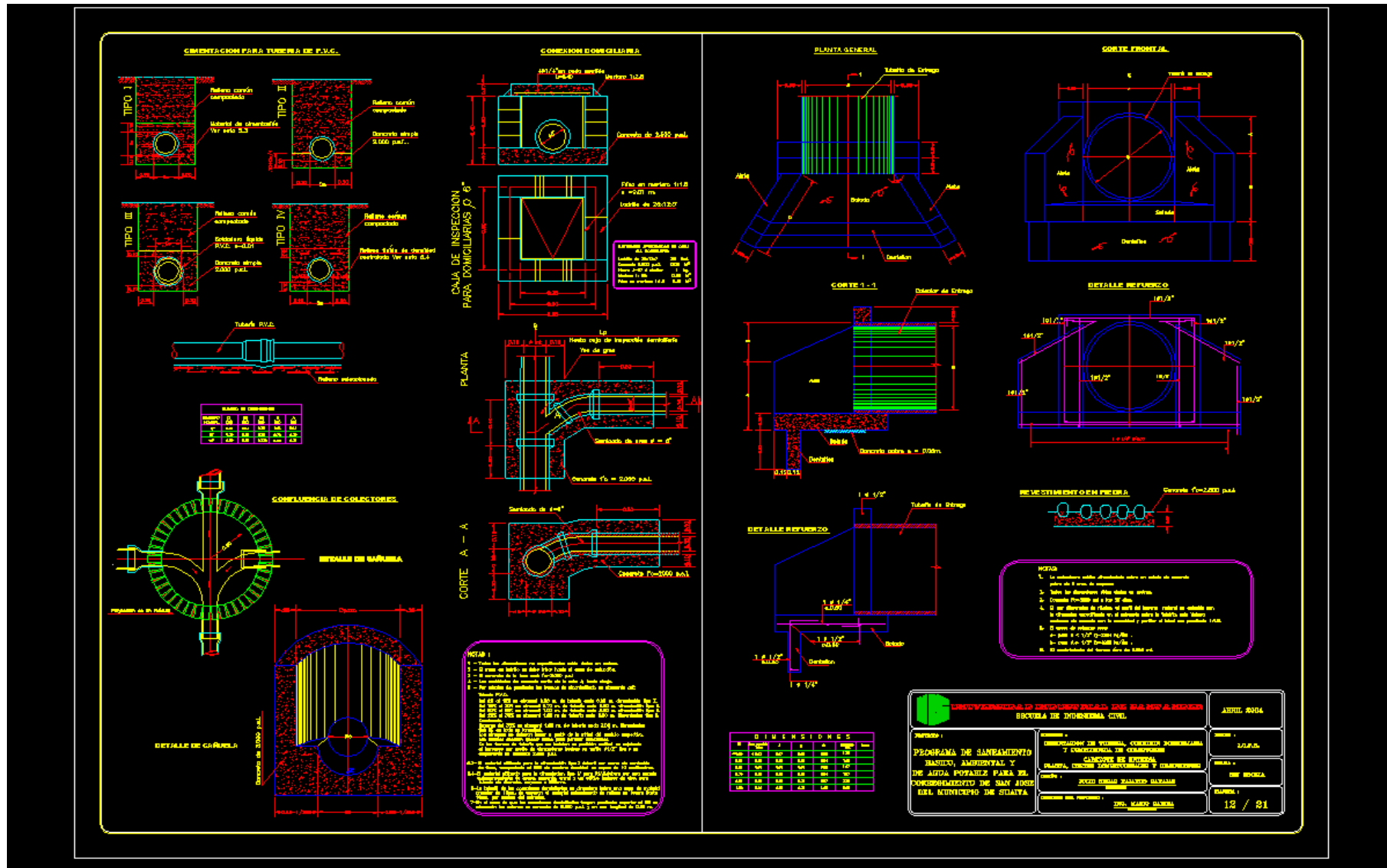


Plano 9. Perfiles: salida pluvial 1, 2 y 3; sumideros laterales 1 y 2; sumidero transversal 4.

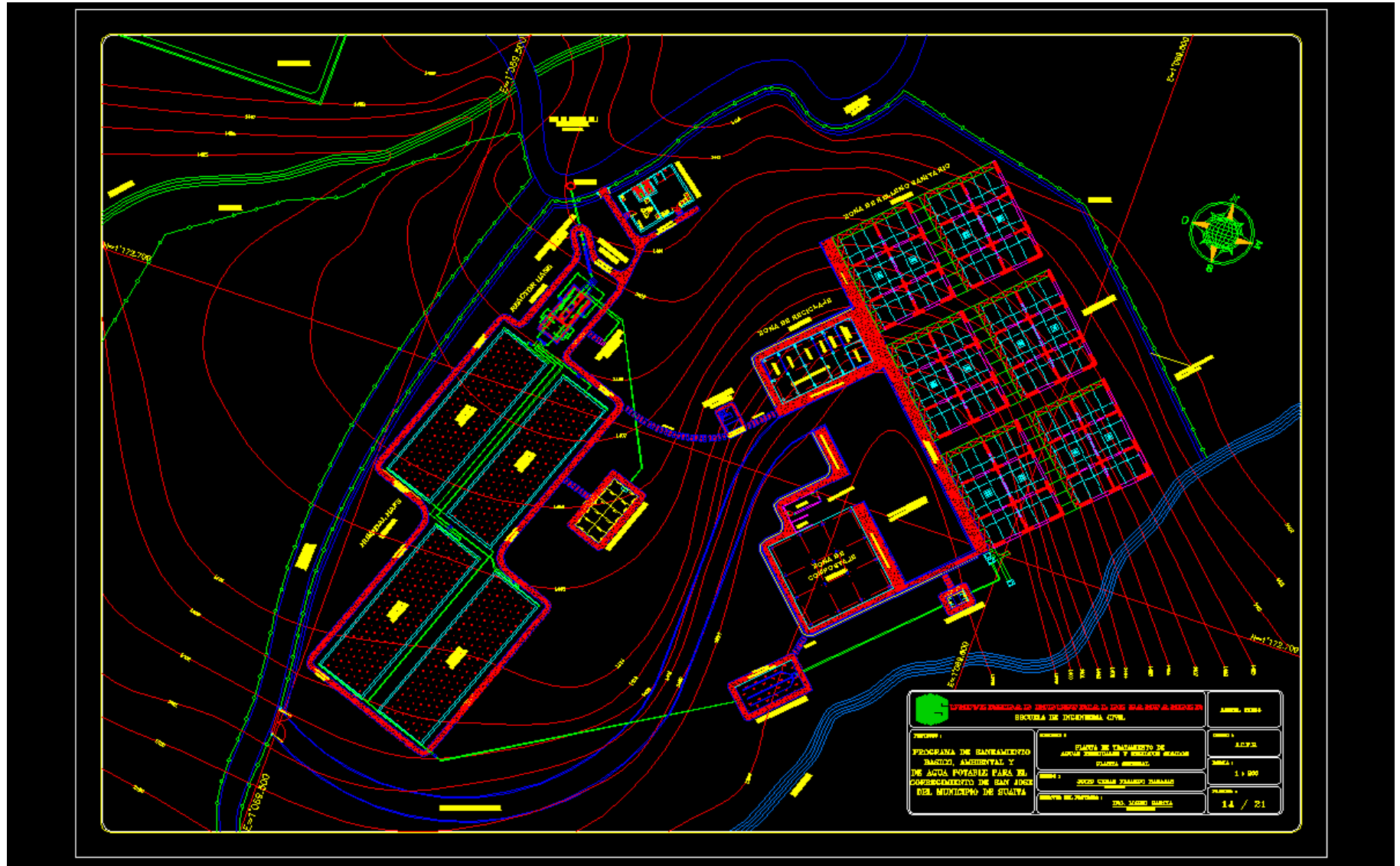


| | | | |
|--|--|---|------------------|
| | SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO, INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS SECRETARÍA DE INGENIERÍA CIVIL | | AÑO: 2014 |
| | PROYECTO: PROGRAMA DE SANEAMIENTO BÁSICO, AMBIENTAL Y DE AGUA POTABLE PARA EL COMPLEMENTO DE SAN JOSÉ DEL MUNICIPIO DE SUAYA | FASES: DISEÑO DE SALIDA PLUVIAL 1, 2 Y 3; DISEÑO DE SUMIDEROS LATERALES 1 Y 2; DISEÑO DE SUMIDERO TRANSVERSAL 4 | MUNICIPIO: SUAYA |
| | DISEÑO: JESÚS CRISTÓBAL SUAREZ | ESCALA: 1:1000 HOJA: 1 / 100 | PLANOS: 09 / 81 |
| | INGENIERO DEL PROYECTO: DR. JESÚS SUAREZ | | |

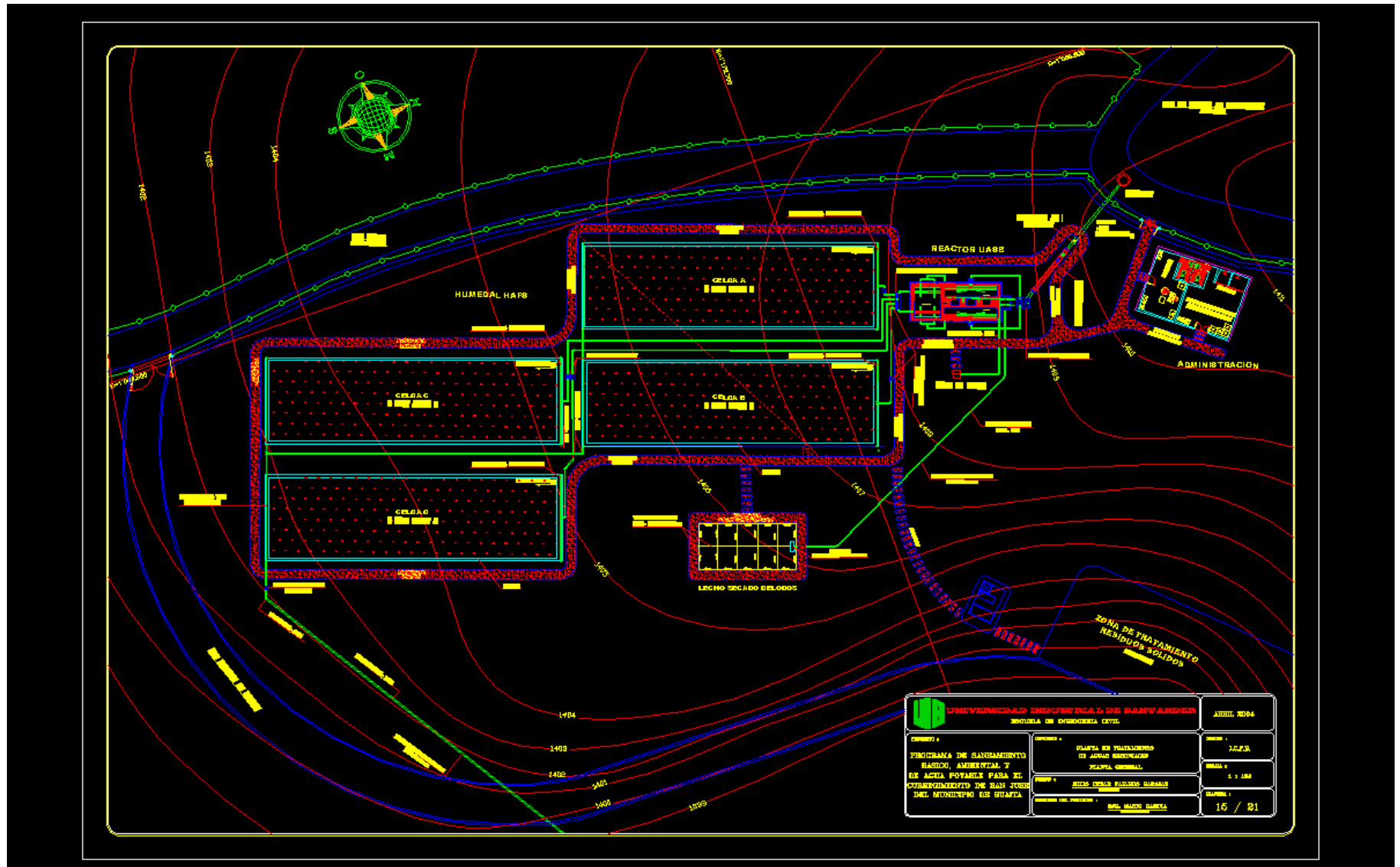
Plano 12. Cimentación de tubería, conexión domiciliar y cabezote de entrega.



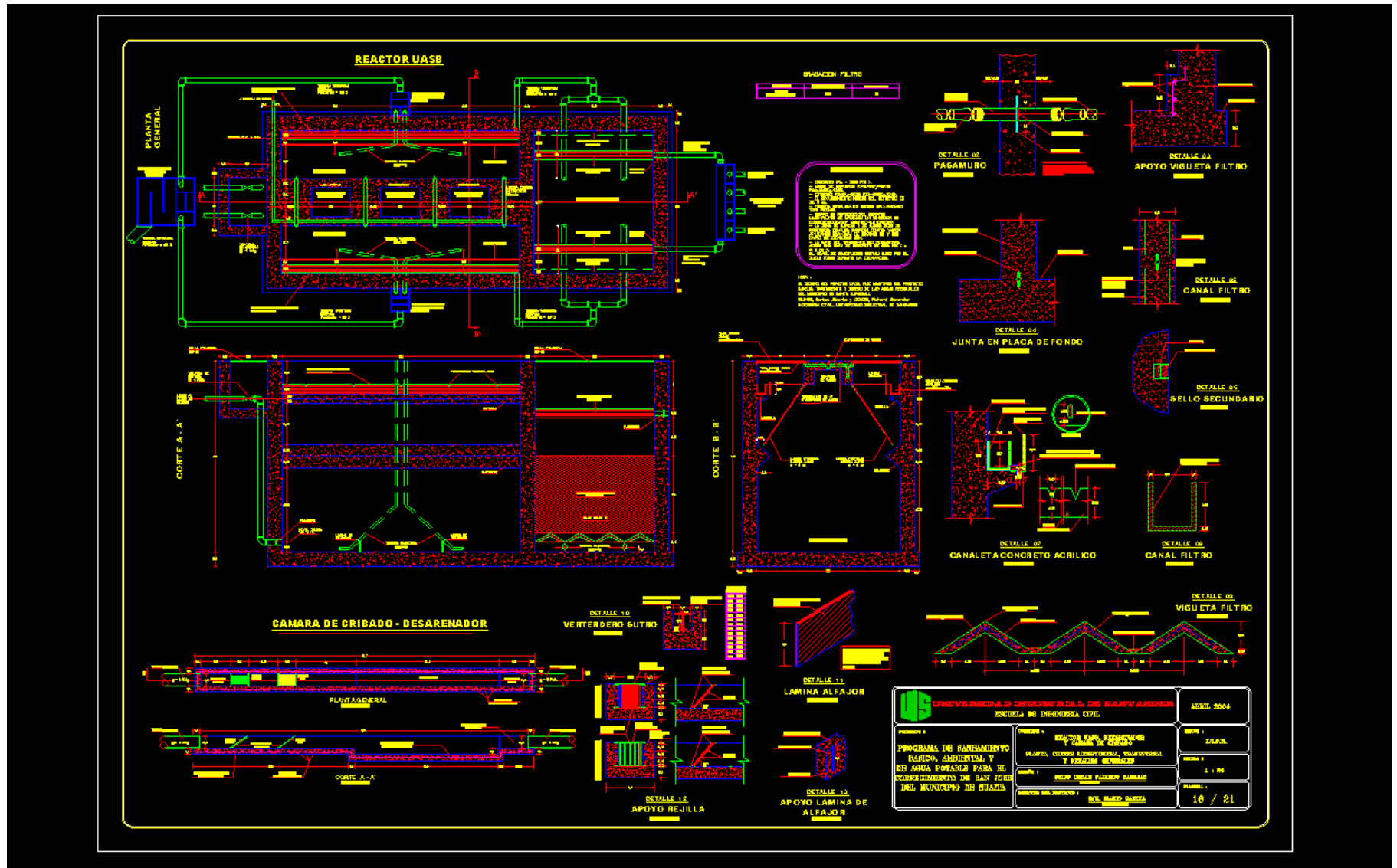
Plano 14. Planta de tratamiento de aguas residuales y residuos sólidos (planta general).



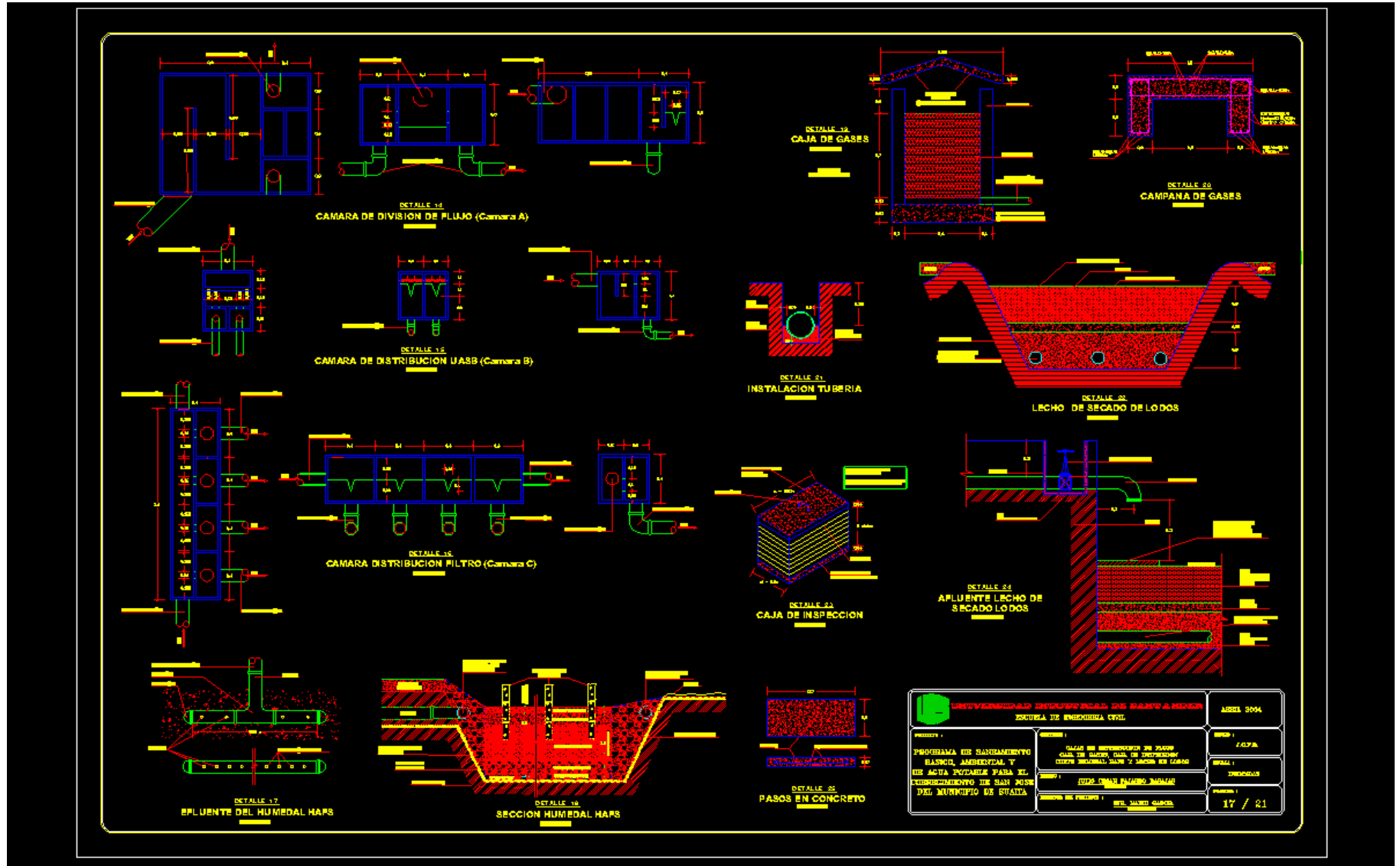
Plano 15. Planta de tratamiento de aguas residuales (planta general).



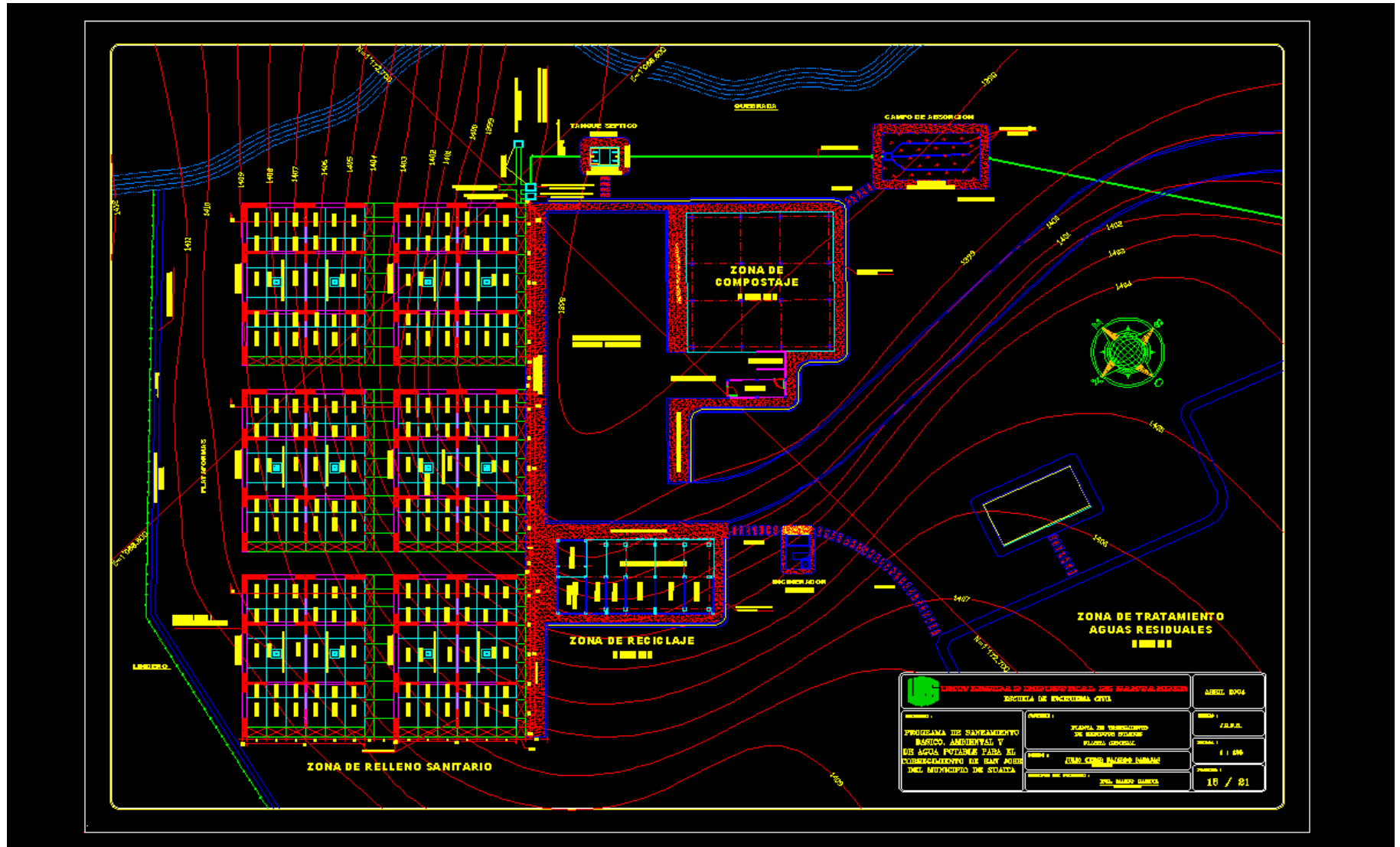
Plano 16. Reactor UASB, desarenador y cámara de cribado.



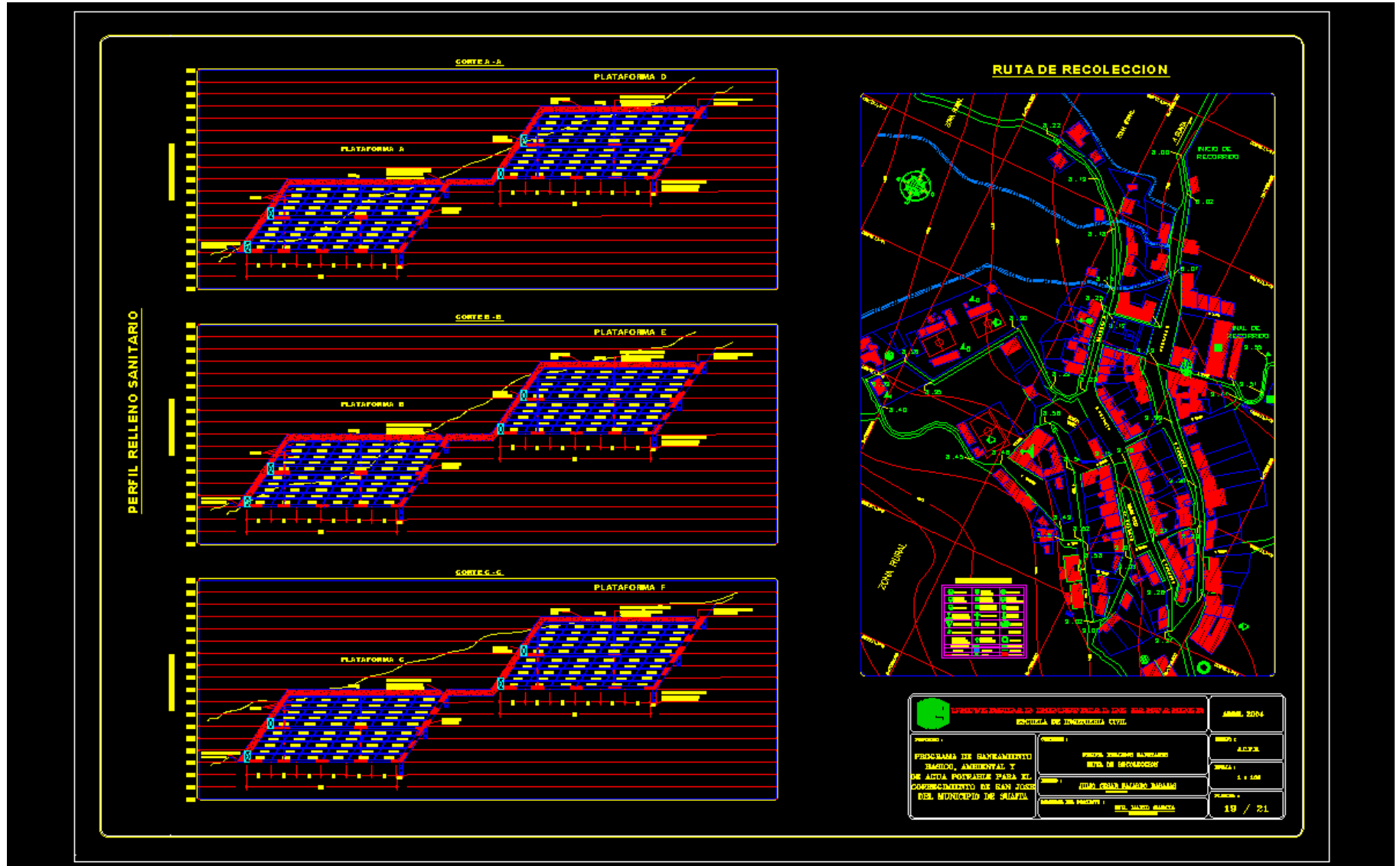
Plano 17. Cajas de distribución, gases e inspección, corte humedal HAFS y lecho de lodos.



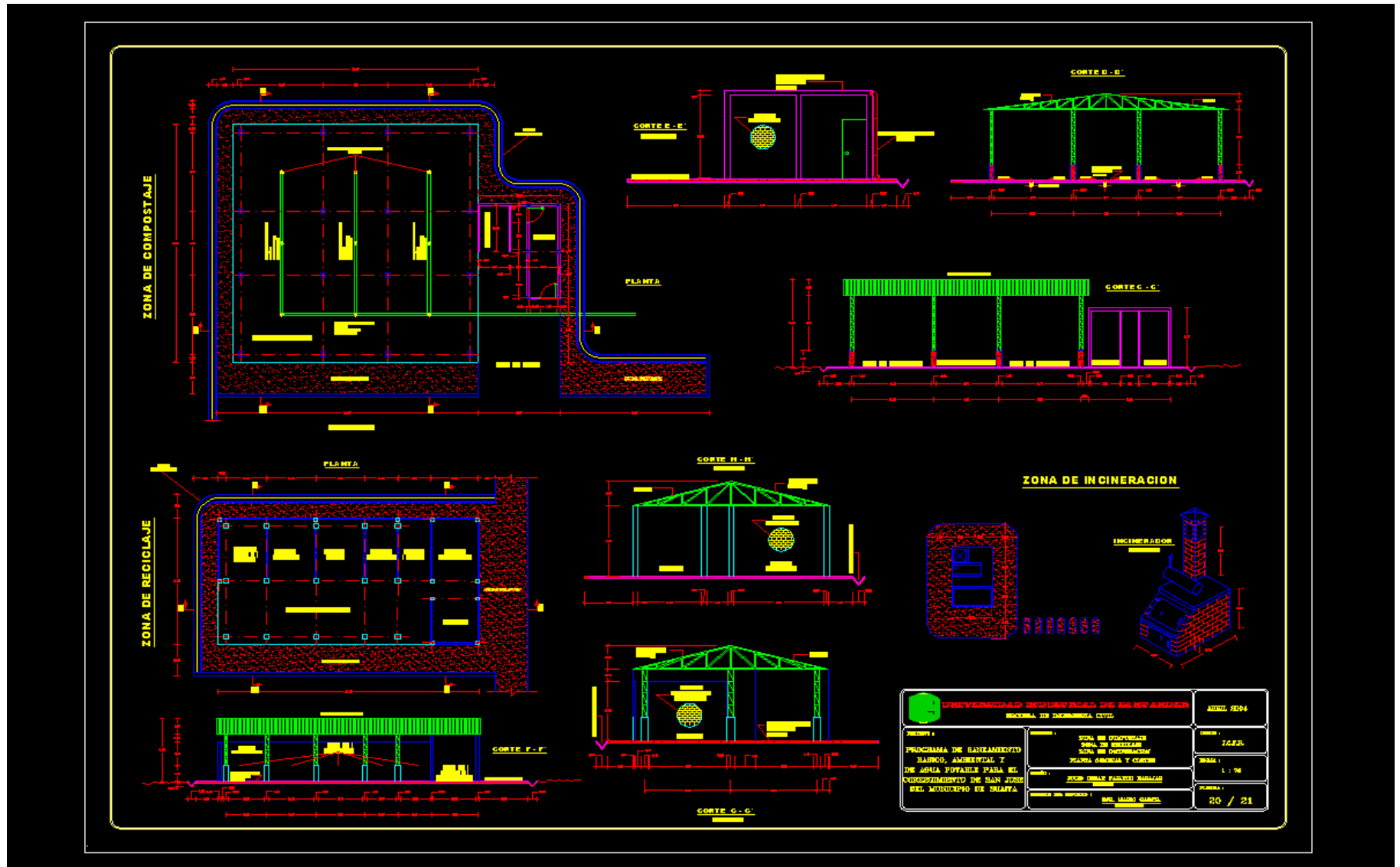
Plano 18. Planta de tratamiento de residuos sólidos.



Plano 19. Perfil relleno sanitario y ruta de recolección.



Plano 20. Zona de compostaje, reciclaje e incineración (planta y cortes).



Plano 21. Tanque séptico y detalles.

