



**ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA LA  
DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS PARA EL CANTÓN  
LIMÓN INDANZA**

**CONTRATANTE: GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN LIMÓN INDANZA**

**CONTRATISTA: BLGO. FAVIAN MOSQUERA O.**

**MARZO - 2018**

## INDICE DE CONTENIDO

1	FICHA TÉCNICA .....	1
2	ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.....	3
2.1	ANTECEDENTES .....	3
2.2	JUSTIFICACIÓN .....	4
3	OBJETO DE LA CONSULTORÍA .....	5
3.1	OBJETIVOS .....	5
3.1.1	Objetivo General.....	5
3.1.2	Objetivos Específicos .....	5
4	ÁMBITO DE TRABAJO.....	6
5	ALCANCE Y PROFUNDIDAD .....	6
5.1	Diagnóstico y Factibilidad .....	6
5.2	Diseños Definitivos .....	6
6	ESTUDIO DE DIAGNÓSTICO Y FACTIBILIDAD.....	7
6.1	Información analizada. ....	7
6.2	Información general de LA ZONA DEL proyecto.....	7
6.2.1	Ubicación geográfica del proyecto .....	7
6.2.2	Información general del cantón Limón Indanza .....	8
6.2.3	Análisis demográfico de la zona de estudio. ....	8
6.2.4	Vivienda .....	8
6.2.5	Educación.....	10
6.2.6	Salud .....	13
6.2.7	Actividad Económica y Producción.....	17
6.2.8	Agricultura .....	17
6.2.9	Ganadería .....	18
6.2.10	Turismo .....	19
6.2.11	Industria y comercio.....	19
6.2.12	Transporte .....	19
6.2.13	Energía.....	20
6.2.14	Vialidad y accesibilidad.....	20
6.2.15	Bienes y servicios Públicos.....	21
6.2.16	Telecomunicaciones .....	24
6.2.17	Fiestas parroquiales .....	24
6.3	Diagnostico Social .....	25
6.4	Diagnóstico del sistema actual .....	32
6.4.1	Determinación del área de influencia directa e indirecta. ....	32

6.4.1.1	Área de influencia Directa (AID):.....	32
6.4.1.2	Área de influencia Indirecta (AI):.....	33
6.5	Descripción de las fases de la prestación de servicios actual del manejo de los residuos sólidos.....	34
6.5.1	Almacenamiento temporal.....	35
6.5.2	Barrido y limpieza.....	38
6.5.3	Recolección y Transporte.....	39
6.5.4	Tratamiento: aspectos técnicos y operativos.....	44
6.5.5	Disposición final: Aspectos ambientales, técnicos y operativos.....	45
6.5.6	Control de vectores.....	57
6.5.7	Señalización.....	58
6.5.8	Servicios básicos.....	60
6.5.9	Tipos de residuos que llegan al relleno.....	60
6.5.10	Organismo a cargo del servicio: estructura orgánica, ordenanzas, tarifas o tasas.....	65
6.6	Estudio de Cantidad y Calidad de Residuos sólidos del cantón Limón Indanza.....	67
6.6.1	Método de cuarteo para la caracterización de los Residuos Sólidos Urbanos.....	67
6.6.2	Cantidad de residuos generados por hogar.....	69
6.6.3	Cantidad de residuos generados en restaurantes.....	69
6.6.4	Cantidad de residuos generados en Institución Pública.....	70
6.6.5	Cantidad de residuos generados en el Mercado.....	70
6.6.6	Cantidad de residuos generados en el Hospital básico de Limón Indanza.....	71
6.6.7	Producción Percápita en la cabecera cantonal del cantón Limón Indanza.....	72
6.6.8	Población servida con el servicio de recolección de los residuos sólidos en Parroquias.....	73
6.6.9	Producción Percápita en las parroquias rurales del cantón Limón Indanza.....	75
1.1.1.1	Parroquia Yunganza.....	75
1.1.1.2	Indanza.....	76
1.1.1.3	San Miguel de Conchay.....	79
1.1.1.4	Santa Susana de Chiviaza.....	79
1.1.1.5	San Antonio.....	81
6.6.10	Peso Volumétrico de los residuos sólidos.....	82
6.6.11	Promedio de peso por tipo de residuo sólido.....	83
6.6.12	Determinación de las principales fuentes de generación de residuos sólidos.....	85
6.7	Base de Diseños para el sitio de estudio (proyecciones de oferta y demanda).....	86
6.7.1	Análisis de la Demanda.....	86
6.7.2	Análisis de la Oferta.....	88
6.8	Topografía.....	91
6.8.1	Monumentación de puntos GPS.....	91
6.8.2	Localización en campo.....	91

6.8.3	Nivelación y estacado de perfiles .....	92
6.8.4	Instrumental utilizado .....	93
1.1.1.6	Especificaciones técnicas del instrumental .....	93
1.1.1.7	Procesamiento de datos .....	94
6.8.5	Suelos .....	94
6.8.6	Geología y Geotecnia .....	96
1.1.1.8	Metodología de Estudio .....	96
1.1.1.9	Entorno geológico .....	96
1.1.1.10	Litología .....	96
1.1.1.11	Trabajo de campo .....	97
6.8.6.1	Ensayo pozo invertido .....	101
6.8.6.2	Resultados de laboratorio .....	101
1.1.1.12	Análisis de resultados de laboratorio y observaciones de campo .....	109
1.1.1.13	Determinación de la capacidad portante del suelo de cimentación por teoría de capacidad última .....	110
1.1.1.14	Estabilidad de taludes .....	114
6.8.7	Modelos de flujo .....	118
6.8.8	Recomendaciones constructivas .....	119
6.8.9	Conclusiones .....	121
6.9	Hidrología .....	122
6.9.1	Análisis de precipitación .....	123
6.9.2	Datos de precipitación .....	123
6.9.3	Periodo de retorno: .....	124
6.9.4	Resultados de cálculo .....	125
6.9.5	Intensidad de precipitación .....	126
6.9.6	Balance Hídrico .....	126
6.9.7	P-ET .....	128
6.9.8	R, reserva del Suelo .....	129
6.9.9	VR: variación de la reserva .....	129
6.10	Modelo de gestión .....	131
6.11	Estudio de alternativas .....	133
6.12	Estudio del Cierre Técnico de la celda actual .....	134
7	DISEÑOS DEFINITIVOS .....	135
7.1	Diseño del sistema .....	135
7.2	Mejoramiento del sistema existente .....	137
7.2.1	Barrido y almacenamiento temporal .....	137
7.2.2	Recolección y transporte .....	137
7.2.3	Recipientes a ser utilizados .....	138
7.2.4	Recolección de los residuos sólidos .....	139

7.2.5	Disposición final de los desechos urbanos y rurales.....	141
7.3	Diseño del sistema de disposición final.....	141
7.3.1	Infraestructura del relleno.....	143
7.3.2	Determinación de la generación de lixiviados y gases en la nueva celda.....	144
7.3.3	Recolección y transporte de lixiviados.....	149
7.3.4	Recolección y evacuación de gases.....	154
7.3.5	Tratamiento de lixiviados.....	155
1.1.1.1	Comprobación de la Fosa séptica.....	157
1.1.1.2	Comprobación del filtro anaerobio.....	159
7.3.6	Celda diaria.....	165
7.4	Diseño geométrico de la vía de acceso:.....	167
7.4.1	Trazo de tangentes y curvas circulares.....	169
1.1.1.3	Deflexiones y tangentes:.....	169
1.1.1.4	Curvas horizontales:.....	169
7.4.2	Proyecto vertical.....	172
7.4.3	Perfil longitudinal del terreno:.....	173
7.4.4	Elementos del proyecto vertical:.....	173
1.1.1.5	Curvas verticales Tangentes:.....	173
1.1.1.6	Curvas Verticales:.....	174
7.5	Construcciones auxiliares y accesorios.....	174
7.5.1	Puerta de ingreso y salida:.....	174
7.5.2	Cerramiento del relleno sanitario:.....	175
7.5.3	Propiedad y derecho de uso.....	175
7.5.4	Sistema de reciclaje.....	177
8	EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA.....	178
8.1	EVALUACIÓN ECONOMICA.....	178
8.1.1	Preliminares – inflación.....	178
8.1.2	Inversiones.....	178
8.1.3	Beneficios.....	180
8.1.4	Precios de eficiencia.....	180
8.1.5	Población de cobertura del servicio.....	182
8.1.6	Flujo económico.....	183
8.1.7	Conclusiones.....	191
8.2	EVALUACIÓN FINANCIERA.....	192
8.2.1	Preliminares – inflación.....	192
8.2.2	Inversiones y Costos de operación y mantenimiento.....	192
8.2.3	Costo de la deuda.....	195
8.2.4	Flujo financiero.....	197

---

8.2.5	Impacto financiero de la tasa recomendada .....	200
8.2.6	Conclusiones.....	201
9	Plan de manejo ambiental .....	203
10	DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS.....	203

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	8
TABLA 2. TIPO DE VIVIENDA DEL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	9
TABLA 3. TIPO DE VIVIENDA DE LA PARROQUIA GRAL. LEÓNIDAS PLAZA GUTIÉRREZ.....	9
TABLA 4. PROMEDIO DE HABITANTES POR VIVIENDA EN ÁREAS URBANA Y RURAL A NIVEL PARROQUIAL Y CANTONAL.....	10
TABLA 5. CENTROS EDUCATIVO DEL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	10
TABLA 6. TASAS DE ANALFABETISMO EN EL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	11
TABLA 7. NIVELES DE INSTRUCCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	12
TABLA 8. NIVELES DE INSTRUCCIÓN DE LA PARROQUIA GRAL. LEÓNIDAS PLAZA G.....	13
TABLA 9. PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE SALUD EN EL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	15
TABLA 10. UNIDADES DE SALUD DEL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	15
TABLA 11. PRINCIPALES CAUSAS DE MORBILIDAD AMBULATORIA 2013 DEL CENTRO DE SALUD LIMÓN INDANZA.....	16
TABLA 12. PROCEDENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA PARROQUIA GRAL. LEÓNIDAS PLAZA G.....	20
TABLA 13. VIALIDAD Y ACCESIBILIDAD DE LIMÓN INDANZA.....	21
TABLA 14. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE LA PARROQUIA GRAL. LEÓNIDAS PLAZA G.....	21
TABLA 15. PROCEDENCIA DEL AGUA DE LA PARROQUIA GRAL. LEÓNIDAS PLAZA G.....	22
TABLA 16. SISTEMAS DE ALCANTARILLADO DEL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	23
TABLA 17. TIPO DE SERVICIO HIGIÉNICO DE LA PARROQUIA GRAL. LEÓNIDAS PLAZA G.....	23
TABLA 18. SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES DE LA PARROQUIA GRAL. LEÓNIDAS PLAZA G.....	24
TABLA 19. FECHAS DE FUNDACIÓN DE LAS PARROQUIAS DE LIMÓN INDANZA.....	25
TABLA 20. RANGO DE INGRESOS EN EL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	29
TABLA 21. RANGO DE GASTOS EN EL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	29
TABLA 22. PERSONAL ASIGNADO PARA EL MANEJO ADECUADO DE LOS RRSS.....	34
TABLA 23. ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ESPACIOS PÚBLICOS DEL CANTÓN.....	35
TABLA 24. ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN VIVIENDAS.....	37
TABLA 25. HORARIOS DE RECOLECCIÓN RRSS.....	40
TABLA 26. HORARIOS DE RECOLECCIÓN RRSS.....	42
TABLA 27. NÚMERO DE USUARIOS DEL SERVICIO POR CATEGORÍA.....	44
TABLA 28. MEDICIÓN DE CAUDAL DE LIXIVIADOS.....	53
TABLA 29. COEFICIENTE K.....	54
TABLA 30. SEÑALÉTICA IMPLEMENTADA EN EL RELLENO SANITARIO.....	58
TABLA 31. TASA DIFERENCIADA.....	67
TABLA 32. MUESTRO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS.....	69
TABLA 33. MUESTRO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN RESTAURANTES EN LA CABECERA CANTONAL.....	70
TABLA 34. MUESTRO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN INSTITUCIÓN PÚBLICA EN LA CABECERA CANTONAL....	70
TABLA 35. MUESTRO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MERCADO CENTRAL EN LA CABECERA CANTONAL..	71
TABLA 36. GENERACIÓN EN HOSPITALES, DESECHOS COMUNES, Y RESIDUOS BIOPELIGROSOS EN LA CABECERA CANTONAL.....	71
TABLA 37. MUESTREO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN HOSPITAL EN LA CABECERA CANTONAL.....	72
TABLA 38. PRODUCCIÓN PERCÁPITA DE GENERAL LEÓNIDAS PLAZA GUTIÉRREZ.....	73
TABLA 39. POBLACIÓN SERVIDA EN PARROQUIAL RURALES.....	74
TABLA 40. PRODUCCIÓN PERCÁPITA DE HOGARES EN LA PARROQUIA YUNGANZA.....	75
TABLA 41. PRODUCCIÓN PER CÁPITA EN ESCUELA DE LA PARROQUIA YUNGANZA.....	76
TABLA 42. GENERACIÓN PER CÁPITA DE HOGARES EN LA PARROQUIA INDANZA.....	77
TABLA 43. GENERACIÓN PER CÁPITA EN LA PARROQUIA INDANZA.....	78
TABLA 44. GENERACIÓN PER CÁPITA EN LA PARROQUIA SAN MIGUEL DE CONCHAY.....	79
TABLA 45. PRODUCCIÓN PERCÁPITA EN LA PARROQUIA SANTA SUSANA DE CHIVIAZA.....	80
TABLA 46. PRODUCCIÓN PERCÁPITA EN LA PARROQUIA SAN ANTONIO.....	81
TABLA 47. PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS POR DÍA EN EL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	82
TABLA 48. PESO PROMEDIO PARA DETERMINAR PESO VOLUMÉTRICO.....	83
TABLA 49. PROMEDIO DE PESOS POR TIPO DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	84

TABLA 50. PORCENTAJE POR TIPO DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	84
TABLA 51. TONELADAS DE RESIDUOS SÓLIDOS POR FUENTE DE GENERACIÓN.....	85
TABLA 52. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN HASTA EL 2032.....	86
TABLA 53. POBLACIÓN SERVIDA DEL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	87
TABLA 54. RESUMEN DE ESCENARIOS DE ACUERDO A LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	87
TABLA 55. GENERACIÓN DE RESIDUOS CELDA NUEVA.....	88
TABLA 56. PORCENTAJE DE RESIDUOS RECICLABLES.....	88
TABLA 57. PUNTOS TOPOGRAFÍA.....	92
TABLA 58. PROMEDIOS DE ANÁLISIS FÍSICO.....	95
TABLA 59. RESULTADOS ENSAYO DE POZO INVERTIDO.....	101
TABLA 60. RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO.....	102
TABLA 61. RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO.....	103
TABLA 62. RESULTADOS DEL ENSAYO DE PARAFINA.....	103
TABLA 63. RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO PCA-02 M1.....	104
TABLA 64. RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO PCA-03 M1.....	105
TABLA 65. RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO MUESTRAS REMOLDEADAS.....	106
TABLA 66. RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR ESTÁNDAR PCA-01 M1.....	107
TABLA 67. RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR ESTÁNDAR PCA-04 M1.....	107
TABLA 68. RESULTADOS DEL ENSAYO DE PERMEABILIDAD.....	108
TABLA 69. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ASUMIDOS PARA EL CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN.....	111
TABLA 70. RESUMEN DE RESULTADOS DE CAPACIDAD PORTANTE PARA MATERIAL MH.....	113
TABLA 71. NEC FACTORES DE SEGURIDAD POR CORTE MÍNIMO.....	114
TABLA 72. PARÁMETROS GEO MECÁNICOS PARA EL CÁLCULO DE ESTABILIDAD DE TALUDES.....	115
TABLA 73. DATOS DE PRECIPITACIÓN.....	124
TABLA 74. DATOS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMOS EN LIMÓN INDANZA.....	124
TABLA 75. ANÁLISIS DE GUMBEL.....	125
TABLA 76. CALCULO DE LA INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN.....	126
TABLA 77. DATOS DE LA ESTACIÓN GUALAQUIZA.....	127
TABLA 78. PRECIPITACIÓN MEDIA EN LIMÓN INDANZA.....	127
TABLA 79. TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES.....	128
TABLA 80. EVAPOTRANSPIRACIÓN.....	128
TABLA 81. BALANCE HÍDRICO.....	131
TABLA 82. HORARIO DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	138
TABLA 83. TARIFA DE COBRO POR EL SERVICIO.....	141
TABLA 84. PARÁMETROS MÍNIMOS DE CADA CAPA EN LA NUEVA CELDA PROYECTADA.....	143
TABLA 85. PRECIPITACIÓN MENSUAL.....	145
TABLA 86. DATOS INICIALES DEL MODELO CORENOSTÓS APLICADO.....	147
TABLA 87. VOLUMEN DE TIERRA ACUMULADA CELDA NUEVA.....	166
TABLA 88. GENERACIÓN DE RESIDUOS BIOPELIGROSOS.....	167
TABLA 89. RADIO MÍNIMO DE LA VÍA.....	172
TABLA 90: INVERSIONES Y RE INVERSIONES.....	179
TABLA 91: RELACIONES PRECIO CUENTA EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	180
TABLA 92: PRECIOS DE EFICIENCIA Y MERCADO INVERSIÓN.....	181
TABLA 93: PRECIOS DE EFICIENCIA Y MERCADO OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	181
TABLA 94: POBLACIÓN PROYECTADA DURANTE EL PERÍODO DE VIDA DEL PROYECTO.....	183
TABLA 95: FLUJO ECONÓMICO ESCENARIO 1 – TASA ACTUAL.....	184
TABLA 96: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD EVALUACIÓN ECONÓMICA ESCENARIO 1.....	185
TABLA 97: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD EVALUACIÓN ECONÓMICA ESCENARIO 1.....	186
TABLA 98: COSTO MEDIO DEL SERVICIO, TASA PROPUESTA.....	187
TABLA 99: FLUJO ECONÓMICO ESCENARIO 2 – TASA PROPUESTA –.....	189
TABLA 100: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD – ESCENARIO 2 –.....	191
TABLA 101: COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	192
TABLA 102: BIENES DE USO Y MANTENIMIENTO.....	194

---

TABLA 103: DEPRECIACIONES.....	195
TABLA 104: TABLA DE AMORTIZACIÓN CRÉDITO .....	196
TABLA 105: FLUJO FINANCIERO .....	198
TABLA 106: RESULTADOS EVALUACIÓN FINANCIERA.....	199
TABLA 107. CODIFICACIÓN DE PMA.....	203

### INDICE DE GRÁFICOS.

GRÁFICO 1. PORCENTAJE DE ANALFABETISMO EN EL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	12
GRÁFICO 2. NIVELES DE INSTRUCCIÓN DE LA PARROQUIA GRAL. LEÓNIDAS PLAZA.....	13
GRÁFICO 3. PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN EL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	25
GRÁFICO 4. COBERTURA DE AGUA POTABLE EN EL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	26
GRÁFICO 5. COBERTURA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	26
GRÁFICO 6. COBERTURA DE TELEFONÍA FIJA EN EL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	27
GRÁFICO 7. COBERTURA DE ALCANTARILLADO EN EL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	27
GRÁFICO 8. COBERTURA DE SERVICIO DE RRSS EN EL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	28
GRÁFICO 9. RANGO DE INGRESOS FAMILIARES EN EL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	28
GRÁFICO 10. RANGO DE GASTOS FAMILIARES EN EL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	29
GRÁFICO 11. OPINIÓN CIUDADANA CON RESPECTO AL SERVICIO DE RRSS EN EL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	30
GRÁFICO 12. OPINIÓN CIUDADANA CON RESPECTO AL PAGO ADICIONAL POR EL SERVICIO DE RRSS EN EL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	30
GRÁFICO 13. OPINIÓN CIUDADANA CON RESPECTO AL PAGO POR EL SERVICIO DE RRSS EN EL CANTÓN LIMÓN INDANZA.....	31
GRÁFICO 14. PORCENTAJE POR TIPO DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	85
GRÁFICO 15. ENVOLVENTE DE FALLA ENSAYO DE CORTE DIRECTO PCA – 02 MI.....	104
GRÁFICO 16. ENVOLVENTE DE FALLA ENSAYO DE CORTE DIRECTO PCA – 03 MI.....	105
GRÁFICO 17. ENVOLVENTE DE FALLA ENSAYO DE CORTE DIRECTO PCA – 03 MI.....	106
GRÁFICO 18. CURVA DE COMPACTACIÓN ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR ESTÁNDAR PCA-01 MI.....	107
GRÁFICO 19. CURVA DE COMPACTACIÓN ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR ESTÁNDAR PCA-04 MI.....	108
GRÁFICO 20. PERFIL GEOTÉCNICO DEL SITIO.....	109

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PROPIEDADES PRIVADAS.....	32
FIGURA 2. ÁREA DEL RELLENO SANITARIO .....	33
FIGURA 3. ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA.....	34
FIGURA 4. RUTAS DE RECOLECCIÓN EN EL CANTÓN LIMÓN INDANZA. ....	41
FIGURA 5. UBICACIÓN DE LOS CANCHONES DE RECICLAJE.....	47
FIGURA 6. SISTEMA DE DRENAJE PARA LIXIVIADOS CELDA ACTUAL.....	49
FIGURA 7. FOSA SÉPTICA -VISTA EN PLANTA- VISTA EN CORTE.....	50
FIGURA 8. FILTRO ANAEROBIO - VISTA EN PLANTA-VISTA EN CORTE .....	51
FIGURA 9.UBICACIÓN DE LA CHIMENEAS DE BIOGÁS.....	55
FIGURA 10. VÍA DE ACCESO HACIA EL RELLENO SANITARIO .....	57
FIGURA 11. ORGANIGRAMA PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS .....	66
FIGURA 12. DISEÑO DEL MÉTODO DE CUARTEO. ....	68
FIGURA 13. MODIFICACIÓN AL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE LA CELDA ACTUAL. ....	89
FIGURA 14. EXCAVACIÓN PARA CELDA NUEVA.....	89
FIGURA 15. RESULTADO DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD BAJO CONDICIONES ESTÁTICAS TALUD DE CORTE, CAPA SUPERFICIAL.....	116
FIGURA 16. RESULTADO DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD BAJO CONDICIONES ESTÁTICAS TALUD DE CORTE, CAPA SUPERFICIAL.....	116
FIGURA 17. RESULTADO DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD BAJO CONDICIONES DINÁMICAS TALUD DE CORTE, CAPA INTACTA.....	117
FIGURA 18. RESULTADO DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD BAJO CONDICIONES DINÁMICAS TALUD DE CORTE, CAPA INTACTA.....	117
FIGURA 19. MODELO DE FLUJO.....	119
FIGURA 20. SECCIÓN DE SUBDRENES A INSTALARSE.....	120
FIGURA 21. INVENTARIO HÍDRICO.....	123
FIGURA 22. TERRAZAS DE ESTOQUEO DE BASURA.....	142
FIGURA 23. SISTEMA DE ANCLAJE PERIMETRAL DE LA GEOMEMBRANA.....	144
FIGURA 24. GENERACIÓN DE LIXIVIADOS.....	148
FIGURA 25. SISTEMA DE DRENAJE DE LIXIVIADOS Y GASES.....	149
FIGURA 26. SISTEMA DE ANCLAJE PERIMETRAL DE LA GEOMEMBRANA.....	150
FIGURA 27. TRAMOS DE DRENES ANALIZADOS HIDRÁULICAMENTE.....	151
FIGURA 28. DETALLE DE DRENAJE DE LIXIVIADOS.....	153
FIGURA 29. PERFIL DEL DRENAJE DE LIXIVIADOS DE LA CELDA ACTUAL .....	154
FIGURA 30. DETALLE DE CHIMENEAS PARA GASES.....	155
FIGURA 31. CORTE DE FOSA SÉPTICA. ....	157
FIGURA 32. ZANJA DE INFILTRACIÓN. ....	165
FIGURA 33. DETALLE CELDA DIARIA, VISTA FRONTAL, VISTA SUPERIOR Y VISTA EN 3D.....	166
FIGURA 34. SECCIÓN BÁSICA DEL PROYECTO .....	168
FIGURA 35. TRAZO DE TANGENTES Y CURVAS CIRCULARES.....	168
FIGURA 36. ÁNGULO DEL DEFLEXIÓN Y TANGENTES .....	169
FIGURA 37. COMPONENTES DE UNA CURVA HORIZONTAL .....	170
FIGURA 38. TRAZO DE TANGENTES PARA EL PROYECTO VERTICAL .....	174
FIGURA 39. DETALLE PUERTA DE ACCESO Y SALIDA CELDA NUEVA.....	175
FIGURA 40. PLANO E INFORMACIÓN DE LINDERACIÓN DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL.....	176

---

INDICE DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFÍA 1. BASURERO PÚBLICO.....	36
FOTOGRAFÍA 2. CONTENEDORES PARA RESIDUOS EN EL MERCADO.....	36
FOTOGRAFÍA 3. ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS EN LAS VIVIENDAS.....	37
FOTOGRAFÍA 4. ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS HOSPITALARIOS.....	38
FOTOGRAFÍA 5. BARRIDO DE ÁREAS PÚBLICAS.....	39
FOTOGRAFÍA 6. RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	39
FOTOGRAFÍA 7. REMOLQUE PARA DESECHOS HOSPITALARIOS.....	43
FOTOGRAFÍA 8. OFICINA Y BODEGA.....	45
FOTOGRAFÍA 9. GALPONES DE RECICLAJE.....	46
FOTOGRAFÍA 10. CELDA ACTUAL.....	48
FOTOGRAFÍA 11. PLATA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS.....	52
FOTOGRAFÍA 12. TOMA DE MUESTRA POR FUNCIONARIO DEL MAE MORONA SANTIAGO.....	53
FOTOGRAFÍA 13. CHIMENEAS PARA BIOGÁS.....	56
FOTOGRAFÍA 14. CELDA PARA RESIDUOS ESPECIALES Y SANITARIOS.....	56
FOTOGRAFÍA 15. CELDA ESPECIAL PARA DESECHOS HOSPITALARIOS.....	58
FOTOGRAFÍA 16. SITIO DE DISPOSICIÓN DE CHATARRA.....	61
FOTOGRAFÍA 17. GALPÓN PARA MATERIA ORGÁNICA.....	62
FOTOGRAFÍA 18. GALPÓN PARA MATERIALES RECICLABLES.....	63
FOTOGRAFÍA 19. DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS BIOPELIGROSOS.....	64
FOTOGRAFÍA 20. DISPOSICIÓN DE ESCOMBROS.....	65
FOTOGRAFÍA 21. CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	68
FOTOGRAFÍA 22. EXCAVACIÓN PCA-01.....	98
FOTOGRAFÍA 23. EXCAVACIÓN PCA-02.....	99
FOTOGRAFÍA 24. EXCAVACIÓN PCA-03.....	100
FOTOGRAFÍA 25. EXCAVACIÓN PCA-04.....	101

## **I. Siglas y abreviaturas.**

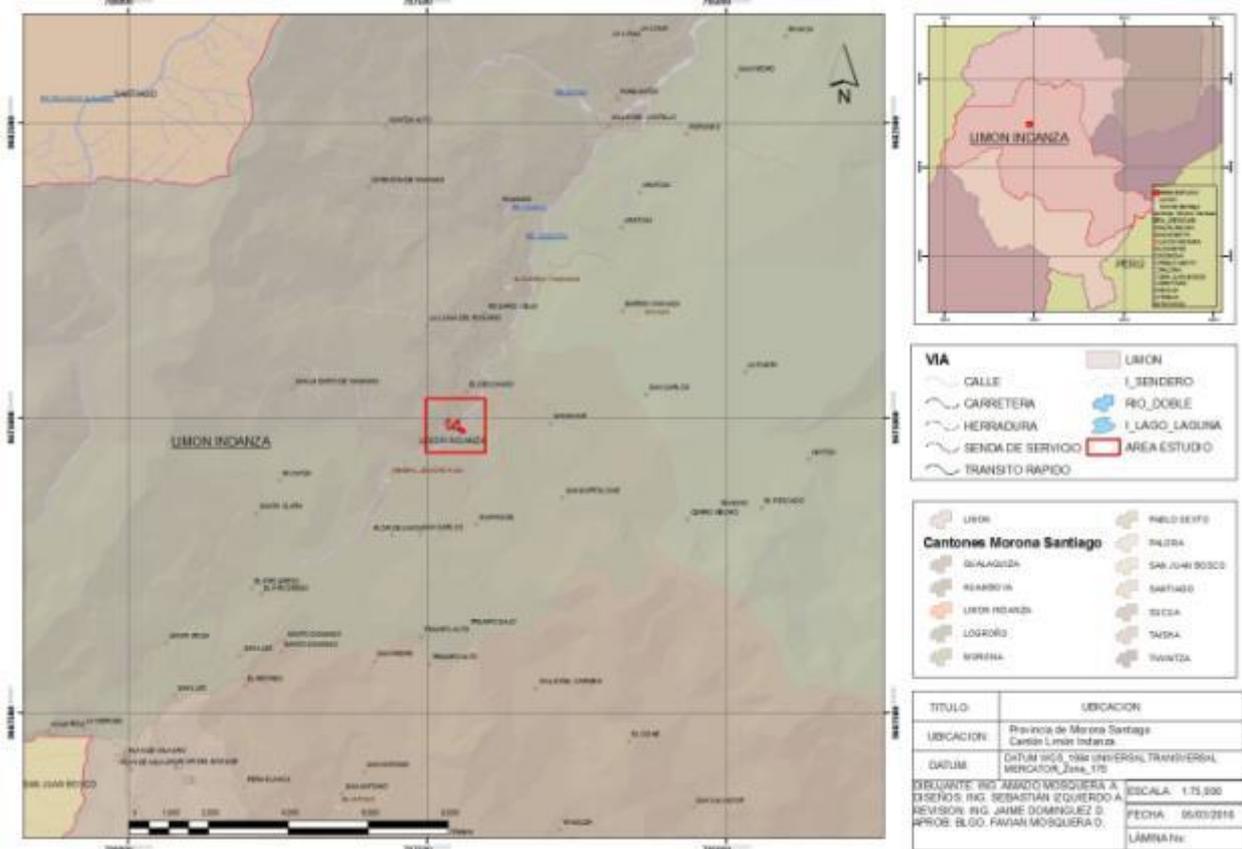
Se presentan siglas y abreviaturas en el Anexo 1.

# 1 FICHA TÉCNICA

## NOMBRE DE LA ACTIVIDAD / OBRA O PROYECTO

**ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS, PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS PARA EL CANTÓN LIMÓN INDANZA**

## LOCALIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD / OBRA O PROYECTO



### UBICACIÓN

**Provincia:** Morona Santiago

**Cantón:** Limón Indanza

**Parroquia:** General Leónidas Plaza

### COORDENADAS (WGS84)

Este: 739357

Norte: 9696555

**NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL PROMOTOR**

**REPRESENTANTE LEGAL**

Gobierno Autónomo Municipal de Limón Indanza		MVZ. Fredy Torres
<b>DIRECCIÓN</b>	<b>TELÉFONO/FAX</b>	<b>PAGINA WEB/CORREO ELECTRÓNICO</b>
Simón Bolívar y 24 de mayo	2770146 - 2770203	<a href="mailto:munilimon@easynet.net.ec">munilimon@easynet.net.ec</a> <a href="mailto:gadlimonindanzaotmail.com">gadlimonindanzaotmail.com</a>
<b>NOMBRE DEL CONSULTOR DIRECTOR / COMPAÑÍA CONSULTORA</b>		
Hermogenes Favián Mosquera Ordoñez		
<b>DIRECCIÓN</b>	<b>TELÉFONO/FAX</b>	<b>PAGINA WEB / CORREO ELECTRÓNICO</b>
Av.10 de Agosto 1-196 y Calle de Retorno	2811737	fabianmosquera@yahoo.com
<b>EQUIPO TÉCNICO DE CONSULTORÍA:</b>		
Blgo. Favián Mosquera	2811737	fabianmosquera@yahoo.com
Ing. Jaime Domínguez Durán	2811737	<a href="mailto:jaime.dominguez@ctotal.com.ec">jaime.dominguez@ctotal.com.ec</a>
Ing. Sebastián Izquierdo	2811737	<a href="mailto:sebasizquierdo@hotmail.com">sebasizquierdo@hotmail.com</a>
Ing. Amado Mosquera	2811737	<a href="mailto:amado85@hotmail.com">amado85@hotmail.com</a>
Ing Com. Marco Piedra	2811737	<a href="mailto:mpiedra0768@hotmail.com">mpiedra0768@hotmail.com</a>
Econ. Mireya Montero	2811737	<a href="mailto:mireya.montero@ctotal.com.ec">mireya.montero@ctotal.com.ec</a>
Blgo. Victoria Argudo	2811737	<a href="mailto:vicky.argudo19@gmail.com">vicky.argudo19@gmail.com</a>

---

## 2 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Las actividades cotidianas que realizamos los seres humanos provocan de una u otra manera los residuos sólidos son desechados muchas veces sin considerar los problemas ambientales y sanitarios que pueden ocasionar.

El crecimiento poblacional que se viene dando en cada una de las ciudades va acrecentando esta problemática, propiciando un incremento en la generación de los desechos tanto domiciliarios, industriales, institucionales, entre otros; por lo que es menester realizar una adecuada disposición de los residuos sólidos desde su producción hasta su disposición final; este proceso incluye varias etapas que incluyen desde la recolección, transferencia, transporte, tratamiento, hasta la disposición final.

El manejo de los desechos sólidos se debe realizar de una manera eficiente y ordenada para proporcionar la solución más adecuada, en concordancia con los mejores principios de la salud pública, economía, ingeniería, estética, aceptación social y preservación del ambiente.

El COOTAD (Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización) en su artículo 55 establece que los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales son los responsables directos del manejo de los desechos sólidos que se generan en su territorio.

Las competencias asignadas respecto al manejo de los DDSS, se han visto frenada ya que implican entre otras, inversiones fuertes y el cumplimiento de normativa legal que contrasta con las capacidades técnicas y económicas de GADs “pequeños”, dando como consecuencia un manejo de desechos sólidos no eficiente.

Los desechos sólidos manejados de una manera adecuada, poseen valor económico al ser reciclados o reutilizados, prácticas no permanentes en el Ecuador, esta situación hace que un alto porcentaje de los desechos vayan a parar en botaderos a cielo abierto con deficiente manejo, trayendo como consecuencia que en estos lugares proliferan plagas y enfermedades, además de afecciones al medio ambiente.

Los Estudios de las evaluaciones técnicas y Evaluación de Impactos Ambientales, se han convertido en uno de los principales instrumento para regular y mejorar la disposición final de los desechos sólidos en el país.

Respecto al Cantón Limón Indanza el Relleno Sanitario es una obra muy importante en el bienestar de su población y en la conservación de los recursos naturales que sin duda amerita este tipo de estudio, con el cual se facilitará la toma de decisiones permitiendo considerar alternativas ambientales viables para la ejecución del proyecto.

EL estudio de evaluación de Impacto Ambiental es un requisito formal para obtener una licencia ambiental establecida y aprobada por el Ministerio del Ambiente en virtud de lo que establece la Ley de Gestión Ambiental.

### 2.1 ANTECEDENTES

El cantón Limón Indanza se encuentra ubicado al suroeste de la provincia de Morona Santiago, posee un rango altitudinal que va desde los 240 a los 3880 msnm aproximadamente, a una distancia de 79.16 kilómetros de la Capital provincial; Macas.

Su fecha de Cantonización es el 7 de noviembre de 1950. (GADM Limón Indanza. 2012) (POT.S/f). Limita al norte con el cantón Santiago. Al sur con San Juan Bosco, al este con Tiwinza y al oeste con El pan; cantón de la provincia del Azuay. La cabecera cantonal (General Plaza) está a una altura aproximada de 1100 msnm.

El cantón posee una extensión de 2174.92 Km<sup>2</sup> y se compone de 6 parroquias; San Miguel de Conchay, Indanza, San Antonio, Gral. Leónidas Plaza G., Sta. Susana de Chiviaya y Yunganza. La parroquia Gral. Leónidas Plaza Gutiérrez, donde se encuentra el relleno sanitario está conformada por las comunidades de: San Bartolo, Guayaquil Chico, El Triunfo, San Pedro, San Luis, Santa Rosa, El Progreso, Gral. Leónidas Plaza Gutiérrez (Limón), Lomo de Puerco, La Merced y El Descanso; posee una extensión de 289.95 km<sup>2</sup>.

El total de potenciales beneficiados directos, es decir la población de la parroquia Gral. Leónidas Plaza Gutiérrez es de 3981 habitantes y los beneficiados indirectos, es decir; el cantón entero suman 9722 habitantes según el INEC del año 2010.

El GAD Municipal del cantón Limón Indanza cuenta con una Ordenanza que establece las normas de control para el tratamiento de los desechos sólidos dentro del cantón Limón y que ha sido aprobada por el Concejo Municipal en dos sesiones ordinarias llevadas a cabo el 12 y 19 de octubre del 2015 y sancionada por el Señor Alcalde el 20 de octubre del 2015 (Anexo 2)., y una Ordenanza sustitutiva que establece las normas de control para el tratamiento de los desechos sólidos en el cantón Limón Indanza, aprobada en dos sesiones ordinarias de fecha 30 de enero del 2017 y 20 de febrero del 2017.

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Limón Indanza está empeñado en prestar servicios de calidad en lo referente a la disposición final de los residuos sólidos, para lo cual ha previsto recursos económicos propios para contratar la “**CONSULTORÍA PARA LOS ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS, PARA LA DISPOSICIÓN FINAL Y APROVECHAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS PARA EL CANTÓN LIMÓN INDANZA**”, subsistema que responderá con sustentabilidad ambiental y sanitaria en el cantón por lo menos 15 años.

## 2.2 JUSTIFICACIÓN

Jurídicamente, al GAD Municipal de Limón Indanza le corresponde cumplir con las siguientes disposiciones legales:

La Constitución Política de la República, en el artículo 396 párrafo segundo establece: “*la responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas*”.

La Ley Orgánica de la Salud determina la Responsabilidad de los Municipios en materia de desechos sólidos según lo dispuesto en el **LIBRO II: Salud y seguridad ambiental, Capítulo II.- De los desechos comunes, infecciosos, especiales y de las radiaciones ionizantes y no ionizantes. Artículo 100:** “*La recolección, transporte, tratamiento y disposición final de desechos es responsabilidad de los municipios que la realizarán de acuerdo con las leyes, reglamentos y ordenanzas que se dicten para el efecto, con observancia de las normas de bioseguridad y control determinadas por la autoridad sanitaria nacional. El Estado entregará los recursos necesarios para el cumplimiento de lo dispuesto en este artículo*”.

*El Código Orgánico de Ordenamiento Territorial Autonomía y Descentralización en el literal d) del artículo 55 establece: “...las Competencias exclusivas del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal...- Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellas que establece la ley”.*

*La Ley de Gestión Ambiental en su artículo 20 establece: “Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo”.*

*De las instituciones relacionadas con el sector Ambiental, se destacan en el ámbito local las municipalidades por ser las responsables de la operación de los servicios de aseo. En el ámbito nacional participan con particular importancia el Ministerio del Ambiente como Autoridad Ambiental Nacional, responsable de regular y dictar los lineamientos ambientales para la gestión y disposición final de los residuos sólidos.*

### **3 OBJETO DE LA CONSULTORÍA**

Ejecutar los “estudios de factibilidad y diseños definitivos, para la disposición final y el aprovechamiento de los desechos sólidos para el cantón Limón Indanza”.

#### **3.1 OBJETIVOS**

##### **3.1.1 Objetivo General**

- ✓ Desarrollar los estudios de pre-inversión, para la ejecución del proyecto de carácter sustentable y sostenible de la disposición final y el cierre técnico de la celda existente en el relleno sanitario del cantón Limón Indanza de la provincia de Morona Santiago que permita mejorar la calidad de vida de los pobladores en el territorio de la Provincia de Morona Santiago.

##### **3.1.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Elaborar el plan para la disposición final de los residuos y desechos sólidos no peligrosos y sanitarios del GADM del cantón Limón Indanza Provincia de Morona Santiago para un período mínimo de 15 años en el sitio de disposición final actual.
- ✓ Evaluar y recomendar el modelo de gestión administrativa para el GAD Municipal del cantón Limón Indanza, Provincia de Morona Santiago a través del análisis de la alternativa existente (Relleno Actual), que determine la forma de administración del proceso.
- ✓ Proponer un modelo técnico – operativo de manejo de los residuos sólidos domésticos, hospitalarios, y otros, del GAD Municipal del cantón Limón Indanza Provincia de Morona Santiago.
- ✓ Realizar los diseños definitivos del relleno sanitario en el sitio de disposición final actual de los residuos domésticos, hospitalarios y otros de acuerdo a cada caso.
- ✓ Realizar el estudio para el cierre técnico y saneamiento de la celda actual que utiliza el GAD Municipal del cantón Limón Indanza Provincia de Morona Santiago.
- ✓ Realizar el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), que permitirá obtener la licencia Ambiental expost para el manejo del relleno sanitario.
- ✓ Elaborar y presentar los planos digitalizados e impresos, bajo los formatos establecidos por el Ministerio del Ambiente.
- ✓ Elaborar los manuales de operación para el sitio de disposición final.

- ✓ Elaborar las especificaciones técnicas, análisis de precios unitarios, presupuesto y cronograma del diseño definitivo de obras.
- ✓ Realizar el seguimiento y acompañamiento al proceso de regularización ambiental del proyecto.

#### **4 ÁMBITO DE TRABAJO**

El estudio **PARA LOS ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS, PARA LA DISPOSICIÓN FINAL Y EL APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS PARA EL CANTÓN LIMÓN INDANZA**, se desarrollará en Cantón Limón Indanza provincia de Morona Santiago.

#### **5 ALCANCE Y PROFUNDIDAD**

Para el desarrollo del presente estudio se ha considerado dividirlo en dos etapas; la primera se refiere al diagnóstico general del área de estudio como también a la situación actual tanto del Relleno Sanitario como de la Gestión de los Residuos dentro del cantón (etapa 1), mientras que la etapa 2 se refiere a los diseños definitivos de una nueva celda en el Relleno Sanitario en el sitio actual así como las recomendaciones que realice el equipo consultor para mejorar el servicio de disposición final de los residuos sólidos en el cantón.

##### **5.1 Diagnóstico y Factibilidad**

Para la consecución de esta primera etapa se debe realizar:

- Una evaluación completa y exhaustiva de las instalaciones existentes y los procesos de reducción de la Generación, Almacenamiento diferenciado, Barrido y limpieza, Recolección y transporte, Tratamiento, aprovechamiento y procesos para el reciclaje, Disposición final.
- Esta evaluación tiene por objeto conseguir la máxima reutilización de las instalaciones y equipos existentes, por medio de un programa de rehabilitación y mejoras que debe ser diseñado.
- Un estudio detallado de la oferta y demanda actual de servicios y una proyección razonable de la oferta y demanda dentro del período de diseño.

##### **5.2 Diseños Definitivos**

Para la consecución de la segunda etapa se debe realizar:

- Estudio detallado de las mejoras propuestas, cierre de la celda actual.
- Diseños y planos de todas las estructuras operativas, así como las especificaciones técnicas de todos los componentes de infraestructura, vehículos, maquinaria y equipos que se requieran.
- Evaluación Económica – Financiera.

## 6 ESTUDIO DE DIAGNÓSTICO Y FACTIBILIDAD

Para realizar este estudio el equipo consultor realizó un diagnóstico de la situación actual del manejo de los residuos sólidos del GAD Municipal del cantón Limón Indanza el mismo que es muy importante para conocer la realidad actual del servicio de manejo y disposición final de los residuos sólidos.

A continuación se describen las principales actividades y aspectos que se tomaron en cuenta para el diseño de los productos esperados y el cumplimiento de los objetivos del estudio.

Se evaluó el servicio que el GAD Municipal del cantón Limón Indanza realiza con respecto a los desechos sólidos y se ajustaron las obras civiles para mejorar el manejo del relleno sanitario y los sitios de almacenamiento de los desechos reciclables, se elaboraron herramientas y/o procedimientos para mejorar la disposición final de los DDSS.

### 6.1 Información analizada.

Para realizar el diagnóstico de la situación actual del servicio de los residuos sólidos del cantón Limón Indanza se realizó la recopilación y el respectivo análisis de toda la información existente relativa al proyecto tales como:

- GAD Municipal del Cantón Limón Indanza. (2005). “Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Limón”
- “Diagnóstico definitivo del relleno sanitario del cantón Limón Indanza. Ing. Chacón V. en el año 2013”.
- “Estudios geológico, geotécnico y estabilidad de taludes para el relleno sanitario del cantón Limón”. Ing. Ordoñez, F. (2013).
- G.A.D Municipal del Cantón Limón Indanza. (2005). Proyecto "Relleno Sanitario para General Leónidas Plaza Gutiérrez".
- Ing. Matute, L (2015). “Análisis de suelos y estabilidad del sector del Relleno Sanitario para el cantón Limón” 2015.
- Otros estudios realizados como parte de esta consultoría.
- Planimetría del cantón Limón Indanza.
- Planos existentes de rutas de recolección y barrido.
- IV Censo Nacional de Población y Vivienda, INEC, 2010.

Luego de la revisión y análisis de la documentación existente se realizó el diagnóstico en los siguientes aspectos:

### 6.2 Información general de la ZONA DEL proyecto

#### 6.2.1 Ubicación geográfica del proyecto

El proyecto se encuentra ubicado en el cantón Limón Indanza de la provincia de Morona Santiago y el relleno sanitario actual en el sector denominado El Descanso a 5 km al norte de la Cabecera Cantonal, aproximadamente a 10 minutos del centro urbano tomando como referencia el parque central y se encuentra al margen izquierdo del río Yunganza. (Anexo 3).

El terreno donde funciona el relleno sanitario fue adquirido oportunamente por el Gobierno Autónomo Descentralizado de Limón Indanza; posee una superficie total de 4 hectáreas. , y permite prestar el servicio de disposición final de desechos sólidos a todo el cantón (9722 habitantes)

Para ingresar al sitio del estudio desde la cabecera cantonal se lo puede hacer tomando la vía Limón - Méndez, recorriendo por esta 5 km para posteriormente ingresar a mano derecha por una pequeña vía lastrada aproximadamente 715 m.

### 6.2.2 Información general del cantón Limón Indanza

El cantón Limón Indanza se encuentra ubicado al suroeste de la provincia de Morona Santiago, posee un rango altitudinal que va desde los 240 a los 3880 msnm aproximadamente, a una distancia de 79.16 kilómetros de la capital provincial Macas. Su fecha de cantonización es el 12 de diciembre de 1950. (GADM Limón Indanza. 2012)(POT.S/f). Limita al norte con el cantón Santiago, al sur con San Juan Bosco, al este con Tiwinza y al oeste con El Pan; cantón de la provincia del Azuay. La cabecera cantonal (General Plaza) está a una altura aproximada de 1100 msnm.

El cantón posee una extensión de 2174.92 Km<sup>2</sup> y se compone de 6 parroquias; San Miguel de Conchay, Indanza, San Antonio, Gral. Leónidas Plaza G., Sta. Susana de Chiviaza y Yunganza.

La parroquia Gral. Leónidas Plaza Gutiérrez, donde se encuentra el relleno sanitario está conformada por las comunidades de: San Bartolo, Guayaquil Chico, El Triunfo, San Pedro, San Luis, Santa Rosa, El Progreso, Gral. Leónidas Plaza Gutiérrez (Limón), Loma de Puerco, La Merced y El Descanso; posee una extensión de 289.95 km<sup>2</sup>.

### 6.2.3 Análisis demográfico de la zona de estudio.

La población del cantón Limón Indanza según el censo de población y vivienda INEC 2010; es de **9722** personas, dividido en: **4910** mujeres y **4812** hombres lo que representa el 6.6 % de la población provincial de Morona Santiago (147940 hab.)

La parroquia Gral. Leónidas Plaza Gutiérrez, donde se encuentra el relleno sanitario del cantón Limón Indanza tiene una población de 3981 habitantes de los cuales; 1920 son hombres y 2061 son mujeres. En esta parroquia el 88.5 % vive en el área urbana y el restante 11.5 % vive en el área rural.

*Tabla 1. Distribución de la población del cantón Limón Indanza.*

ÁREA # 140350 CANTON LIMÓN INDANZA.		
Sexo	Número	Porcentaje%
Hombre	4910	50,50
Mujer	4812	49,50
Total	9722	100.00 %

Fuente: INEC 2010.

### 6.2.4 Vivienda

En referencia al cantón Limón Indanza, existe un total de 3915 viviendas; de las cuales 1500 pertenecen a la parroquia Gral. Leónidas Plaza Gutiérrez.

Tomando en cuenta la totalidad del cantón Limón Indanza; tenemos que: 3215 viviendas son de tipo casa/villa y representan el 82.12 %, siendo el tipo más utilizado en el cantón. Le sigue el tipo de vivienda rancho con el 6 % (235 viviendas), en tercer lugar está el tipo mediagua con 4.16 % (163 viviendas).

Tabla 2. Tipo de vivienda del cantón Limón Indanza

Tipo de la vivienda	Nro. De viviendas	Porcentaje %
Casa/Villa	3215	82,12
Departamento en casa o edificio	92	2,35
Cuarto(s) en casa de inquilinato	76	1,94
Mediagua	163	4,16
Rancho	235	6,00
Covacha	29	0,74
Choza	82	2,09
Otra vivienda particular	16	0,41
Hotel, pensión, residencial u hostel	3	0,08
Cuartel		0,00
Policía/Bomberos	2	0,05
Otra vivienda colectiva	2	0,05
<b>Total</b>	<b>3915</b>	<b>100</b>

Fuente: INEC 2010.

En la parroquia General Leónidas Plaza de igual manera el tipo de vivienda casa/villa es el más utilizado con 81.4 % (1221 viviendas); en segundo lugar está el tipo departamento en casa o edificio con un 5.53% (83 viviendas) y finalmente en tercer lugar está el tipo de vivienda, cuarto en casa de inquilinato, con 4.8% (72 casos).

En el cantón Limón Indanza el promedio de personas por vivienda es de 4.13 hab/viv. En el área urbana es de 3.86 y en el área rural es de 4.3, tal como se puede observar a continuación:

Tabla 3. Tipo de vivienda de la parroquia Gral. Leónidas Plaza Gutiérrez.

ÁREA # 1403	LIMÓN INDANZA	
TIPO DE VIVIENDA	Nro. De viviendas	Porcentaje %
Casa/Villa	1221	81,4
Departamento en casa o edificio	83	5,53
Cuarto(s) en casa de inquilinato	72	4,8
Mediagua	67	4,47
Rancho	42	2,8
Covacha	4	0,27
Choza	2	0,13
Otra vivienda particular	5	0,33
Hotel, pensión, residencia u hostel	3	0,2
Cuartel Militar o de policía/Bomberos	1	0,07

Fuente: INEC 2010.

Tabla 4. Promedio de habitantes por vivienda en áreas urbana y rural a nivel parroquial y cantonal.

ÁREA #1403	LIMÓN INDANZA		
ÁREA URBANA O RURAL	CASOS	PROMEDIO	PORCENTAJE %
ÁREA URBANA	913	3,86	38,79
ÁREA RURAL	1441	4,3	61,21
TOTAL Y PROMEDIO	2354	4,13	100

Fuente: INEC 2010.

## 6.2.5 Educación

El cantón Limón Indanza cuenta con un total de 39 establecimientos educativos de los cuales 32 son Escuelas, dos son Jardines de Infantes y cuatro son Colegios y un Instituto Superior (ITSL).

Tabla 5. Centros educativo del cantón limón Indanza.

Nro.	NOMBRE	UBICACIÓN	TIPO DE ESTABLECIMIENTO
1	Colegio Río Santiago	General Plaza	Fisco Misional
2	ITSL	General Plaza	Fiscal
3	Esc. Simón Bolívar	General Plaza	Fisco Misional
4	Esc. Albino del Curto	General Plaza	Fisco Misional
5	Esc. Solado José Monge	General Plaza	Fiscal
6	Jardín Bolívar Jácome	General Plaza	Fiscal
7	Escuela Especial S/N	General Plaza	Fiscal
8	U. E. Camilo Gallegos	General Plaza	Fisco Misional
9	Esc. Juan Pablo II	La Merced	Fiscal
10	Esc. Luis Cordero	San Bartolo	Fiscal
11	Esc. Domingo Sabio	El Recreo	Fiscal
12	Esc. 9 de Octubre	San Luis	Fiscal
13	Cent. Artesa. Mazzarello	General Plaza	Fisco Misional
14	Col. Nacional Indanza	Indanza	Fiscal
15	Esc. Honorato Vásquez	Indanza	Fisco Misional
16	Esc. Azuay	San José	Fiscal
17	Esc. Ciudad de Cuenca	La Esperanza (I)	Fiscal
18	Esc. Ramiro Cárdenas	Plan de Milagro	Fiscal
19	Jardín El Clavelito	Indanza	Fiscal
20	Esc. García Moreno	Flor del Bosque	Fisco Misional
21	Esc. Francisco Tipantuña	El Triunfo	Fiscal
22	Esc. Río Blanco	La Victoria	Fiscal
23	Esc. Dolores Hugo	San Jorge	Fiscal
24	Esc. Belisario Cárdenas	Valle del Carmen	Fiscal
25	Esc. Hermano Miguel	San Antonio	Fiscal
26	Esc. Banco del Pichincha	Sarambiza	Fiscal
27	Esc. J. Vicente Morales	Pambilar	Fiscal
28	Esc. Prov. De Esmeraldas	San Salvador	Fiscal
29	Esc. Salvador León	El Cisne	Fiscal
30	Esc. Juan Smith	Yanguza	Fisco Misional
31	Esc. Padre Luis Carollo	Mayapis	Bilingüe
32	Esc. Tsakimp	Kushis	Bilingüe
33	Esc. Dos e Agosto	S. M. de Conchay	Fiscal
34	Esc. Carlos Aguilar	S. R. Mamanguy	Fiscal
35	Esc. Río Zamora	La Florida	Fiscal
36	Esc. Fidel A. Salinas	Nueva Principal	Fiscal
37	Esc. 4 de Septiembre	Valle Chimandaza	Fiscal
38	Esc. Santa Rosa	Unión	Bilingüe
39	Esc. Nankitai	Kuankus	Bilingüe

Fuente: INEC 2010.

En la siguiente tabla se presenta una descripción de la variable de educación en el cantón Limón Indanza.

Los niveles de analfabetismo en el cantón Limón Indanza presentan los siguientes resultados: el nivel de analfabetismo en el cantón es de 9.97%; en hombres el analfabetismo está en 4.17 % y en mujeres está en 5.79 %.

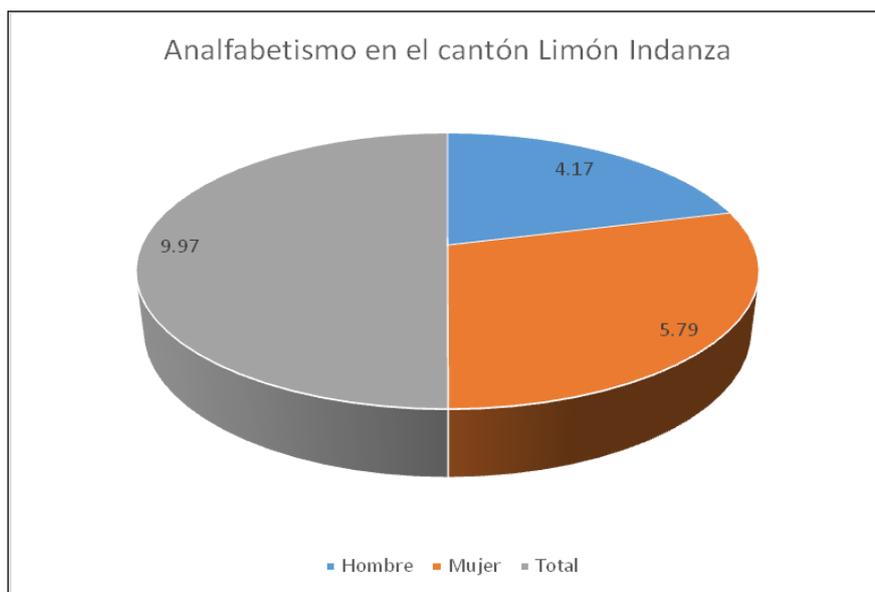
Tabla 6. Tasas de analfabetismo en el cantón Limón Indanza.

**ÁREA # 140350 LIMÓN INDANZA.**

Sexo	Sabe leer y escribir	Edades Escolares					Total
		De 3 a 5 años	De 6 a 12 años	De 13 a 18 Años	De 19 a 25 años	26 años y más	
Hombre	Si	0.18 %	9.91 %	8.61 %	6.14 %	20.48 %	45.32 %
	No	1.29 %	1.18 %	0.12 %	0.10 %	1.49 %	4.17 %
	<b>Total</b>	1.47 %	11.09 %	8.73 %	6.24 %	21.97 %	49.49 %
Mujer	Si	0.24 %	10.43 %	7.82 %	6.31 %	19.91 %	44.71 %
	No	1.31 %	1.10 %	0.10 %	0.13 %	3.16 %	5.79 %
	<b>Total</b>	1.55 %	11.53 %	7.92 %	6.44 %	23.07 %	50.51 %
Total	Si	0.42 %	20.34 %	16.43 %	12.45 %	40.40 %	90.03 %
	No	2.60 %	2.28 %	0.21 %	0.23 %	4.65 %	9.97 %
	<b>Total</b>	3.02 %	22.62 %	16.64 %	12.67 %	45.05 %	100.00 %

Fuente: INEC 2010.

Gráfico 1. Porcentaje de Analfabetismo en el cantón Limón Indanza.



Elaborado por: Equipo consultor 2017.

A nivel cantonal la siguiente tabla muestra el nivel más alto de instrucción a la que asiste o asistió la población.

Tabla 7. Niveles de instrucción de la población del cantón Limón Indanza.

ÁREA # 1403	LIMÓN INDANZA Edades Escolares					
	De 3 a 5 años	De 6 a 12 años	De 13 a 18 años	De 19 a 25 años	26 años y más	Total
Ninguno	0.39 %	0.24 %	0.16 %	0.21 %	3.34 %	4.34 %
Centro de Alfabetización/(EBA)		0.04 %	0.08 %	1.00 %	1.12 %	
Preescolar	0.52 %	0.16 %	0.01 %	-	0.17 %	0.86 %
Primario	0.73 %	10.04 %	3.09 %	3.18 %	21.01 %	38.05 %
Secundario		0.93 %	5.64 %	3.31 %	6.51 %	16.39 %
Educación Básica	1.28 %	11.02 %	4.69 %	1.26 %	2.60 %	20.84 %
Bachillerato - Educación Media			2.62 %	2.35 %	3.42 %	8.39 %
Ciclo Post bachillerato		-	0.11 %	0.39 %	1.09 %	1.59 %
Superior		-	0.16 %	1.53 %	4.13 %	5.81 %
Postgrado		-	-	0.02 %	0.41 %	0.43 %
Se ignora	0.10 %	0.24 %	0.14 %	0.32 %	1.38 %	2.18 %
<b>Total</b>	<b>3.02 %</b>	<b>22.62 %</b>	<b>16.64 %</b>	<b>12.67 %</b>	<b>45.05 %</b>	<b>100.00 %</b>

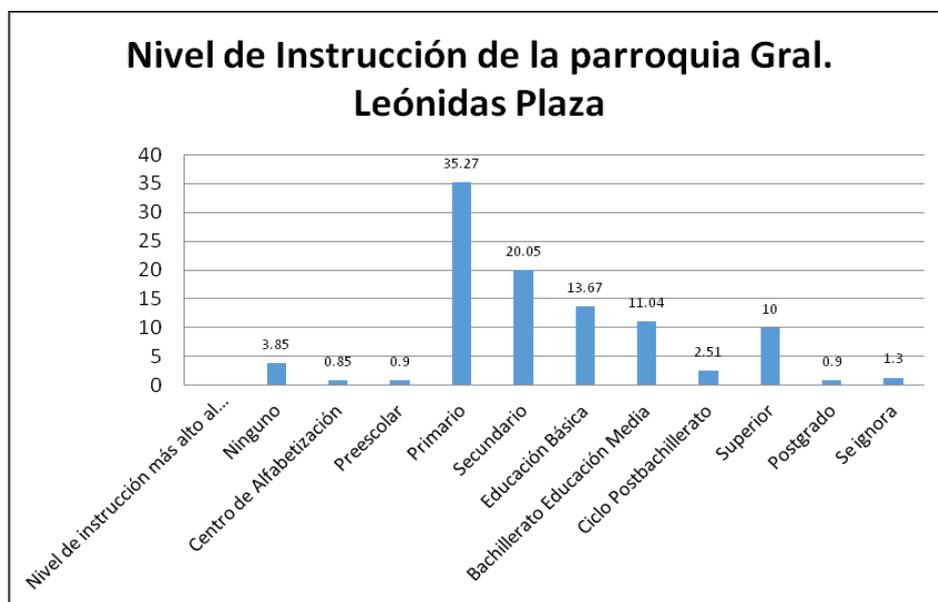
Fuente: INEC 2010.

Tabla 8. Niveles de instrucción de la parroquia Gral. Leónidas Plaza G

ÁREA # 140350	GENERAL LEÓNIDAS PLAZA G.					
	Edades Escolares					
Nivel de instrucción más alto al que asiste o asistió	De 3 a 5 años	De 6 a 12 años	De 13 a 18 años	De 19 a 25 años	26 años y más	Total
Ninguno	0.08 %	0.06 %	0.06 %	0.08 %	3.22 %	3.50 %
Centro de Alfabetización	-	-	-	0.03 %	0.82 %	0.85 %
Preescolar	0.56 %	0.14 %	0.03 %	-	0.17 %	0.90 %
Primario	0.90 %	11.80 %	1.72 %	1.89 %	18.95 %	35.27 %
Secundario	-	1.41 %	6.86 %	3.33 %	8.44 %	20.05 %
Educación Básica	0.82 %	5.87 %	4.07 %	0.99 %	1.92 %	13.67 %
Bachillerato Educación Media	-	-	3.76 %	2.94 %	4.35 %	11.04 %
Ciclo Postbachillerato	-	-	0.25 %	0.62 %	1.64 %	2.51 %
Superior	-	-	0.31 %	2.51 %	7.17 %	10.00 %
Postgrado	-	-	-	0.03 %	0.88 %	0.90 %
Se ignora	-	-	-	0.28 %	1.02 %	1.30 %
<b>Total</b>	<b>2.37 %</b>	<b>19.29 %</b>	<b>17.06 %</b>	<b>12.71 %</b>	<b>48.57 %</b>	<b>100.0 %</b>

Fuente: INEC 2010.

Gráfico 2. Niveles de instrucción de la parroquia Gral. Leónidas Plaza.



Elaborado por: Equipo consultor 2017.

## 6.2.6 Salud

La atención de salud en el Primer Nivel es de doce horas, con médicos generales y un médico especialista en Medicina Familiar Comunitario recientemente integrado, además un médico

calificador de discapacidades todos ellos con actividades intra murales (consulta ambulatoria en la unidad anidada) y actividades extra murales (promoción, prevención, actualización de fichas familiares, dispensarización, de atención de riesgos biológicos, sanitarios, ambientales, Censo de embarazadas con su respectiva detección de riesgo, estrategia CONE, motivación a la comunidad para el empoderamiento de los problemas locales de Salud, mediante la conformación de los Comités de Salud y de Diabéticos e Hipertensos, Elaboración de ASIS, Diagnóstico de Salud, Mapeo de Actores, Mapas Parlantes, Salud Escolar; todo esto graficados en las salas situacionales de cada unidad operativa), atención odontológicas y Psicológicas de consulta de Prevención y Morbilidad; se realizan las ferias de la salud donde se ha hecho énfasis en los programas de ENIPLA, estilos de vida saludable; Brigadas médicas hacia los comunidades de difícil acceso a nuestra unidad operativa las mismas que están conformadas por el Médico, odontólogo y enfermera, la atención se complementa con los Dispositivos, medicamentos e Inmunizaciones.

Atención pre hospitalaria, conformada con cuatro médicos generales y cuatro choferes para el traslado de pacientes desde el sitio de emergencia hasta el hospital (transporte primario); Una ambulancia Atención de emergencia durante las 24 horas; referencias y Contra referencias que comprende el agendad a los pacientes del primer nivel al segundo nivel, tercer nivel y la transferencia de pacientes críticos hacia otros hospitales de la provincia o fuera de ella (transporte secundario) con dos ambulancias.

Hospitalización, la misma que está conformada de dos salas clínicas de hombres y mujeres con capacidad de 3 pacientes cada una; cirugía conformada de dos salas una para hombres y otra de mujeres con capacidad de 3 pacientes cada una, una sala de ginecología con capacidad de tres camas, dos salas de pediatría con capacidad de tres camas cada una.

- Servicios de Emergencia.
- Apoyo de Diagnósticos Médicos (Laboratorio, Rayos X e Imagenología).
- Farmacia con atención de 12 horas y próximamente se atenderá las 24 horas.
- Servicio del Call center, con llamadas al 171 para el agendamiento a pacientes a los servicios de consulta externa del primer y segundo nivel.
- Psicología Clínica
- Salud Oral (odontología)
- Trabajo Social
- Discapacidades
- Inmunizaciones

El Hospital Básico Limón es la entidad prestadora de servicios de salud dentro de la parroquia General Plaza, y la única que presta atenciones de segundo nivel dentro del cantón; dando cobertura a todos los afiliados de las instituciones que conforman la Red Pública I de Salud y Red Complementaria.

Tabla 9. Prestación del servicio de salud en el cantón Limón Indanza

Cantón.	Tasa de mortalidad		Tasa bruta de natalidad	Cobertura de salud	Tasa de fecundidad	Desnutrición	Entidad responsable de la gestión
	General	< Un Año					
General Limón Indanza	3	14,4	14,1	12	47,95	7,16	Ministerio de Salud

Fuente: INEC 2010.

Los aspectos más importantes que se refieren a la administración y servicios de salud que hay en el cantón Limón Indanza son por una parte del Seguro Social Campesino con Sub centros de Salud en la ciudad de Indanza y El Rosario.

Tabla 10. Unidades de salud del cantón Limón Indanza

UNIDADES OPERATIVAS	CANTÓN LIMÓN INDANZA
Hospital básico Limón	Hospital Limón
Sub centros de Salud	Indanza
	San Miguel de Conchay
	Yunganza
	Chiviaza
Puestos de Salud	Warints
	Pupunás
	Yanguza

Fuente: INEC 2010.

*Tabla 11. Principales causas de morbilidad Ambulatoria 2013 del Centro de Salud Limón Indanza.*

<b>NRO.</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>CAUSA</b>	<b>TOTAL</b>	<b>%</b>
1	N390	Infección de vías urinarias, sitio no especificado	1.048	4,0
2	B829	Parasitosis intestinal, sin otra especificación	834	3,2
3	J00X	Rinofaringitis aguda [resfriado común]	797	3,1
4	A09X	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	643	2,5
5	J030	Amigdalitis estreptocócica	462	1,8
6	E781	Hipergliceridemia pura	461	1,8
7	J039	Amigdalitis aguda, no especificada	430	1,7
8	J189	Neumonía, no especificada	409	1,6
9	E669	Obesidad, no especificada	373	1,4
10	I110	Enfermedad cardíaca hipertensiva con insuficiencia cardíaca (congestiva)	348	1,3
Las demás causas			20.16	77,6
<b>TOTAL</b>			<b>25.965</b>	<b>100</b>

**Fuente: INEC 2010.**

### 6.2.7 Actividad Económica y Producción

A nivel provincial, en Morona Santiago las actividades productivas son: en primer lugar la agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca con un 54.8% de la población; en segundo lugar está el sector de servicios con 19.9% y en tercer lugar está la actividad comercial con el 7.4%. Le siguen la construcción (5%), la manufactura (4.9%) y el transporte (2.3%). Finalmente otras actividades como la minería, electricidad, gas, agua y actividades financieras no suman el 1 % cada una.

De acuerdo al Diagnóstico del Plan de Ordenamiento territorial del Cantón Limón Indanza del 2011, el total de la población efectiva en edad para trabajar en el cantón Limón Indanza son 3966 personas, el 20,85% (827) trabaja en el sector de Manufactura, Comercio y prestación de servicios y esta población se encuentra básicamente en la zona urbana de General Plaza y una mínima de Indanza, de las 2502 personas que se encuentran en el sector rural 58,57% (2323) trabaja netamente en el sector agropecuario y el 4,51% (179) son empleados pertenecientes al sector público.

### 6.2.8 Agricultura

La agricultura, al igual que a nivel nacional, es una ocupación muy intensa a nivel provincial, que se caracteriza por la siembra principalmente de; café, caña de azúcar, plátano, yuca, palma, maní, arroz, té, cacao, maíz, tomate riñón, entre otras y una amplia variedad de frutales como; naranjilla, maracuyá, papaya, piña, aguacate, toronjas, limas, mandarinas, limones, naranjas, guabas, membrillo, granadilla, zapote, caimito, etc.

Sin embargo a pesar de la amplia gama de productividad que logra tener la región, los productores se enfrentan a problemas más grandes:

El descenso de la fertilidad de los suelos amazónicos creado por acciones antrópicas y naturales ha generado una disminución en la cantidad y calidad de la producción.

La falta de tecnología productiva que, por un lado; es elevada en costos y juntamente con el cambio de moneda ha disminuido el poder adquisitivo notablemente y por otro lado los organismos estatales tampoco poseen las facultades de proporcionar capacitaciones para disponer de tecnología en caso de superar las barreras económicas.

A nivel cantonal se considera que existen alrededor de 2166 unidades de producción agropecuaria y según el PDOT del cantón Limón se los ha clasificado en 3 tipos de utilización de la tierra: huertos familiares, ganadería extensiva y bosque intervenido.

Los huertos familiares son áreas trabajadas a nivel artesanal utilizando un mínimo de tecnología, generalmente la tierra es labrada con herramientas manuales principalmente pico y pala. Los cultivos de más comunes son; plátano, yuca y cítricos.

Según el PDOT, la parroquia que más genera ingresos dentro del sector agrícola es Indanza, seguida de San Miguel de Conchay, San Antonio, Chiviaza, General Plaza, y Yunganza.

El hecho de que Indanza sea la parroquia de mayor generación de rentas agrícolas obedece a la producción quesera más que a la venta del ganado mismo. (PDOT DE LIMÓN INDANZA, 2012)

La parroquia de San Antonio es la que mayor hato ganadero dispone en el cantón contribuyendo en mayores cantidades las ganaderías del sector Cerro negro, Sarambiza, Pambilar y otros. (PDOT DE LIMÓN INDANZA, 2012)

La parroquia que más Plátano produce y lo comercializa es Yunganza, aportando las comunidades de Miguel Chiriap, Yunkuankas, Metzankim, con una producción de 4800 racimos al año, que son consumidos por la población de General Plaza. (PDOT DE LIMÓN INDANZA, 2012)

La naranjilla ha llegado a la decadencia dejando atrás días de prospera producción para convertirse hoy por hoy en un producto que los finqueros no quieren cultivar. (PDOT DE LIMÓN INDANZA, 2012)

El diagnóstico del PDOT indica que Chiviaza es la parroquia que cría pollos a mayor escala que el resto de parroquias, pues su producción es de unos 5760 pollos al año, y se los comercializa en General Plaza y esporádicamente en el cantón vecino de Gualaceo.

#### 6.2.9 Ganadería

A nivel provincial aproximadamente el 85% de las fincas están dedicadas a pastizales ganaderos; y estos pastizales están cada vez volviéndose más comunes entre las fincas, a pesar de que la ganadería ha sufrido un estancamiento en los últimos años debido principalmente a la baja de los precios de la carne y a las limitaciones en créditos agropecuarios.

El manejo de pastoreo predominante en la provincia es el sogueo en aproximadamente 80% de los productores ganaderos.

Las principales razas de ganado en Morona Santiago son: Holstein mestizo, B. Swiss mestizo, charolais, Santa Gertrudis, cebuino, entre otras.

La Comercialización del ganado en el cantón Limón Indanza se da en dos plazas, en la ciudad de General Plaza, y la más importante de la ciudad Indanza, en la primera se da un movimiento interno del ganado, es decir en su mayoría el ganado sale de una finca y pasa a otra finca en el mismo cantón, la feria de Indanza el Ganado es comercializado para llevarse a las ciudades de Cuenca, a la de la Sierra central y también hacia la costa, el flujo de ganado que se vende en Indanza es de 150 a 180 cabezas por semana, sin embargo unas 30 cabezas aproximadamente son del vecino cantón San Juan Bosco, por lo tanto nuestra media mensual es de 600 cabezas de ganado, lo que quiere decir que 2,30% del total de ganado del cantón es comercializado mensualmente (PDOT DE LIMÓN INDANZA, 2012).

### 6.2.10 Turismo

El desarrollo de esta actividad en la provincia tiene apoyos naturales y culturales invaluable de donde puede prosperar esta actividad; como por ejemplo; la selva amazónica; su flora y fauna, los accidentes geográficos como ríos y montañas, y sus culturas autóctonas.

A nivel parroquial los sitios turísticos más representativos son: el altar del niño emigrante, la cascada de Santa Rosa, la cascada de Yavintza, las cascadas de Santa Clara Grande, las cascadas de Santa Clara Pequeña, la granja integral, las lagunas de Santa Clara 1 y 2, la laguna del tapir, un punto de observación de aves, el petroglifo finca Valverde, el petroglifo de El Descanso, el remanso Río Yavintza, el Río Gualaceño, el sendero de las tangaras y la virgen del caminante; y están ubicados en el siguiente mapa.

### 6.2.11 Industria y comercio

Los destinos comerciales de la producción agrícola, ganadera y minera de la provincia que se han consolidado en los últimos años son; las provincias de Azuay, Loja, Guayas y Manabí. Y los principales productos exportados son; ganado vacuno, madera, naranjilla, plátano, papayas, entre otras.

Y las principales importaciones desde otras provincias son legumbres, cereales, hortalizas, materiales de construcción, artefactos eléctricos, vestuario, medicinas, productos elaborados, etc.

Las principales industrias de Morona Santiago son la manufacturera y la industria del té. (MORONA, 2008)

En el cantón casi es nula la existencia de Industria y transformación de productos, al igual que a nivel parroquial.

### 6.2.12 Transporte

#### Cantonal e Inter cantonal

Algunas rutas terrestres por las cuales se puede llegar al cantón de limón Indanza son:

- Cuenca –Gualaceo – Limón Indanza.
- Macas – Sucúa – Bella Unión – Méndez – Limón Indanza.
- Zamora Chinchipe - El Pangui - Gualaquiza – Plan de Milagro – Limón Indanza.

Las empresas que prestan servicio de transporte inter cantonal e interprovincial al cantón de Limón Indanza son: Turismo Oriental, Sucúa, Orien Rut y 16 de agosto.

#### Local (parroquial, inter parroquial, comunal)

Dentro de la ciudad de Limón y en zonas aledañas existen tres compañías de Taxis tipo camionetas que prestan servicio de transporte y son; Taxis Limón Card, Taxis Trans Limón,

Taxis Morona Trans S.A.

### 6.2.13 Energía

La energía eléctrica es proporcionada por la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur (CENTROSUR), captando de las redes de alta tensión del sistema nacional interconectado, siendo transformado en la subestación Limón.

La provincia de Morona Santiago cuenta con una cobertura de electricidad del 61.0 % (14552 viviendas). A nivel cantonal la cobertura de electricidad alcanza un 65.1 % (1473 viviendas) y finalmente en la parroquia de Gral. Leónidas Plaza Gutiérrez está cubierto un 89.2% de electricidad (864 viviendas). (SIISE.2001)

*Tabla 12. Procedencia de energía eléctrica de la parroquia Gral. Leónidas Plaza G.*

Procedencia de luz eléctrica	Casos	%	Acumulado %
Red de empresa eléctrica de servicio público	1,027	97.9	97.9
Otro	3	0.29	98.19
No tiene	19	1.81	100
Total	1,049	100	100

Fuente: INEC 2010.

### 6.2.14 Vialidad y accesibilidad

Actualmente con la terminación de la construcción de la vía Troncal Amazónica se ha producido un significativo desarrollo en la movilidad, facilitando sus actividades comerciales u otras que realiza cotidianamente. Sin embargo a nivel cantonal los pocos caminos vecinales existentes se encuentran en mal estado en su capa de rodadura que es de lastre, los drenajes existentes son insuficientes o en la mayoría no disponen de desfuegos de aguas lluvias ni cunetas laterales, razón por la que las vías se deterioran rápidamente. (PDOT-Limón Indanza)

A continuación se muestra las características de la vialidad existente en la parroquia Gral. Leónidas Plaza.

Tabla 13. Vialidad y accesibilidad de Limón Indanza

Sector	Tipo de Vía	Capa de rodadura	Conexión		Estado
			Desde	Hasta	
General Plaza	Carretera	- Asfalto	G. Plaza	Nueva Loja	Bueno
	Carretera	- Asfalto	G. Plaza	Zamora	Bueno
	Camino Vecinal	- Lastre	G. Plaza	Río Zamora	Malo
	Camino Vecinal	- Lastre	G. Plaza	El Pescado	Malo
	Camino Vecinal	- Lastre	G. Plaza	Niño del migrante	Malo

Fuente: PDOT Limón Indanza.

Como se indicó anteriormente para acceder al relleno Sanitario existe una vía de aproximadamente 715 metros, con una capa de rodadura de lastre la cual se encuentra en buen estado.

#### 6.2.15 Bienes y servicios Públicos

- *Abastecimiento de agua*

Según la información recopilada del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Limón Indanza se obtuvo la siguiente tabla donde se caracteriza el agua que se consume en las localidades del cantón Limón Indanza.

Tabla 14. Características del agua de la parroquia Gral. Leónidas Plaza G.

Parroquia	Comunidad	Clase de agua	Estado Sistema	Cobertura	Junta de agua	Pago por servicio
GRAL. LEÓNIDAS PLAZA	General Plaza	Potable	Bueno	Parcial	Sí	Sí
	La Merced	Entubada	Bueno	Total	No	No
	San Pedro	Entubada	Regular	Parcial	No	No
	El Progreso	Entubada	Malo	Parcial	No	No
	El Recreo	Entubada	Malo	Parcial	No	No
	Guayaquil	Entubada	Malo	Parcial	No	No
	San Luis Chico	No hay servicio				
	El Descanso	Entubada	Regular	Parcial	No	No
	San Bartolo	Entubada	Regular	Parcial	No	No
	Santo Domingo	Entubada	Regular	Parcial	No	No

Fuente: PDOT-Limón Indanza.

Otro dato estadístico recopilado es la procedencia del agua a nivel parroquial donde el 71.4% procede de red pública. Como se observa en la siguiente tabla.

*Tabla 15. Procedencia del agua de la parroquia Gral. Leónidas Plaza G.*

<b>ÁREA # 140350 GRAL. LEÓNIDAS PLAZA G.</b>			
<b>Procedencia del agua</b>	<b>Casos</b>	<b>%</b>	<b>Acumulada %</b>
De red pública	749	71.4	71.4
De pozo	33	3.15	74.55
De río, vertiente, acequia o canal	256	24.4	98.95
Otro (Agua lluvia/albarrada)	11	1.05	100
<b>Total</b>	<b>1,049</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: INEC 2010.

Así también se pudo determinar que la zona aledaña al relleno posee agua entubada la cual fue provista por el GAD municipal

- *Evacuación de desechos líquidos (Alcantarillado)*

Las características del alcantarillado en las localidades de la parroquia son las siguientes, como se puede apreciar únicamente La Merced y Gral. Plaza poseen sistema de alcantarillado, el resto no poseen incluyendo a la comunidad de El Descanso.

Tabla 16. Sistemas de alcantarillado del cantón Limón Indanza

SAN MIGUEL DE INDANZA	Indanza	Sanitario	Regular		Sí
	Plan de Milagro	Sanitario	Bueno	Total	No
	San José	Sanitario	Regular	Parcial	No
	La Esperanza	No hay alcantarillado			No
	San Rafael	No hay alcantarillado			No
	Flor del Bosque	No hay alcantarillado			No
	La Delicia	No hay alcantarillado			No
	SAN ANTONIO	San Antonio	Sanitario	Malo	Mínima
El Triunfo		No hay alcantarillado			
Peña Blanca		No hay alcantarillado			No
El Carmen		Sanitario	Malo	Total	No
Yanguza		Sanitario	Regular	Parcial	No
San Salvador		No hay alcantarillado			
Cushis		No hay alcantarillado			
Pambilar		No hay alcantarillado			
Sarambiza		Sanitario	Bueno	Total	No
San Jorge		Mixto	Regular	Mínima	No
La Victoria		Sanitario	Malo	Mínima	No
Mayapis		No hay alcantarillado			
El Cisne		No hay alcantarillado			

Fuente: INEC 2010.

El 69% de la parroquia está conectado a la red pública de alcantarillado, un 21% descarga al río o quebrada y un 7% no posee ningún tipo.

Tabla 17. Tipo de servicio higiénico de la parroquia Gral. Leónidas Plaza G.

ÁREA # 140350 GENERAL LEÓNIDAS PLAZA G.		
Eliminación de la basura	Casos	%
La arrojan en terreno baldío o quebrada	64	41,6
La queman	47	30,5
La entierran	6	3,9
La arrojan al río, acequia o canal	1	0,6
De otra forma	36	23,4
<b>Total</b>	<b>154</b>	<b>100</b>

Fuente: INEC 2010.

Elaborado por: Equipo consultor 2017.

### 6.2.16 Telecomunicaciones

Según la información recopilada de conectividad del cantón se ha podido recuperar los siguientes datos de la parroquia Gral. Leónidas Plaza respecto a telefonía y medios de comunicación según las localidades.

En la siguiente tabla podemos observar que la comunidad El descanso si posee teléfono fijo, si posee teléfono satelital, si posee telefonía celular, y si posee tv, radio e internet, el relleno sanitario cuenta con teléfono satelital de la CNT.

En el servicio telefónico convencional el cantón Limón Indanza posee una cobertura del 20.7% (469 viviendas). A nivel parroquial, Gral. Leónidas Plaza Gutiérrez posee un 45.1% de cobertura de servicio convencional de telefonía.

*Tabla 18. Servicio de telecomunicaciones de la parroquia Gral. Leónidas Plaza G.*

PARROQUIA	COMUNIDAD	TELEFONO FIJO	TELEFONO SATELITAL	TELEFONO CELULAR	TELEVISIÓN	RADIO
<b>GENERAL LEÓNIDA PLAZA</b>	General plaza	SI	SI	SI	SI	SI
	La Merced	SI	SI	SI	SI	SI
	San Pedro	NO	NO	SI	SI	SI
	El Progreso	NO	SI	SI	SI	SI
	El Recreo	NO	SI	SI	SI	SI
	Guayaquil Chico	NO	SI	SI	SI	SI
	San Luis	NO	NO	SI	SI	SI
	El Descanso	SI	SI	SI	SI	SI
	San Bartolo	NO	NO	SI	SI	SI
	Santo Domingo	NO	NO	SI	SI	SI

Fuente: INEC 2010.

Elaborado por: Equipo consultor 2017.

### 6.2.17 Fiestas parroquiales

En el cantón Limón Indanza festejan la cantonización el 12 de diciembre, comúnmente esta festividad se la celebra desde el 6 de diciembre hasta el 13 de diciembre. Otras fechas conocidas como una festividad del cantón es el 27 de febrero, día en el cual festejan el día del oriente y el 12 de octubre se festeja el día de la raza.

A continuación se presenta un cuadro donde se especifica la fecha de fundación de las

parroquias del cantón Limón Indanza.

*Tabla 19. Fechas de fundación de las parroquias de Limón Indanza.*

No.	Parroquias	Fecha de Fundación
1	General Plaza	12 de Diciembre de 1950
2	Santa Susana de Chiviaza	27 de Febrero de 1949
3	Yunganza	14 de Noviembre de 1957
4	Rosario	31 de Mayo de 1970
5	San Antonio Indanza	01 de Noviembre de 1950
6	San Miguel de Conchay	24 de Agosto de 1978

Fuente: Diagnóstico definitivo del Relleno Sanitario del cantón Limón Indanza 2013.

Elaborado por: Equipo consultor 2017.

### 6.3 Diagnostico Social.

Se realizaron 60 encuestas (Anexo 26) en el cantón Limón Indanza en donde se encontraron los siguientes resultados:

De las 60 personas encuestadas 33 fueron mujeres (55%) y 27 fueron hombres (45%), la edad promedio de la población entrevistada fue de 33 años.

El 55% de los entrevistados manifestaron tener un trabajo fijo, de los cuales el 35% laboran como comerciantes, el 16% son servidores públicos, el 13% son empleados privados y el restante 35% en el sector agrícola.

*Gráfico 3. Principales actividades económicas en el cantón Limón Indanza*

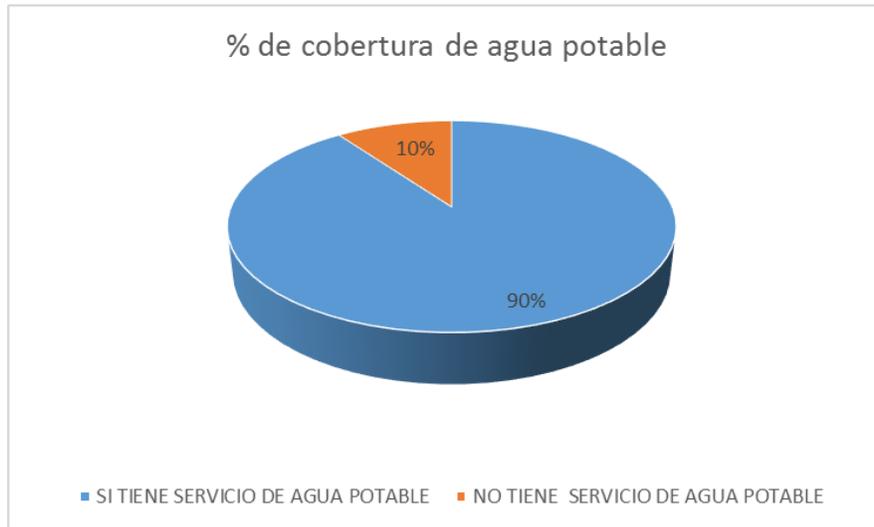


Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

En cuanto al acceso a los servicios básicos se encontraron los siguientes resultados:

El 90% de la población cuenta con agua potable mientras que el 10% no cuenta con este servicio.

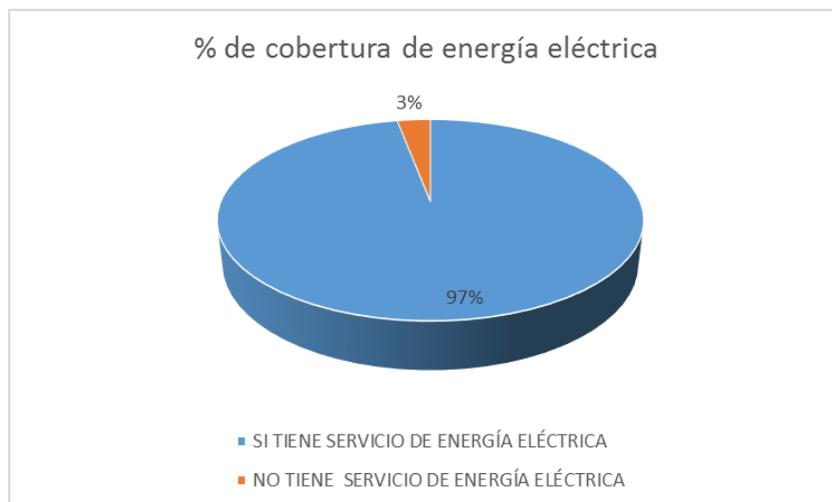
*Gráfico 4. Cobertura de agua potable en el cantón Limón Indanza*



Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

En lo que se refiere a la energía eléctrica se observa que el 97% de los encuestados cuentan con este servicio.

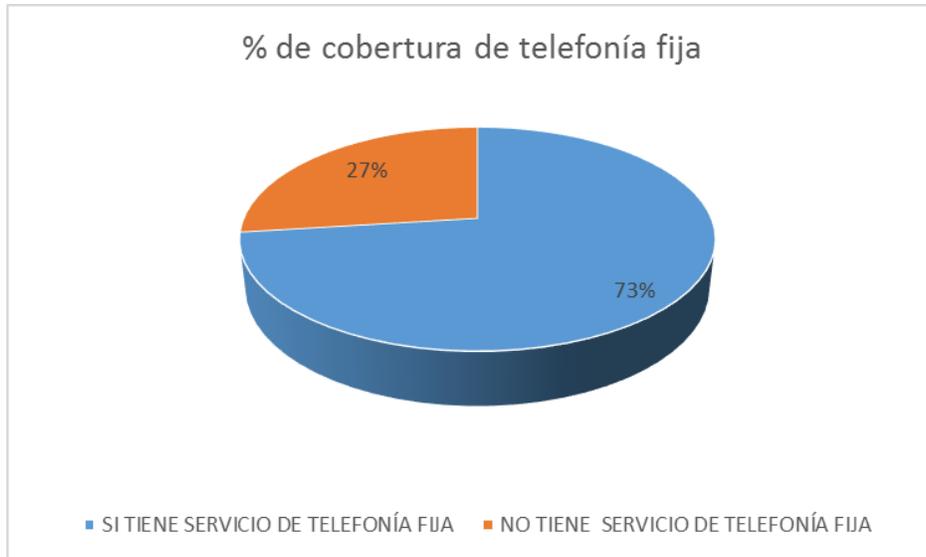
*Gráfico 5. Cobertura de energía eléctrica en el cantón Limón Indanza*



Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

El 73% de los encuestados manifestaron tener telefonía fija en su residencia.

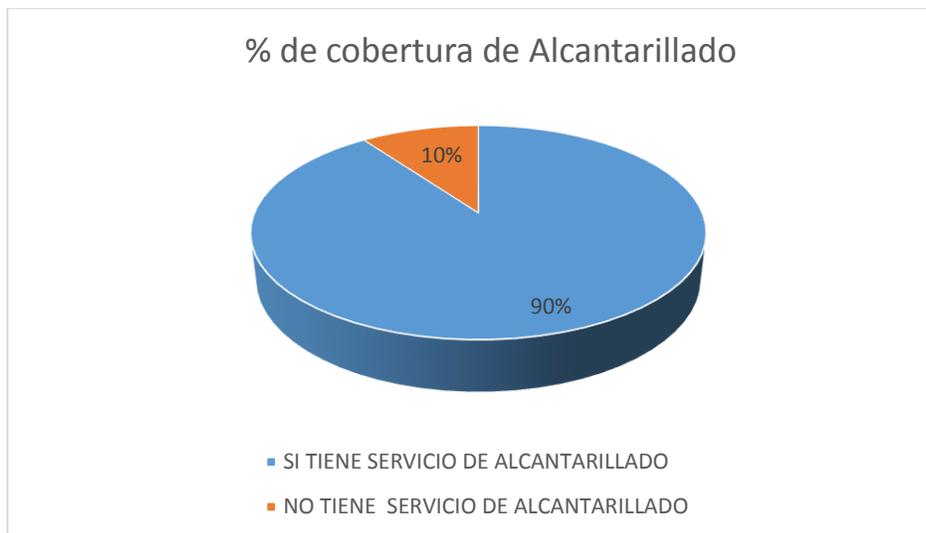
*Gráfico 6. Cobertura de telefonía fija en el cantón Limón Indanza*



Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

El 90% respondieron que cuentan con el servicio de alcantarillado mientras que el 10% no tienen este servicio.

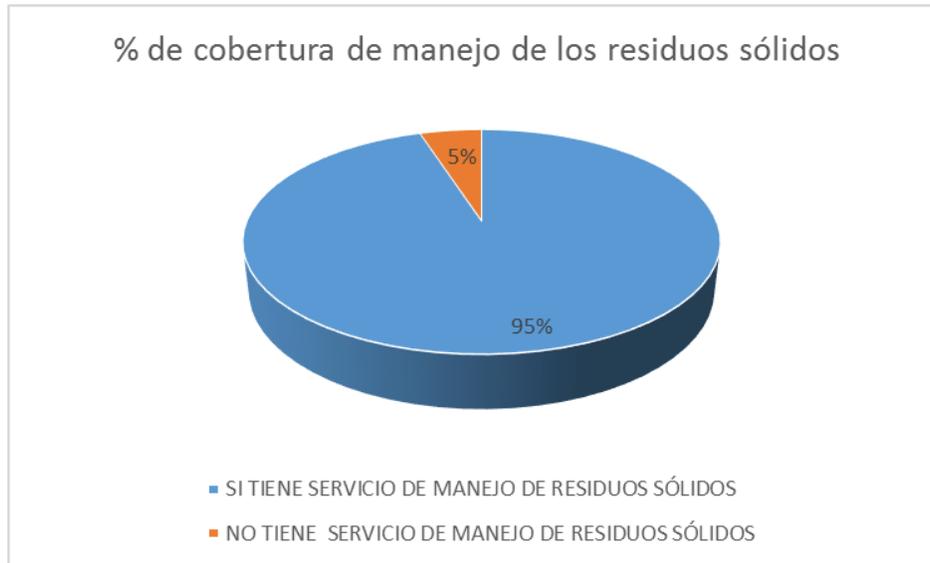
*Gráfico 7. Cobertura de Alcantarillado en el cantón Limón Indanza*



Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

En lo que se refiere al servicio de residuos sólidos en el centro cantonal el 95 de los encuestados manifiestan que cuentan con el servicio que brinda la Municipalidad.

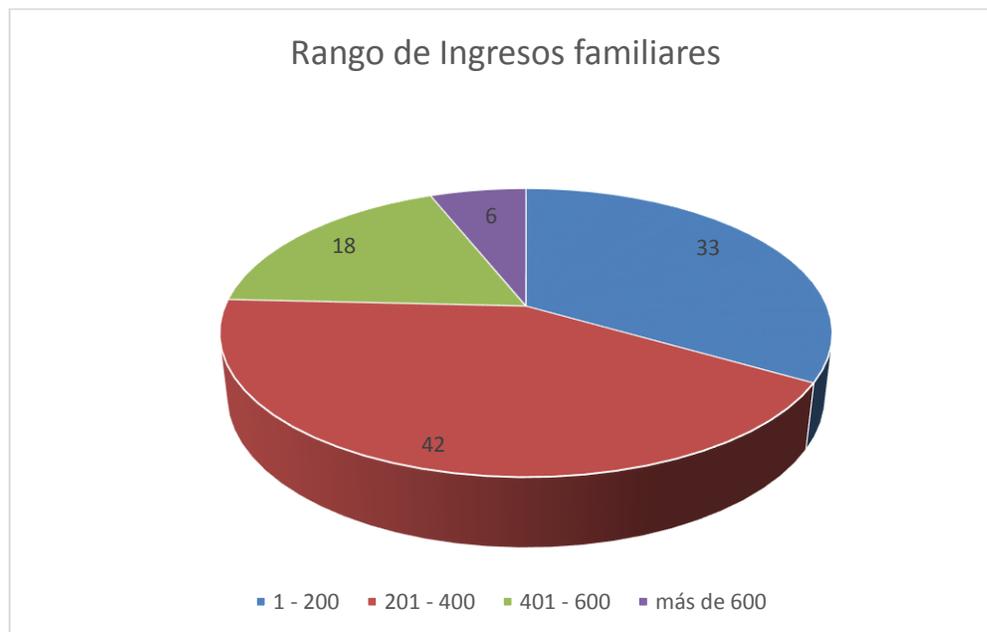
Gráfico 8. Cobertura de servicio de RRSS en el cantón Limón Indanza



Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

Como se puede observar en la siguiente grafica el 42% de los residentes del centro urbano indican que tienen ingresos entre 201 y 400 dólares, seguido del 33% que están entre 1 y 200 dólares.

Gráfico 9. Rango de ingresos familiares en el cantón Limón Indanza



Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

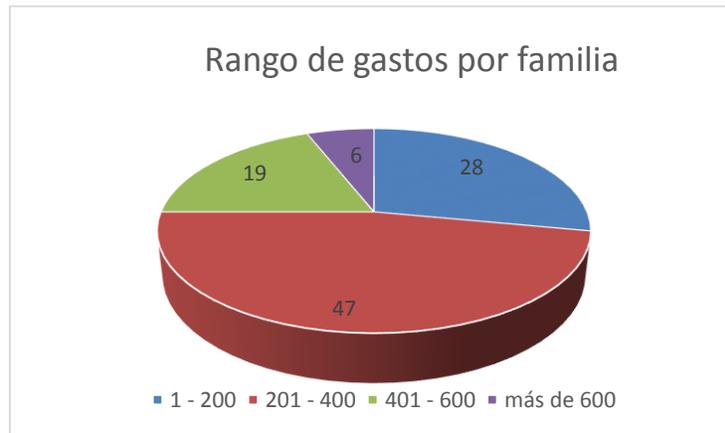
*Tabla 20. Rango de ingresos en el cantón limón Indanza.*

VALORES	PORCENTAJE
1 - 200	33
201 - 400	42
401 - 600	18
más de 600	6

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

En lo que se refiere a los gastos el 47% de la población encuestada manifiesta que gasta entre 201 y 400 dólares mensuales mientras que el 28% entre 1 y 200 dólares.

*Gráfico 10. Rango de gastos familiares en el cantón Limón Indanza*



Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

*Tabla 21. Rango de gastos en el cantón limón Indanza.*

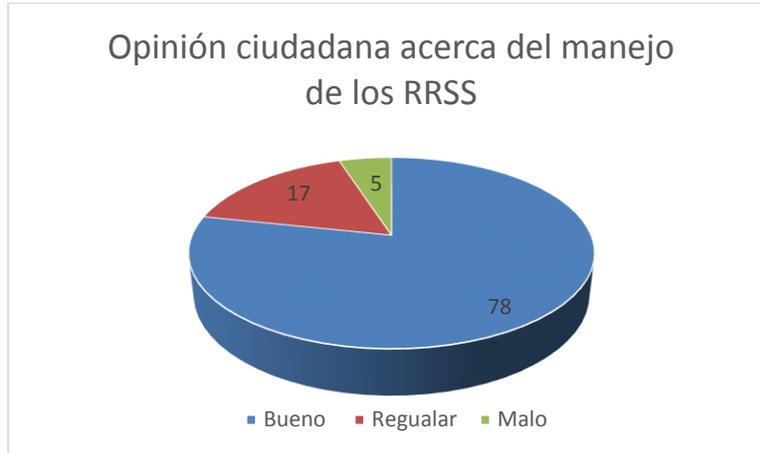
VALORES	PORCENTAJE
1 - 200	28
201 - 400	47
401 - 600	19
más de 600	6

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

De acuerdo a los resultados obtenidos entre los ingresos y egreso se observa que en los rangos de 201 a 400 y de 401 a 600 los egresos son superiores a los ingresos.

En lo que respecta a la opinión de la población acerca del manejo y disposición final de los residuos sólidos se encontró los resultados que se presentan a continuación.

*Gráfico 11. Opinión ciudadana con respecto al servicio de RRSS en el cantón Limón Indanza*



**Elaborado por: Equipo Consultor 2017.**

El 78% de la población encuestada manifiesta que el servicio realizado por el GAD Municipal con respecto al manejo y disposición final de los residuos sólidos es buena, mientras que el 17% dice que es regular y tan solo un 5% responde que es malo.

Cuando se consultó a la población su disposición con respecto al pago por el servicio de manejo de los residuos sólidos se encontró lo siguiente.

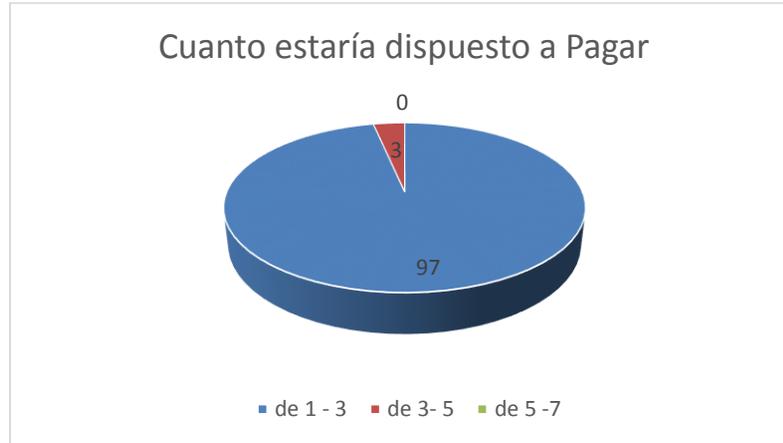
*Gráfico 12. Opinión ciudadana con respecto al pago adicional por el servicio de RRSS en el cantón Limón Indanza*



**Elaborado por: Equipo Consultor 2017.**

Cuando se consultó sobre cuánto estaría dispuesto a pagar esta fue su respuesta.

Gráfico 13. Opinión ciudadana con respecto al pago por el servicio de RRSS en el cantón Limón Indanza



Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

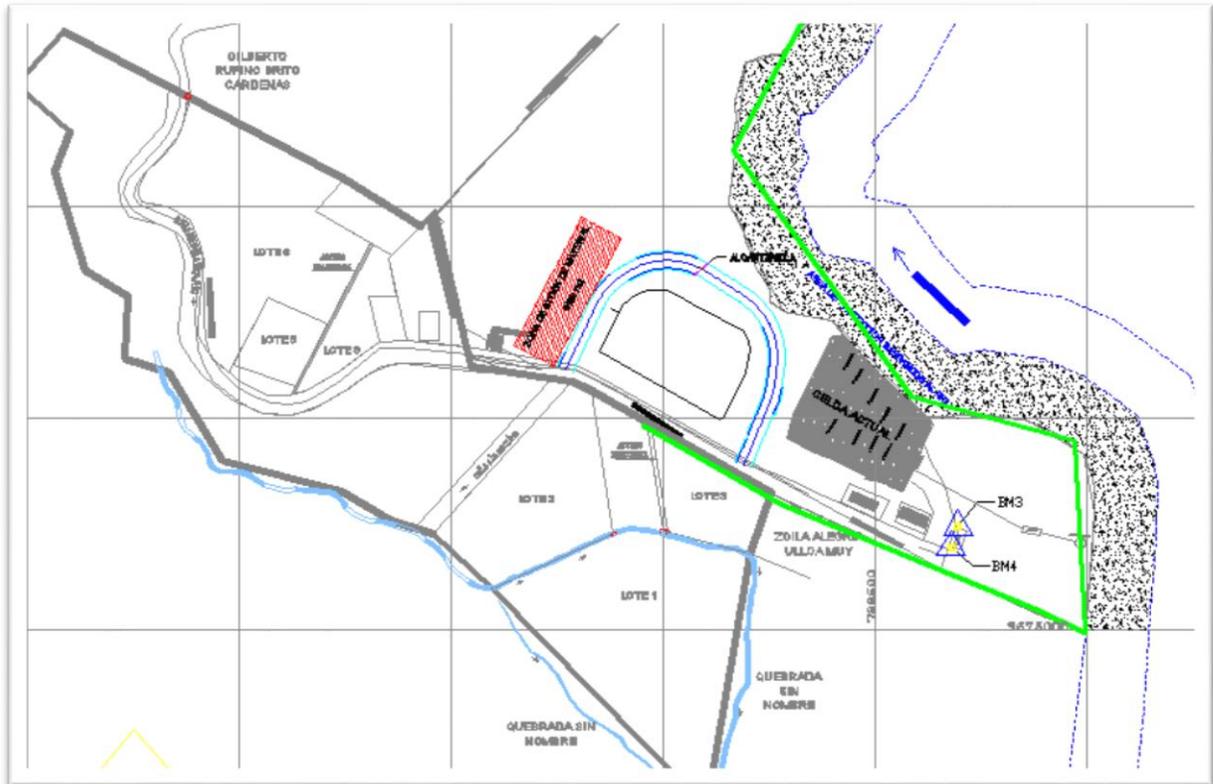
Como se puede observar en el gráfico 14, el 87% de la población no está dispuesta a pagar un valor adicional en la tarifa por el servicio para el manejo de los RRSS.

En cuanto al valor que estaría dispuestos a pagar por el servicio el 97% afirmó que pagaría entre 1 y 3 dólares y el 3% entre 3 y 5 dólares.

De acuerdo al trabajo desarrollado en campo y a las visitas realizadas en diferentes ocasiones al relleno sanitario del cantón Limón Indanza se establece que no existen recicladores ajenos al personal del GAD Municipal tanto en los centros poblados como en el relleno propiamente dicho, son los trabajadores del relleno los que realizan la clasificación de desechos tales como: cartón, chatarra, botellas plásticas y equipos electrónicos, los mismos que son depositados en áreas específicas para su posterior disposición final.

En el área de influencia directa del Relleno se encuentran algunas propiedades privadas (fincas) en donde sus propietarios mantienen algunos animales domésticos (Pollos, Chanchos) y realizan la siembra de productos para alimentación de subsistencia.

Figura 1. Propiedades privadas.



Fuente: Equipo Consultor 2017.

#### 6.4 Diagnóstico del sistema actual

Antes de describir el diagnóstico de la situación actual vamos a determinar las áreas de influencia del proyecto.

##### 6.4.1 Determinación del área de influencia directa e indirecta.

###### 6.4.1.1 Área de influencia Directa (AID):

Para determinar el (AID) se ha considerado las zonas en donde existe la probabilidad de ocurrencia de impactos derivados de la construcción y operación del Relleno Sanitario; consideramos 20 metros a cada lado de la vía de ingreso desde la vía E45, así como en los límites sur y noroeste, al este va hasta la orilla derecha aguas abajo del río Yunganza.

El AID tienen un área de 10.9 ha, en la siguiente ilustración podemos observar lo citado anteriormente.

Figura 2. Área del relleno sanitario



Fuente: Equipo Consultor 2017.

Elaborado por: Equipo consultor 2017.

#### 6.4.1.2 Área de influencia Indirecta (AII):

Para determinar el (AII) se ha considerado un polígono en donde es posible que exista incidencia indirecta de afecciones derivadas del manejo de los desechos sólidos, teniendo como limite al norte a 65 m del lindero del relleno sanitario, al sur por la quebrada sin nombre ubicada aproximadamente a 70m, al oeste tenemos como limite la vía E45, mientras que al este se ha tomado una línea imaginaria a 50 m de la orilla derecha aguas abajo; este polígono posee una superficie de 22.27 ha.

Figura 3. Área de influencia directa.



Fuente: Equipo Consultor 2017.

En el Anexo 3 se pueden observar las áreas de influencia a mayor detalle (ver mapa 3).

### 6.5 Descripción de las fases de la prestación de servicios actual del manejo de los residuos sólidos.

El GAD Municipal del cantón Limón Indanza cuenta con 18 personas dedicadas al servicio de saneamiento ambiental que realizan diferentes actividades que se enuncian en la siguiente tabla.

Tabla 22. Personal asignado para el manejo adecuado de los RRSS.

<b>PERSONAL QUE REALIZA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN LIMÓN INDANZA.</b>	
<b>PERSONAL</b>	<b>No.</b>
BARRIDO URBANA	3
BARRIDO RURAL	5
RECOLECCIÓN PERÍMETRO URBANO	3
RECOLECCIÓN PERÍMETRO RURAL	3
GUARDIA RELLENO SANITARIO.	1
DISPOSICIÓN FINAL	3
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>

Fuente: Equipo Consultor 2017.

Los tres obreros que trabajan en el relleno sanitario realizan además las actividades de clasificación y reciclaje de materiales como botellas plásticas, cartón y otros.

La persona que trabaja en la planta de compostaje no se contempla dentro de la tabla 22 ya que no es parte del personal de residuos sólidos

#### 6.5.1 Almacenamiento temporal.

En la Cabecera Cantonal del Cantón Limón Indanza, las principales fuentes de generación de Residuos Sólidos Urbanos son las 1019 viviendas (3981 habitantes) y los lugares públicos como vías, plazas, parques, instituciones públicas y privadas, mercados, etc. La mayor parte son residuos comunes como, orgánicos (desechos de comida) e inorgánicos (envases, envolturas, fundas, desechos higiénicos, etc).

##### a. Público.

Para el almacenamiento temporal en espacios públicos del cantón se cuenta con depósitos de residuos sólidos o “basureros” municipales, ubicados en cada esquina de las calles céntricas, en especial de las regeneradas como: la calle Quito en la zona del barrio sur y centro, calle 28 de Mayo en la zona del barrio Alberto Espinoza; y la calle Teniente Hugo Ortiz en la zona del barrio La Playa, la capacidad de almacenamiento de cada uno es de aproximadamente 0.09 m<sup>3</sup>; además se pueden encontrar basureros municipales en el parque central del cantón y el parque infantil regenerado del barrio Sur.

Tabla 23. Almacenamiento de residuos sólidos en espacios públicos del cantón.

Depósitos públicos para el almacenamiento temporal de residuos sólidos	
Ubicación	Número de basureros
Calle Quito	8
Calle Hugo Ortiz	5

Fuente: Equipo Consultor 2017.



*Fotografía 1. Basurero Público.*

**Fuente: Equipo Consultor 2017.**

En el Mercado se cuenta con dos contenedores grandes de aproximadamente 1 m<sup>3</sup> y contenedores de 55 galones para el almacenamiento de los residuos sólidos.



*Fotografía 2. Contenedores para residuos en el Mercado.*

**Fuente: Equipo Consultor 2017.**

**b. Domiciliario.**

En el caso de los residuos domiciliarios y de acuerdo a los recorridos realizados tanto en el centro de la cabecera cantonal como en el área rural se pudo evidenciar que el almacenamiento temporal de los residuos sólidos en los domicilios se realiza de la siguiente manera:

*Tabla 24. Almacenamiento de residuos sólidos en viviendas.*

ÁREA	TIPO DE ALMACENAMIENTO
URBANA	FUNDAS DE DIFERENTES COLORES, CARTONES, SAQUILLOS, BASUREROS,
RURAL	FUNDAS GRANDES Y PEQUEÑAS, SAQUILLOS.

Fuente: Equipo Consultor 2017.



*Fotografía 3. Almacenamiento de residuos en las viviendas*

Fuente: Equipo Consultor 2017.

**c. Hospitalario.**

Los desechos hospitalarios se almacenan en fundas plásticas de color rojo intenso en un sitio determinado dentro de las instalaciones del hospital hasta que sea retirado por el personal del Municipio y trasladado al sitio de disposición final en el Relleno Sanitario.



*Fotografía 4. Almacenamiento de residuos Hospitalarios*

Fuente: Equipo Consultor 2017.

### 6.5.2 Barrido y limpieza

La recolección de residuos sólidos en espacios públicos se realiza mediante un barrido manual de 9,114 km llevado a cabo por el personal de aseo del GAD Municipal, en donde participan 3 personas en el área Urbana y 5 en las parroquias, este barrido cubre el 95% de las áreas públicas del centro cantonal y el 100% en las cabeceras parroquiales.

El barrido en las calles del área urbana cubre un 70% ya que de a poco la población va tomando conciencia y una cultura de aseo, y barren el frente de su predio desde la vereda hasta media vía según establece la Ordenanza Municipal.

De acuerdo al seguimiento que se realizó al personal del Municipio se observa que luego de realizar el barrido y limpieza de las áreas públicas, vías y mercado estos residuos son colectados por el personal de recolección y transportados al Relleno, el rendimiento de barrido es 2,27 km/día/persona.

Para realizar esta tarea el GAD Municipal dota a cada agente de limpieza de una carretilla con tanque de 55 galones, 2 overoles, 1 casco, 1 par de guantes, 1 escoba y 1 pala de recolección. Las carretillas con tanque de 55 galones se cambian cada 6 meses, las escobas 1 cada mes y las palas de recolección son cambiados 1 cada 3 meses.



*Fotografía 5. Barrido de áreas públicas*

**Fuente: Equipo Consultor 2017.**

### 6.5.3 Recolección y Transporte.

La recolección y transporte de los residuos sólidos tanto orgánicos, inorgánicos y cartón en el cantón Limón Indanza se lo realiza con tres vehículos, el primero en el área urbana es un vehículo recolector marca Chevrolet Kodiak, adquirido en el año 2007 con una capacidad de 12,6 m<sup>3</sup>, el segundo una volqueta de obras públicas marca Autec 1720K con capacidad de 8 metros cúbicos en el área rural y el tercero un camión pequeño marca Chevrolet.



*Fotografía 6. Recolección de los residuos sólidos*

**Fuente: Equipo Consultor 2017.**

Para esta actividad el GAD Municipal cuenta con 6 personas distribuidas de la siguiente manera:

- Un Chofer en el vehículo recolector Chevrolet Kodiak con dos recolectores para el área urbana.
- Un chofer en la Volqueta de Obras Públicas y dos recolectores para el área rural.
- Un chofer en el camión Chevrolet y un recolector para cartón, es importante mencionar que la recolección de cartón se la realiza los lunes y jueves por la tarde, en donde participan el personal ya descrito anteriormente.

**a. Horarios de recolección en el centro cantonal.**

La recolección se la realiza cinco días a la semana como se muestra en la siguiente tabla.

*Tabla 25. Horarios de recolección RRSS.*

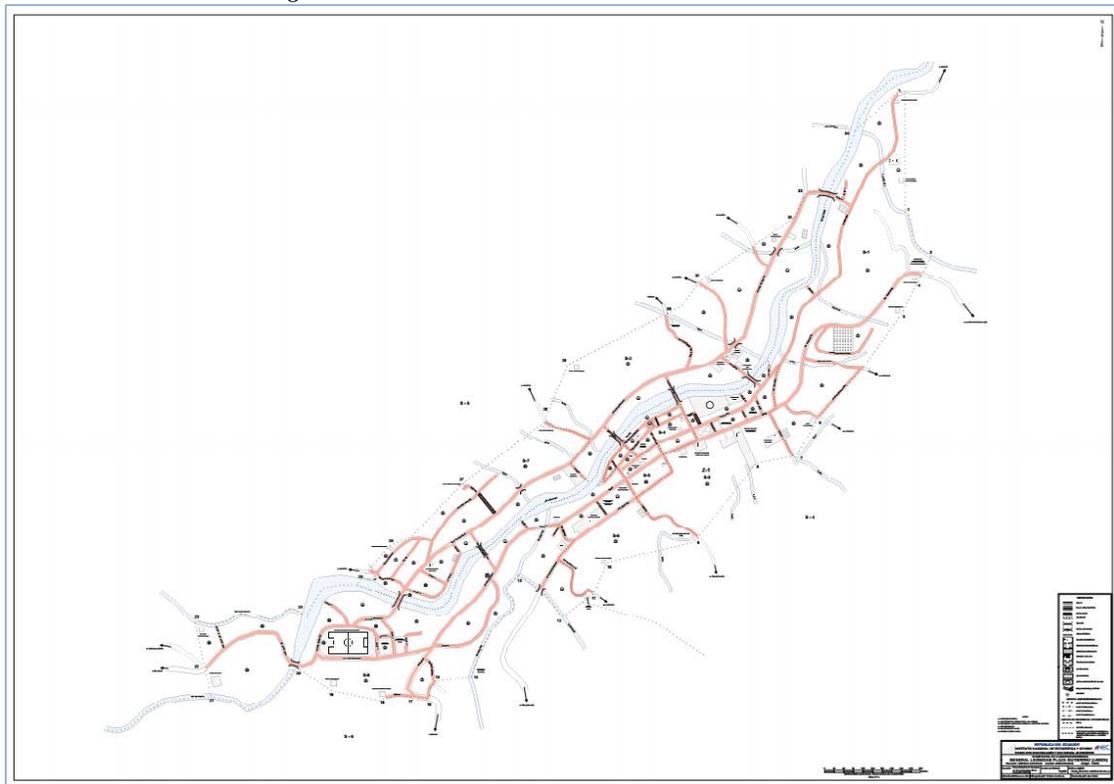
HORARIO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS							
TIPO DE DESECHO /DÍA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
<b>Orgánicos</b>	08:00-10:00 hrs	<b>No hay recolección</b>	08:00-10:00 hrs	<b>No hay recolección</b>	08:00-10:00 hrs	<b>No hay recolección</b>	<b>No hay recolección</b>
<b>Especiales</b>	<b>10:00-11:30 hrs</b>		<b>10:00-11:30 hrs</b>		<b>10:00-11:30 hrs</b>		
<b>Inorgánicos</b>	10:30-16:30 hrs		10:30-16:30 hrs	14:00-16:30 hrs	10:30-16:30 hrs		16:00-21 hrs
<b>Reciclables (PET, Cartón, varios)</b>	14:00-16:30 hrs		<b>No hay recolección</b>	<b>No hay recolección</b>	<b>No hay recolección</b>		<b>No hay recolección</b>

Fuente: GAD Municipal de Limón Indanza.

## b. Rutas de recolección y transporte.

La recolección de los residuos Orgánicos, Inorgánicos y Reciclables se lo realiza en tres horarios diferentes como se indica en la tabla anterior, siguiendo la misma ruta en cada recorrido; el circuito inicia en la Calle 28 de Mayo, junto a la mecánica Municipal, en dirección Norte - Sur y continúa por las Calles; La Juan Toledo; recorre parte de La 28 de Mayo; continuando por la Oriente; la 6 de Diciembre; ingresa y retorna parte de la vía al Triunfo; se retoma la 6 de Diciembre; la Quito; el Colegio Río Santiago; retomando parte La Quito y la Juan Toledo; la 28 de Mayo, para continuar por la Av. del Ejército; por la calle Teniente Hugo Ortiz; la 10 de Agosto; retomando la Av. del Ejército; la Teniente Hugo Ortiz, continuando por la Simón Bolívar hasta retomar la 6 de Diciembre; continuando por la Jorge Enríquez; ingresa y retorna parte de la vía al Recreo; continua por la 12 de Diciembre; la Calle R.; la Calle T.; la Calle U.; retoma la 12 de Diciembre; la Calle M. y N; la Alberto Espinoza; retorna a la 12 de Diciembre: la Calle A, a la Piscina; retomando la 12 de Diciembre hasta la vía a Macas, al Norte del centro poblado, los residuos orgánicos son llevados hacia la Granja municipal, el lugar de disposición final de los residuos orgánicos ubicado en el sector El Descanso, a una distancia de 4,2 Km., Vía Limón – Méndez y los residuos inorgánicos y los reciclables mediante un recorrido de 5,20 Km por la Vía Limón – Méndez son llevados hasta el sector El Descanso donde se encuentra ubicado el “Relleno Sanitario”, lugar de disposición final de los Residuos Inorgánicos.

*Figura 4. Rutas de recolección en el cantón Limón Indanza.*



Elaborado por: Equipo consultor 2017.

**c. La velocidad de recolección de residuos Orgánicos.**

La velocidad de recolección de los residuos orgánicos es de 8,300 Km/h, y recorre una distancia de 12,489 Km, el tiempo promedio utilizado en esta labor es de 2 horas hasta el sitio de disposición final cumpliendo con lo establecido en el horario de recolección.

**d. La velocidad de recolección de residuos inorgánicos.**

La recolección de los residuos inorgánicos se realiza a una velocidad de 4,47 Km/h, una distancia de 12,489 Km, el tiempo promedio utilizado en esta labor es de 5 horas hasta transportar los residuos sólidos al sitio de disposición final; este tiempo cumple con lo establecido en el horario de recolección que es de 5:00 horas, es importante mencionar que el recorrido para los desechos inorgánicos inicia regularmente a las 10H30 hasta la 12H30 luego de lo cual el chofer con los obreros salen al almuerzo retomando la actividad a las 13H30 y culminan con la labor a las 16H30 con la disposición final en el relleno sanitario, luego de esto el vehículo recolector es trasladado a los patios de la mecánica Municipal.

De acuerdo a lo mencionado el tiempo de recolección de los residuos inorgánicos es mayor al tiempo que se toma en la recolección de los residuos orgánicos; debido a que el volumen de inorgánicos es superior, esto de acuerdo al análisis realizado por el equipo consultor se debe a que los residuos orgánicos son utilizados en las huertas o son llevados a las fincas de los moradores del centro cantonal para ser utilizados como abono o como alimento de animales menores.

**e. Horarios de recolección en las parroquias rurales.**

Se realizó un acompañamiento al personal de recolección en las parroquias rurales en donde se pudo verificar que las rutas son las siguientes.

*Tabla 26. Horarios de recolección RRSS.*

HORARIO DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN LIMÓN INDANZA, ÁREA RURAL		
DÍAS	HORARIO	PARROQUIAS Y COMUNIDADES
MARTES	08H00 - 14H00	Centro Parroquial de Indanza.
MIÉRCOLES	08H00 - 12H00	Valle del Castillo, La Loma, Alto Metzankin,
	12H00 - 13H00	Corazón de Yananas, El Rosario, Relleno Sanitario
	14H00 - 15H00	San Bartolo, Pescado, Chiviaza
	15H00 - 17H00	Vía principal hasta el Relleno Sanitario
JUEVES	08H00 - 14H00	Cabecera parroquial San Antonio, Yanguza, Pambilar, Sarambiza, Relleno Sanitario.
VIERNES	08H00 - 13H00	Plan de Milagro, San Miguel de Conchay, La Florida, La Esperanza, San José.
	14H00 - 16H30	Indanza Centro.

Fuente: Equipo Consultor 2017.

Como se mencionó anteriormente en este proceso intervienen tres personas, un chofer y dos obreros los mismos que están equipados con overoles, guantes, escobas y palas, el circuito inicia de igual manera a la altura de la mecánica municipal.

#### **f. Recolección y transporte de residuos reciclables.**

Para la recolección de este tipo de residuos se utiliza el camión pequeño marca Chevrolet de la Coordinación de la Unidad de Gestión Ambiental y es realizado por dos personas (1 chofer y 1 obrero); el recorrido que se realiza es igual al recorrido de la basura orgánica e inorgánica; el único material reciclable que la ciudadanía separa y se recoge es el cartón el mismo que es llevado al Relleno Sanitario para disponerlo en un sitio destinado para su almacenamiento hasta su venta.

Este tipo de residuos se recolecta los días lunes y jueves desde las 14H00 hasta las 16H30 de acuerdo a la nueva Ordenanza. Esta actividad se desarrolla en 1,70 horas aproximadamente, con una velocidad de 9,90 Km/hora promedio.

#### **g. Recolección y transporte de residuos hospitalarios.**

En la recolección de los residuos hospitalario participa únicamente un chófer ya que los residuos espécies son entregados por personal del hospital básico de Limón.

En la actualidad la Municipalidad cuenta para el transporte de estos desechos con un remolque equipado para cumplir con esta actividad, este remolque es transportado por el camión marca Chevrolet o cualquier vehículo de la institución que disponga del acople para el remolque.



*Fotografía 7. Remolque para desechos hospitalarios*

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

## h. Cobertura

En el área urbana el servicio de recolección que presta el Municipio cubre aproximadamente el **88.5%** de la población.

El servicio que presta el GAD Municipal en las parroquias rurales es del **44.18%**.

Teniendo como una cobertura final urbana y rural del Cantón Limón Indanza de **66%**.

## i. Registros: usuarios

En la actualidad el cobro por el servicio de desechos sólidos el cantón Limón Indanza se lo realiza por medio de la planilla de agua potable y de acuerdo a la ordenanza vigente se detalla a continuación la cantidad de usuarios.

Tabla 27. Número de usuarios del servicio por categoría.

CATEGORIAS	# DE USUARIOS
Domiciliarios	756
Comercial 1	128
Comercial 2	8
Oficial 1	14
Oficial 2	17
<b>Total de usuarios</b>	<b>923</b>

Fuente: Ordenanza 2017.

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

### 6.5.4 Tratamiento: aspectos técnicos y operativos.

Los residuos sólidos producidos en el área urbana son clasificados en los hogares, pero no en un alto porcentaje ya que la mayoría de la población utiliza los residuos orgánicos en sus huertas o son llevados a las fincas como alimento de animales o como abono para las plantas, esto se demuestra de dos maneras:

1. El recorrido de recolección de los desechos orgánicos es el 60% menor al que se demora recolectando los desechos inorgánicos,
2. La cantidad de desechos orgánicos que llegan a la granja es baja, siendo la mayor cantidad los desechos del mercado central.

En el caso de los residuos producidos en el área rural no se realiza clasificación en la fuente y solo los desechos inorgánicos son los que se recolecta por parte del personal Municipal.

Los desechos orgánicos son trasladados hacia la granja Municipal y es utilizado para la producción de abono orgánico, los residuos inorgánicos y reciclables son trasladados al Relleno Sanitario en donde tres obreros realizan la clasificación de botellas plásticas, chatarra, equipos electrónicos y cartón, los mismos que son depositados en áreas específicas para su posterior disposición final; mientras que el resto de subproductos son dispuestos en la celda existente.

Es importante mencionar que los desechos peligrosos (guaipes, envases de aceites y químicos, desechos hospitalarios, etc.) son confinados en tanques de 55 galones con tapas de hormigón para ser almacenados en la celda existente ya que hasta la actualidad no se está utilizando la celda construida con este propósito.

#### 6.5.5 Disposición final: Aspectos ambientales, técnicos y operativos.

A continuación se realiza una descripción de la infraestructura con la que cuenta el sitio de disposición final de los residuos sólidos del cantón Limón Indanza.

**Oficina y Bodega.-** El actual sitio de disposición final de los residuos sólidos cuenta con una infraestructura de mampostería que es utilizada como oficina, bodega, vestidor, servicios higiénicos y sitio de limpieza de calzado luego del trabajo dentro del relleno sanitario, esta infraestructura tiene una superficie de 35 m<sup>2</sup>:



*Fotografía 8. Oficina y bodega*

Fuente: Equipo Consultor 2017.

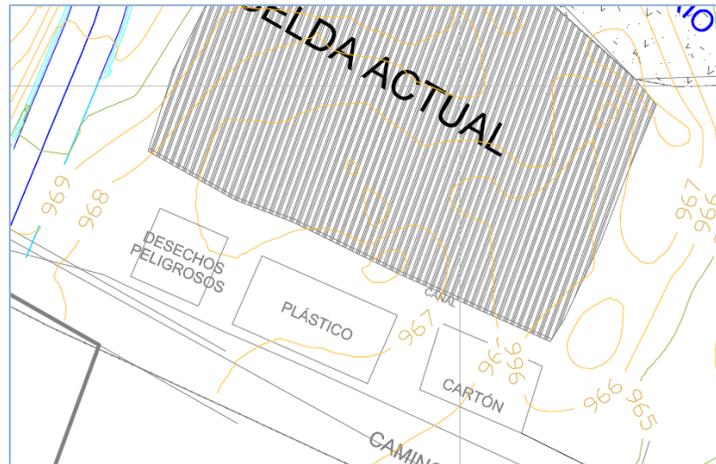
**Canchón para Almacenamiento de cartón y botellas plásticas.-** Dentro del área de reciclaje existen dos naves, la primera es moderna construida en 2011 de estructura metálica y piso de hormigón, tiene un área de 60 m<sup>2</sup> actualmente se encuentra operando, ya que fue realizada para colocar la prensa compactadora donada por el Ministerio del Ambiente la cual está operado desde el año 2015 para compactar las botellas plásticas. La segunda nave es antigua y fue construida de Pambil y Guadua en el año 2007, en ella se clasifica y almacena plásticos y cartones.



*Fotografía 9. Galpones de reciclaje*

**Fuente: Equipo Consultor 2017.**

Figura 5. Ubicación de los canchones de reciclaje



Fuente: Equipo consultor 2017.

**Celda actual.-** La disposición final de los residuos sólidos en el cantón Limón Indanza se la realiza a cielo abierto en una celda construida en el año 2005 y que en el año 2014 fue ampliada para seguir utilizándola provisionalmente hasta la construcción de una nueva celda. En este lugar trabajan cuatro personas, una de ellas ejerce en calidad de guardián.

Luego de realizar la clasificación de los residuos sólidos, en la celda existente se procede a la compactación de los mismos cada que está disponible la retroexcavadora (cada 15 días aproximadamente) para luego ser tapados con material de cobertura y así evitar la presencia de vectores que puedan ocasionar problemas sanitarios en la población cercana y en los trabajadores del Municipio.

Se cuenta con una celda a cielo abierto para la disposición final de los residuos sólidos de aproximadamente 2843 metros cuadrados y viene dando el servicio al cantón por más de 10 años, esta celda ha sido ampliada hacia arriba con neumáticos y tierra con el fin de utilizarla un período aproximado de tres años más a partir del mes de abril del año 2015, a la fecha se ha utilizado dos años tres meses aproximadamente. Existe un sitio determinado para los escombros en la parte baja del relleno sanitario.



*Fotografía 10. Celda Actual*

**Fuente: Equipo Consultor 2017.**

**Sistema de tratamiento de lixiviados.-** Antes de hablar del sistema de tratamiento de los lixiviados es prioritario conocer que son los lixiviados y como se producen en un relleno sanitario; la formación de los llamados lixiviados es un hecho inevitable y la cantidad de los mismos depende de la humedad que existe en los desechos sólidos, de la escorrentía que pueda llegar al interior de las celdas y de la humedad proveniente del material de cobertura empleado.

Las características físicas, químicas y biológicas del lixiviado, lo convierten en un elemento con alto poder contaminante y su manejo es una de las principales preocupaciones a considerar dentro del diseño y posterior operación y mantenimiento del relleno sanitario.

Una gestión adecuada para el correcto manejo del lixiviado implica consideraciones específicas en las distintas fases de formación del mismo, así:

- Una precaución inicial y básica es el aislamiento de la celda respecto del ingreso de aguas lluvias, buscando a toda costa minimizarlo mediante la construcción de

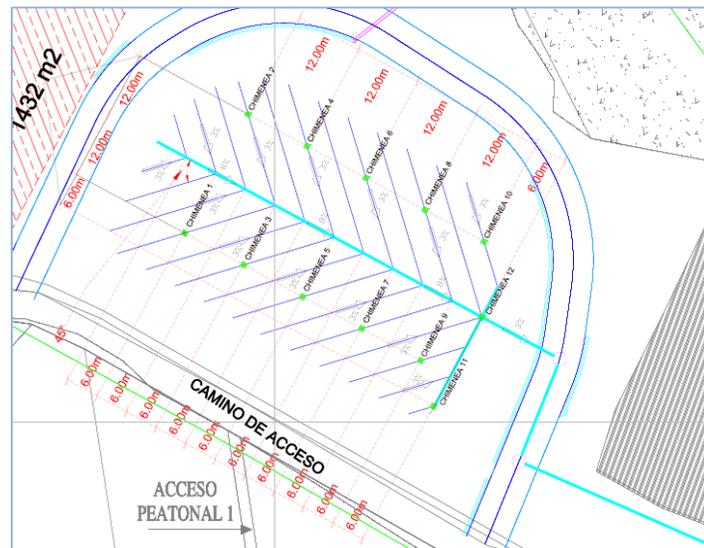
cunetas de coronación superiores y cunetas laterales a las celdas, durante la construcción y también en la fase de abandono.

- Otra de las condiciones a cumplir es la impermeabilización del fondo de las celdas, mediante la utilización de arcillas, o geomembrana y/o geotextiles.

Este sistema es el encargado de drenar los lixiviados generados por la descomposición de los desechos orgánicos y del lavado de estos por aguas lluvia, con el fin de evitar la contaminación por infiltración fuera del área del relleno y finalmente conducirlos hacia un sistema de tratamiento propio para lixiviados.

El sitio de disposición final posee un sistema de drenes franceses en forma de V que se juntan a la salida del sitio de disposición final y posteriormente los lixiviados fluyen a través de una tubería de PVC de 160 mm hacia la planta de tratamiento.

**Figura 6. Sistema de drenaje para Lixiviados celda actual.**

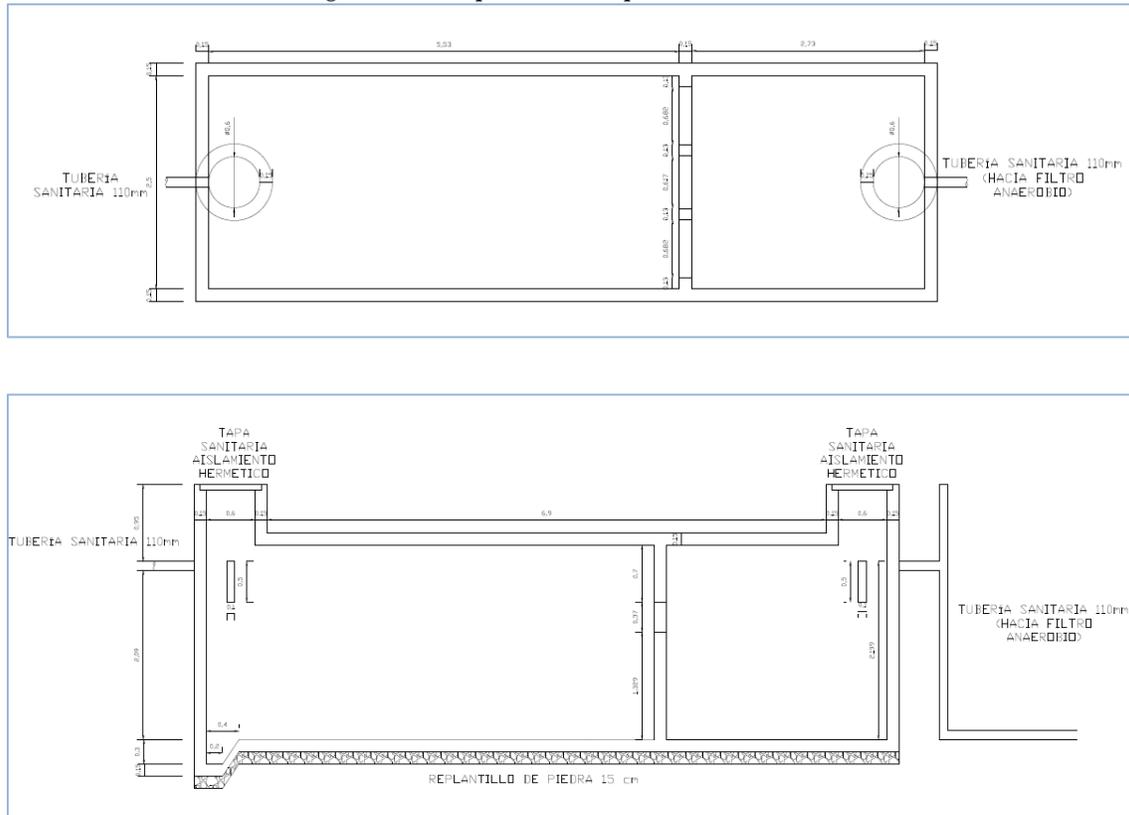


**Fuente: Equipo consultor 2017.**

Actualmente la planta de tratamiento de lixiviados está compuesta por una fosa séptica y un filtro anaerobio de flujo ascendente con las siguientes dimensiones:

- La fosa séptica es de forma rectangular y está constituido por dos cámaras: una principal de 5.53 X 2.50 m y una secundaria de 2.73X2.50 m.
- La altura total de la fosa es de 2.5m con una pendiente en el fondo para la acumulación de lodos del 2%.

Figura 7. Fosa séptica -Vista en planta- Vista en corte

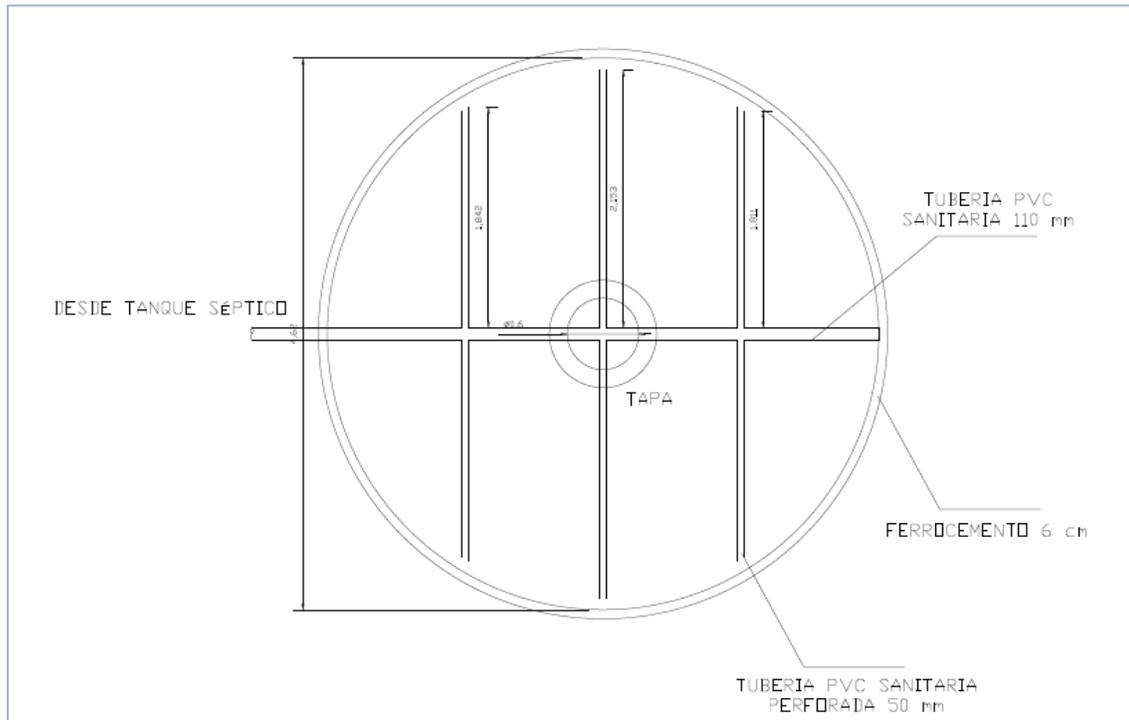
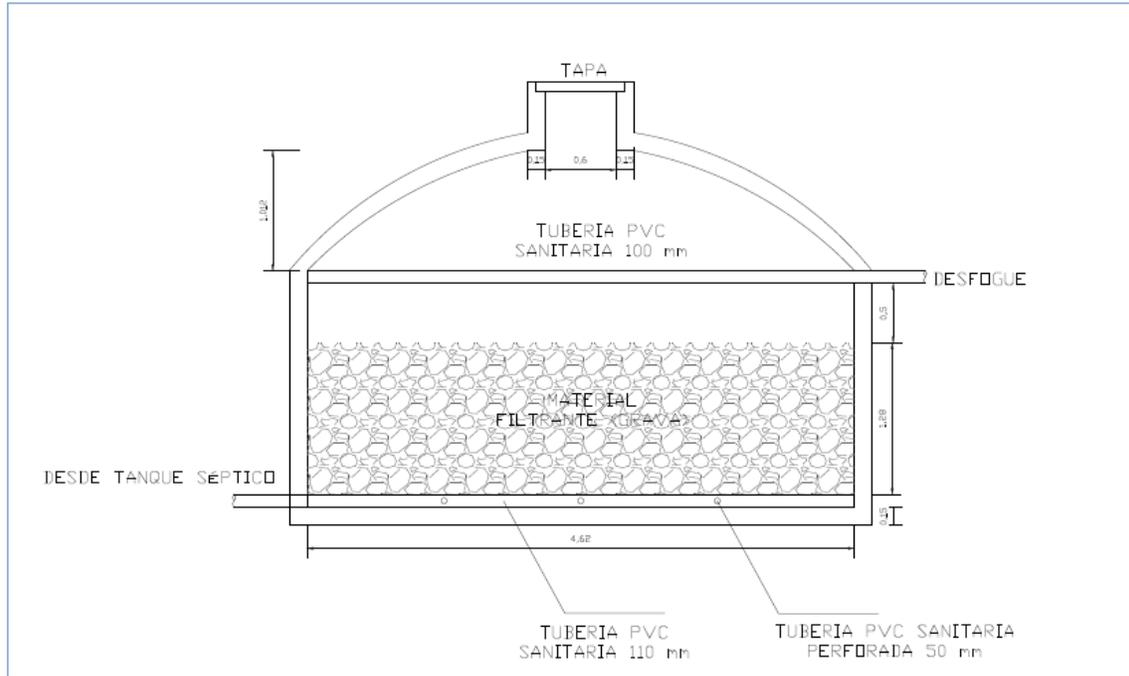


Fuente: Equipo consultor 2017.

El filtro anaerobio de flujo ascendente es de forma circular con un diámetro de 4.62 m y una altura total de 2 m.

El lecho filtrante tiene una altura de 1.5 m y está conformado por un material granular de 2 a 3 pulgadas.

Figura 8. Filtro Anaerobio - Vista en planta-Vista en corte



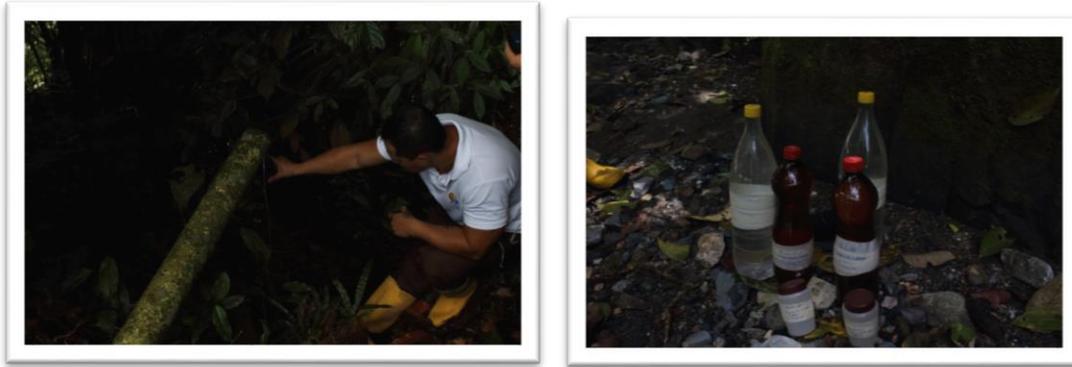
Fuente: Equipo consultor 2017.



*Fotografía 11. Plata de tratamiento de Lixiviados*

**Fuente: Equipo Consultor 2017.**

Con el fin de verificar que la planta de tratamientos de lixiviados se encuentra funcionando, se realizó el análisis de calidad de los mismos mediante un laboratorio debidamente acreditado ante el SAE, cuyos resultados se presentan en el Anexo 4. La toma de la muestra se la realizó con la presencia de funcionarios del GAD Municipal del cantón Limón Indanza, un delegado del Ministerio del Ambiente, un delegado del Hospital Básico del cantón Limón Indanza y un representante del equipo consultor (Cadena de custodia, Anexo 24).



Fotografía 12. Toma de muestra por funcionario del MAE Morona Santiago

Fuente: Equipo Consultor 2017.

Por último, se realizó la medición de los caudales producidos por la descomposición de los desechos sólidos en la celda actual y se determinó en base a una medición de los tiempos que se llenaba un tanque de 2 litros de volumen, valores que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 28. Medición de caudal de lixiviados.

# de segundos en llenarse 2 litros			
16h00	17h00	18h00	Promedio
15.86	13.80	14.60	
13.85	14.80	14.80	
13.88	15.20	15.00	
13.89	13.70	12.30	
12.85	11.20	12.92	
12.80	13.50	13.40	
13.86	13.70	13.84	<b>13.80</b>

Fuente: Equipo Consultor 2017.

Con estos datos el caudal obtenido fue de 0.14 litros por segundo.

Este valor se comprobó con datos de bibliografía especializada razón por la que se proyectó en base al método Suizo para establecer el caudal promedio de lixiviados generados en el área del relleno sanitario, metodología recomendada en la serie “Atas de CETESB” Sao Paulo, Brasil 1985, cuya expresión es la siguiente:

$$Q = 1/t * P * A * K$$

Donde:

Q = caudal medio de lixiviados en litros por segundo

t = número de segundos en un mes (2592000)

P = precipitación media mensual del mes más húmedo

A = Área del relleno en metros cuadrados

K = coeficiente en función al grado de compactación de la basura (se estima en 0,5 Ton/m<sup>3</sup>)

Tabla 29. Coeficiente K

Densidad en el relleno	K
0,4 y 0,7 Ton/m <sup>3</sup>	0,5 a 0,25
Mayor a 0,7	0,25 a 0,15

Fuente: Atas de CETESB, 1985

Para el relleno establecido en Limón Indanza, se realizó el análisis con la pluviosidad promedio del mes más húmedo obtenido del INAMHI para la estación Gualaquiza. El caudal de lixiviado obtenido fue de:

$$Q = 1/2592000 * 226,93 * 2843 * 0,5$$

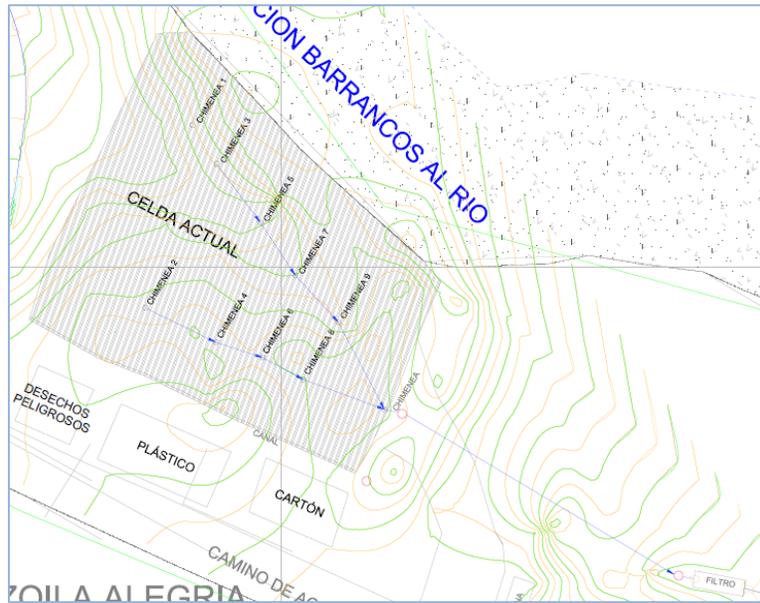
$$Q = 0,12 \text{ l/s}$$

Como se puede observar entre los 2 valores obtenidos, se tiene una similitud, considerándose para este diagnóstico que el caudal de lixiviados generado es de 0,14 l/s.

Es importante indicar que los lixiviados no son vertidos directamente en el río Yunganza, desde el sitio en donde se vierte los lixiviados existen unos 80 metros hacia el río lo que ayuda también a retener algunos de sus contaminantes.

**Chimeneas de Biogás.-** El sitio de disposición final del relleno sanitario contiene ocho chimeneas para evacuación del biogás, construidas de malla galvanizada de 2.5 cm de lado formando un cilindro de aproximadamente 40 cm de diámetros y altura variable, dentro del cual se coloca piedra y un tubo de PVC para la expulsión del gas.

**Figura 9. Ubicación de la Chimeneas de biogás**



**Fuente: Equipo consultor 2017.**



*Fotografía 13. Chimeneas para biogás*

**Fuente: Equipo Consultor 2017.**

**Celda para residuos peligrosos y especiales.-** Actualmente se cuenta con recolección diferencial para residuos peligrosos y de establecimientos de salud, utilizando el método de encapsulamiento de los mismos en tanques de 55 galones sellados con cemento.

Para la disposición de los residuos especiales y peligrosos se cuenta con una celda especial cubierta con techo metálico y geomembrana de 1.5 mm.



*Fotografía 14. Celda para residuos especiales y sanitarios.*

**Fuente: Equipo Consultor 2017.**

**Vías de Acceso.** - El sitio de disposición final del relleno sanitario se encuentra a una distancia aproximada de 5.2 km desde la salida norte del casco urbano o cabecera cantonal General Leónidas Plaza Gutiérrez según lo obtenido en un recorrido realizado por el equipo.

*Figura 10. Vía de acceso hacia el Relleno Sanitario*



**Fuente: Equipo Consultor 2017.**

La accesibilidad al relleno sanitario se realiza por una vía de primer orden Limón – Méndez que es parte de la troncal amazónica de la ruta E45 en una distancia de 4.5 km, a la entrada de esta existe una pluma de control que impide el ingreso al relleno a personas no autorizadas.

El acceso al relleno se hace por una vía de tercer orden que conduce exclusivamente al relleno sanitario en una distancia de 0.71 km, la calzada es de tierra, tiene un ancho promedio de cuatro metros y medio, al final de la vía previo al ingreso del sitio de disposición final se encuentra una segunda Pluma para el control de ingreso del personal Municipal.

### 6.5.6 Control de vectores

Con el fin de controlar la presencia de vectores se realiza la fumigación los días lunes y viernes, el producto que se utiliza es Nuvapon, los sitios de fumigación son: plataforma de desechos especiales, plataforma de desechos comunes, áreas verdes, vías internas, área de guardianía y entornos del relleno sanitario.



Fotografía 15. Celda especial para desechos hospitalarios

Fuente: Equipo Consultor 2017.

### 6.5.7 Señalización.

Se ha implementado señalización informativa, prohibición, advertencia, obligación y salvamento dentro de las instalaciones del Relleno Sanitario como se observa en la siguiente tabla

Tabla 30. Señalética implementada en el Relleno Sanitario.

Señalética	Descripción	Fotografía
Informativo	Reciclaje de botellas plásticas Sitio en donde se almacenan las botellas plásticas hasta su disposición final (Venta)	
Informativo	Área de almacenamiento de herramientas, vestimenta, etc.	

Preventivo.	Uso obligatorio de equipo de protección	
Prohibición	No Fumar	
Preventivo	Celda de almacenamiento de desechos biopeligrosos y especiales.	
Informativo	Número de emergencia	

Advertencia	Reduzca la velocidad	
-------------	----------------------	--

### 6.5.8 Servicios básicos

El relleno sanitario posee servicio de energía eléctrica (110 y 220 v), agua entubada, mismos que son utilizados por el guardián residente y el personal asignado al relleno sanitario, es importante indicar que el relleno cuenta con estos servicios desde antes de la actual administración, el agua para consumo humano para los trabajadores es la que se adquiere en botellones.

### 6.5.9 Tipos de residuos que llegan al relleno.

A continuación se hace un breve resumen de los materiales que se consideran reciclables y no reciclables:

#### a. Materiales reciclables.

##### ➤ Cartón y botellas plásticas

El cartón y las botellas plásticas no retornables que son recuperadas por el personal municipal de los residuos sólidos que llegan al relleno sanitario, son colocados en el canchón cubierto. La cantidad recuperada cada 3 meses es de aproximadamente 450 kg de cartón y 700 kg de botellas plásticas, por lo que el GAD Municipal recauda aproximadamente 200 dólares que ingresan a las arcas del municipio. No se recicla el plástico en el relleno sanitario, este va directamente a la celda de disposición final.

Es impórtate indicar que en el cantón Limón Indanza no existen recicladores ni en el centro urbano ni dentro del relleno sanitario.

##### ➤ Chatarra

La chatarra es clasificada en el Relleno Sanitario y colocada en un lugar específico de almacenaje hasta que cada tres meses se vende a una persona que viene de la ciudad de Latacunga.



*Fotografía 16. Sitio de disposición de chatarra*

Fuente: Equipo Consultor 2017.

**b. Otros materiales.**

➤ **Botellas de vidrio**

Las botellas de vidrio al llegar en mínimas cantidades se disponen en el relleno sanitario.

➤ **Materia orgánica**

El GAD Municipal de Limón Indanza cuenta con una planta de compostaje en donde los residuos orgánicos provenientes de los mercados como de la ciudad en general, son aprovechados para la producción de abono orgánico.



*Fotografía 17. Galpón para materia orgánica*

**Fuente: Equipo Consultor 2017.**

En la planta de compostaje trabaja una persona, cuya jornada inicia a las 08h00 hasta las 13h00 y de 14H00 a 17H00 de lunes a viernes.

### **c. Sitios de acopio de material reciclado**

El Municipio dispone de una planta de reciclaje: Un canchón cubierto de estructura metálica y piso de losa de concreto reforzado construida en 2011, y un canchón construido con materiales de la zona como Pambil y Guadua en 2007. Así mismo se dispone de una maquina prensadora de cartón y plástico donada por el Ministerio del Ambiente en 2011 que está siendo utilizada desde el año 2015.



*Fotografía 18. Galpón para materiales reciclables*

Fuente: Equipo Consultor 2017.

El número de personal que labora en la planta de reciclaje es de 2 personas, cuya jornada es de lunes a viernes desde las 08h00 a 13h00 y de 14h00 a 17h00.

#### **d. Sitios de acopio de desechos biopeligrosos**

En la actualidad los desechos biopeligrosos son encapsulados en recipientes de 55 galones y sellados con tapas de hormigón y depositados en la celda existente hasta que entre en funcionamiento la celda especial que está terminando de construirse.



*Fotografía 19. Disposición final de residuos biopeligrosos*

Fuente: Equipo Consultor 2017.

#### **e. Transporte de material reciclado**

El transporte de los materiales reciclados lo realizan las personas que adquieren estos productos en el Relleno Sanitario y es transportado a los diferentes mercados nacionales.

#### **f. Escombros**

Los escombros ya que tienen gran volumen se han creado sitios independientes para la disposición final de este tipo de desechos en la parte baja del relleno sanitario.



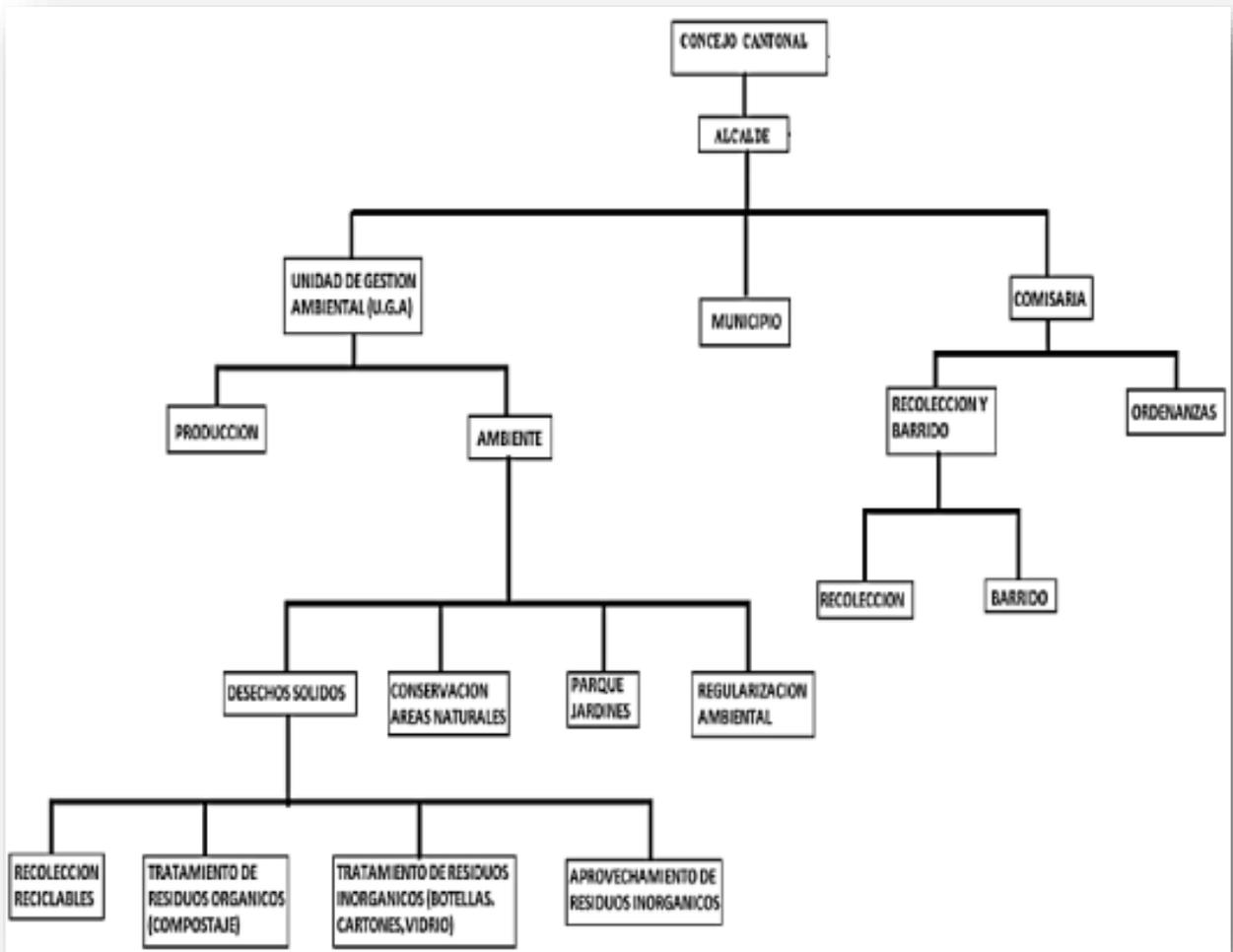
*Fotografía 20. Disposición de escombros*

**Fuente: Equipo Consultor 2017.**

#### **6.5.10 Organismo a cargo del servicio: estructura orgánica, ordenanzas, tarifas o tasas.**

El Organismo a cargo del servicio de recolección, transporte tratamiento y disposición final de los residuos sólidos es el GAD Municipal a través del área de la Coordinación de la Unidad de gestión Ambiental y está bajo la dependencia de la Alcaldía.

Figura 11. Organigrama para el manejo de los residuos sólidos



Fuente: GAD Municipal de Limón Indanza.

El GAD Municipal del cantón Limón Indanza cuenta con una Ordenanza Sanitario, y que ha sido aprobada por el Concejo Municipal en dos sesiones ordinarias de fecha 30 de enero del 2017 y 20 de febrero del 2017; fecha última en que fue aprobado su contenido definitivamente.

El GAD Municipal en la actualidad realiza el cobro del servicio de los residuos sólidos en la planilla de agua potable; la tasa se cobra al 100% de los usuarios catastrados dentro del servicio de agua potable, es decir, 923 usuarios y de acuerdo al Ordenanza vigente se cobran los siguientes valores:

Tabla 31. Tasa diferenciada.

TASA DIFERENCIADA		
CATEGORÍA		COSTO DÓLARES
Categoría Residencial o Doméstica		2,00
Categoría Comercial	Comercial 1	3,00
	Comercial 2	4,00
Categoría Industrial		4,00
Categoría Oficial	Oficial 1	4,00
	Oficial 2	6,00

Fuente: Ordenanza sustitutiva que establece las normas de control para el tratamiento de los desechos sólidos en el cantón Limón Indanza

### 6.6 Estudio de Cantidad y Calidad de Residuos sólidos del cantón Limón Indanza

Con la finalidad de contar con información de primera mano con respecto a la cantidad y calidad de los residuos generados se realizó una campaña de muestreo de 3 días en el centro urbano cantonal, realizada la semana del 5 de octubre de 2015 a 18 domicilios una institución pública y tres restaurantes, además se determinó la cantidad de residuos sólidos generados en el Mercado Central y el hospital básico de Limón Indanza, también se estableció la cantidad y calidad de los residuos sólidos generados en las cabeceras de la parroquias rurales.

Es importante indicar que se tomó una muestra de solo tres días en el centro cantonal y dos días en la parroquias rurales de acuerdo al sistema de recolección de los residuos sólidos, en las parroquias rurales se midió la cantidad de los residuos generados los días 6 y 8 de octubre del 2015.

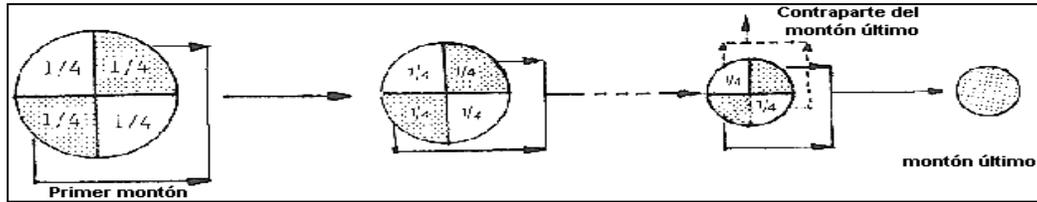
#### 6.6.1 Método de cuarteo para la caracterización de los Residuos Sólidos Urbanos.

Para efectuar este método de cuarteo, se requiere la participación de cuando menos tres personas.

El proceso de este método consiste en tomar las bolsas de polietileno conteniendo los residuos sólidos, resultado del estudio de generación según la Norma Mexicana NMX-AA-61.- En ningún caso se toma más de 250 bolsas para efectuar el cuarteo.

El contenido de dichas bolsas, se vacía formando un montón sobre un área plana horizontal de 4 m x 4 m. El montón de residuos sólidos se traspalea con pala y/o biello, hasta homogeneizarlos, a continuación, se divide en cuatro partes aproximadamente iguales A B C y D (Fig. 1), y se eliminan las partes opuestas A y C o B y D, repitiendo esta operación hasta dejar un aproximado de 50 Kg de residuos sólidos, con los cuales se debe hacer la selección de subproductos.

Figura 12. Diseño del método de cuarteo.



Fuente: (OPS/CEPIS, 2002)

Finalmente se clasifican o separan los componentes del montón último de acuerdo a las características de cada subproducto, entre los principales tenemos:

- Papel y cartón
- Trapos o telas.
- Madera y follaje
- Restos de alimentos (R. Orgánicos)
- Plástico, caucho y cuero
- Metales
- Vidrios
- Suelo y otros

Una vez terminada la clasificación se pesan cada uno de ellos, se tabulan los datos y se obtienen los resultados en cantidad, composición y sus respectivos porcentajes.



Fotografía 21. Caracterización de los residuos sólidos

Fuente: Equipo Consultor 2017.

La caracterización de los residuos sólidos se puede observar con más detalle en el anexo 5.

### 6.6.2 Cantidad de residuos generados por hogar.

A continuación, se presentan los resultados de las tres campañas de muestreo de los residuos sólidos en la parroquia General Leónidas Plaza, incluida la cabecera cantonal., es importante indicar que en las columnas 3, 4, 5 se encuentran los pesos levantados en campo y de los cuales se obtuvo la generación per cápita de General Leónidas Plaza Gutiérrez.

Tabla 32. Muestro de residuos sólidos domiciliarios

No. De Vivienda	No. de personas/vivienda	Muestreo 1 Peso/lbs	Muestreo 2 Peso/lbs	Muestreo 3 Peso/lbs	Sumatoria	Actividad	Peso/Kg	Producción per cápita/vivienda		Categoría
1	3	1,13	3,5	2	6,63	VIVIENDA	1,00	0,33	1,00	RESIDENCIAL
2	3	3,3	6	4,3	13,60	VIVIENDA	2,06	0,69	2,06	RESIDENCIAL
3	6	3,55	8,2	6,1	17,85	VIVIENDA	2,70	0,45	2,70	RESIDENCIAL
4	4	1,25	3,9	4,2	9,35	VIVIENDA	1,42	0,35	1,42	RESIDENCIAL
5	2	1,6	2,6	3,2	7,40	VIVIENDA	1,12	0,56	1,12	RESIDENCIAL
6	3	1,85	3,5	4,6	9,95	VIVIENDA	1,51	0,50	1,51	RESIDENCIAL
7	3	2,75	4,6	6,3	13,68	VIVIENDA	2,07	0,69	2,07	RESIDENCIAL
8	4	0,88	2,6	3,2	6,68	VIVIENDA	1,01	0,25	1,01	RESIDENCIAL
9	1	1,15	3,2	3,8	8,15	VIVIENDA	1,23	1,23	1,23	RESIDENCIAL
10	1	0,8	2,8	4,4	8,00	VIVIENDA	1,21	1,21	1,21	RESIDENCIAL
11	1	1,3	3,6	2,2	7,10	VIVIENDA	1,08	1,08	1,08	RESIDENCIAL
12	4	2,63	3,4	5,6	11,63	VIVIENDA	1,76	0,44	1,76	RESIDENCIAL
13	2	2,5	3,1	4,4	10,00	VIVIENDA	1,52	0,76	1,52	RESIDENCIAL
14	4	1,15	3,6	4,2	8,95	VIVIENDA	1,36	0,34	1,36	RESIDENCIAL
15	6	1,25	10,5	6,2	17,95	VIVIENDA	2,72	0,45	2,72	RESIDENCIAL
16	3	3,05	4,6	8,2	15,85	VIVIENDA	2,40	0,80	2,40	RESIDENCIAL
17	2	2,5	4,2	6,8	13,50	VIVIENDA	2,05	1,02	2,05	RESIDENCIAL
18	4	3,3	7,2	5,3	15,80	VIVIENDA	2,39	0,60	2,39	RESIDENCIAL
<b>Total</b>	<b>56</b>						<b>30,61</b>		<b>30,61</b>	
<b>Producción Percápita de Hogares</b>									<b>0,55</b>	<b>kg/hab/día</b>

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

Como se mencionó anteriormente la población de General Leónidas Plaza Gutiérrez es de 4249 habitantes. En esta parroquia la recolección de los desechos orgánicos e inorgánicos se la realiza tres veces a la semana mientras que el domingo se realiza la recolección sólo de residuos inorgánicos como se manifiesta en el horario de recolección.

Las muestras tomadas corresponden a 56 personas de las 3523 que reciben el servicio, por lo tanto en esta parroquia reciben el servicio el **85.31%** de la población.

El peso de los residuos sólidos producidos es el resultado de multiplicar las 3523 personas por los **0.55 kg/hab/día**; así en los domicilios de la cabecera cantonal de Limón Indanza se produce **1937.65 kg/día**.

### 6.6.3 Cantidad de residuos generados en restaurantes

En General Leónidas Plaza existen seis restaurantes de los cuales se realizó el muestreo en tres de ellos (Muestreo 1, Muestreo 2, Muestreo 3) en donde se presentan los promedios de

los datos obtenidos en campo, con estos resultados se estableció una producción promedio de **0.29 kg/hab/día**, como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 33. Muestra de residuos sólidos en Restaurantes en la cabecera cantonal

PRODUCCIÓN PERCAPITA EN RESTAURANTES									
No. de Restaurantes	No. de personas	Muestreo 1 Peso/lbs	Muestreo 2 Peso/lbs	Muestreo 3 Peso/lbs	Sumatoria	Actividad	Peso/Kg	Producción per cápita/R estaurante	Categoría
3	20	6,2	16,7	18,4	41,3	RESTAURANTE	6,26	0,10	COMERCIAL
		6,3	13,5	16,3	36,1		5,47	0,09	
		7,7	15,4	15,4	38,5		5,83	0,10	
		<b>20,2</b>	<b>45,6</b>	<b>50,1</b>	<b>115,9</b>		<b>17,56</b>		
PROMEDIO		6,73	15,2	16,7	<b>38,63</b>		<b>5,85</b>	<b>0,29</b>	<b>kg/hab/día</b>
Producción Percapita de Restaurantes								<b>0,29</b>	<b>kg/hab/día</b>

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

De acuerdo al trabajo de campo el promedio de comensales en estos restaurantes es de 20 personas diaria, por lo que cada día habría una asistencia de 120 usuarios y la generación de residuos sólidos resulta de multiplicar 120 por los **0.29 kg/hab/día**; es así que en restaurantes se producen **35.12 kg/día**.

#### 6.6.4 Cantidad de residuos generados en Institución Pública.

Se tomó tres muestras en diferentes días en el Distrito de educación de Limón Indanza; sin embargo se conoce que existen siete instituciones entre públicas y privadas en el área urbana, por tal razón la generación de estas sería el resultado de multiplicar las 7 instituciones por 30 funcionarios de cada institución y por **0.18 kg/hab/día** que es el resultado de las muestras tomadas en campo en la institución mencionada, es así que se tendría un peso de **37,65 kg/día**.

Tabla 34. Muestra de residuos sólidos en Institución Pública en la cabecera cantonal

PRODUCCIÓN PERCAPITA DE INSTITUCIÓN PÚBLICA									
No. De Instituciones	No. de personas	Muestreo 1 Peso/lbs	Muestreo 2 Peso/lbs	Muestreo 3 Peso/lbs	Sumatoria	Actividad	Peso/Kg	Producción per cápita/Int Pública	Categoría
1	30	3	18,3	14,2	35,5	INT. PUBLICA	5,38	<b>0,18</b>	PUBLICA
Producción Percapita de Instituciones Públicas								<b>0,18</b>	<b>kg/hab/día</b>

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

#### 6.6.5 Cantidad de residuos generados en el Mercado.

En el mercado central se realizaron dos muestreos el primero corresponde a la generación del día domingo y el segundo es la generación de un día normal, en la siguiente tabla presentamos los resultados obtenidos:

Tabla 35. Muestro de residuos sólidos en el Mercado Central en la cabecera cantonal

PRODUCCIÓN PERCAPITA DE MERCADO							
No. de personas	Muestreo 1 Peso/lbs	Muestreo 2 Peso/lbs	Sumatoria	Actividad	Peso/Kg	Producción per cápita/M ercado	Categoría
200	523	320	843	MERCADO	191,59	<b>0,96</b>	PUBLICA

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

Como podemos observar en la tabla anterior el peso de residuos que se produce diariamente en el Mercado es de **191.59 kg**, esto fue corroborado tanto por el personal de recolección como por la persona que realiza la clasificación de los residuos en la granja Municipal antes de que se dé su disposición final en la producción de abono orgánico; estos residuos no son llevados al Relleno Sanitario.

Es importante recalcar que estos residuos no llegan al relleno sanitario por lo que no se le considera en el cálculo de la generación per cápita de la cabecera cantonal de Limón Indanza.

#### 6.6.6 Cantidad de residuos generados en el Hospital básico de Limón Indanza.

Para realizar el cálculo de la cantidad de residuos sólidos generados en el hospital se solicitó a los funcionarios de dicha institución los registros de los meses enero y febrero del 2016 que se llevan diariamente tanto de los desechos comunes como de los desechos especiales.

Para el caso de los desechos comunes y los desechos especiales se consideró los registros de enero y febrero del 2016 puesto que son los datos más recientes, con estos datos se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 36. Generación en hospitales, desechos comunes, y residuos biopeligrosos en la cabecera cantonal

Mes/2016	Producción desechos comunes kg/día	Producción residuos biopeligrosos kg/día
Enero	15	13,12
Febrero	21,15	15,98
<b>Total</b>	<b>36,15</b>	29,1
<b>Promedio/día</b>	<b>18,08</b>	<b>14,55</b>

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

Tabla 37. Muestreo de Residuos Sólidos en Hospital en la cabecera cantonal

PRODUCCIÓN PERCAPITA DE HOSPITAL				
No. de personas	Actividad	Peso desechos comunes (Kg)	Producción pe cápita	Categoría
77	INT. PUBLICA	18.08	0.23	PUBLICA
<b>Producción Percápita de Hospital</b>			<b>0.23</b>	<b>Kg/hab/día</b>

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

Como podemos observar en la anterior el peso de los residuos sólidos que se produce en el Hospital y que son trasladados al relleno sanitario es de 18.08 kg/día que corresponden únicamente a los desechos comunes.

#### 6.6.7 Producción Percápita en la cabecera cantonal del cantón Limón Indanza.

Considerando los resultados obtenidos por cada uno de los generadores de desechos sólidos se procedió a sacar la generación per cápita de la ciudad de General Leónidas Plaza Gutiérrez utilizando la siguiente fórmula:

$$PPC \text{ (Kg/hab/día)} = \frac{(A1/B1)*P1 + (A2/B2)*P2 + (A3/B3)*P3 + (A4/B4)*P4}{P1 + P2 + P3 + P4}$$

Dónde:

P1, P2, P3 y P4 = Número de habitantes en las zonas de estudio, respectivamente.

A1, A2, A3 y A4 = Peso de la muestra (Tres días) tomada de cada vivienda seleccionada (Kg/semana)

B1, B2, B3 y B4 = Número de habitantes correspondientes a la muestra global tomada en la zona de estudio (OPS/CEPIS 2002).

Tabla 38. Producción Percápita de General Leónidas Plaza Gutiérrez.

Categorías	Peso (KG)	Numero Hab	Generación Percápita
HOGARES	30.61	56	0.55
RESTAURANTE	5.85	20	0.29
INT PÚBLICA	5.38	30	0.18
MERCADO	191.59	200	0.96
HOSPITALES	18.08	77	0.23
	<b>TOTAL</b>	383	
	<b>Producción Per cápita</b>	<b>0.66</b>	<b>Kg/Hab/Día</b>

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

### Producción Percápita es de 0,66 kg/Hab/día

Conociendo la generación per cápita de General Leónidas Plaza procedemos a calcular la producción de residuos sólidos de la cabecera cantonal; así obtenemos **2234.51 kg/día**.

#### 6.6.8 Población servida con el servicio de recolección de los residuos sólidos en Parroquias.

Para determinar la generación per cápita en las parroquias se realizó una campaña de muestreo de la cantidad de los residuos sólidos en las cabeceras parroquiales y en comunidades en donde se presta el servicio de recolección.

En la siguiente tabla se presentamos las comunidades y la población servida de cada parroquia.

Tabla 39. Población servida en Parroquia Rurales

PORCENTAJE DE POBLACIÓN SERVIDA EN RELACIÓN A LA POBLACIÓN PARROQUIAL							
PARROQUIA	COMUNIDAD	DÍAS DE RECOLECCIÓN	POBLACIÓN SERVIDA	POBLACIÓN PARROQUIAL	% DE POBLACIÓN SERVIDA EN LA PARROQUIA		
YUNGANZA	El Rosario	MIÉRCOLES	96	1044	9.20		
	Valle del Castillo		206		19.73		
	Corazón de Yananas		75		7.18		
	Yunganza		100		9.58		
	Alto Metsakin		33		3.16		
	<b>TOTAL</b>				<b>510</b>		<b>48.85</b>
GENERAL LEÓNIDAS PLAZA (RURAL)	El Descanso	MIÉRCOLES	35	458	7.64		
	San Bartolo		48		10.48		
	<b>TOTAL</b>		<b>83</b>		<b>18.12</b>		
SANTA SUSANA DE CHIVIAZA	Chiviaza (Centro Parroquial)	MIÉRCOLES	199	772	25.78		
	El Pescado		95		12.31		
	<b>TOTAL</b>		<b>294</b>		<b>38.08</b>		
SAN ANTONIO	San Antonio ( Centro Parroquial)	JUEVES CADA 15 DIAZ	46	2157	2.13		
	Yanguza		51		2.36		
	Pambilar		72		3.34		
	Sarambiza		79		3.66		
	<b>TOTAL</b>				<b>248</b>		<b>11.50</b>
INDANZA	Indanza (Centro Parroquial)	MARTES Y VIERNES	656	1363	48.13		
	Plan de Milagro		237		17.39		
	San José		150		11.01		
	La Esperanza		123		9.02		
	<b>TOTAL</b>				<b>1166</b>		<b>85.55</b>
SAN MIGUEL DE CONCHAY	San Miguel de Conchay Centro	VIERNES	139	405	34.32		
	La Florida		34		8.40		
	Santa Rosa de Mamanguy		82		20.25		
	<b>TOTAL</b>				<b>255</b>		<b>62.96</b>
	<b>PORCENTAJE TOTAL DE POBLACIÓN ATENDIDA EN LAS PARROQUIAS RURALES</b>					<b>44.18</b>	

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

Si bien el servicio de recolección en las cabeceras parroquiales y en algunas comunidades como se muestra en la tabla anterior es del 100%, este servicio no se da a todas las comunidades del cantón por lo que el porcentaje de cobertura de recolección a nivel parroquial es del 44,18%.

### 6.6.9 Producción Percápita en las parroquias rurales del cantón Limón Indanza

Para las parroquias rurales y las comunidades atendidas con el servicio de recolección, se realizó una sola campaña de muestreo, de las muestras colectadas se procedió a pesar los residuos sólidos y se consultó el número de habitantes por vivienda.

#### 1.1.1.1 Parroquia Yunganza

En esta parroquia se tomaron 18 muestras tanto en la cabecera parroquial como en las comunidades de las cuales una muestra corresponde a la escuela de la parroquia Yunganza, luego de los análisis realizados se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 40. Producción Percápita de hogares en la Parroquia Yunganza

Parroquia Yunganza					
No. muestras	peso 7 días (lbs)	peso diario (kg)	No. Personas	Producción Percápita (kg/hab/día)	
Casa 1	22	1,43	4	0,36	1,43
Casa 2	13	0,84	6	0,14	0,84
Casa 3	21	1,36	4	0,34	1,36
Casa 4	6	0,39	5	0,08	0,39
Casa 5	10	0,65	1	0,65	0,65
Casa 6	11	0,71	6	0,12	0,71
Casa 7	12	0,78	3	0,26	0,78
Casa 8	22	1,43	6	0,24	1,43
Casa 9	12	0,78	5	0,16	0,78
Casa 10	2	0,13	4	0,03	0,13
Casa 11	3	0,19	3	0,06	0,19
Casa 12	4	0,26	8	0,03	0,26
Casa 13	9	0,58	4	0,15	0,58
Casa 14	12	0,78	9	0,09	0,78
Casa 15	15	0,97	8	0,12	0,97
Casa 16	31,5	2,05	8	0,26	2,05
Casa 17	9	0,58	1	0,58	0,58
<b>TOTAL</b>			85		13,93
<b>Producción Percápita Hogares</b>					<b>0,16</b>

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

Tabla 41. Producción Per cápita en escuela de la Parroquia Yunganza

No. muestras	peso 7 días (lbs)	peso diaria (kg)	No. Personas	Producción Percápita (kg/hab/día)
Escuela	40	2,60	15	0,17
<b>Producción Percápita Hogares</b>				<b>0,17</b>

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

$$0.16 (85) + 0.17 (15)$$

$$\text{PPC (Kg/Hab/día)} = \frac{\quad}{\quad}$$

100

16.53

$$\text{PPC (Kg/Hab/día)} = \frac{\quad}{\quad}$$

100

	No. Personas	Total Basura (kg)	Producción Percápita (kg/hab/día)
Parroquia Yungantza	100	16,53	<b>0,17</b>

En esta parroquia la recolección se la realiza un vez cada 7 días, las muestras tomadas corresponden a 98 personas de las 510 que reciben el servicio, así en Yunganza la producción per cápita es de **0.17 kg/hab/día** y multiplicados por 510 habitantes se produce **86.70 kg/día**.

### 1.1.1.2 Indanza.

En esta parroquia se tomaron 21 muestras tanto en la cabecera parroquial, como en las comunidades y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 42. Generación Per cápita de hogares en la Parroquia Indanza

Parroquia Indanza					
No. muestras	peso 4 días (lbs)	Peso diario (Kg)	No. Personas	Producción Percápita (kg/hab/día)	
Casa 1	16	1,82	5	0,36	1,82
Casa 2	23	2,61	4	0,65	2,61
Casa 3	9	1,02	2	0,51	1,02
Casa 4	35	3,98	3	1,33	3,98
Casa 5	6	0,68	2	0,34	0,68
Casa 6	2	0,23	1	0,23	0,23
Casa 7	15	1,70	3	0,57	1,70
Casa 8	6	0,68	4	0,17	0,68
Casa 9	18	2,05	7	0,29	2,05
Casa 10	24	2,73	5	0,55	2,73
Casa 11	24	2,73	4	0,68	2,73
Casa 12	26	2,95	10	0,30	2,95
Casa 13	22	2,50	8	0,31	2,50
Casa 14	9	1,02	3	0,34	1,02
Casa 15	52	5,91	6	0,98	5,91
Casa 16	12	1,36	3	0,45	1,36
Casa 17	12	1,36	4	0,34	1,36
Casa 18	26	2,95	7	0,42	2,95
Casa 19	25	2,84	4	0,71	2,84
Casa 20	32	3,64	5	0,73	3,64
Casa 21	15	1,70	8	0,21	1,70
<b>TOTAL</b>			98		46,48
<b>Producción Percápita Hogares</b>					0,47

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.



### 1.1.1.3 *San Miguel de Conchay.*

Se realizó el muestreo en dos comunidades y en el centro parroquial en la cual se tomó 14 muestras y se obtuvieron los siguientes resultados:

*Tabla 44. Generación Per cápita en la Parroquia San Miguel de Conchay*

Parroquia San Miguel de Conchay					
No. muestras	peso 7 días (lbs)	Peso diario (kg)	No. Personas	Producción Percápita (kg/hab/día)	
Casa 1	10	0,65	3	0,22	0,65
Casa 2	11	0,71	2	0,36	0,71
Casa 3	22	1,43	6	0,24	1,43
Casa 4	6	0,39	9	0,04	0,39
Casa 5	14	0,91	9	0,10	0,91
Casa 6	13	0,84	3	0,28	0,84
Casa 7	14	0,91	2	0,45	0,91
Casa 8	22	1,43	4	0,36	1,43
Casa 9	12	0,78	6	0,13	0,78
Casa 10	6	0,39	2	0,19	0,39
Casa 11	6	0,39	1	0,39	0,39
Casa 12	95	6,17	52	0,12	6,17
Casa 13	200	12,99	82	0,16	12,99
Casa 14	22	1,43	34	0,04	1,43
<b>TOTAL</b>			215		29,42
<b>Producción Per cápita</b>					<b>0,14</b>

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

	No. Personas	Total Basura (kg)	Producción Percápita (kg/hab/día)
Parroquia San Miguel Conchay	215	29,42	<b>0,14</b>

Aquí el servicio de recolección se realiza una vez por semana y la muestra colectada corresponde a 215 personas de las 255 que reciben el servicio, por lo tanto el peso de residuos producidos es el resultado de multiplicar las 255 persona por los **0.14 kg/Hab/día**; así en San Miguel de Conchay se produce **35.7 kg/día**.

### 1.1.1.4 *Santa Susana de Chiviaza.*

En esta parroquia se tomó las 18 muestras en la cabecera Parroquial y en la comunidad el Pescado y se obtuvieron los resultados que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 45. Producción Percápita en la Parroquia Santa Susana de Chiviaza

Parroquia Santa Susana de Chiviaza					
No. muestras	Peso 7 días (lbs)	peso diario (kg)	No. Personas	Producción Percápita (kg/hab/día)	
Casa 1	8	0,52	5	0,10	0,52
Casa 2	6	0,39	2	0,19	0,39
Casa 3	13	0,84	4	0,21	0,84
Casa 4	21	1,36	5	0,27	1,36
Casa 5	23	1,49	4	0,37	1,49
Casa 6	24	1,56	6	0,26	1,56
Casa 7	12	0,78	3	0,26	0,78
Casa 8	5	0,32	4	0,08	0,32
Casa 9	4	0,26	2	0,13	0,26
Casa 10	15	0,97	6	0,16	0,97
Casa 11	8	0,52	4	0,13	0,52
Casa 12	19	1,23	6	0,21	1,23
Casa 13	12	0,78	4	0,19	0,78
Casa 14	26	1,69	8	0,21	1,69
Casa 15	7	0,45	2	0,23	0,45
Casa 16	7	0,45	1	0,45	0,45
Casa 17	12	0,78	6	0,13	0,78
Casa 18	11	0,71	7	0,10	0,71
<b>TOTAL</b>			79		15,13
<b>Producción Per cápita</b>					0,19

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

	No. Personas	Total Basura (kg)	Producción Percápita (kg/hab/día)
Parroquia Chiviaza	79	15,13	<b>0,19</b>

La muestra colectada corresponde a 79 personas de las 294 que reciben el servicio, por lo tanto para obtener el peso de los residuos sólidos generados en esta parroquia multiplicamos 294 por **0.19 kg/Hab/día**; así en Santa Susana de Chiviaza se produce **56.24 kg/día**.

### 1.1.1.5 San Antonio.

En San Antonio se realiza el servicio de recolección los días jueves cada 15 días debido a la poca generación de residuos sólidos que genera, se tomó la muestra de 11 casas y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 46. Producción Percápita en la Parroquia San Antonio

Parroquia San Antonio					
No. muestras	Peso 7 días (lbs)	peso diario (kg)	No. Personas	Producción Per cápita (kg/hab/día)	
Casa 1	23	1,49	4	0,37	1,49
Casa 2	24	1,56	6	0,26	1,56
Casa 3	12	0,78	2	0,39	0,78
Casa 4	5	0,32	1	0,32	0,32
Casa 5	4	0,26	2	0,13	0,26
Casa 6	15	0,97	6	0,16	0,97
Casa 7	8	0,52	2	0,26	0,52
Casa 8	19	1,23	6	0,21	1,23
Casa 9	12	0,78	3	0,26	0,78
Casa 10	26	1,69	4	0,42	1,69
Casa 11	7	0,45	1	0,45	0,45
<b>TOTAL</b>			37		10,06
<b>Producción Percápita</b>					0,27

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

	No. Personas	Total Basura (kg)	Producción Percápita (kg/hab/día)
Parroquia San Antonio	37	10,05	<b>0,27</b>

La muestra colectada corresponde a 37 personas de las 248 que reciben el servicio, por lo tanto para obtener el peso de los residuos sólidos generados en esta parroquia multiplicamos 248 por 0.27 kg/Hab/día; así en San Antonio se produce **66.96 kg/día**.

Con los resultados obtenidos con respecto a la Producción Percápita en cada una de las parroquias del cantón Limón Indanza se realizó una ponderación de los datos y se obtiene que en el área rural se tiene una PPC de **0.23 kg/hab/día**.

Parroquias	Peso (KG)	Numero Hab	Producción Percápita
Yungantza	16,53	100	0,17
Indanza	62,08	156	0,40
San Miguel Conchay	29,42	215	0,14
Chiviaza	15,13	79	0,19
San Antonio	10,05	37	0,27
<b>TOTAL</b>		587	

<b>Producción Percápita Limón Rural</b>	<b>0,23</b>	<b>Kg/hab/día</b>
---	-------------	-------------------

En la siguiente tabla se expresa en toneladas la producción de residuos sólidos por día en el cantón Limón Indanza.

*Tabla 47. Producción de Residuos Sólidos por día en el cantón Limón Indanza*

PARROQUIA	POBLACIÓN SERVIDA	PRODUCCIÓN PER CÁPITA kg/hab/día	PESO kg/día	PESO EN TONELADAS
General Leónidas				
Plaza Gutiérrez	3523	0,66	2325,18	2,33
Yunganza	510	0,17	86,7	0,09
Indanza	1162	0,4	464,8	0,46
San Miguel de Conchay	255	0,14	35,7	0,04
Santa Susana de Chiviaza	294	0,19	55,86	0,06
San Antonio	248	0,27	66,96	0,07
<b>Total</b>	<b>5992</b>	<b>1,83</b>	<b>3035,2</b>	<b>3,04</b>

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

#### 6.6.10 Peso Volumétrico de los residuos sólidos.

Para determinar el peso volumétrico o densidad de los residuos se utilizó un balde o envase de 0,0315 m<sup>3</sup> (7 galones aproximados). Se tomaron los residuos homogenizados utilizados en la cuantificación de subproductos y se llenó el envase hasta el borde, se levantó y se dejó caer para compactar sin presionar los residuos y luego se volvió a llenar hasta el borde según indica la Norma Mexicana; se pesó y tomo los datos; este proceso se repitió 3 veces con el fin de obtener una medida del peso de la basura por cada envase, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 48. Peso promedio para determinar peso volumétrico.

MUESTRA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD			
No.	Peso Bruto Kg/m <sup>3</sup>	peso del envase vacío/kg	Peso Neto de Residuos/kg
1	9,5	1,1	8,40
2	8,6	1,1	7,50
3	9,5	1,1	8,40
<b>TOTAL</b>			<b>24,30</b>
<b>MEDIA</b>			<b>8,10</b>

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

Conociendo el peso promedio de los residuos sólidos (8,10 Kg) y el volumen del envase de 0,031524 m<sup>3</sup>, se calculó el peso volumétrico de los Residuos como llegan al lugar de disposición final, a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Peso volumétrico} = \frac{\text{Peso promedio de los Residuos}}{\text{Volumen del envase}}$$

$$Pv = \frac{8.10}{0,031524} = 256,947 \text{ Kg/m}^3$$

La densidad de los residuos sólidos en el cantón Limón Indanza es de 256.947 kg/m<sup>3</sup>.

Como se dijo anteriormente la producción total de residuos sólidos es de 3140.89 kg/día, y que según este estudio tiene una densidad de 256.947 kg/m<sup>3</sup>, dándonos un volumen de basura de 12.23 m<sup>3</sup> que todos los días ingresarían al relleno sanitario.

#### 6.6.11 Promedio de peso por tipo de residuo sólido.

A continuación se presenta un análisis de los sub productos contenidos en los residuos sólidos:

Tabla 49. Promedio de pesos por tipo de residuos sólidos

PROMEDIOS DE PESO POR TIPO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN LIMÓN INDANZA								
	BOTELLAS PLÁSTICAS	VIDRIO	PAPEL Y CARTÓN	PLÁSTICO	MATERIA ORGÁNICA	PELIGROSOS Y SANITARIOS	OTROS	Peso/libra
<b>Peso</b>	8,6	3	5,6	6,5	23,15	6,3	9,3	62,45
<b>Porcentaje</b>	13,77	4,80	8,97	10,41	37,07	10,09	14,89	100,00
<b>RESTAURANTES Y PANADERIA</b>								
<b>Peso</b>	6,2	2,1	2,5	3,7	18,6	5,9	6,5	45,5
<b>Porcentaje</b>	13,63	4,62	5,49	8,13	40,88	12,97	14,29	100,00
<b>INSTITUCIÓN PÚBLICA</b>								
<b>Peso</b>	0,5	0	0,5	1,5	2,7	0	0,5	5,7
<b>Porcentaje</b>	8,77	0	8,8	26,3	47,4	0,0	8,8	100,00
								<b>113,65</b>
	<b>36,17</b>	<b>9,42</b>	<b>23,23</b>	<b>44,86</b>	<b>125,32</b>	<b>23,06</b>	<b>37,95</b>	
<b>Porcentaje</b>	<b>12,06</b>	<b>3,14</b>	<b>7,74</b>	<b>14,95</b>	<b>41,77</b>	<b>7,69</b>	<b>12,65</b>	<b>100,00</b>

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

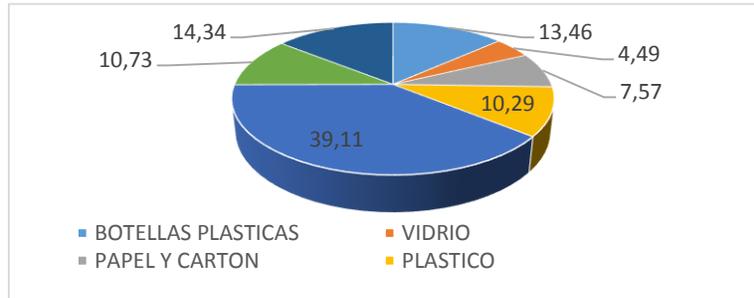
En consecuencia encontramos los siguientes porcentajes:

Tabla 50. Porcentaje por tipo de residuos sólidos

	Peso (kg)	%
<b>BOTELLAS PLÁSTICAS</b>	15.3	13.46%
<b>VIDRIO</b>	5.1	4.49%
<b>PAPEL Y CARTÓN</b>	8.6	7.57%
<b>PLÁSTICO</b>	11.7	10.29%
<b>MATERIA ORGÁNICA</b>	44.45	39.11%
<b>PELIGROSOS Y SANITARIOS</b>	12.2	10.73%
<b>OTROS</b>	16.3	14.34%
<b>Total</b>	<b>113.65</b>	<b>100.00%</b>

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

Gráfico 14. Porcentaje por tipo de residuos sólidos



Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

Analizando el gráfico anterior se puede observar que el mayor porcentaje de residuos producidos en la ciudad de General Leónidas Plaza es la materia orgánica, sin embargo esto se debe a que al momento de realizar las campañas de muestreo para la caracterización de los residuos se solicitó a las personas que nos entregarán todos los residuos sólidos generados sin que exista una clasificación previa, sin embargo, observamos que a la granja no llega toda esta cantidad de residuos por lo que se ratifica que la población utiliza la mayoría de este tipo de desecho en sus huertas y fincas.

#### 6.6.12 Determinación de las principales fuentes de generación de residuos sólidos

En el Cantón Limón Indanza, las principales fuentes de generación de Residuos Sólidos es la cabecera cantón con los desechos domiciliarios y los lugares públicos como vías plazas parques, seguido de las parroquias, mercados y por último las instituciones públicas y privadas etc. La mayor parte son residuos comunes como, orgánicos (desechos de comida) e inorgánicos (envases, envolturas, fundas, desechos higiénicos, etc).

Tabla 51. Toneladas de residuos sólidos por fuente de generación.

PARROQUIA	VOLUMEN EN TONELADAS/DÍA	VOLUMEN EN PORCENTAJE %
General Leónidas Plaza Gutiérrez	2,43	77,14
Yunganza	0,09	2,86
Indanza	0,46	14,60
San Miguel de Conchay	0,04	1,27
Santa Susana de Chiviaza	0,06	1,90
San Antonio	0,07	2,22
<b>Total</b>	<b>3,15</b>	<b>100%</b>

Fuente: Equipo Consultor 2017

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

### 6.7 Base de Diseños para el sitio de estudio (proyecciones de oferta y demanda)

Con los resultados de los trabajos de campo, diagnóstico de los diferentes componentes estudiados y las condiciones operativas y ambientales existentes, se establecerán las bases de diseño que permitan mejorar el manejo del Relleno Sanitario para el cantón Limón Indanza, aprovechando que en el sitio en donde se localiza actualmente la disposición final de los residuos sólidos se tiene una aceptación social de casi en su totalidad de los propietarios y colindantes a excepción de un propietario de un predio que se encuentra junto al relleno sanitario, en el año 2015 se firmó un acuerdo entre la Defensoría del Pueblo, Ministerio del Ambiente y el GAD Municipal en donde se compromete con los vecinos a mejorar el manejo del relleno para que no exista molestias a la población adyacente (Anexo 6), sin embargo a la presente fecha esta única persona todavía manifiesta su inconformidad por la presencia del relleno sanitario. Es importante indicar que el relleno sanitario fue construido en el año 2005 y la vivienda de la persona afectada fue construida con fondos del MIDUVI en el año 2008.

Además se han incorporado elementos de infraestructura mínima que deberá mejorarse y optimizarse como son bodegas techadas, planta de tratamiento de aguas residuales, sitios para reciclaje, etc.

#### 6.7.1 Análisis de la Demanda

Se realizará un análisis para establecer los parámetros básicos que permitan dimensionar el proyecto, para el respectivo análisis de la factibilidad del mismo. Se establecerán los siguientes aspectos:

**Proyección de la población.** Se determinó la población actual y futura en función de índices de crecimiento poblacional justificados, se utilizó la información de los censos nacionales existentes y las proyecciones poblacionales elaboradas por el INEC.

Tabla 52. Proyección de la población hasta el 2032.

Nombre de canton	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
LIMON INDANZA	9.722	10.218	10.268	10.310	10.342	10.365	10.377	10.383	10.380	10.369	10.349	10.414	10.479	10.545	10.611	10.678	10.744	10.812	10.880	10.948	11.016	11.086	11.155
		0,0510	0,0049	0,0041	0,0031	0,0022	0,0012	0,0006	(0,0003)	(0,0011)	(0,0019)												
Media Geométrica		1,0510	1,0049	1,0041	1,0031	1,0022	1,0012	1,0006	0,9997	0,9989	0,9981												
Tasa de crecimiento		1,0063																					

Fuente: INEC 2010.

- Definición del período de diseño.** Esto lo estableceremos en función de las diferentes fases de la prestación del servicio, justificando la vida útil adoptada para cada una de ellas y la máxima capacidad de crecimiento de las celdas a diseñarse.

Tabla 53. Población servida del Cantón Limón Indanza

Año	Población			% de cobertura de servicio			Población servida		
	Cantón Limón	Limón - Urbano	Limón - Rural	Cantón Limón	Limón - Urbano	Limón - Rural	Cantón Limón	Limón - Urbano	Limón - Rural
2016	10377	4249	6128	57,09%	85,31%	37,53%	5925	3625	2300
2017	10383	4252	6131	57,09%	85,31%	37,53%	5928	3627	2301
2018	10380	4251	6129	57,09%	85,31%	37,53%	5926	3626	2300
2019	10369	4246	6123	57,09%	85,31%	37,53%	5920	3622	2298
2020	10349	4238	6111	57,09%	85,31%	37,53%	5909	3615	2293
2021	10414	4265	6149	57,09%	85,31%	37,53%	5946	3638	2308
2022	10479	4291	6188	57,09%	85,31%	37,53%	5983	3661	2322
2023	10545	4318	6227	57,09%	85,31%	37,53%	6021	3684	2337
2024	10611	4345	6266	57,09%	85,31%	37,53%	6058	3707	2352
2025	10678	4373	6305	57,09%	85,31%	37,53%	6097	3730	2366
2026	10744	4400	6344	57,09%	85,31%	37,53%	6134	3753	2381
2027	10812	4428	6384	57,09%	85,31%	37,53%	6173	3777	2396
2028	10880	4455	6425	57,09%	85,31%	37,53%	6212	3801	2411
2029	10948	4483	6465	57,09%	85,31%	37,53%	6251	3825	2426
2030	11016	4511	6505	57,09%	85,31%	37,53%	6290	3848	2441
2031	11086	4540	6546	57,09%	85,31%	37,53%	6330	3873	2457
2032	11155	4568	6587	57,09%	85,31%	37,53%	6369	3897	2472

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

**Proyección de la generación de residuos.** Se realizó un análisis de tres diferentes escenarios variando el porcentaje de desechos sólidos que se traslada al relleno sanitario, en cada uno de estos escenarios se calculó la vida útil que tendría dicho relleno, esto se detallara en el (anexo 7).

Tabla 54. Resumen de escenarios de acuerdo a la generación de residuos sólidos.

Nro Escenario	Detalle Escenario	m3 de basura acumulado	Años de vida útil
1	Todos los desechos van al relleno	31414,91	9,71
2	Se recicla únicamente el carton	21126,50	12,49
3	Se mantiene igual que en la actualidad	16638,19	17,97

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

El escenario que se detalla a continuación es el número 3 que es igual al que se mantiene en la actualidad, es decir, en el área urbana se traslada únicamente los desechos inorgánicos, se realiza un reciclaje del cartón y de las botellas plásticas en buen estado, en este escenario se asume que del total de botellas plásticas el 20% van al relleno debido a las botellas en mal estado, en cuanto a las parroquias rurales la cobertura se mantiene, no existe ningún incremento de cobertura. Este escenario fue el más conveniente seguir utilizándolo debido a que este es el que más años de vida útil presenta.

Tabla 55. Generación de Residuos celda nueva

Año	% que va al relleno zona urbana	Generación Percápita total Urbana	Generación Percápita que va al relleno Urbana	Generación Percápita total Rural	Densidad en relleno	Limón - Urbano				Limón - Parroquias				m3 acumulado (año)	m3 basura + tierra acumulado		
						Ton/día	m3/día	m3/año	m3 acumulado	Ton/día	m3/día	m3/año	m3 acumulado				
2016	42.55%	0.66	0.28	0.23	0.6	1.0	1.7	619.3	619.3	0.5	0.9	321.8	321.8	941.1	1212.1		
2017	42.55%	0.67	0.28	0.23	0.6	1.0	1.7	625.9	1245.2	0.5	0.9	325.2	646.9	1892.1	2437.1		
2018	42.55%	0.67	0.29	0.23	0.6	1.0	1.7	631.9	1877.1	0.5	0.9	328.3	975.3	2852.4	3673.9		
2019	42.55%	0.68	0.29	0.24	0.6	1.0	1.7	637.6	2514.7	0.5	0.9	331.3	1306.5	3821.2	4921.8		
2020	42.55%	0.69	0.29	0.24	0.6	1.1	1.8	642.7	3157.4	0.5	0.9	333.9	1640.4	4797.9	6179.8		
2021	42.55%	0.69	0.30	0.24	0.6	1.1	1.8	653.2	3810.7	0.6	0.9	339.4	1979.8	5790.5	7458.3		
2022	42.55%	0.70	0.30	0.24	0.6	1.1	1.8	663.9	4474.5	0.6	0.9	344.9	2324.7	6799.3	8757.6		
2023	42.55%	0.71	0.30	0.25	0.6	1.1	1.8	674.7	5149.3	0.6	1.0	350.6	2675.3	7824.6	10078.2		
2024	42.55%	0.71	0.30	0.25	0.6	1.1	1.9	685.8	5835.0	0.6	1.0	356.3	3031.6	8866.6	11420.4		
2025	42.55%	0.72	0.31	0.25	0.6	1.1	1.9	697.0	6532.0	0.6	1.0	362.1	3393.7	9925.7	12784.5		
2026	42.55%	0.73	0.31	0.25	0.6	1.2	1.9	708.3	7240.3	0.6	1.0	368.0	3761.7	11002.0	14170.8		
2027	42.55%	0.74	0.31	0.26	0.6	1.2	2.0	719.9	7960.2	0.6	1.0	374.0	4135.7	12095.9	15579.8		
2028	42.55%	0.74	0.32	0.26	0.6	1.2	2.0	731.7	8691.9	0.6	1.0	380.1	4515.8	13207.7	17011.9		
2029	42.55%	0.75	0.32	0.26	0.6	1.2	2.0	743.6	9435.5	0.6	1.1	386.3	4902.2	14337.7	18467.3		
2030	42.55%	0.75	0.32	0.26	0.6	1.2	2.0	748.2	10183.8	0.6	1.1	392.6	5294.8	15478.6	19936.8		
2031	42.55%	0.76	0.32	0.27	0.6	1.3	2.1	760.5	10944.3	0.7	1.1	399.1	5693.9	16638.2	21430.4		
2032	42.55%	0.76	0.32	0.27	0.6	1.3	2.1	765.3	11709.6	0.7	1.1	405.6	6099.5	17809.0	22938.5		
								TOTAL	10944.3			TOTAL	5693.9				

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

- b) **Análisis del mercado de materiales reciclables.** Se continúa reciclando el cartón y se asume que se recicla el 80% del total de botellas.

Tabla 56. Porcentaje de residuos reciclables

	Peso (kg)	%
BOTELLAS PLASTICAS	15.3	10.77%
PAPEL Y CARTON	8.6	7.57%
Total		18.34%

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

## 6.7.2 Análisis de la Oferta

Uno de los objetivos del proyecto de ampliación del Relleno Sanitario es prolongar su vida útil para lo cual se propone utilizar en la celda a implantar la modalidad de trinchera (ver Figura 13), para esto se realizaran excavaciones hasta llegar a una profundidad de 3.8 metros cuyo material se colocara en la zona de stock que tiene un área de 1432 metros cuadrados y está ubicada al noroeste de la celda.

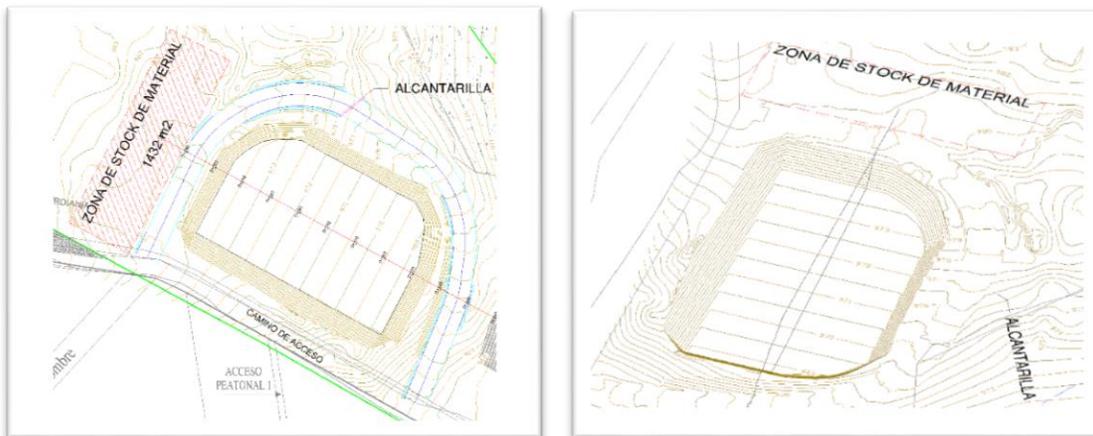
Figura 13. Modificación al sistema de almacenamiento de la celda actual.

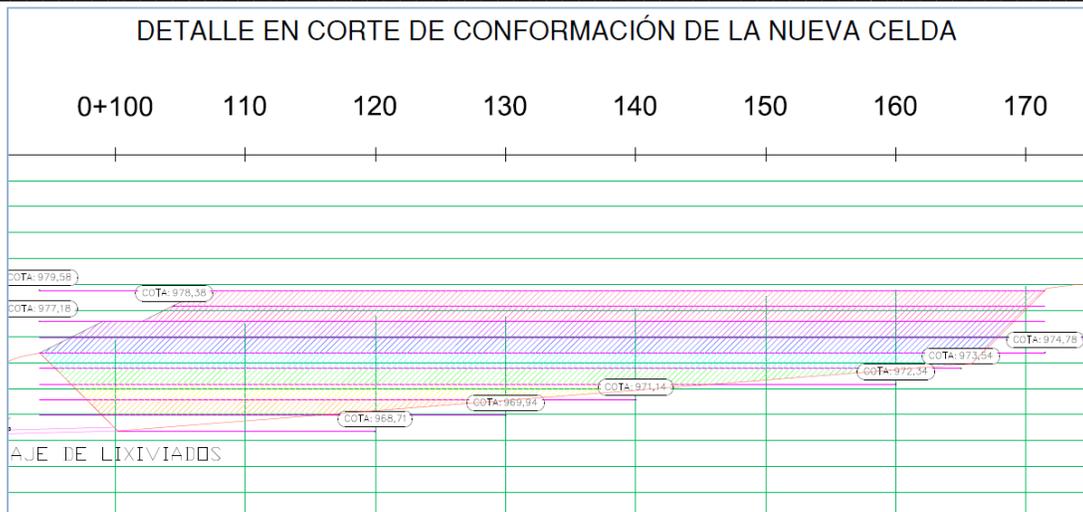


Fuente: Equipo Consultor 2017.

El volumen de excavación para construir la base del relleno es de 21061.33 metros cúbicos, para reducir costos se propone que el material de cobertura se extraiga de la zona destinada para el relleno, se tiene que el volumen de material que se utilizará como cobertura es de 6086.61 metros cúbicos que es el 29% del material total extraído, por lo que se recomienda almacenarlo en la zona de stock y utilizarlo conforme se va construyendo el relleno y también puede ser utilizado para los requerimientos Municipales, lo que no causara ningún problema por los volúmenes que se manejen a lo largo de la etapa total de diseño.

Figura 14. Excavación para celda Nueva.





**Elaborado por: Equipo Consultor 2017.**

---

## 6.8 Topografía

### 6.8.1 Monumentación de puntos GPS

Los puntos GPS o posicionamientos geográficos de precisión son la base para arrancar cualquier proyecto u obra civil de importancia, puesto que además de geo referenciar el proyecto nos sirve como puntos de partida o control ya sea en la etapa de diseño, construcción u operación. Por esto se recomendó que la monumentación de puntos GPS sea el paso previo a cualquier estudio de campo o trabajo de topografía.

Para el presente caso del GAD Municipal del cantón Limón Indanza, luego de escoger los sitios más adecuados para la monumentación de los puntos GPS, en la zona misma del proyecto o en sus alrededores, se localizó un BM de control vertical y horizontal ubicado cerca de la casa de oficina, este BM por encontrarse dentro del radio de alcance máximo entre antenas y base GPS nos sirvió para usarlo como base para la red GPS a colocarse.

El punto de partida para el relleno sanitario de los puntos GPS fue colocar la Base GPS en el BM seleccionado y dejarla en conexión satelital, posteriormente se colocaron las Antenas GPS en cada uno de los puntos escogidos donde previamente se instaló un mojón, tomando en cuenta la ínter visibilidad entre puntos y que cada antena pueda tener la mayor cobertura satelital posible. Cada antena GPS estuvo en conexión con los satélites por lo menos dos horas continuas en cada punto y la Base GPS fue la última en salir de la conexión satelital.

Una vez terminado el trabajo de campo se descargó los datos almacenados, y mediante el programa Geotracer se realizó el ajuste y procesamiento de datos hasta obtener las coordenadas y cotas de la red GPS con precisión al milímetro.

### 6.8.2 Localización en campo

Los puntos GPS monumentados tienen la siguiente denominación:

- **GPS P1**, Punto GPS Referencia N°1
- **GPS P2**, Punto GPS Referencia N°2

Estos puntos están ubicados en el campo de la siguiente manera:

**GPS P1**, se encuentra en la margen izquierda de la oficina a un lado del ingreso, allí se encuentra un mojón que sobresale un clavo de acero aproximadamente 5 centímetros el mismo que está pintado de color rojo fosforescente.

**GPS P2**, se encuentra en la margen derecho de la oficina, allí se encuentra un mojón que sobresale un clavo de acero aproximadamente 5 centímetros el mismo que está pintado de color rojo fosforescente.

### 6.8.2.1.1 Red GPS pampas de Salasaca

La Red GPS de Limón se encuentra georeferenciada tanto en coordenadas como en cota con respecto al Sistema Internacional WGS 84, Proyección cartográfica UTM Ecuador Zona 17 S 84° ....W 78° y a nivel medio del mar. Y los datos obtenidos de dicha Red son los siguientes:

*Tabla 57. Puntos topografía*

Código	Descripción	Norte	Este	Cota (msnm)
GPSP1	Punto GPS Pampas N°1	9675049.125	788638.653	965.208
GPSP2	Punto GPS pampas N°2	9675039.099	788635.413	965.171

Fuente: Equipo Consultor 2017.

### 6.8.3 Nivelación y estacado de perfiles

Para nivelar y estacar perfiles, siendo requerimiento del contratante tener el proyecto georreferenciado (en coordenadas UTM y cota msnm), fue necesario monumentar previamente los puntos GPS en el sitio del proyecto (mojones) para iniciar orientando la estación total con respecto a dichos puntos, los mismos que posteriormente servirán como puntos de control para levantamientos futuros o para replantear en la etapa de construcción.

Para comprobar las coordenadas, cota y la correcta orientación con respecto al Norte se verifico las coordenadas UTM y cotas msnm obtenidas de la Red GPS, con la carta topográfica del sector (LIMON) a escala 1:50000. Cabe anotar que el grado de detalle o la precisión del trabajo es al milímetro, es decir  $\pm 5$  mm en coordenadas y cota.

Luego de esto se inició la nivelación y estacado del perfil en el sitio del posible cierre, con una separación entre puntos de 20 metros en horizontal, requerimiento del contratante. En cada punto se colocó una estaca que sobresale aproximadamente 20 cm por sobre el terreno natural, pintada con un color naranja fosforescente para su fácil ubicación.

Para cada cambio de estación que se realizó, se efectuó la comprobación de la nueva plantada con un visaje mínimo de tres puntos o estaciones anteriormente medidos o visados, para asegurar así la precisión del trabajo de campo. Además mediante el óptimo uso del instrumental y tomando en cuenta las especificaciones técnicas del mismo, el máximo error de cierre esperado en una poligonal fue de 8 mm.

Además de la nivelación y estacado de perfiles, se realizó un levantamiento topográfico de alto detalle de las cámaras de descomposición de cada embalse y sus respectivos cierres, todo esto conservando la metodología y precisión anteriormente descritas.

Una vez terminado el trabajo de campo se realizó el trabajo de oficina, el mismo que consistió en transferir los datos almacenados en la libreta electrónica de la estación total al computador, revisar y procesar la información obtenida en campo y elaborar los respectivos planos e informes técnicos.

#### 6.8.4 Instrumental utilizado

A continuación se describe el instrumental utilizado en los trabajos de campo:

- Base GPS de precisión milimétrica Geotracer (9 canales)
- Antenas GPS de precisión milimétrica Geotracer (9 canales)
- Estación Total Trimble Geodimeter 5600, Direct Reflex 200 m +
- Teclado o libreta electrónica Geodimeter 600
- GPS Navegador Garmin 48 (12 canales)
- Trípodes de aluminio Geodimeter
- Tres prismas y portaprismas Geodimeter
- Cinta y flexómetro normados de 50 y 3 metros respectivamente
- Baterías y cargador
- Cable interfase
- Computadora portátil

Demás equipo de topografía (combo, machete, estacas, etc.)

##### 1.1.1.6 Especificaciones técnicas del instrumental

Tanto la Base como las Antenas GPS de precisión milimétrica tienen capacidad para recibir y almacenar información de 9 satélites a la vez durante un tiempo máximo de 24 horas.

La precisión de la medida de distancia en el modo estándar de la estación total es de  $\pm (5 \text{ mm} + 3 \text{ PPM})$ . El factor PPM (partes por millón) puede ser considerado en términos de milímetros por kilómetro, por ello 3 PPM significa 3 mm/Km. Esto quiere decir que el máximo error de medición será de  $\pm 8 \text{ mm}$  por cada Kilómetro.

La estación total tiene un alcance máximo de 5 Km con prisma y además cuenta con un dispositivo láser que permite realizar mediciones o visajes sin prisma hasta una longitud de 200 metros, permitiendo así realizar mediciones de lugares inaccesibles.

El teclado o libreta electrónica está en capacidad de almacenar o registrar la información de hasta 3500 puntos en modo normal o hasta 5000 puntos en modo reducido, de esta manera se puede trabajar varios días sin necesidad de descargar los datos por falta de memoria.

De igual manera el GPS Navegador tiene una precisión de  $\pm 4$  metros en coordenadas y cota con una recepción mínima de 6 satélites (precisión que puede ser mejorada si se logra una conexión con más de seis satélites); según las finalidades del proyecto esta precisión puede considerarse de alta calidad.

#### 1.1.1.7 *Procesamiento de datos*

Para el procesamiento de los datos de campo se utilizó el software descrito a seguir:

- Programa geotracer, para la transferencia de los datos de campo desde los gps de precisión al computador y para su posterior procesamiento.
- Programa Geodimeter, para la transferencia de los datos de campo desde la libreta electrónica al computador.
- Programas microsoft excel y microsoft word para tratamiento de datos y elaboración de informes.
- Programa Eagle Point, para el procesamiento de datos.
- Programa Auto CAD, para el dibujo de planos.

Todos los detalles se pueden observar en el anexo 8.

#### 6.8.5 **Suelos**

El uso del suelo se refiere a las actividades productivas y espaciales (asentamientos humanos) sobre la cobertura vegetal. Mientras que la cobertura vegetal son las formaciones naturales o artificiales que cubren la superficie del suelo; pueden ser ambientes naturales como lagunas, bosques, etc., o pueden ser creados y mantenidos por el hombre como cultivos, represas, etc. (Gerardo Bocco, 2011).

##### ➤ **Taxonomía de suelos**

En la parroquia Gral. Leónidas Plaza Gutiérrez, según el mapa de tipos de suelo existen los siguientes tipos de suelos (Anexo 3):

- ✓ Orden: Histosol (Inceptisol). Suborden: Hemist (Aquept). Grangrupo: Tropohemist (Cryaquept).
- ✓ Orden: Inceptisol. Suborden: Andept. Grangrupo: Dystrandept.
- ✓ Orden: Inceptisol. Suborden: Andept. Grangrupo: Hydrandept.
- ✓ Orden: Inceptisol. Suborden: Tropept+Andept. Grangrupo: Dystropept + Cryandept.

El tipo de suelo en el emplazamiento del Relleno Sanitario es Dystropept y presenta las siguientes características.

- ✓ **Orden: Inceptisol. Suborden: Tropept. Grangrupo: Dystropept.**

A nivel macro, el orden Inceptisol presenta una definición muy compleja, con una composición muy heterogénea. Su formación no tiene ningún proceso específico identificado. Son suelos característicos de las regiones húmedas y subhúmedas que tienen sus

horizontes de alteración y presentan pérdida de bases, principalmente Fe y Al. También poseen minerales inestables sin embargo su alteración no llega a niveles de destrucción total.

Este tipo de suelos poseen uno o más horizontes identificados; esto significa que poseen un desarrollo pedogenético más avanzado que los Entisoles.

En cuanto a características físicas, este orden posee un epipedón oscuro, generado por su alto contenido de materia orgánica, su textura está entre arenoso a franco.

Dentro del Plan de ordenamiento territorial del cantón Limón Indanza hace referencia al estudio de fertilidad de suelos de la provincia de Morona Santiago desarrollado por el CREA en el año 2007, donde realizan un muestreo y análisis de factores físico-químicos en El Descanso, parroquia Gral. Leónidas Plaza Gutiérrez, cantón Limón Indanza; sector donde se ubica el relleno sanitario de Limón. Los resultados que se obtuvieron se los presenta en la tabla a continuación.

Tabla 58. Promedios de Análisis Físico

PARAMEROS ANALIZADOS		UNIDAD	NIVEL DE FERTILIDAD	
pH		-	4.69	Muy Ácido
CE	(Conductividad eléctrica)	DS/m	0.052	Bajo
Mo	(Materia orgánica)	%	4.53	Medio
N		%	0.23	Medio
P		ppm	1.75	Bajo
K		cmol/kg	0.48	Alto
Ca		cmol/kg	2.5	Bajo
Mg		cmol/kg	0.91	Bajo
Fe		ppm	601.12	Alto
Mn		ppm	16.04	Alto
Cu		ppm	4.26	Alto
Zn		ppm	3.3	Medio
S		ppm	22.67	Medio
B		ppm	0.29	Bajo
C		%	2.63	-
C/N	(Carbono/Nitrógeno)	-	11.69	-
C.C.	(Capacidad de campo)	%	32.94	-
P.M.	(Punto de marchitez)	%	20.26	-
Da	(Densidad aparente)	gr/cm	0.89	-
CIC	(Capacidad de intercambio catiónico)	cmol/kg	60.83	-

Fuente: PDOT-Limón Indanza.

### 6.8.6 Geología y Geotecnia

Para la elaboración del presente informe se realizó la inspección del área de estudio, donde se dispuso la excavación de cuatro calicatas para la descripción estratigráfica, y obtención de muestras alteradas e inalteradas para ensayos de mecánica de suelos en el Laboratorio de Suelos y Materiales GEOLAB de la ciudad de Cuenca.

#### 1.1.1.8 Metodología de Estudio

Para la elaboración de este estudio, se consideraron las siguientes actividades:

- a) Recopilación y revisión de información existente de tipo cartográfico y geológico.
- b) Elaboración del mapa geológico del área de estudio, en el cual se describe las formaciones geológicas presentes en el área de estudio.
- c) Elaboración de un plan de investigaciones geotécnicas.
- d) Ejecución de labores en campo, esto es, excavación de calicatas, obtención de muestras, y ensayos en sitio.
- e) Ejecución de los ensayos de laboratorio acorde al tipo de materiales encontrados en campo y al tipo de muestras obtenidas.
- f) Análisis de resultados de laboratorio y cálculo de capacidad portante.
- g) Elaboración del presente informe.

#### 1.1.1.9 Entorno geológico

Para establecer el entorno geológico de la zona se ha revisado las distintas fuentes previas de información geológica, como son los mapas publicados por la Dirección de Geología y Minas en escala 1:100000 en el año de 1980. El área donde se ubicará la ampliación del relleno sanitario se asienta sobre la formación Chapiza sin embargo, en el área de influencia se encuentra la formación Hollín, formación Napo, Depósitos Coluviales, Terrazas Aluviales, y Formación Mera.

#### 1.1.1.10 Litología

Las formaciones geológicas que afloran en el sitio de estudio y sus alrededores, se detallan a continuación:

- **Depósitos Coluviales (Qc)**

Son acumulaciones de gravas, arenas y arcillas, que a manera de abanicos aluviales, se encuentran en las estribaciones de la cordillera central de los Andes. Estos sedimentos, están relacionados con coladas fangosas, atribuidas a la última glaciación.

- **Formación Mera (QM)**

Está formada por terrazas más jóvenes, abanicos coluviales, areniscas tobáceas y arcillas constituyen esta unidad. Hacia el este, las terrazas disminuyen su espesor, tamaño de grano

y altura. Gradando transicionalmente hacia el aluvión cuaternario parcialmente re-trabajado, de las cuencas de drenaje actuales.

- **Formación Napo (KN)**

Es una serie variable de calizas fosilíferas, grises a negras, entremezcladas con areniscas calcáreas y lutitas negras. Se ha subdividido en 3 litologías: Napo inferior (areniscas y lutitas con calizas subordinadas), Napo medio (caliza principal, maciza, gris, fosilífera, de espesor constante entre 70 y 90 m) y Napo Superior (lutitas verde grises parcialmente fosilíferas). Debido a la rica fauna de foraminíferos y ostrácodos se ha podido determinar una edad que va del albiano al santoniano.

- **Formación Hollín (KH)**

Es una arenisca de grano medio a grueso, maciza o con estratificación cruzada, con intercalaciones escasas de lutitas arenosas, localmente micáceas o carbonatadas. Son relativamente comunes las impregnaciones de asfalto. Es parte de reservorios petroleros principales del Oriente.

- **Unidad Chapiza (Jc)**

Comprende una sucesión de sedimentos continentales clásticos, no metamorfizados, de bajo buzamiento, sobreyacidos por la Unidad Misahuallí. Hay fuerte evidencia de que al menos parte de la secuencia es equivalente a la Formación Santiago, las dos unidades contienen material pobremente sorteado rico en volcanoclastos. Las potencias de suelos residuales en esta unidad son importantes y el proyecto se desarrolla solo dentro de este horizonte.

#### **1.1.1.11 Trabajo de campo**

Como parte del trabajo de campo, se realizó una exploración geotécnica mediante cuatro excavaciones a cielo abierto en la cuales se realizó una descripción litológica y se extrajeron muestras representativas para ensayos de laboratorio. Los resultados y observaciones de las exploraciones se pueden revisar en el Anexo 9 correspondientes a Monografías de Calicatas. Adicional en campo se realizó un ensayo de cono invertido para determinar la permeabilidad de los materiales del sitio. A continuación se realiza la descripción de las calicatas.

#### **PCA 01 (UTM-WGS84: 788 476 E; 9 675 132 N)**

La calicata fue excavada hasta una profundidad de 5.00 m, y se pudo identificar 3 tipos de materiales. No se identifica nivel freático.

El primer material es fino, de color negro, envuelve una gran cantidad de raíces y se lo encuentra hasta una profundidad de 25 cm. Corresponde a la capa vegetal que deberá ser retirada previo a la construcción.

El segundo material es un limo, de color tomate con franjas de café claro, consolidado, sin presencia de gravas, con una plasticidad alta. Este material se encuentra hasta la profundidad de 2.60 m.

El tercer material tiene características similares al segundo material, cambia a un color rosado con pintas blancas y amarillas. Este material se identifica hasta el fondo de la calicata.



*Fotografía 22. Excavación PCA-01*

Fuente: Equipo Consultor 2017.

### **PCA 02 (UTM-WGS84: 788 514 E; 9 675 165 N)**

La calicata fue excavada hasta una profundidad de 5.50 m, y se pudo identificar 3 tipos de materiales. No se identifica nivel freático.

El primer material es de tipo fino, color negro, envuelve una gran cantidad de raíces y se lo encuentra hasta una profundidad de 20 cm. Corresponde a la capa vegetal que deberá ser retirada previo a la construcción.

El segundo material es fino con contenido de arenas, de color café, es fácilmente disgregable, de consistencia y plasticidad media. Este material se encuentra hasta la profundidad de 3.50 m.

El tercer material es un limo, de color habano con pintas rojas, consolidado, se evidencia material grueso con boleos de origen ígneo altamente meteorizado de diámetro que varían entre 10 a 15 cm, de consistencia dura y plasticidad baja. Este material se identifica hasta el fondo de la calicata.



*Fotografía 23. Excavación PCA-02*

Fuente: Equipo Consultor 2017.

**PCA 03 (UTM-WGS84: 788 546 E; 9 675 147 N)**

La calicata fue excavada hasta una profundidad de 5.20 m, y se pudieron identificar 3 tipos de materiales. No se identifica nivel freático.

El primer material es de tipo fino, color café oscuro, envuelve una gran cantidad de raíces y se encuentra en general seco, se lo encuentra hasta una profundidad de 20 cm. Corresponde a la capa vegetal que deberá ser retirada previo a la construcción.

El segundo material es un limo de color café oscuro, muy disgregable, de consistencia suave y plasticidad alta. Este material se encuentra hasta la profundidad de 3.50 m.

El tercer material es un limo de color habano, consolidado con boleos de origen ígneo altamente meteorizados de diámetros entre 5 y 10 cm, no presenta plasticidad y la consistencia es entre media y dura. Este material se identifica hasta el fondo de la calicata.



*Fotografía 24. Excavación PCA-03*

Fuente: Equipo Consultor 2017.

**PCA 04 (UTM-WGS84: 788 514 E; 9 675 124 N)**

La calicata fue excavada hasta una profundidad de 5.50 m, y se pudieron identificar 3 tipos de materiales. No se identifica nivel freático. El primer material es de tipo fino, color café oscuro, envuelve una gran cantidad de raíces y se encuentra en general seco, se lo encuentra hasta una profundidad de 15 cm. Corresponde a la capa vegetal que deberá ser retirada previo a la construcción.

El segundo material es un limo de color rojizo y pintas cafés, se puede disgregar con facilidad, presenta plasticidad y consistencia media. Este material se encuentre hasta la profundidad de 3.50 m.

El tercer material es de tipo limo-arcilloso de color habano claro, de consistencia dura con boleos de origen ígneo con un alto grado de meteorización cuyos diámetros varían entre 10 a 20 cm y no presenta plasticidad. Este material se identifica hasta el fondo de la calicata.



*Fotografía 25. Excavación PCA-04*

Fuente: Equipo Consultor 2017.

#### 6.8.6.1 *Ensayo pozo invertido*

En campo se ha realizado un ensayo de pozo invertido para estimar la permeabilidad del material en el sitio, el detalle de los cálculos se puede consultar en el anexo 9, el resumen de los resultados obtenidos es el siguiente:

*Tabla 59. Resultados ensayo de pozo invertido*

ENSAYO DE PERMEABILIDAD	
Tiempo (min)	Profundidad (cm)
0	100.0
2	97.0
4	97.0
6	95.0
8	95.0
147	54.5
259	14.0
<b>Resultado:</b>	4.59E-04 cm/s

#### 6.8.6.2 *Resultados de laboratorio*

Con las muestras extraídas en la exploración de campo se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio, con sus respectivas finalidades:

- **Clasificación de Suelos:** determinar el tipo de suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y la *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)*
- **Compresión simple:** determinar la cohesión no drenada considerando la naturaleza de los suelos encontrados.
- **Corte directo:** determinar la cohesión y el ángulo de fricción interna en condiciones no drenadas para muestras inalteradas y remoldeadas.
- **Densidad de campo:** determinar el peso específico que presenta el material del sitio en condiciones no drenadas a partir del ensayo de parafina con una muestra inalterada de campo.
- **Ensayo de compactación:** determinar la densidad seca máxima de los materiales del terreno y su humedad de compactación óptima.
- **Ensayo de permeabilidad:** para la determinación del coeficiente K de permeabilidad del material del sitio compactado.

**a. Ensayo de clasificación**

En laboratorio se realizó los ensayos de clasificación a ocho muestras obtenidas en campo, con los siguientes resultados:

*Tabla 60. Resumen de resultados de laboratorio*

CALICATA			GRANULOMETRÍA								
ID	MUESTRA	PROFUNDIDAD	GRADACIÓN			LÍMITES DE ATTERBERG				CLASIFICACIÓN	
			Grava	Arena	Finos	LL	LP	IP	Humedad	SUCS	AASHTO
			(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		
PCA 01	Muestra 1	2.60m	0%	1%	99%	69.5%	46.8%	22.7%	47.7%	MH	A-7-5
	Muestra 2	5.00m	0%	3%	97%	63.6%	46.2%	17.4%	45.8%	MH	A-7-5
PCA 02	Muestra 1	3.50m	2%	26%	72%	51.0%	30.0%	21.0%	37.8%	MH	A-7-5
	Muestra 2	5.50m	3%	21%	76%	38.4%	26.2%	12.2%	26.1%	ML	A-6
PCA 03	Muestra 1	3.50 m	1%	5%	94%	65.2%	57.0%	8.2%	50.4%	MH	A-5
	Muestra 2	5.20 m	0%	43%	57%	NP	NP	NP	45.9%	ML	A-4

<b>PCA 04</b>	Muestra 1	3.50m	1%	13%	86%	59.3%	47.2%	12.1%	42.6%	MH	A-7-5
	Muestra 2	5.50 m	2%	11%	11%	NP	NP	NP	43%	ML	A-4

**b. Ensayo de compresión simple**

En laboratorio se realizó los ensayos de compresión simple inconfiada a tres muestras obtenidas en campo, con los siguientes resultados:

*Tabla 61. Resumen de resultados de laboratorio*

<b>ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE INCONFINADA</b>							
N° Pozo	Muestra	Profundidad (m)	Densidad Húmeda (gr/cm3)	Densidad Seca (gr/cm3)	Esfuerzo Max. (kg/cm2)	Módulo de Elasticidad (Mpa)	Cohesión (kg/cm2)
1	1	2.60	1.82	1.22	2.29	6.33	1.15
1	2	5.00	1.52	0.99	1.58	6.61	0.79
2	2	5.50	1.79	1.44	1.37	4.27	0.68

**c. Ensayo de Densidad de Campo con Parafina**

*Tabla 62. Resultados del ensayo de parafina*

<b>Tabla de Resume Ensayo de Densidad de Campo con Parafina</b>				
PCA	Muestra	Humedad	Densidad de Campo (gr/cm3)	Densidad Seca (gr/cm3)
02 - M1	Muestra 1	35.3%	1.80	1.33
	Muestra 2		1.79	1.33
03 - M1	Muestra 1	49.0%	1.58	1.06
	Muestra 2		1.68	1.13
03 - M2	Muestra 1	54.0%	1.49	0.97
	Muestra 2		1.39	0.9
04 - M1	Muestra 1	40.5%	1.64	1.17
	Muestra 2		1.65	1.17
04 - M2	Muestra 1	46.1%	1.86	1.27
	Muestra 2		1.94	1.33

**d. Ensayo de corte directo**

En laboratorio se han ejecutado dos ensayos de corte directo de las muestras inalteradas extraídas en campo. La finalidad de los ensayos de corte, es determinar la resistencia característica del suelo en condiciones naturales con el fin de evaluar los taludes y plataformas que se conformarán en estos materiales (Anexo 9, Corte Directo, PCA 02). A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos:

*Tabla 63. Resultados del ensayo de corte directo PCA-02 MI*

RESULTADOS			ENVOLVENTE DE FALLA
C=	2.13	kg/cm <sup>2</sup>	
φ=	36	°	

*Gráfico 15. Envoltente de falla ensayo de corte directo PCA – 02 MI*

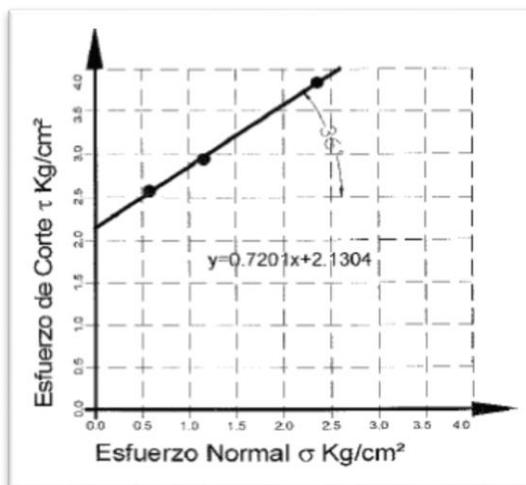
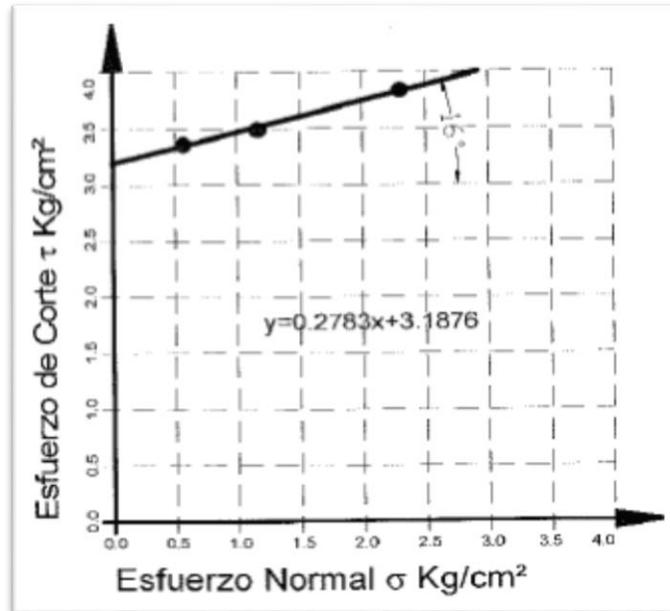


Tabla 64. Resultados del ensayo de corte directo PCA-03 MI

RESULTADOS			ENVOLVENTE DE FALLA
C=	3.19	kg/cm <sup>2</sup>	
φ=	16	°	

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

Gráfico 16. Envoltente de falla ensayo de corte directo PCA – 03 MI



Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

#### e. Corte directo muestra remoldeada

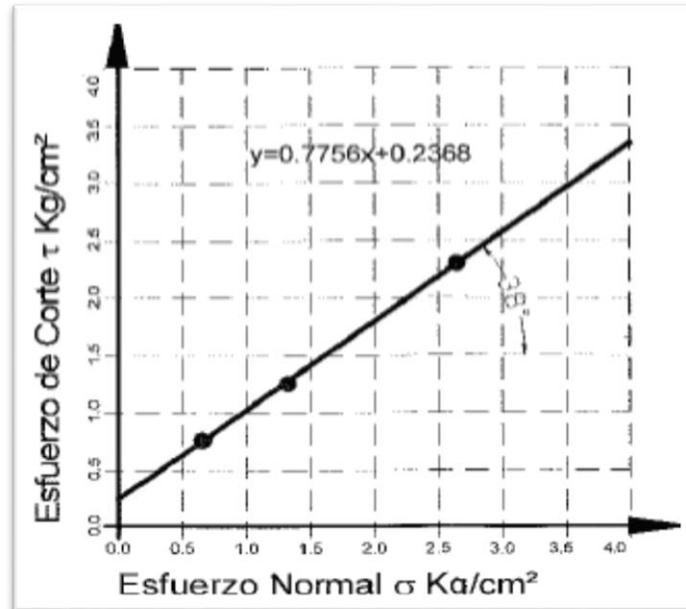
En laboratorio se realizó un ensayo de corte directo a una muestra remoldeada del material del sitio clasificado como MH, dicha muestra ha sido elaborada en función a una densidad seca de 1.50 gr/cm<sup>3</sup> obtenida mediante el ensayo de compactación Proctor Estándar. A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos:

Tabla 65. Resultados del ensayo de corte directo muestras remoldeadas

RESULTADOS			ENVOLVENTE DE FALLA
C=	3.19	kg/cm <sup>2</sup>	
φ=	16	o	

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

Gráfico 17. Envoltente de falla ensayo de corte directo PCA – 03 MI



Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

#### f. Ensayo de compactación

Se ha realizado el ensayo de compactación bajo la metodología de Proctor Estándar para definir la compactación del suelo del sitio ante la variación en la proporción de humedad. De manera adicional el ensayo será utilizado para obtener muestras remodeladas del material del sitio, las cuales serán elaboradas de tal manera que la densidad seca máxima obtenida sea similar a la densidad obtenida en el ensayo. A continuación se presentan los resultados del ensayo:

**Tabla 66. Resultados del ensayo de compactación Proctor Estándar PCA-01 MI**

RESULTADOS		
<b>Densidad seca máxima</b>	1216	kg/m <sup>3</sup>
<b>Humedad Óptima</b>	35.5	%

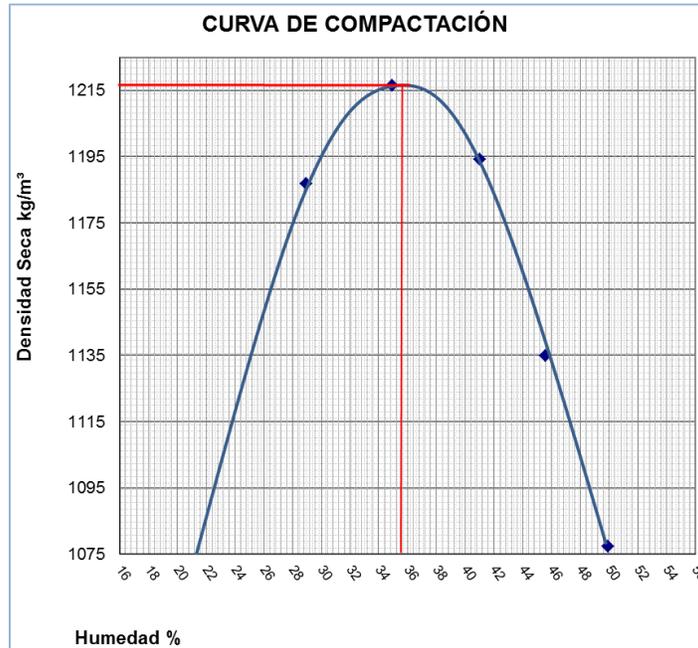
Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

**Tabla 67. Resultados del ensayo de compactación Proctor Estándar PCA-04 MI**

RESULTADOS		
<b>Densidad seca máxima</b>	1161	kg/m <sup>3</sup>
<b>Humedad Óptima</b>	38.1	%

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

**Gráfico 18. Curva de compactación ensayo de compactación Proctor estándar PCA-01 MI**



Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

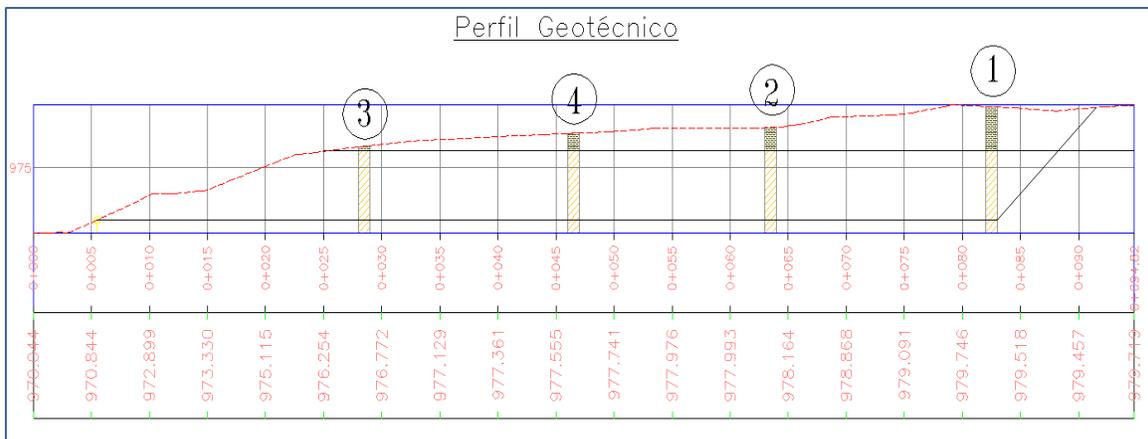


Todos los resultados de los ensayo realizados se encuentran en el anexo 9.

### 1.1.1.12 Análisis de resultados de laboratorio y observaciones de campo

A partir de los resultados obtenidos en los ensayos de clasificación de suelos y de las observaciones realizada en los sondeos en campo, se ha determinado que el material preponderante en el área de estudio es un limo, que de acuerdo con el grado de plasticidad que presenta, se clasifica según SUCS como MH o ML. De los dos tipos de limos encontrado se ha observado que los materiales clasificados como MH se presentan hasta una profundidad promedio de 3.50 m y de esta profundidad en adelante se encuentra los materiales clasificados como ML, materiales que además presentan boleos con diámetros de hasta 15 cm. Acorde con lo descrito en el párrafo anterior se puede deducir que la capa superficial correspondería a una capa de material con mayor grado de meteorización y disgregación química que la segunda capa, sin embargo las dos contienen el mismo origen litológico, correspondiendo a dos capas de suelo residual del sustrato rocoso de la zona. A continuación se presenta un perfil geotécnico establecido a partir de los sondeos en campo:

Gráfico 20. Perfil geotécnico del sitio



Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

Para la determinación de los parámetros geomecánicos necesarios para el cálculo de capacidad portante, estabilidad de taludes y otros cálculos geotécnicos, se han ejecutado en laboratorio dos tipos de ensayos: compresión simple y corte directo. Con el ensayo de compresión simple se obtuvo la cohesión no drenada, mientras que con el ensayo de corte directo se obtuvieron la cohesión y el ángulo de fricción interna en condiciones no drenadas. Desde el punto de vista de disponibilidad de información se adopta para los cálculos geotécnicos los factores obtenidos mediante el ensayo de corte directo, y dentro de los resultados obtenidos, se asumirá los correspondientes a la calicata PCA-02 M1, a la cual le corresponden los resultados más desfavorables.

La cohesión y el ángulo de fricción serán reducidos por un factor de seguridad de 1.5, con lo cual se asume un ángulo de fricción interna de 24 ° y una cohesión de 1.42 kg/cm<sup>2</sup>, que serán

utilizados para modelar el material que será considerado como intacto o inalterado y que por su naturaleza tendrá un comportamiento no drenado ante la imposición de esfuerzos y deformaciones como parte del proyecto.

Como recomendación de diseño se establece el construir una capa impermeabilizante que ayude en el control de infiltración de lixiviados hacia el subsuelo. Para el cálculo de estabilidad de la capa de material impermeabilizante que será conformada sobre la plataforma generada para el relleno, los parámetros fueron obtenidos mediante pruebas de corte directo con muestras remoldeadas, elaboradas con una densidad obtenida en el ensayo Proctor Estándar. Para esta capa impermeabilizante se asumió un valor de cohesión de  $0.12 \text{ kg/cm}^2$  y un ángulo de fricción interna de  $30^\circ$  que son valores obtenidos en el ensayo de corte directo, y reducidos por un factor de seguridad. La decisión de adoptar valores reducidos se da por el hecho de mantener un cierto grado de seguridad para el comportamiento geomecánico de los materiales del proyecto.

En lo que concierne al módulo de elasticidad, en las observaciones de campo se registró que el material del sitio presenta una consistencia media, con lo cual se puede asumir que el material del sitio es de tipo fino con consistencia media. En la literatura específica del tema se recomienda valores entre 20 y 40 Mpa para este tipo de material, siendo adecuado considerara para los cálculo correspondientes un valor promedio de 30 Mpa.

#### ***1.1.1.13 Determinación de la capacidad portante del suelo de cimentación por teoría de capacidad última***

A continuación se presentan los cálculos para la capacidad admisible del suelo de cimentación del relleno, el cálculo se realizará utilizando las teorías de capacidad última para la cimentación y los materiales a utilizar son completamente distintos. El relleno se asentará sobre dos capas de material, la primera capa que cumple la función de impermeabilizar y tendrá un espesor aproximado de 30 cm, y la segunda capa que está conformada por el material característico del sitio y que posee un espesor no definido. Es adecuado considerar para el presente cálculo, los parámetros geomecánicos del material intacto, ya que tanto la capa impermeabilizante superior como la capa de relleno serán sustentadas por dicho estrato, y el espesor de la capa impermeabilizante es lo suficientemente pequeño como para recibir deformaciones considerables.

Como medida de seguridad, el nivel freático se considera superficial, con lo cual se modela una situación extrema donde los lixiviados que contiene el relleno sanitario filtran la capa impermeabilizante. Para el cálculo se asumen los resultados obtenidos en el ensayo de corte directo de la muestra intacta, que han sido reducidos por un factor de seguridad 1.5 para considerar incongruencias en el comportamiento de los materiales. Para el caso del módulo de elasticidad, de acuerdo con el material característico del sitio se asume un módulo de elasticidad de 30 Mpa.

Tabla 69. Parámetros geotécnicos asumidos para el cálculo de la cimentación

PARÁMETROS	MH	UNIDAD
Peso específico del material de cimentación	1800	kg/m <sup>3</sup>
Peso específico del hormigón simple	2400	kg/m <sup>3</sup>
Profundidad de desplante	0.30	m
Cohesión del material	1.42	kg/cm <sup>2</sup>
Angulo de fricción interna	24	°
Nivel freático	No existe	m

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

La capacidad portante admisible neta del suelo está definida por la siguiente fórmula dada por Brinch-Hansen y siguiendo las mismas hipótesis de la teoría de Terzaghi pero con la inclusión de factores de corrección adicionales por forma y profundidad de implantación de la zapata.

$$q'_u = cN_c s_c d_c + \sigma'_D (N_q s_q d_q - 1) + 0.5\gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

- Dónde:**
- q'<sub>u</sub>: Capacidad neta última
  - c: Cohesión del material
  - σ'<sub>D</sub>: Esfuerzo efectivo en la base de la zapata
  - γ: Peso específico del material por debajo del nivel de cimentación
  - B: Ancho de la zapata
  - N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>γ</sub>: Factores de carga de acuerdo al tipo de material
  - s<sub>c</sub>, s<sub>q</sub>, s<sub>γ</sub>: Factores de modificación por forma
  - d<sub>c</sub>, d<sub>q</sub>, d<sub>γ</sub>: Factores de modificación por profundidad

**Formulación para los Factores de Forma:**

$$s_c = 1 + 0.2 (B/L) \qquad s_q = 1 + (B/L) * \sin \phi \qquad s_\gamma = 1 - 0.4(B/L)$$

**Formulación de modificación por profundidad:**

$$d_c = 1 + 0.4k \qquad d_q = 1 + 2k * \tan \phi * (1 - \sin \phi) \qquad d_\gamma = 1$$

**Formulación de los Factores de carga de acuerdo al tipo de material:**

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} (\tan \phi)^2 * (45 + \phi/2)$$

$$N_c = \frac{N_q - 1}{\tan \phi} \qquad N_\gamma = 1.5 * (N_q - 1) * \tan \phi$$

Para obtener la capacidad admisible se aplica un factor de seguridad a la capacidad última calculada por la fórmula anterior. En general se acepta como buena práctica un factor de seguridad de 3. Por lo tanto:

$$q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS} = \frac{q_{ult}}{3}$$

6.8.6.2.1 Determinación de asentamientos esperados

Para el cálculo del asentamiento esperado se ha considerado que la zapata está sometida a la carga máxima admisible que puede soportar. Los parámetros de diseño del suelo son los siguientes:

- Módulo de elasticidad del material      30
- Relación de Poisson                              0.30

La fórmula utilizada, que se presenta a continuación, considera que la zapata se comportará como perfectamente rígida:

$$S_e = \frac{B \cdot q_0}{E_s} (1 - \mu_s^2) \cdot \alpha_r$$

**Donde:**

B: Ancho de la zapata.

Se: Asentamiento inmediato.

Es: Módulo de elasticidad.

$u_s$ : Relación de Poisson.

$q_o$ : Fuerza neta por unidad de área.

$\alpha_r$ : Coeficiente de deformación de la zapata.

De acuerdo a la importancia de proteger el relleno sanitario que se va a emplazar en el terreno en estudio, se ha limitado el asentamiento máximo esperado a 25 mm.

#### 6.8.6.2.2 Resumen de resultados de capacidad portante

A continuación se presentan las capacidades admisibles y los diferentes asentamientos inmediatos para varias dimensiones de zapata:

*Tabla 70. Resumen de resultados de capacidad portante para material MH*

### CELDA DE RELLENO SANITARIO

<b>Prof.</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b><math>q_{adm}'</math></b>	<b>Asentamiento</b>	<b>Carga Máxima</b>
(m)	(m)	(m)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(mm)	(kg)
0.30	5.00	5.00	1.91	25.00	477514

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

Es importante aclarar que para la implantación del relleno sanitario se asume, que se realizará en el terreno un descapote con una profundidad máxima de 10 m, luego sobre la superficie generada se asentara la capa de material impermeable y se comenzara a conformar las celdas del relleno sanitario hasta alcanzar una altura de 10 m. Con el supuesto descrito en el párrafo anterior se considera que el suelo va a recibir una carga de 20000 kg/m<sup>2</sup> o 2 kg/cm<sup>2</sup>, correspondiente al relleno sanitario con un peso específico de 2000 kg/m<sup>2</sup> y una altura de 10 m.

El suelo de cimentación debe tener como mínimo esta capacidad portante, sin embargo posee una capacidad portante inicial proporcionada por el peso del material que va a ser descapotado, que correspondería a un valor de 1.8 kg/cm<sup>2</sup> obtenido con una altura de corte 10 m y un peso específico del material del sitio de 1800 kg/m<sup>3</sup>. La capacidad obtenida ha sido reducida por un factor de seguridad de 1.5 con lo cual se considera una capacidad inicial de 1 kg/cm<sup>2</sup>, la cual debe ser adicionada a la capacidad obtenida.

### 1.1.1.14 Estabilidad de taludes

La estabilidad del talud está determinada para dos tipos de análisis, esto es, condiciones estáticas y dinámicas, para lo cual se realiza modelos de estabilidad en para el talud con la geometría más desfavorable, que corresponde al talud con el corte máximo. Los parámetros geotécnicos de cálculo han sido estimados a partir de los resultados de laboratorio obtenidos de los materiales del sitio tanto en estado natural como compactados, específicamente del resultado del corte directo aplicado a muestras intactas y remoldeadas, mismos que ya fueron presentados en este informe.

Para los modelos de estabilidad en condiciones estáticas y dinámicas se utilizó la teoría de resistencia límite obteniéndose un factor de seguridad contra deslizamiento de los taludes propuestos. El método de cálculo utilizado es de Spencer, que realiza un equilibrio total (fuerzas y momentos) asumiendo que las fuerzas dentro de la masa tienen la misma dirección en todo el conjunto.

El cálculo bajo condiciones dinámicas, considera una aceleración sísmica de 0.30 g correspondiente a la zona sísmica II contemplada en la Norma Ecuatoriana de la construcción NEC 2011, sin embargo este factor es reducido de acuerdo a las recomendaciones de la Norma para distintos perfiles de suelos, factores de sitio, y los distintos métodos para la obtención de parámetros, obteniéndose un coeficiente de sismo de 0.20 g.

Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), capítulo 9, sección Geotecnia y Cimentaciones, en el literal 9.2.5.2 Esfuerzos Totales, se considera los Factores de Seguridad sugeridos en la Tabla 71. Para los modelos analizados, se considera Taludes en condiciones pseudoestática con agua Subterránea Normal y Coeficiente Sísmico de Diseño con un  $F_s$  Corte Mínimo para el diseño de 1.05 y para condiciones estáticas un valor de 1.5 para el diseño.

Tabla 71. NEC Factores de seguridad por corte mínimo

Condición **	Fscore Mínimo	
	Diseño	Construcción
Carga Muerta+Carga Viva Nominal	1.5	1.25
Carga Muerta+ Carga Viva Máxima	1.25	1.1
Carga Muerta+ Carga Viva Nominal + Sismo de diseño Pseudo estático	1.1	1.00 *
Taludes - condición estática y Agua Subterránea Normal	1.5	1.25
Taludes - condición pseudo estática con agua Subterránea Normal y Coeficiente Sísmico de diseño	1.05	1.00 *

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

A continuación se presentan los parámetros asumidos para el cálculo:

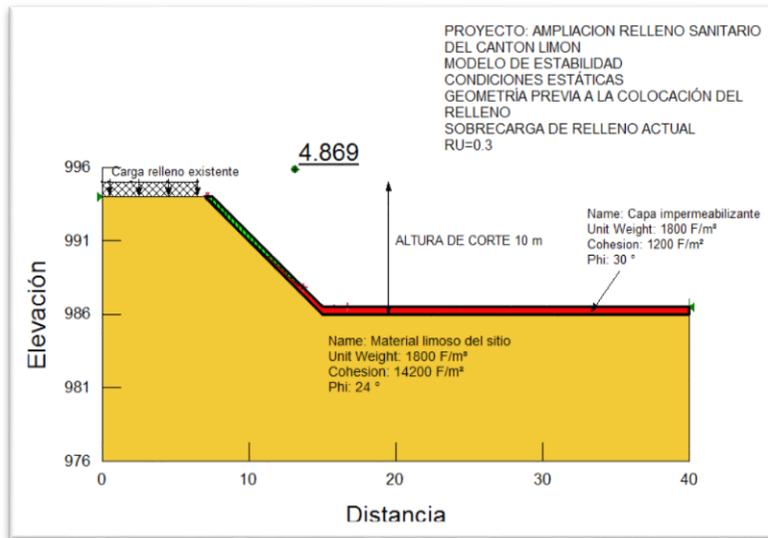
*Tabla 72. Parámetros geo mecánicos para el cálculo de estabilidad de taludes*

<b>Material del sitio intacto</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Cohesión (c)	14200	kg/m <sup>2</sup>
Angulo de fricción interna ( $\phi$ )	24	Grados
Peso específico ( $\gamma$ )	1800	kg/m <sup>3</sup>
<b>Material Capa remodelada</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Cohesión (c)	1200	kg/m <sup>2</sup>
Angulo de fricción interna ( $\phi$ )	30	Grados
Peso específico ( $\gamma$ )	1800	kg/m <sup>3</sup>

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

A continuación se presenta un modelo de estabilidad para un talud de corte con una altura de 10 m conformado en una talud 1H:1V, analizado bajo condiciones estáticas y dinámicas con el método de cálculo de Spencer. En el análisis mencionado analiza la estabilidad de la capa de material impermeabilizante con un espesor de 30 cm, y en las condiciones previas a la instalación del relleno sanitario, consideradas como las más desfavorables. El análisis se realiza para la capa superficial por la importancia que representa esta capa, ya que evita la filtración de lixiviados hacia el subsuelo. Adicional en el análisis se ha considerado un coeficiente  $R_u$  de 0.3 que define una posible saturación del material y las presiones de agua de poro en la masa bajo análisis.

Figura 15. Resultado de análisis de estabilidad bajo condiciones estáticas talud de corte, capa superficial.



Elaborado por: Equipo consultor 2017

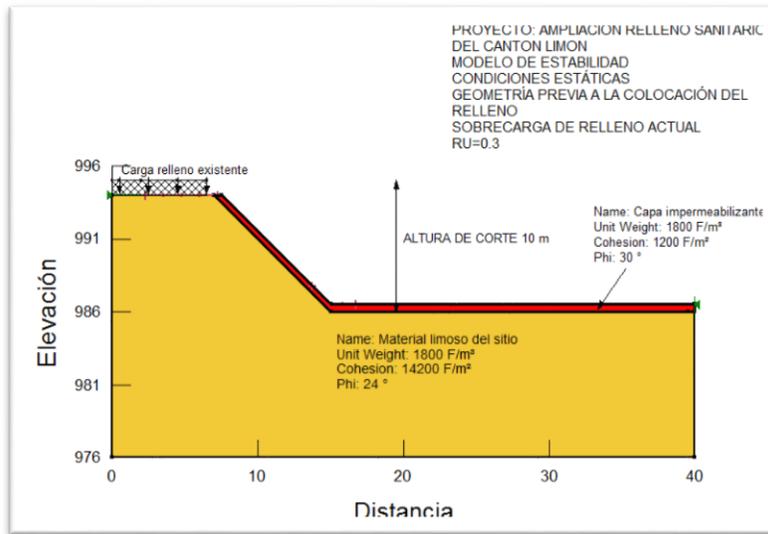
Figura 16. Resultado de análisis de estabilidad bajo condiciones estáticas talud de corte, capa superficial.



Elaborado por: Equipo consultor 2017

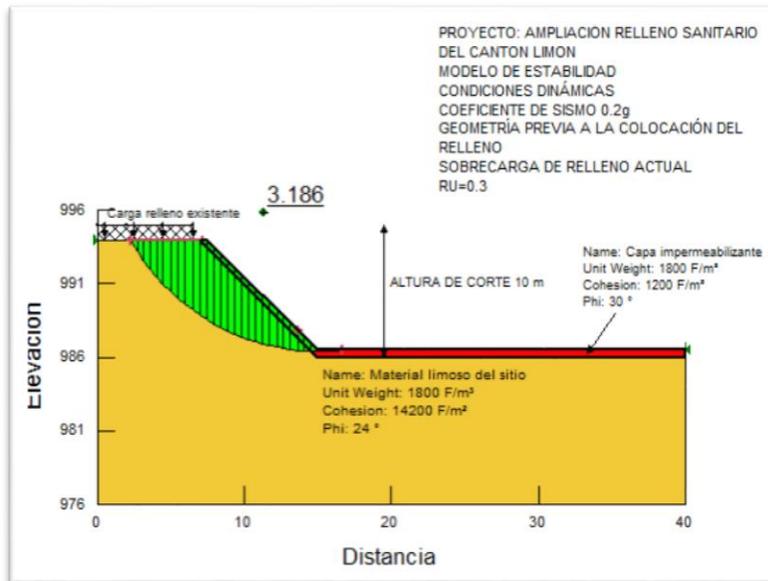
Como se observa en las figuras anteriores, la capa impermeable superficial se presenta estable bajo las condiciones establecidas con una altura de corte de 10 m con pendiente 1H:1V, conformada con el material del sitio y una compactación del 100% del Proctor Estándar, un espesor de 30 cm, y con una densidad mínima de 1500 kg/m<sup>3</sup>. Sin embargo a continuación se presenta la evaluación de la capa intacta.

Figura 17. Resultado de análisis de estabilidad bajo condiciones dinámicas talud de corte, capa intacta.



Elaborado por: Equipo consultor 2017

Figura 18. Resultado de análisis de estabilidad bajo condiciones dinámicas talud de corte, capa intacta.



Elaborado por: Equipo consultor 2017

En conclusión se comprueba que un talud conformado con una pendiente 1H:1V y hasta una altura de 10 m es seguro y puede incorporarse en el diseño de la ampliación del relleno sanitario.

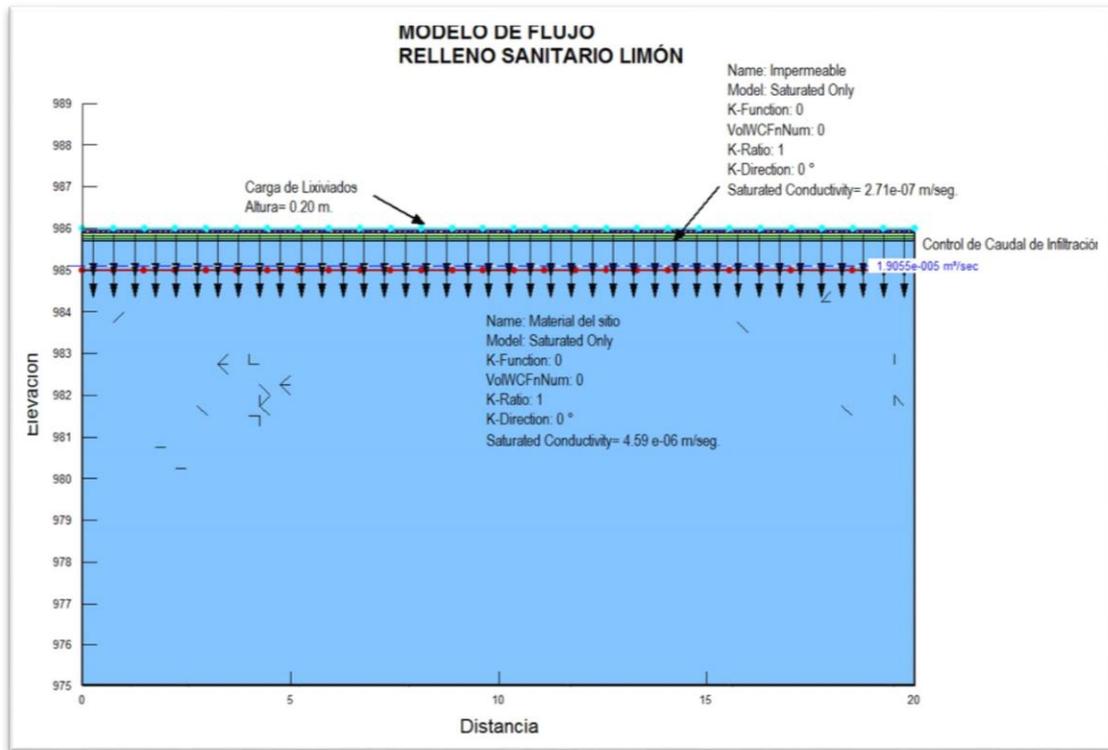
### 6.8.7 Modelos de flujo

Con el fin de analizar el flujo de lixiviados que se producirán sin la presencia de una geomembrana se ha conformado un modelo que permite determinar el caudal de infiltración que se presentará en el Relleno Sanitario del presente proyecto, se ha realizado este cálculo bajo las siguientes condiciones:

- La modelación se realizó con el programa GeoStudio 2007 y su componente Seep/W.
- Para el análisis se utilizó los materiales determinados en la exploración de campo y en el análisis de la implantación del relleno, siendo estos, el material del sitio y una capa impermeabilizante constituida por material del sitio compactado al 100% del Proctor Estándar.
- Las permeabilidades de cada material fueron obtenidas, para el material del sitio mediante un ensayo de pozo invertido realizado en campo, y para la capa impermeabilizante a partir de un ensayo de permeabilidad en laboratorio. El espécimen utilizado para el ensayo de permeabilidad en laboratorio, fue elaborado de manera remoldeada con el material del sitio y en función de la densidad y humedad óptima, obtenidas en el ensayo de compactación Proctor Estándar.
- El primer material se ubica a una altura de 986 m s.n.m., corresponde a una capa impermeable de 30 cm de espesor y con una conductividad saturada de  $5.51 \text{ e-}08 \text{ m/seg}$  obtenida en laboratorio; para el cálculo se utilizó  $2.755 \text{ e-}07 \text{ m/seg}$ , resultado de multiplicar la conductividad de laboratorio por cinco, según establece la práctica recomendada por el USACE (US Army Corps of Engineers) con el fin de prever imperfecciones o irregularidades durante la construcción que no son adecuadamente representadas por el espécimen de laboratorio. El segundo material se ubica a una altura de 985.70 m s.n.m., corresponde al material de sitio con una conductividad saturada de  $4.59 \text{ e-}06 \text{ m/seg}$ , obtenida en campo mediante pruebas de pozo invertido, cuyos resultados fueron reportadas en el capítulo de trabajo de campo.
- Se estableció una presión por carga de lixiviados de 0.20 m de altura.

De acuerdo a las condiciones mencionadas se procedió al análisis de infiltración como se muestra a continuación:

Figura 19. Modelo de flujo.



Elaborado por: Equipo consultor 2017

Del análisis se obtuvo un caudal de infiltración de  $1.9055 \text{ e-}05 \text{ m}^3/\text{seg}$ , es decir,  $1.64 \text{ m}^3/\text{día}$ , el modelo fue elaborado para un área de  $20 \text{ m}^2$ , por lo que se obtiene una infiltración de  $82 \text{ l/día/ m}^2$ . Con el resultado del presente análisis se recomienda utilizar una Geomembrana, que genere una barrera impermeabilizante y controle el caudal establecido en el modelo de infiltración. De acuerdo con las actividades a ejecutarse para la construcción del relleno se ha definido que el espesor de la geomembrana debe ser como mínimo  $1.50 \text{ mm}$ , y debe cumplir con la norma ASTM D 5199 que rige a geomembranas de uso exclusivo para Rellenos Sanitarios.

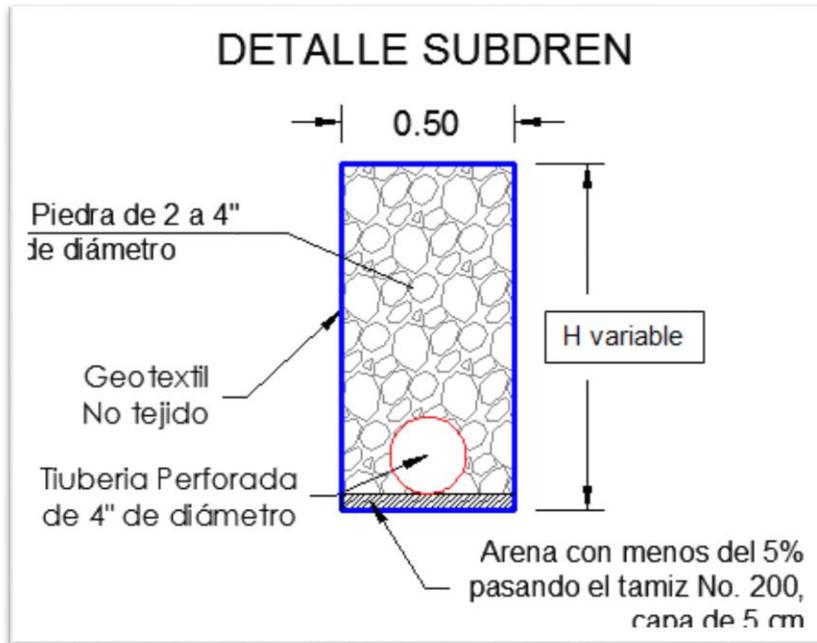
### 6.8.8 Recomendaciones constructivas

En base al análisis realizado, se brindan las siguientes recomendaciones constructivas:

- Con el fin de prevenir que las condiciones geomecánicas del terreno se degraden se deberá mantener abiertas las excavaciones el menor tiempo posible durante el proceso constructivo. De ser necesario y si la excavación se lleva a cabo durante una época de lluvias persistentes se deberá cubrir los taludes de corte con plásticos o realizar cunetas temporales para evitar la saturación del mismo y el cambio en condiciones geomecánicas del material.

- El sistema de drenaje que será planteado como parte del diseño deberá construirse en base a la siguiente sección:

Figura 20. Sección de subdrenes a instalarse



Elaborado por: Equipo consultor 2017

- Previo a la conformación del relleno sanitario se debe construir una capa de material impermeabilizante que cumpla con las siguientes condiciones:
  - Deberá tener un espesor mínimo de 30 cm
  - Deberá ser conformada con el material del sitio clasificado según SUCS como MH.
  - La densidad seca a comprobar en campo debe corresponder como mínimo al 100% de lo obtenido mediante el ensayo Proctor Estándar.
  - El material no se aceptará si en los ensayos de laboratorio se comprueba que la densidad seca máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Estándar (AASHTO T-99) es menor a 1500 kg/m<sup>3</sup>.
- Bajo la capa de material impermeabilizante se deberá instalar una geomembrana tipo HDPE con un espesor de 1.50 mm para impermeabilizar el suelo de cimentación y evitar la filtración de lixiviados.

### 6.8.9 Conclusiones

Con lo expuesto se presentan las siguientes conclusiones:

- Para el cálculo de capacidad portante se han obtenido parámetros geotécnicos del ensayo de corte directo ejecutado para las muestras inalteradas, con una cohesión de  $1.42 \text{ kg/cm}^2$ , y un ángulo de fricción interna de 24 grados.
- Del cálculo de capacidad portante del material considerado como predominante en el sitio, sobre el cual se asentara el relleno proyectado, a una profundidad de desplante de 0.30 m, correspondiente al espesor de la capa impermeabilizante, con celdas de relleno de 5.00 por 5.00 m, se obtiene una capacidad de  $1.91 \text{ kg/cm}^2$  y una carga máxima de 477514 kg. Para poder instalar el relleno sanitario se deberá descapotar el terreno con una altura de corte variable, generando una superficie sobre la cual se instalará el relleno sanitario.
- El descapote de material induce una capacidad portante adicional con un valor estimado de  $1 \text{ kg/cm}^2$  con lo cual se tiene una capacidad de  $2.91 \text{ kg/cm}^2$  y una carga máxima de 727500 kg.
- A partir de los resultados obtenidos en los ensayos de clasificación de suelos y de las observaciones realizadas en los sondeos en campo, se ha determinado que el material preponderante en el área de estudio es un limo, que de acuerdo con el grado de plasticidad que presenta se clasifica según SUCS como MH o ML. De los dos tipos de limos encontrado se ha observado que los materiales clasificados como MH se presentan hasta una profundidad promedio de 3.50 m y de esta profundidad en adelante se encuentra los materiales clasificados como ML debido a la naturaleza de los suelos de la zona que son suelos residuales.
- Para las consideraciones de cálculo se ha propuesto una solución para la implantación del relleno, con la consideración de un corte de 10 m en taludes con inclinación 1H:1V, con lo cual se genera una superficie en la que se asentará el relleno. Sobre la superficie generada se deberá colocar una capa de 30 cm de material impermeabilizantes y bajo esta una lámina de geomembrana. Adicional en la zona de material intacto se deberá instalar un sistema de sudrenes.
- En el cálculo de estabilidad de taludes, se ha priorizado el análisis de la capa de material impermeabilizante debido a la importancia y funcionalidad del mismo, sin embargo hay que aclarar que desde el punto de vista global el material intacto a un corte de 10 m con una pendiente 1H:1V, se mantiene estable. En base a los resultados del cálculo se ha establecido que la capa de material impermeabilizante deberá ser conformado con material fino del sitio, con una densidad seca mínima de  $1500 \text{ kg/m}^3$  y compactada al 100% del Proctor Estándar.
- Para controlar el caudal de infiltración que pasa por la capa impermeable de 30 cm de espesor se recomienda una geomembrana de 1.50 mm de espesor que cumpla la norma ASTM D 5199 para uso de rellenos sanitarios.

## **6.9 Hidrología**

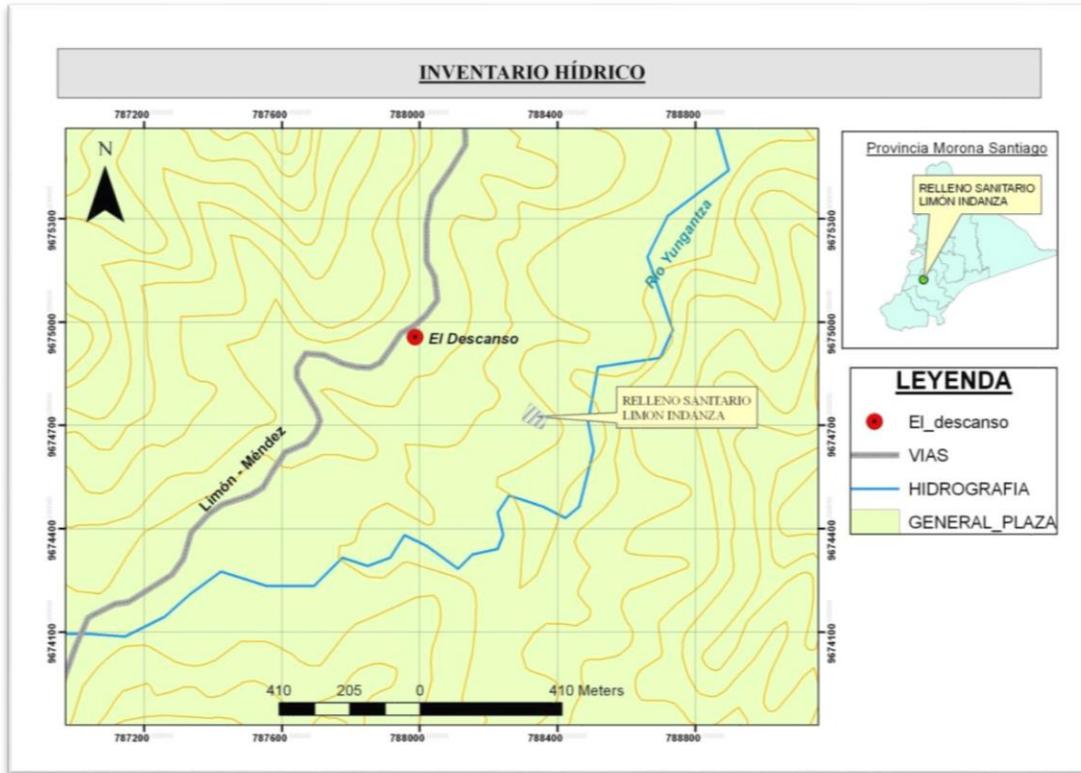
En la zona de estudio del Relleno Sanitario de Limón Indanza, se determinó un dren permanente encontrándose al pie del sitio de disposición final aproximadamente a 120 metros en dirección sur de la celda actual y a 220 metros de la celda que se construirá, es importante indicar que entre la celda existente y el río Yunganza existe una barrera natural con una formación boscosa permanente que ayuda a que este cuerpo de agua no sea alterado. Por otro lado es necesario indicar que el relleno sanitario cuenta con una planta de tratamiento de lixiviados que cumple la función de tratar estos contaminantes antes de ser vertidos en un área cerca del bosque sin que exista una descarga directa hacia el río.

Para determinar que no existe contaminación del río por los lixiviados se realizó un análisis de agua en dicho cuerpo hídrico y se establece que éste se encuentra dentro de los límites permisibles establecidos por el Ministerio del Ambiente en el acuerdo Ministerial 097-A Anexo 1 del libro VI del texto unificado de legislación secundaria (Ver Anexo 10).

En cuanto a la distancia que existirá entre la nueva celda y el río Yunganza es de 220 metros hacia el sur y de 150 metros en dirección este, y al igual que en la celda existente hay una cobertura boscosa entre el río y las instalaciones del relleno sanitario, para evitar que exista contaminación por la producción de lixiviados se colocará geomembrana en toda la celda y se construirá una cuneta de coronación alrededor de la celda.

El río Yunganza tiene aproximadamente 5 m<sup>3</sup> de caudal permanente lo que ayuda a mantener una alta capacidad de autodepuración.

Figura 21. Inventario hídrico



Elaborado por: Equipo consultor 2017

### 6.9.1 Análisis de precipitación

**GUMBEL:** Se ha utilizado la distribución de Gumbel para las proyecciones de precipitaciones ya que se ajusta bien a los valores máximos de la precipitación en diferentes intervalos de tiempo y son de utilidad en los problemas prácticos de ingeniería de dimensionamiento de redes de drenaje, cunetas de coronación y diversas obras hidráulicas.

### 6.9.2 Datos de precipitación

Los datos de precipitación se han tomado de la estación Gualaquiza del INAMHI para una precipitación máxima en 24 horas.

Tabla 73. Datos de precipitación

PRESIPITACIONES MAXIMAS EN 24H (MM)												
año	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
1995	15,7	27,2	12	26,2	62	34,1	39	19,2	14,1	27,6	47,5	15
1996	26,3	22,1	38,5	36,5	44	37,7	20,8	48,2	27,7	33,4	18,5	25
1997	28,5	28,3	31,3	45	28,1	18,8	48,9	-	32,2	-	16,4	30
1998	25	8,8	51,5	63	32,9	42,2	17,1	40,1	19,4	96,4	35,6	11
1999	30,9	23,5	51,4	51,4	40,2	69,7	53	35,9	60,9	22,4	30,9	29,6
2000	24,2	42,2	31	22	65,4	47	35	23,6	45	12,4	13,6	21
2001	17,8	26,6	40,4	37,9	54,2	43,6	21,2	-	31,2	42	10,4	26,6
2002	9,2	19,2	43,2	34,6	27,3	45,4	46,6	10,6	49,4	-	41,4	44,4
2003	38	26,2	31,2	-	40	49,4	28,6	15,6	-	22,4	22,8	20,2
2004	20,6	17,8	34,6	101	45,6	59,6	33,8	27,2	15,4	38,4	33,4	47,2
2005	25,6	25,4	20,2	46,6	20,8	58,4	45,6	-	22,4	39,2	-	-
2006	22,6	-	28,6	41,4	-	58,3	21,2	60,6	26,8	19	33	51,8
2007	45,4	20,6	22,8	37,4	47,2	36	28,2	-	34,4	32,6	26,6	19,4
2008	9,4	27,4	32,8	33,6	55,2	42,6	46,2	19,4	34	21	20	19,4
2009	28,6	21,2	19,9	40,8	32,8	61	28,4	45	18,2	17,2	13	37,5

Fuente: Diagnóstico definitivo del Relleno Sanitario del cantón Limón Indanza 2013

Donde para el cálculo de Gumbel se considerarán los máximos:

Tabla 74. Datos de precipitación máximos en Limón Indanza

1995	62,00
1996	48,20
1997	48,90
1998	96,40
1999	69,70
2000	65,40
2001	54,20
2002	49,40
2003	49,40
2004	101,00
2005	58,40
2006	60,60
2007	47,20
2008	55,20
2009	61,00

### 6.9.3 Periodo de retorno:

Intervalo de tiempo en años en el que se espera que se presente una sola vez la avenida o precipitación extrema que se considera en el diseño.

$$T(x) = 1 / [1 - F(x)]$$

$$F(x) = 1 - 1 / T(x)$$

Donde,  $x$  = Magnitud de la variable.

$F(x)$  = Función de probabilidad

$T(x)$  = Periodo de retorno para la intensidad ( $x$ )

El desarrollo de la función de probabilidad de valor extremo tipo I de Gumbel es la siguiente:

$$y = \frac{x - u}{\alpha}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}s}{\pi}$$

$$u = \bar{x} - 0.5772\alpha$$

Donde,  $y$ .- variable reducida

$x$  = Magnitud de la variable.

$u$ .- Parámetro de ubicación (moda)

$\alpha$ .- Parámetro de escala

$s$ .- Desviación Estándar

$\bar{x}$ .- media de la variable

$$x = u - \alpha [ \ln (-\ln (Fx)) ]$$

#### 6.9.4 Resultados de cálculo

##### Análisis de Gumbel

Tabla 75. Análisis de Gumbel

Media	61,8000
Moda	54,3892
Desviación	16,4669
Parámetro de escala	12,8392

T(x)	F(x)	x
5	0,8	73,647
10	0,9	83,282
15	0,93	88,718
20	0,95	92,524
25	0,96	95,456

Año	Precipitación máxima (mm)
25	95,46

### 6.9.5 Intensidad de precipitación

Tabla 76. Cálculo de la intensidad de precipitación

Zona	Duración	Ecuación		
23	5 min < 23min	$ITRIT_{tr} = 54.246*t - 0.4596*IdTR IdTR$		
		Id TR = Pmax 24		
		Cálculos		
Período de retorno		TR	25	años
Precipitación máx.		Pmax 25años	95,46	mm
Intensidad diaria para TR		IdTR	3,98	mm/h
Tiempo de concentración		t	5	min
Intensidad de precipitación TR		ITR	102,97	mm/h

### 6.9.6 Balance Hídrico

Para establecer un análisis de las condiciones hidrológicas de la zona de influencia del sitio de implantación del relleno sanitario, se utilizó datos proporcionados por la estación pluviométrica más cercana, la cual se halla en Gualaquiza, de acuerdo con esto, los registros pluviométricos para el sector son los siguientes:

Tabla 77. Datos de la estación Gualaquiza.

PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)	
<b>Estación:</b>	GUALAQUIZA
<b>Código:</b>	M189
<b>Latitud:</b>	3°24'00" (S)
<b>Longitud:</b>	78°34'00" (W)
<b>Elevación:</b>	750 m s.n.m.

Fuente: INAMHI, "Anuarios Meteorológicos.

Elaborado por: Equipo consultor 2017.

**Precipitación (P):** A través de una estimación de datos históricos se obtiene valores medios para la precipitación

Tabla 78. Precipitación media en Limón Indanza

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Annual
1978	140,5	135,4	277	282,7	175,2	318,6	239,4	215,7	176	181,2	103,4	85,9	2331
1979	136,1	57,8	150,6	261,1	171,4	149,6	147,6	87,3	148,6	112,4	199,4	157,4	1779,3
1980	135,7	111,2	220,4	181,1	224,3	204,1	259,6	125,2	199,1	123,1	81,7	75,9	1941,4
1981	120,5	160,7	146,5	325	258,8	241,5	238,1	149,2	117	130,3	56,3	115	2058,9
1982	52,8	30,7	158,3	394,9	251,3	177,3	138,9	233,9	164,2	177	64,1	146,1	1989,5
1983	150	122,1	278,5	330,1	244,8	160,5	103,7	139,8	176,5	177,8	116,3	107,9	2108
1984	53,4	115,1	174,8	162,8	266,5	383,1	122,4	145,5	176,3	98,5	119,7	146,1	1964,2
1985	94,9	49,2	102,6	195,6	244,1	304	103,1	163,9	110,4	92,2	130,9	109,1	1700
1986	75,5	86,3	120,3	264,5	265,2	113,1	138,7	68,7	245,4	168,6	164,3	100,4	1811
1987	99,3	185,9	117,4	238,7	233,7	202,6	255,6	156	169,6	171,3	135,4	68,1	2033,6
1988	65,1	241,7	46,7	308	152,3	166,7	92,1	84,2	143,7	170,9	119,4	72,1	1662,9
1989	114,7	182,8	254,7	160,8	184,5	272,2	192,8	109,3	94,9	210,5	112,6	51,4	1941,2
1990	122,2	135,6	225	130,1	86,1	295,1	198,2	100,7	125	94,5	243,4	149,7	1905,6
1991	94,7	142	146,5	196,1	263,8	227,9	178,3	92,5	124,5	152,1	231,1	71	1920,5
1992	60,2	44,5	331,6	128,2	173,8	242,2	146,3	109,7	218,3	118,6	89	85,2	1747,6
1993	85,1	155,7	285,5	334,3	203,3	229,8	183,1	220,9	126,2	194	59,8	117,8	2195,5
1994	127,6	109,9	208,8	190	304,2	235,6	197,4	120,1	211	99,2	222,7	154	2180,5
1995	63,7	68,9	84,4	161,5	297,2	189,3	160,4	56,1	102,8	107,4	262,5	112	1666,2
1996	139,5	125,1	157	170,3	220,8	190,4	140,4	163,1	200,2	129,8	56,6	80,4	1773,6
1997	97,2	103,4	159,8	216,7	198,1	102,4	129,7	198,8	171,8	0	114,2	146,9	1639
1998	157,9	74,7	186,9	320,8	172	239,9	132,4	99,4	89	222,4	99,2	51,5	1846,1
1999	130,6	121,2	179,6	349	144,6	287,7	184,3	142,7	169,1	114	100,4	111,3	2034,5
2000	64,6	109,8	147	118,1	346,5	229	120,9	109,3	222,7	66,2	36,8	84,8	1655,7
2001	103,8	90,6	158,6	295,7	231,9	311,6	216,2	103,6	140,5	163,8	42,3	115,5	1974,1
2002	49,8	115	123,8	208,8	150,9	200,8	253,8	96,6	93	109,8	147,4	92	1641,7
2003	92,4	89,1	146	186,2	242,6	276,8	146,8	102,2	74,8	82,8	42,8	95,2	1577,7
2004	37,6	78	175,4	167	213,4	358,4	232,6	123,8	90,2	171,6	162	132,6	1942,6

2005	46,4	134,5	173,6	157,6	33	79	15,3	13,4	18,1	86,2	62,5	98,3	917,9
2006	137,7	113,4	156,7	216	115,1	248,5	124,6	212,4	134	85,4	161,7	190,5	1896
2007	172,7	46,1	113,6	202,5	200,1	251,2	102,8	135,1	111,0	133,8	144,7	104,3	1717,9
2008	54,8	168,1	167,0	180,5	323,7	245,8	194,3	118,5	162,3	126,8	103,1	72,4	1917,3
Anual	3077,0	3504,5	5374,6	7034,7	6593,2	7134,7	5089,8	3997,6	4506,2	4072,2	3785,7	3300,8	
Media	99,26	113,05	173,37	226,93	212,68	230,15	164,19	128,95	145,36	131,36	122,12	106,48	1853,90

Fuente: Diagnóstico definitivo del Relleno Sanitario del cantón Limón Indanza 2013

Además de acuerdo con la misma fuente se tiene un análisis de la distribución de temperaturas medias mensuales correspondientes al sector, éstas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 79. Temperaturas medias mensuales

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Media	23,94	20,94	23,42	24,48	22,94	22,11	21,9	21,99	22,65	23,79	21,17	21,15

Fuente: INAMHI (Anuarios Meteorológicos)

**Evapotranspiración (Et):** Calculada con el método de Thornwaite.

LONGITUD: 78°24'14,37°

LATITUD: 2°56'11,2°

Tabla 80. Evapotranspiración

Parámetro	E	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
T(°C)	23,94	20,94	23,42	24,48	22,94	22,11	21,90	21,99	22,65	23,79	21,17	21,15
i	10,71	8,74	10,36	11,08	10,04	9,49	9,36	9,42	9,85	10,61	8,89	8,88
l	117,42											
a	2,63											
$\frac{N_p}{N_d}$ (h)	3	28	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ETP(sin)	103,91	73,10	98,09	110,18	92,89	84,32	82,24	83,13	89,84	102,21	75,23	75,05
ETP	107,37	68,23	101,36	110,18	95,99	84,32	84,98	85,90	89,84	105,62	75,23	77,55

Fuente: Diagnóstico definitivo del Relleno Sanitario del cantón Limón Indanza 2013.

### 6.9.7 P-ET

Es el balance mensual de entradas y salidas potenciales de agua del suelo. La diferencia nos clasifica los meses en secos ( $P-ET < 0$ ) y en húmedos ( $P-ET > 0$ ) según las entradas superen o no a las salidas potenciales.

### 6.9.8 R, reserva del Suelo

Cuando en un mes se produzcan más entradas que salidas, ( $P > ET$ ) el agua sobrante pasará a engrosar la reserva del suelo; por el contrario, cuando las salidas sean mayores que las entradas se reducirá la reserva del suelo.

Sin embargo, el suelo tiene una capacidad de retención de humedad en función de sus características físicas y cuando se alcance la capacidad de retención máxima del suelo, el agua añadida "en exceso" escurrirá superficialmente o en profundidad. Por tanto debemos exponer el concepto de reserva máxima o cantidad de agua por unidad de superficie (mm) que el suelo es capaz de almacenar en su perfil.

En el balance hídrico, la reserva del mes se calcula agregando los incrementos ( $P-ET$ ) cuando estos son positivos. Así la reserva en el mes "i" (en función de la del mes anterior "i-1") será:

$$R_i = \begin{cases} R_{i-1} + (P_i - ET_i) & \text{si } 0 < R_{i-1} + (P_i - ET_i) < R_{\text{máx}} \\ R_{\text{máx}} & \text{si } R_{i-1} + (P_i - ET_i) > R_{\text{máx}} \\ 0 & \text{si } 0 > R_{i-1} + (P_i - ET_i) \end{cases}$$

### 6.9.9 VR: variación de la reserva

Es la diferencia entre la reserva del mes en el que estamos realizando el cálculo y la reserva del mes anterior:

$$VR_i = R_i - R_{i-1}$$

**Evapotranspiración real (Epr):** La evapotranspiración real es el volumen de agua que realmente se evapotranspira en el mes dependiendo de que haya suficiente agua disponible para evaporar y así llegar a la ET potencial o de referencia o no (por tanto, la  $ET_i$  es siempre mayor o igual a la  $ETR_i$ ). El agua disponible para evaporar será la que cae como precipitación en el mes considerado y la existente en la reserva del suelo.

En el período húmedo, al cubrir la precipitación la demanda potencial la ET real es igual a la potencial; es decir,

$$ETR_i = ET_i$$

En el período seco, el agua que se evapora será el agua de precipitación más la que extraemos del suelo o variación de la reserva (la reserva que nos queda menos la que teníamos el mes anterior, como tendrá signo negativo se toma el valor absoluto); es decir:

$$ETR_i = P_i + |VR_i|$$

### F: falta de agua

Es el volumen de agua que falta para cubrir las necesidades potenciales de agua (para evaporar y transpirar).

Por tanto, la falta de agua es:  $F_i = E_{Ti} - E_{TRi}$ .

**Ex: exceso de agua**

Es el agua que excede de la reserva máxima y que se habrá perdido por escorrentía superficial o profunda. Por tanto:

$$\begin{aligned} E_{xi} &= [P_i - E_{Ti} - VR_i] && \text{si } (P_i - E_{Ti}) > 0 \\ E_{xi} &= 0 && \text{si } (P_i - E_{Ti}) \leq 0 \end{aligned}$$

Como es lógico sólo puede haber exceso si la precipitación ha compensado previamente la ET, es decir, en los meses húmedos.

**Coefficiente de escorrentía:** Considerando que los residuos serán cubiertos por capas de suelo arcilloso con pendiente entre 2 y 7 % para un periodo de retorno de 25 se tiene un  $C=0.40$  según Chow (Chow, et. al., 1984).

**Percolación (P):** Se calcula como el volumen de agua que se puede filtrar al subsuelo y se obtiene mediante:

$$P_{e_i} = 0,5 \cdot [P_{e_{i-1}} + E_{xi}]$$

Para el presente balance hídrico se ha realizado con los datos hidrológicos de la estación Gualaquiza INAMHI que es la más cercana al Cantón Limón Indanza, la Precipitación Mensual (mm) desde el año 1978, al año 2008, y datos de evapotranspiración. Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 81. Balance Hídrico

APLICACIÓN CON ESCURRIMIENTO EN FUNCION DEL TIPO DE SUELO												
Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
P (mm)	99,26	113,05	173,37	226,93	212,68	230,15	164,19	128,95	145,36	131,36	122,12	106,48
Et (mm)	107,37	68,23	101,36	110,18	95,99	84,32	84,98	85,9	89,84	105,62	75,23	77,55
P-Et (mm)	-8,11	44,82	72,01	116,75	116,69	145,83	79,21	43,05	55,52	25,74	46,89	28,93
R (mm)	91,89	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
VR (mm)	-8,11	8,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ETR (mm)	107,37	68,23	101,36	110,18	95,99	84,32	84,98	85,9	89,84	105,62	75,23	77,55
F (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ex (mm)	0	36,71	72,01	116,75	116,69	145,83	79,21	43,05	55,52	25,74	46,89	28,93
C	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Pe (mm)	30,97	40,61	67,57	110,59	136,37	169,32	149,12	115,3	102,49	76,94	74,3	61,94
P:	precipitación, en mm											
Et:	evapotranspiración, en mm											
R:	reserva del suelo, en mm											
VR:	variación de la reserva, en mm											
ETR:	evapotranspiración real, en mm											
F:	falta de agua, en mm											
Ex:	exceso, en mm											
C:	coeficiente de escorrentía											
Pe:	percolación, en mm											

Fuente: Diagnóstico definitivo del Relleno Sanitario del cantón Limón Indanza 2013.

### 6.10 Modelo de gestión

Antes de introducir en esta primera etapa con el Diagnóstico de Modelo de Gestión es pertinente realizar una conceptualización a cerca de este modelo, visto este como un esquema o marco de referencia para la administración de la prestación de servicios. El diseño de un modelo de gestión en su concepción integral debe buscar cumplir sus objetivos de la manera más eficiente, es decir internalizando procesos, actividades, entre otros, así como, realizando un análisis de externalización de ciertos elementos que puedan ser resueltos eficientemente fuera de la estructura de gestión.

En base a la conceptualización de un Modelo de Gestión, la estructura de administración que actualmente está constituida para el manejo de los desechos sólidos está inmersa dentro de una Unidad del GAD Municipal del cantón Limón Indanza. La actividad del servicio y manejo de los desechos sólidos está conformada presupuestalmente por tres programas dentro del GAD, Recolección de desechos sólidos y Aseo de calles, y el Relleno Sanitario, estos tres programas forman parte de la estructura del tratamiento de desechos sólidos del cantón.

La estructura organizativa empleada para cubrir los trabajos operativos propios de la prestación del servicio asciende a 18 personas distribuidas entre los tres programas anteriormente mencionados (en el acápite 5.2.2 se presenta la tabla detallada de la distribución del personal), dadas las características del cantón con el personal que

---

actualmente se encuentra asignado para la prestación del servicio se cubre con el área de cobertura de prestación del servicio.

Para la prestación del servicio, es importante rescatar que se considera como costos directos de los programas, exclusivamente el personal operativo para los servicios para un adecuado manejo de los RRSS, deslindándose por completo las actividades y gestión administrativa que se aprovecha de la estructura organizativa del GAD. Esta modalidad de gestión en principio aprovecha a manera de ahorro los costos en los que se incurrirían en caso de realizar una actividad independiente al GAD.

Es decir, de acuerdo a la estructura actual la prestación del servicio aprovecha la existencia de una estructura administrativa y comercial para el cometido propio de su servicio, lo que evita incurrir en costos que pueden llegar a ser lo suficientemente elevados y no cubiertos por la tasa que se recauda por la prestación del servicio. Así como, bajo este escenario la sostenibilidad financiera del servicio puede verse apalancada por la internalización dentro del GAD Municipal, aspecto que será abordado en el análisis de brecha entre ingresos y gastos del servicio, posteriormente en el análisis financiero.

Con lo anteriormente descrito, podemos concluir que el actual modelo de gestión bajo el cual se encuentra administrando el servicio y bajo el principio de recaudación de acuerdo a la tasa por la tarifa del servicio que da el GAD Municipal por vivienda, comercio, Institución pública, etc., abastecidas de agua potable, el esquema de gestión es el más apropiado.

Para mejorar la recaudación por el servicio de recolección y manejo de los residuos sólidos se recomienda que se aplique lo que establece la Ordenanza en los siguientes artículos:

**Art. 30.-** El cobro por servicio de recolección de desechos sólidos en área urbana y área urbano-satelital se lo hará por mensualidad vencida, en las planillas de agua potable.

Y en aquellos predios que no dispongan del servicio de agua potable se cobrará la totalidad que corresponde al año USD 24 dólares por recolección de basura en la emisión anual en los títulos de predio urbano.

**Art. 31.-** El cobro por recolección de los desechos en la zona rural se lo realizará únicamente donde se preste el servicio, mediante el Cobro Anual del Predio Rústico, estableciéndose una tarifa equivalente al 1% de un salario básico unificado.

**Art. 32.-** Los Adultos mayores propietarios de un solo predio y las Personas con Discapacidad igual o superior al 50%, que consten en la categoría Residencial o Doméstica, serán beneficiarios de la exoneración del 50% del pago por Recolección de Desechos Sólidos.

Para obtener este beneficio presentarán en la Dirección Financiera, hasta el 31 de octubre de cada año, una petición debidamente fundamentada a la que se adjuntará:

1. Los adultos mayores: la cédula de ciudadanía y certificado de la sección de Avalúos y Catastros que el solicitante tenga un solo predio.

2. Las personas con discapacidad presentarán copia del carnet de discapacidad, otorgado por el CONADIS.

Quien no haya presentado la solicitud de exoneración hasta el 31 de octubre, no será beneficiario para el pago de la cuota correspondiente al año inmediato siguiente, sin embargo será considerado para el año subsiguiente.

**Art. 33.-** El manejo de los fondos de recolección de desechos sólidos, su recaudación y contabilización estará a cargo de la Dirección Financiera, por medio de la Tesorería Municipal, en donde se llevará una cuenta separada del movimiento de caja correspondiente al servicio de recolección de desechos sólidos.

Preferiblemente, en caso de existir excedente por recaudación del servicio de recolección de desechos sólidos, los fondos serán destinados a actividades y/o proyectos dentro del área de Gestión de desechos.

A manera de resumen se presentan las fortalezas y debilidades que representa la actual estructura de gestión de desechos sólidos del Cantón Limón Indanza:

➤ **FORTALEZAS**

- Menores costos de operación al compartir la gestión administrativa y comercial con la estructura del GAD Municipal.
- Evita costos transaccionales para el objeto del servicio.
- Comunicación directa entre directivos y operativos, reduciendo el número de transacciones intermedias.
- Comparte maquinaria y equipo disponible para la actividad del GAD.

➤ **DEBILIDADES**

- Los costos no están totalmente transparentados ya que se comparten con la prestación de otros servicios por parte del GAD
- La tasa de recaudación por el servicio no considera los costos totales por la prestación del servicio
- Abonadas no corresponden el 100% del total de beneficiados por el servicio, el vehículo de pago aplicado limita la recaudación.

### **6.11 Estudio de alternativas.**

El GADM del cantón Limón Indanza cuenta con un Relleno Sanitario por más de 12 años, y de acuerdo a los aspectos que se mencionan a continuación es importante mantener dicho relleno en este lugar:

- Existe una gran inversión en el relleno sanitario actual.
- De acuerdo a los análisis de agua no existe contaminación a los cuerpos de agua. (Anexo 10).
- El terreno en el cual se encuentra el actual relleno es de propiedad del GADM de Limón Indanza (Anexo 11).

- El GAD Municipal del cantón Limón Indanza conjuntamente con la Defensoría del Pueblo y el Ministerio del Ambiente realizaron gestiones de socialización para reducir las tensiones de una única persona que vive en el área de influencia del relleno sanitario en el año 2015, en donde se acordó que el GAD Municipal realizara una gestión responsable de los residuos sólidos con el fin de no dar inconvenientes a la población adyacente al relleno, sin embargo a la presente fecha esta única persona todavía manifiesta su inconformidad por la presencia del relleno sanitario. Es importante indicar que el relleno sanitario fue construido en el año 2005 y la vivienda de la persona afectada fue construida con fondos del MIDUVI en el año 2008<sup>1</sup>. Con fecha 22 de noviembre de 2017 se realizó el proceso de socialización del proceso de regulación del relleno sanitario en donde se verificó que la dueña de la única vivienda que se encuentra en el área de influencia directa del relleno sanitario manifiesta su malestar por la presencia del mismo, por tal motivo el Alcalde del cantón ha solicitado al departamento de Planificación realizar un avalúo del bien para iniciar el proceso de declaración de utilidad pública del inmueble.
- El terreno cuenta con el suficiente espacio para disponer los residuos sólidos por más de 15 años.
- La localización del relleno es estratégico ya que permite disminuir gastos de transporte y los tiempos de recorrido.
- Considerando la proyección de crecimiento poblacional no es necesario un terreno con mayor superficie.

Por los antecedentes manifestados no se recomienda el traslado del Relleno Sanitario.

### ***6.12 Estudio del Cierre Técnico de la celda actual***

El estudio de cierre técnico de la celda existente se puede ver en el anexo 12, en donde se establece las recomendaciones para:

- Manejo y control de la escorrentía superficial
- Manejo y control de la erosión y sedimentación
- Manejo de lixiviados
- Manejo del biogás
- Estabilidad del cierre técnico
- Diseño de la capa de cobertura final
- Alternativas sociales.
- Obras complementarias
- Plan de Manejo Ambiental

---

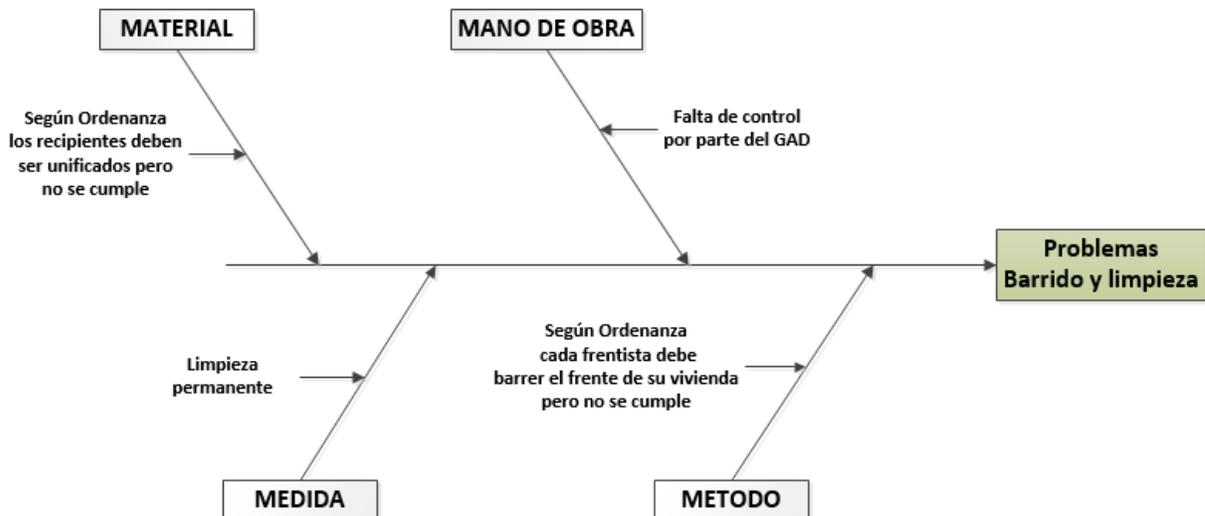
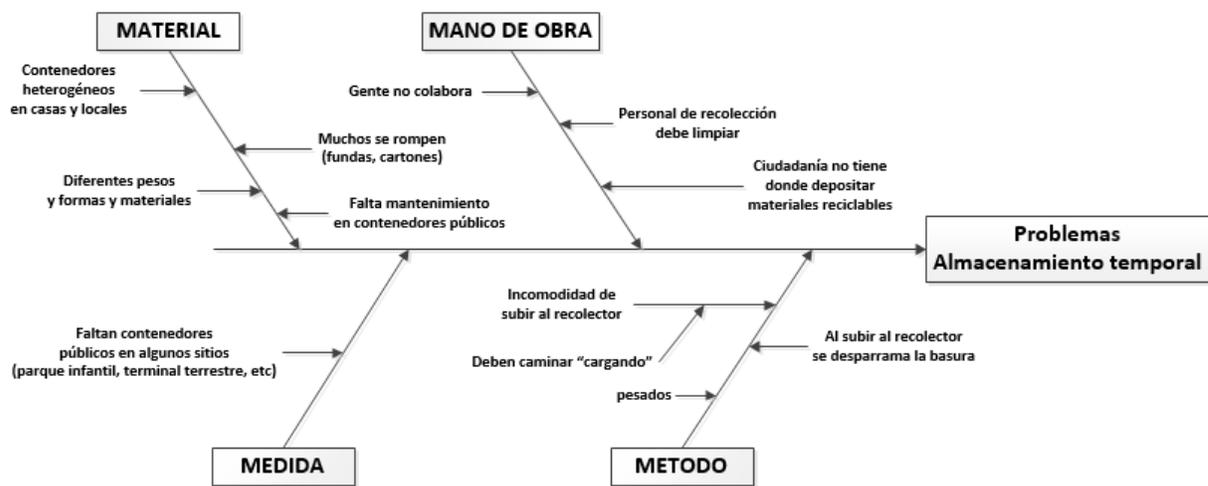
<sup>1</sup> Comentario del ingeniero Robinson Zamora, responsable ambiental del GAD Municipal de cantón Limón Indanza.

## 7 DISEÑOS DEFINITIVOS

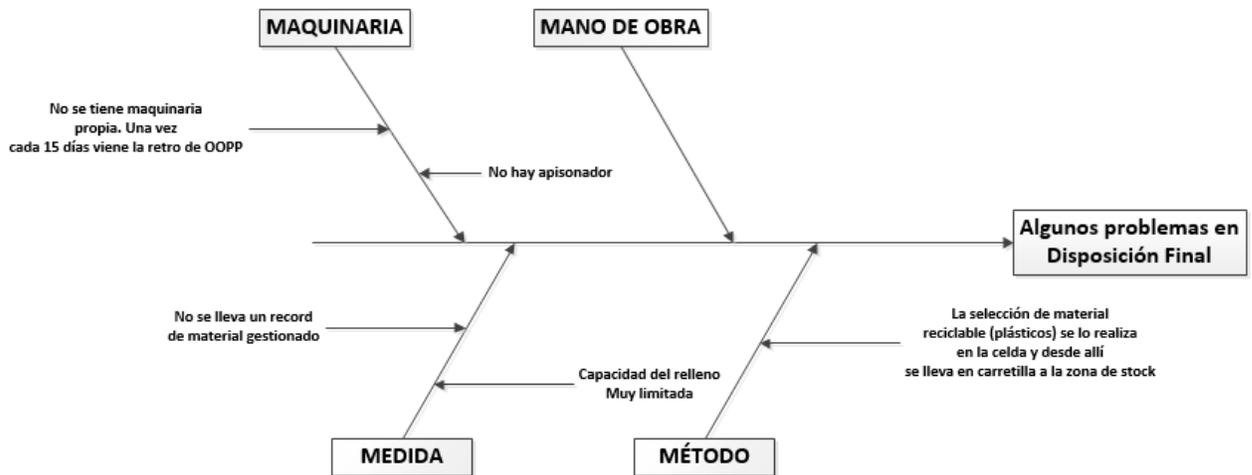
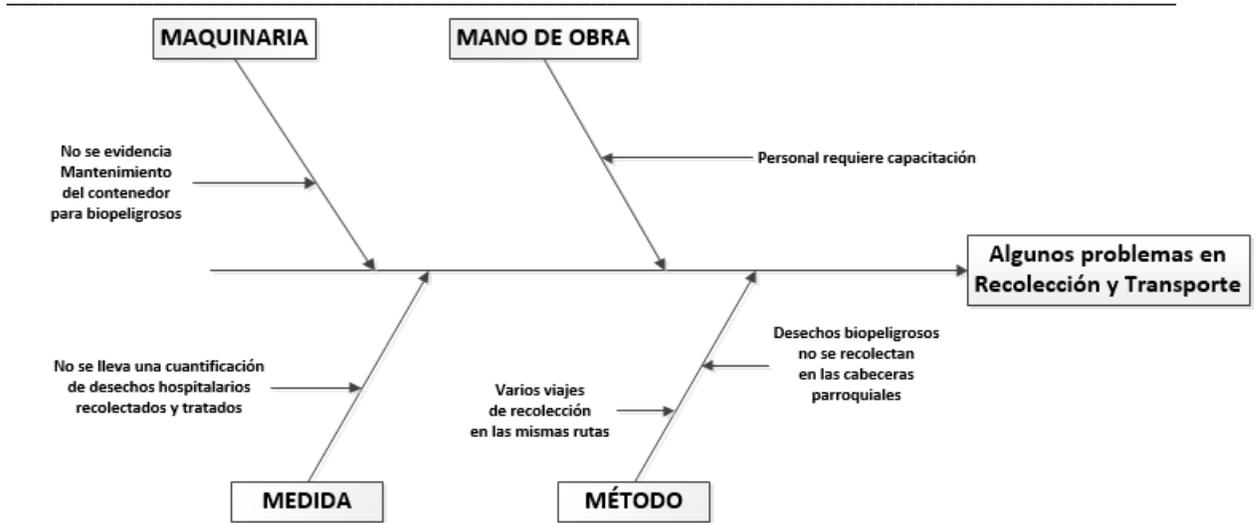
### 7.1 Diseño del sistema

La definición del alcance de las mejoras, rehabilitaciones y cambios propuestos para cada una de las fases del manejo de los residuos sólidos que se generan en el cantón se realizó en base de un análisis individual realizado con la metodología de "Espina de Pescado" para analizar los principales problemas y ver las relaciones entre causas y efectos que existen para que el problema analizado ocurra.

A continuación se presenta el análisis individual de cada uno de los subprocesos establecidos por el GAD Municipal:



ESTUDIOS, DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA GESTIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS PARA LA CIUDAD DE GENERAL PLAZA Y SUS ÁREAS DE INFLUENCIA



---

## 7.2 *Mejoramiento del sistema existente.*

Una vez analizado y evaluado el sistema de barrido, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos en el cantón Limón Indanza, se presenta a continuación el diseño definitivo para cada uno de los componentes antes mencionados.

### 7.2.1 **Barrido y almacenamiento temporal.**

Como se mencionó anteriormente el GAD Municipal aprobó la Ordenanza que establece las normas de control para el tratamiento de los desechos sólidos en el cantón Limón Indanza en donde se establecen todas las directrices que se deben considerar para un adecuado manejo y gestión de los residuos sólidos dentro de su jurisdicción, por esta razón y luego de un análisis de la misma se establece que con el cumplimiento de esta normativa municipal se podrá mejorar la gestión de los residuos sólidos cantonales.

En cuanto al barrido de las calles, áreas públicas y otros establecimientos dentro del cantón Limón Indanza y considerando que la Ordenanza establece las normas de control para el tratamiento de los desechos sólidos en el cantón Limón Indanza en su artículo 9 dispone: *Que todos los propietarios y arrendatarios de viviendas y negocios del centro cantonal y sector rural del cantón Limón Indanza, están en la obligación de mantener limpio su predio, la parte frontal de su propiedad, o los que corresponda, aceras y las calzadas hasta la mitad de la vía, dichos residuos deberán depositarse en el recipiente correcto.*

### 7.2.2 **Recolección y transporte.**

En el artículo 16 de la ordenanza para el tratamiento de los desechos sólidos dice: En cumplimiento a la Constitución de la República, y demás leyes, el GADMLI, prestará los siguientes servicios:

- a) Recolección de los desechos sólidos domiciliarios;
- b) Recolección de los desechos sólidos de los locales y establecimientos para lo cual se utilizarán recipientes debidamente identificados para desechos biodegradables y no biodegradables;
- c) Recolección de los residuos sólidos y escombros provenientes de otros que aparezcan abandonados en la vías públicas desconociéndose su origen y procedencia; o bien conociendo a sus generadores.
- d) Limpieza de solares y locales cuyos propietarios se nieguen o se resistan a la orden de hacerlo siendo de su cargo el costo del servicio.

Art. 17.- La recolección de desechos sólidos se ejecutará acorde al siguiente cronograma. Para ello se efectuará aviso acústico para el paso del vehículo recolector. Cada sector de la ciudad será informado del horario y frecuencia de la realización del servicio. Todo cambio de horario y frecuencia se publicarán con anticipación.

Tabla 82. Horario de recolección de los residuos sólidos

HORARIO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS							
TIPO DE DESECHO/DÍA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
<b>Orgánicos</b>	08:00-10:00 hrs	<b>No hay recolección</b>	08:00-10:00 hrs	<b>No hay recolección</b>	08:00-10:00 hrs	<b>No hay recolección</b>	<b>No hay recolección</b>
<b>Especiales</b>	<b>10:00-11:30 hrs</b>		<b>10:00-11:30 hrs</b>		<b>10:00-11:30 hrs</b>		
<b>Inorgánicos</b>	10:30-16:30 hrs		10:30-16:30 hrs		10:30-16:30 hrs		
<b>Reciclables(PET, Cartón, varios)</b>	14:00-16:30 hrs		<b>No hay recolección</b>		14:00-16:30 hrs		

Art. 18.- Los desechos orgánicos e inorgánicos producto de determinadas actividades comerciales serán registrados para su cobro respectivo por actividad y recogidos dentro de los horarios establecidos para cada desecho caracterizado.

Art. 19.- La recolección de residuos especiales (Infectocontagiosos), se recolectarán específicamente los días, lunes, miércoles y viernes en el horario de 10:00 a 11:30 am, respectivamente. En caso de feriados, se coordinará respectivamente para garantizar el servicio de recolección.

Art. 20.- Los generadores de desechos orgánicos (comerciantes de mercados, locales de venta de frutas y vegetales para consumo humano), se sujetarán al horario de recolección establecido.

Art. 21.- Los recipientes plásticos con los residuos enfundados se situarán a la espera del paso del vehículo recolector, en el bordillo de la acera con antelación, a la del paso del vehículo, debiendo estar bien cerrado sin que se desborden los desechos almacenados en el interior.

Art. 22.- Los propietarios de los recipientes empleados para disposición de los desechos, retirarán los mismos una vez vacíos.

### 7.2.3 Recipientes a ser utilizados

La Ordenanza en su artículo 23 manifiesta que los recipientes a utilizarse para la recolección de los desechos serán individuales y contenedores.

Los recipientes individuales deben ser higiénicos para que faciliten la manipulación de los trabajadores. Los ciudadanos del Cantón, para el sistema de clasificación domiciliaria de los desechos, deberán adquirir los recipientes conforme a los diseños y especificaciones técnicas

dispuestos por la Municipalidad (Comisaria y Unidad Ambiental). Los recipientes, deberán ser de material impermeable, con una capacidad máxima de volumen de 40 lt, para el caso de los desechos sólidos de origen domiciliario.

Estos recipientes serán entregados por la Municipalidad, y el costo será recaudado junto con la tasa mensual de recolección de residuos, mediante las planillas de agua potable en un plazo de tres meses.

Para el almacenamiento, los ciudadanos recogerán y clasificarán sus desechos en los recipientes para cada clase de desechos de la siguiente manera:

- a) Para desechos biodegradables se utilizará el recipiente de color verde;
- b) Para los desechos reciclables (papel, cartón, plástico, entre otros), se depositarán en los recipientes de color negro; y,
- c) Desechos Especiales (Hospitales, centros de salud, clínicas, consultorios, centros veterinarios, otros), que tendrán un tratamiento especial para establecimientos sujetos a la Ley Orgánica de la Salud, y lo realizarán en fundas de color rojo (identificadas) contenidas en Recipientes y/o tachos de color rojo que los generadores adquirirán bajo su responsabilidad.

Todo establecimiento de salud, deberá según lo establecido en la respectiva normativa, llevar su registro de generación (peso y volumen) y caracterización de desechos, estabilizarlos, neutralizarlos y/o esterilizarlos, previo al envío con el personal municipal.

El artículo 24 dice que para la efectiva recolección de los residuos clasificados, las edificaciones multifamiliares, instituciones educativas, hospitales, edificios públicos y privados de atención al público y otros en donde exista aglomeración de personas, se colocarán tachos tipo, de conformidad a lo que determine Unidad Ambiental y Comisaria. Se hace extensiva esta disposición a las áreas externas al centro urbano cantonal.

#### 7.2.4 **Recolección de los residuos sólidos.**

La recolección de los residuos sólidos en el cantón se mantendrá de acuerdo a lo que establece la ordenanza creada para dicho efecto y dice:

Art. 27.- El GAD Municipal de acuerdo con la Ley, recaudará de la ciudadanía, las tasas correspondientes estipuladas en la presente Ordenanza.

Art. 28.- Las categorías y tarifas establecidas por el servicio de recolección mensual de los desechos sólidos en la zona urbana y zona urbano satelital, ha sido fijado de acuerdo a la categoría que pertenezca el generador y al volumen de producción de desechos en los que él incurra.

Las categorías y rangos de producción son:

**Categoría Residencial o Doméstica.-** Se incluye el servicio realizado en inmuebles destinados a viviendas tales como: casa, villas y edificios, que estén ocupados por una sola familia. En caso de estar ocupado por dos o más familias pasará a la categoría comercial 1.

**Categoría Comercial.-** Por categoría comercial se entiende al servicio realizado para el tipo de desechos producidos en actividades comerciales que debido a la cantidad y características de los desechos generados por éstas, se ha clasificado en:

- Comercial 1.- Desechos generados por actividades comerciales tales como: restaurantes, heladerías, cafeterías, almacenes, salones de bebidas alcohólicas, hoteles, ferreterías (pequeñas y medianas), lavanderías, tiendas (abarrotes), centros de belleza, plantas embassadoras de agua, locales de venta de vegetales para consumo humano, entre otros, mismos que serán determinados por la Unidad Ambiental, Comisaría y Unidad de Servicios Públicos, para su registro y cobro respectivo.
- Comercial 2.- Desechos generados por actividades comerciales que debido a su composición merecen un tratamiento especial, entre dichas actividades se mencionan a: centros de tolerancia (prostíbulos), bares, discotecas, moteles, locales de venta de productos agropecuarios, consultorios médicos, farmacias y laboratorios clínicos.

**Categoría Industrial.-** Por categoría industrial se entiende al servicio realizado para el tipo de desechos producidos en actividades industriales como: fábrica de bloques y ladrillos, fábricas de embutidos y lácteos, bodegas de almacenamiento del gas (GLP), plantas y/o centros de crianza de aves de corral, carpinterías, lavadoras de vehículos, lubricadoras, estaciones de servicio, mecánicas automotrices e industriales, entre otros, mismos que serán determinados por la Unidad Ambiental, Comisaría Municipal y Unidad de Servicios Públicos, para su registro y cobro respectivo.

De los desechos mencionados en el presente literal, serán recogidos y trasladados por el personal municipal únicamente aquellos que no contengan desechos peligrosos. Las actividades comerciales generadoras de desechos peligrosos deberán registrarse y regularizarse ante el Organismo Rector Ambiental Nacional (MAE), en cumplimiento a la Normativa Ambiental vigente.

**Categoría Oficial.-** En esta categoría se incluye a las dependencias públicas, y privadas de atención al público, que debido a la cantidad y características de los desechos generados por éstas, se ha clasificado en:

- Oficial 1.- Oficinas técnicas (ministerios), entidades financieras, coordinaciones zonales y distritales, cooperativas de ahorro y crédito, unidad de policía comunitaria, bomberos, ligas deportivas cantonales y establecimientos educativos.
- Oficial 2.- Hospitales, dispensarios médicos y sub centros de salud.

Los montos mensuales de la tasa de recolección de residuos sólidos, se establece de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 83. Tarifa de cobro por el servicio.

TASA DIFERENCIADA		
CATEGORÍA		COSTO DÓLARES
Categoría Residencial o Doméstica		2,00
Categoría Comercial	Comercial 1	3,00
	Comercial 2	4,00
Categoría Industrial		4,00
Categoría Oficial	Oficial 1	4,00
	Oficial 2	6,00

Elaborado por: Equipo consultor 2017

Art. 29.- Para cualquier cambio de categoría, se presentará la especie valorada respectiva al GAD Municipal, para su atención, dicho documento se deberá adquirir en tesorería.

La Unidad Ambiental y la Unidad de Agua Potable y Alcantarillado de la Dirección de Obras y Servicios Públicos, podrán realizar la reclasificación de categorías si constatare que el servicio que se realiza en un inmueble, está destinado a diferente actividad para la cual se concedió el servicio.

### 7.2.5 Disposición final de los desechos urbanos y rurales.

La disposición final de los desechos sólidos generados tanto en el área urbana como en el área rural se encuentra especificado en el artículo 64 de la ordenanza.

Art. 64.- La disposición final de los desechos sólidos urbanos y rurales se los realizará en el relleno sanitario, que se encuentra ubicado en el sector El Descanso.

Los residuos orgánicos recolectados en función del horario establecido, serán dispuestos en la compostera de la granja municipal, para su procesamiento, implementando alternativas de tratamiento a fin de obtener abono y/o compost y otros que los técnicos de la Dirección de Fomento Microempresarial y Turismo determinen, a fin de emplear el producto obtenido en las áreas verdes a cargo del GADM.

### 7.3 Diseño del sistema de disposición final.

De acuerdo a los cálculos realizados en las diferentes alternativas se recomienda que la alternativa número 3 es la más adecuada para la disposición final de los residuos sólidos.

En la nueva celda se propone realizar 9 capas entre basura y material de cobertura de las cuales 5 capas serán en forma de trinchera y 4 capas en forma de terrazas como se observa

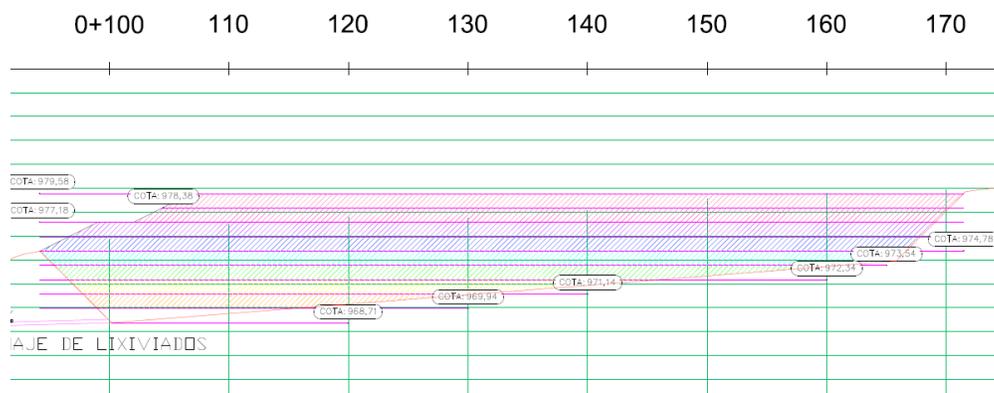
en la figura 22, las dimensiones de la nueva celda se presentan en el anexo 7 (memoria técnica de escenarios), al igual que las cotas de cada una de las terrazas y trincheras propuestas y el ancho de cada celda se presenta en el anexo 17 (Secciones Transversales).

Durante los trabajos de operación de la celda nueva se dispondrá el material (basura incluyendo la cobertura) en capas de 1.2 m de altura con taludes laterales con pendientes 1H: 1V que permitan la disposición de la basura. Una vez que el volumen de desechos sólidos llegue al nivel de la superficie del terreno cota 974.16 msnm, se deberán construir cinco terrazas más de 1,20 metros de altura con taludes laterales de 1H: 1V, con lo cual la altura total de los desechos es de 10.8 metros.

En las siguientes figuras se puede observar el planteamiento técnico de la nueva celda con las nueve capas mencionadas:

Figura 22. Terrazas de estoqueo de Basura.

DETALLE EN CORTE DE CONFORMACIÓN DE LA NUEVA CELDA



COTAS DE IMPLANTACIÓN			
		INICIO	FIN
	CAPA 1	968.71 m	969.94 m
	CAPA 2	969.94 m	971.14 m
	CAPA 3	971.14 m	972.34 m
	CAPA 4	972.34 m	973.54 m
	CAPA 5	973.54 m	974.78 m
	CAPA 6	974.78 m	975.98 m
	CAPA 7	975.98 m	977.18 m
	CAPA 8	977.18 m	978.38 m
	CAPA 9	978.38 m	979.58 m

SIMBOLOGÍA		
	CELCDA ACTUAL	
	ALCANTARILLA 200 mm	COTA
	CAPA 1: 384.8 m3	968.71 m
	CAPA 2: 1206.375 m3	969.94 m
	CAPA 3: 2102.095 m3	971.14 m
	CAPA 4: 3036.95 m3	972.34 m
	CAPA 5: 3751.019 m3	973.54 m
	CAPA 6: 3884.47 m3	974.78 m
	CAPA 7: 3973.631 m3	975.98 m
	CAPA 8: 3784.411 m3	977.18 m
	CAPA 9: 3702.241 m3	978.38 m

Elaborado por: Equipo Consultor 2017.

El diseño de cada una de las capas se estableció en base al volumen diario de basura bajo el escenario de generación número 3 (establecido en el anexo 7), manteniendo como constante la altura de 1.2 m por cada capa hasta cubrir el largo y la profundidad de la trinchera, que como se puede observar en el anexo 17, al no ser homogéneos se determinaron por medio de

un análisis de cortes transversales cada 5 m en ambos sentidos lo que permitió obtener con un muy buen grado de precisión el volumen de cada capa.

En la siguiente tabla se presentan las dimensiones de cada capa y el número de años que duraría cada una de estas, si se cumple las condiciones establecidas en el manual de operación y mantenimiento.

*Tabla 84. Parámetros mínimos de cada capa en la nueva celda proyectada.*

		volumen	volumen acumulado	años acumulado	años por celda
<b>Trincheras</b>	capa 1	515,39	515,39	0,34	0,34
	capa 2	1379,44	1894,83	1,24	0,90
	capa 3	2268,98	4163,81	2,72	1,48
	capa 4	3248,18	7411,99	4,85	2,12
	capa 5	3858,03	11270,02	7,37	2,52
<b>Terrazas</b>	capa 6	4027,75	15297,77	10,00	2,63
	capa 7	4102,51	19400,28	12,69	2,68
	capa 8	4086,17	23486,45	15,36	2,67
	capa 9	4000,4	27486,85	17,97	2,62
				<b>TOTAL</b>	<b>17,97</b>

Fuente: Equipo Consultor 2017.

### 7.3.1 Infraestructura del relleno.

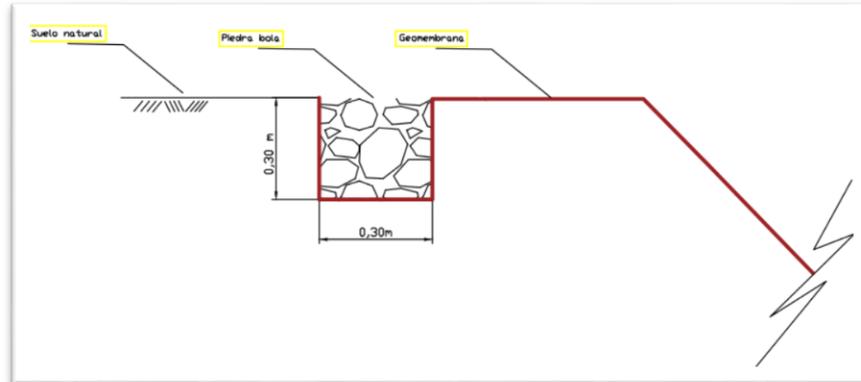
La base del relleno debe ser impermeable para evitar la contaminación del agua y suelo por infiltración de lixiviados por lo que se instalará una geomembrana, que separe la estructura del relleno con el suelo base, cuyas características mínimas se presentan a continuación y las especificaciones técnicas ampliadas se presentan en el Anexo 13, así también la ficha técnica del fabricante. La geomembrana deberá cumplir por lo menos las siguientes características:

- Espesor promedio 1,50 mm con una tolerancia máxima de +/- 10%
- Densidad mayor a 0,94 g/cm<sup>3</sup>
- Alta resistencia a rayos UV, ataque químico y condiciones ambientales.
- Uniones termoselladas in situ.

- Las especificaciones técnicas se encuentran en el anexo 13, ítem 6.26.

La geomembrana irá anclada alrededor de la celda en una zanja perimetral de 0,30 m x 0,30 m rellena de geomembrana, tal como se puede ver en la siguiente figura:

Figura 23. Sistema de anclaje perimetral de la geomembrana.



Elaborado por: Equipo consultor 2017.

### 7.3.2 Determinación de la generación de lixiviados y gases en la nueva celda

La determinación de la cantidad de lixiviados y gases se realizó por el método denominado “Corenostós” presentado por el ingeniero Héctor Collazos Peñaloza en su libro Diseño y Operación de Rellenos Sanitarios (Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, 2005).

Corenostós viene del griego *Corema* que significa “lo que se recoge al barrer” y de *Nostós* que significa “relleno” y simula el proceso de llenado de un relleno sanitario y la biodegradación de los desechos colocados en él más la infiltración y la percolación de aguas lluvias.

Incorpora los conceptos de balance hidrológico por mes considerando la pluviosidad en el sector que será incorporada al relleno sanitario pero también la evapotranspiración producto de la evaporación natural y de los procesos de plantas y vegetación circundante.

Por medio de una hoja de Excel que incorpora los datos mes a mes, se establece la generación de lixiviados y gases durante la fase de operación del relleno sanitario, la fase de cierre y determina el tiempo que se prevé se generarán los lixiviados.

Para el caso de la celda nueva, las variables consideradas son:

- La cantidad de basura generada desde el primer mes de inicio y sus incrementos. Para facilidad de análisis el incremento de generación de basura se consideró anualmente, es decir cada 12 meses, en base a los datos de crecimiento demográfico.
- La composición física y química de la basura que se pretende colocar en el relleno. Esta información se basa en los componentes de la basura dispuesta, manteniendo

como hipótesis que se mantiene la recolección diferenciada de un gran porcentaje de basura orgánica del centro urbano del cantón Limón (para la producción de compost en la nave municipal), estimando que no se puede separar un 8% que va a parar al relleno; y el reciclaje de cartón (un 5%) y un 80% de las botellas plásticas generadas, es decir que al relleno va a parar un 20% de envases dañados, rotos o sucios.

- Se considera un 50% de grado de descomposición de la basura
- Al inicio de la operación, es decir en el mes 1 el área descubierta es el total de la celda, es decir 3500 m<sup>2</sup> (50m x 70m) que va disminuyendo mes a mes en base al área que va siendo ocupada por las celdas diarias durante un mes de 1,33m x 1,85m en área diaria. Mientras no se cubra totalmente la celda con la primera capa de basura, pese a que la cobertura de tierra diaria es de 15 cm de espesor, en el modelo se coloca como 0 debido a que toda el agua que ingresa al relleno se convierte en percolado.
- Vida útil del relleno de 19,24 años, es decir 231 meses.(ver Anexo 7)
- Altitud del sitio del relleno sanitario de 1100 msnm que permite determinar la presión atmosférica en 881 mm Hg a una temperatura promedio de 22,54 °C (Chacón V., 2013)<sup>2</sup>

Precipitación mensual promedio mes por mes obtenida de la estación hidrometereológica más cercana. (INAMHI)

Tabla 85. Precipitación mensual.

PRECIPITACION MENSUAL (mm)	
Estación:	GUALAQUI ZA
Código:	M189
Latitud:	3°24'00" (S)
Longitud:	78°34'00" (W)
Elevación:	750ms nm

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Annual	3077,0	3504,5	5374,6	7034,7	6593,2	7134,7	5089,8	3997,6	4506,2	4072,2	3785,7	3300,8	
Media	99,26	113,05	173,37	226,93	212,68	230,15	164,19	128,95	145,36	131,36	122,12	106,48	1853,90

Fuente: INAMHI, estación Gualaquiza

- Evapotranspiración potencial corregida mes a mes en el sitio y durante todo el tiempo que se considera durará el relleno. (INAMHI)

<sup>2</sup> "Diagnostico general de la situación actual para el relleno sanitario del cantón Limón - Indanza", Víctor Chacón, abril 2013

**Evapotranspiración (Et):** Calculada con el método de Thornwaite.

LONGITUD: 78°24'14,37"  
LATITUD: 2°56'11,2"

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
T (°C)	23,94	20,94	23,42	24,48	22,94	22,11	21,90	21,99	22,65	23,79	21,17	21,15
i	10,71	8,74	10,36	11,08	10,04	9,49	9,36	9,42	9,85	10,61	8,89	8,88
l	117,42											
a	2,63											
Nh (h)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Nd (día)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
ETP(sin ajustar)	103,91	73,10	98,09	110,18	92,89	84,32	82,24	83,13	89,84	102,21	75,23	75,05
ETP (corregida)	107,37	68,23	101,36	110,18	95,99	84,32	84,98	85,90	89,84	105,62	75,23	77,55

Fuente: Chacón V., 2013.

Tabla 86. Datos iniciales del modelo CORENOSTÓS aplicado

Simulación de relleno sanitario										
	real	por defecto	Tabla de la cantidad de cada elemento en el material							
Tonelaje depuesto	1	tonelada	Hidrógeno	Carbono	Nitrógeno	Oxígeno	Azufre	Cenizas		
% putrescible	8		0.064	0.480	0.026	0.376	0.004	0.050		
% papel y cartón	5		0.06	0.435	0.003	0.440	0.002	0.06		
% textiles	3.38		0.066	0.5475	0.047	0.3115	0.003	0.025		
% jardinería	1		0.057	0.4855	0.029	0.3855	0	0.043		
% otros	82.62									
% humedad pu	51	o si no: 51					seca	parte de agua		
% humedad pa	10	o si no: 10					0.9499580	0.0408		
% humedad te	9	o si no: 9					a descompos	0.005		
% humedad ja	12	o si no: 12					0.1237580	0.003042		
							total H <sub>2</sub> O	0.050042		
% descomposición	50	o si no 50	0.5	elementos disponibles:						
Temperatura	22.54		0.4	H-dispo	C-dispo	N-dispo	O-dispo	S-dispo	Cen-dispo	
Presión atmosférica	881	881.1415	pu	0.00250880	0.01881600	0.00101920	0.01473920	0.00015680	0.00196000	
Altitud (m sobre n m)	1100		pa	0.00270000	0.01957500	0.00013500	0.01980000	0.00009000	0.00270000	
			te	0.00203003	0.01684001	0.00144563	0.00958112	0.00009227	0.00076895	
factor a c. d. l.	1.245		ja	0.00050160	0.00427240	0.00025520	0.00339240	0.00000000	0.00037840	
presión atm (mm de Hg)	661	Total ton		0.00774043	0.05950341	0.00285503	0.04751272	0.00033907	0.00580735	
		Mol - total		0.003870	0.002479	0.000102	0.001485	0.000170	0.002904	
1.00000000										
0.058806		Secos activos	lixiviados	Metano	Carbónico	Amoniaco	Agua	S y cenizas		
0.058806		0.06495	0.0085532	0.0210240	0.0512735	0.0017334	-0.0152252	0.0030732		
0.123758		0.064952								
m <sup>3</sup> de gases a c. d. l.				69.1821223	29.45333161	26.1203694				
oversurria, (en años)	15									
% descomp 1 <sup>er</sup> año	15	o si no 15	descomposición anual del mes 1 al 12							
% descomp final	5	o si no 5								
fecha de inicio	ene-18	0.507521	factor anual de descomposición del mes 13 al 60							
meses para el cierre	231	0.000417	factor mensual de descomposición del mes 61 al 411							
Si se quiere saber cuánto queda por descomponer (porcentualmente) de la unidad de basura a partir de un mes determinado:										
a partir del mes 60 queda por descomponer el 5 %							60	mes		
Determinación del factor de infiltración (=precipitación - escorrentía (función de pendiente (gráfica) y permeabilidad))										
Pendiente %	3	pend	3	Tipo de cubierta geomembran						
Tipo de cubierta	0.4	tipo cobert	0.4	arcilloso						
Infiltración	0.861	infiltrac	0.861	limoso						
Saturación [mm]	375	saturac	375	arenoso						
				coeficiente						
				1						
				saturación						
				375						
				300						
				200						
				2000 mm de lluvia						
				1200 mm evaporación						
Si se quiere evitar percolaciones en una capa de arcilla con pendiente de 3% frente a lluvias de 2000 mm menos evaporación de 1200 mm, el espesor de dicha capa (compactada) debe ser de 184 cm										

Elaborado por: Equipo Consultor en base a modelo de Collazos H.

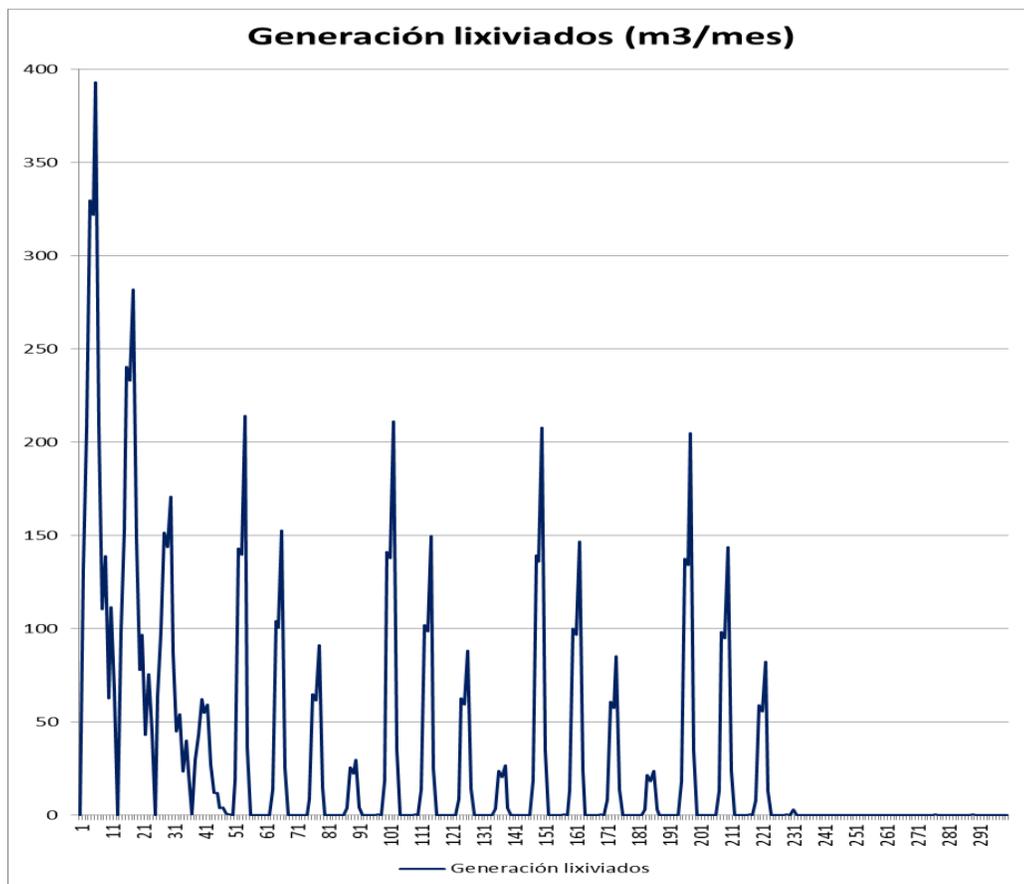
En base a bibliografía especializada se considera que durante el primer año de depósito de la basura, la descomposición de la basura es relativamente baja (se considera un 15%) y va aumentando durante los siguientes 3 años posteriores, asumiendo que en el quinto año se termina esa descomposición de desechos orgánicos restantes asumidos en un 5%.

Al tratarse de una celda diseñada como método de trinchera, se considera que la pluviosidad que ingrese al relleno se convertirá en lixiviado como un caudal de percolación.

Los resultados del modelo se pueden observar en el anexo 14 destacándose los siguientes:

- La máxima generación mensual acumulada de lixiviados es de 393,14 m<sup>3</sup>/mes o lo que es igual a 0,15 l/s y es la que se usa para el diseño de los drenes.

Figura 24. Generación de Lixiviados.



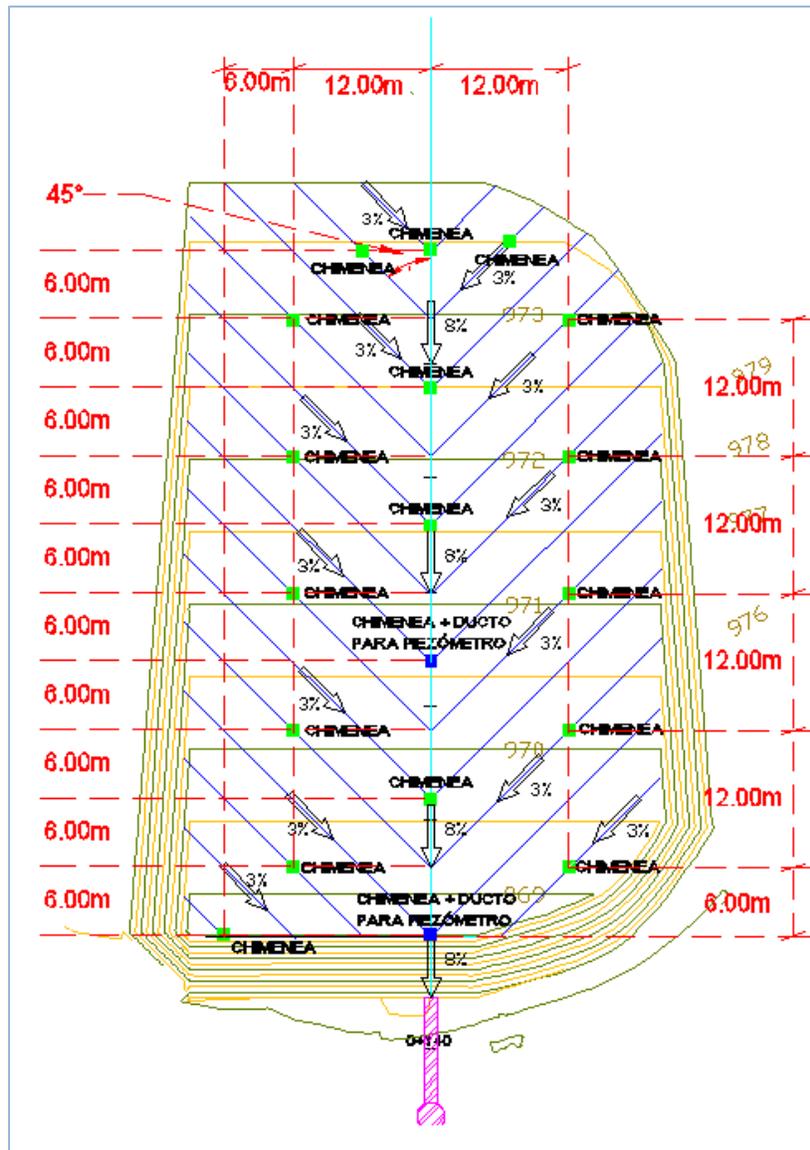
Elaborado por: Equipo consultor 2017

- A partir del mes 231 la generación de lixiviados es exclusivamente la producida por la basura que se descompondrá ya que en esa fecha se hará el cierre con una capa de 40 cm de arcilla.

### 7.3.3 Recolección y transporte de lixiviados

En lo que se refiere la evacuación de lixiviados, se utilizará el drenaje tipo espina de pescado con tuberías perforadas de diámetro de 160 mm en ramales que irán ubicadas cada seis metros a ambos lados de un colector de 200 mm de diámetro, formando un ángulo de 45° con éste.

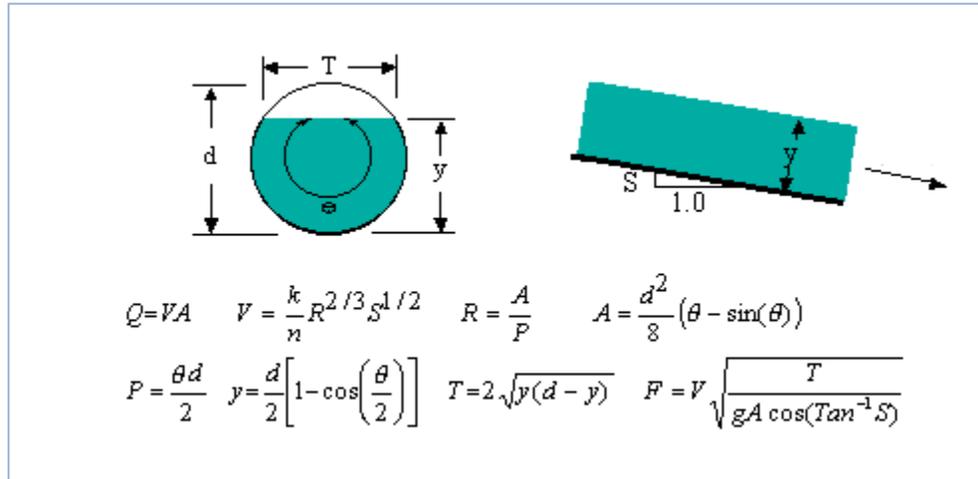
Figura 25. Sistema de Drenaje de Lixiviados y Gases.



Fuente: Equipo Consultor 2017.

El diseño hidráulico de esta red de captación y transporte de lixiviados se presenta en el Anexo 15 donde constan la memoria descriptiva y la tabla de cálculo que fue desarrollada utilizando la ecuación de Manning con los siguientes parámetros:

Figura 26. Sistema de anclaje perimetral de la geomembrana.



Elaborado por: Equipo consultor 2017.

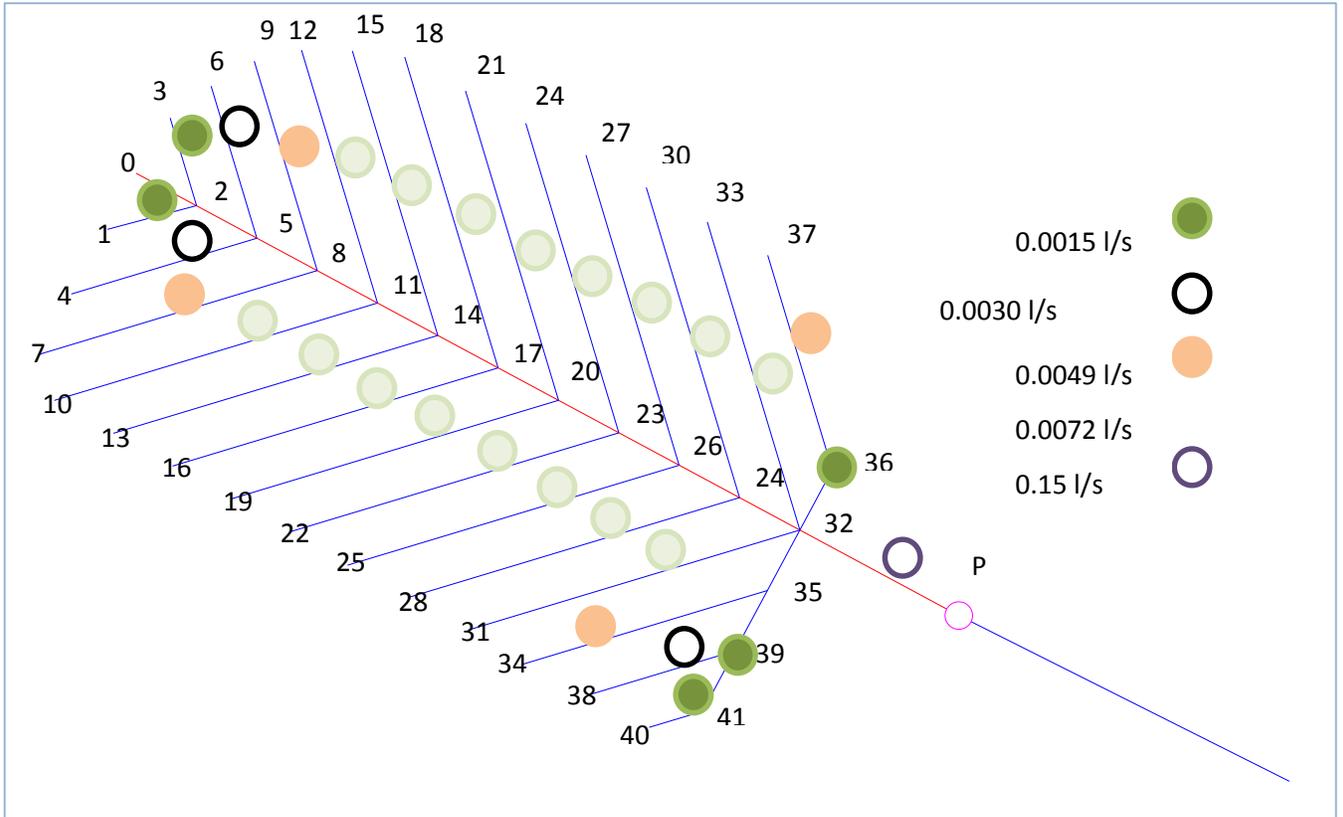
El diseño hidráulico de la red de recolección y transporte de lixiviados se representa en la siguiente figura que trabajará con los siguientes parámetros:

- Q= Caudal de diseño máximo de lixiviados: 0,15 l/s para celda nueva y 0,14 l/s para celda actual
- Pendiente (S) de diseño: 2%, 3% y 8%
- Rugosidad de la tubería (n) (Coeficiente de Manning para PVC): 0,009
- Diámetro de tubería (d): 160 mm y 200 mm
- Velocidad máxima de diseño (V): 2,50 m/s
- Diseño sin presión, es decir a tubería con calado menor al 80% del diámetro (y).

Par el efecto se estableció el caudal de lixiviados esperados en cada uno de los tramos de los drenes en función directa del área aportante lo que se distingue con un círculo de color que representa áreas similares; indicando además que los drenes de 160 mm de diámetro son los que se muestran en color azul mientras que la tubería de color rojo corresponde al diámetro de 200 mm.

Los tramos analizados se pueden observar a continuación:

Figura 27. Tramos de drenes analizados hidráulicamente.



Elaborado por: Equipo consultor 2017.

Con los parámetros establecidos para el diseño de los drenes se utilizó la herramienta “Manning Pipe Flow” que se puede encontrar libremente en <http://www.hawsedc.com/engcalcs/Manning-Pipe-Flow.php?lang=es> y se comprobó manualmente mediante una hoja de cálculo que se presenta en el Anexo No. 15.

Para los drenes de diámetro 160 mm se analizó para diferentes porcentajes de tubería llena hasta cumplir con el máximo caudal esperado de 0,0076 l/s, cuyos resultados se presentan a continuación.

## DREN PARA CELDA NUEVA RRSS LIMÓN INDANZA

Análisis de capacidad de transporte de lixiviados

Set units: <input type="button" value="m"/> <input type="button" value="mm"/> <input type="button" value="pies"/> <input type="button" value="pulgadas"/>		Resultados:	
Diámetro de la tubería, $d_0$	160	mm	
Rugosidad según Manning, $n$ ?	0.009		
Pendiente hidráulica (o quizás ? de la tubería), $S_0$	3	% vert./horiz.	
% llenado de la tubería (llena=100% o fracción 1)	1.05	%	
		Caudal, $q$	0.0076 l/s
		Velocidad, $v$	0.2069 m/s
		Presión (en M.C.As) por velocidad de flujo, $h_v$	0.0022 m
		Área del flujo	0.0000 m <sup>2</sup>
		Perímetro mojado	0.0328 m
		Radio hidráulico	0.0011 m
		Ancho de lámina libre, $T$	0.0326 m
		Número de Froude, $F$	1.97
		Tensión tangencial (fuerza de tracción), $\tau$	0.4942 N/m <sup>2</sup>

Como se puede observar, para cubrir el máximo caudal de 0,0076 l/s esperado para la tubería de 160 mm de diámetro se tendría un calado correspondiente al 1,05% del tubo lleno y nos daría una velocidad de 0,21 m/s menor a la máxima impuesta por lo que se puede concluir que si hay cumple los parámetros hidráulicos.

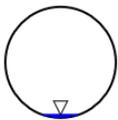
Es importante indicar que hidráulicamente para el caudal analizado aparentemente el diámetro de 160 mm se consideraría sobredimensionado, pero se recomienda utilizarlo para reducir al máximo el riesgo de que el dren se colmate con finos y materiales de diámetros pequeños.

De igual manera se procedió para el dren de 200 mm de diámetro que debido a la topografía y diseño de la celda trabajaría con una pendiente del 8% en el tramo 0-32 y un caudal máximo de 0,15 l/s observando que cumple completamente con los parámetros hidráulicos de inicio.

## DREN PARA CELDA NUEVA RRSS LIMÓN INDANZA

Análisis de capacidad de transporte de lixiviados

Set units: <input type="button" value="m"/> <input type="button" value="mm"/> <input type="button" value="pies"/> <input type="button" value="pulgadas"/>		Resultados:	
Diámetro de la tubería, $d_0$	200	mm	
Rugosidad según Manning, $n$ ?	0.009		
Pendiente hidráulica (o quizás ? de la tubería), $S_0$	8	% vert./horiz.	
% llenado de la tubería (llena=100% o fracción 1)	2.6	%	
		Caudal, $q$	0.1584 l/s
		Velocidad, $v$	0.7140 m/s
		Presión (en M.C.As) por velocidad de flujo, $h_v$	0.0260 m
		Área del flujo	0.0002 m <sup>2</sup>
		Perímetro mojado	0.0648 m
		Radio hidráulico	0.0034 m
		Ancho de lámina libre, $T$	0.0637 m
		Número de Froude, $F$	3.87
		Tensión tangencial (fuerza de tracción), $\tau$	4.0793 N/m <sup>2</sup>

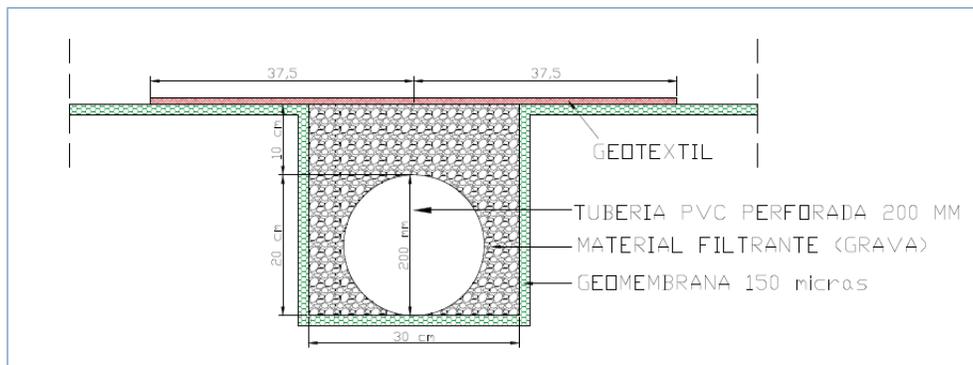


Exclusivamente por temas operativos (pese a que por temas hidráulicos teóricamente no es necesario) el tramo final 32-P (denominado con P al pozo de inspección) se diseñó con una pendiente del 3% para producir un salto al interior del pozo de revisión que permita:

- Facilidades para medir el caudal de lixiviados de la celda nueva mediante métodos volumétricos;
- Reducción de energía y velocidad dentro del dren de la celda actual donde se junta el dren aguas abajo del pozo de revisión (P) para el caso de lluvias extremas donde en pocos minutos (debido a que la celda estará completamente impermeabilizada desde el inicio de funcionamiento) se concentraría gran cantidad de agua.

La tubería de drenaje (ver Figura 28) se instalará dentro de una zanja de treinta centímetros de lado y cubierta por piedra bola o grava que permita el escurrimiento de los lixiviados hacia el sistema de drenaje. Este sistema se conectará con la celda ya cerrada mediante un colector de 250 mm que atraviesa la vía perimetral.

*Figura 28. Detalle de Drenaje de Lixiviados*

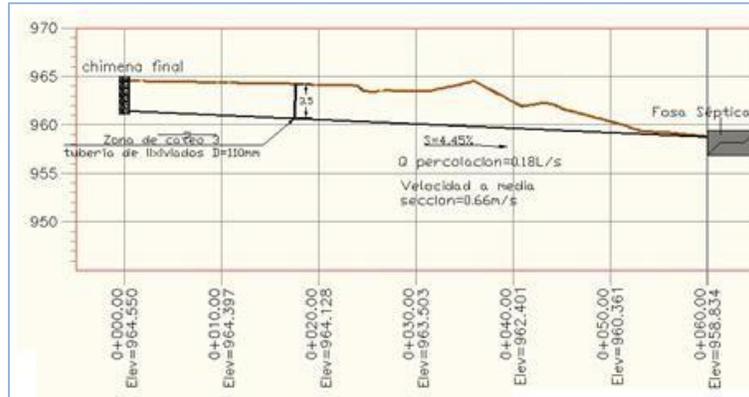


**Fuente: Equipo Consultor 2017.**

El transporte de los lixiviados a la planta de tratamiento –PTAR- continúa desde el pozo de revisión (P) hasta conectarse con el primer dren de gases del lado izquierdo de la celda actual la misma que tiene una conexión directa mediante tubería de 200 mm al dren principal compuesto de una zanja de 0,50m x 0,50m que se empata con una tubería de 160 mm de diámetro y 59,40 m de longitud que transporta los lixiviados hacia la PTAR. (Diagnóstico elaborado por el Ing. Víctor Chacón en el año 2013).

Se procedió a comprobar la capacidad hidráulica de esta tubería que en su máxima capacidad transportará un caudal total de 0,33 l/s de lixiviados que es la suma de los 0,15 l/s de la celda por construirse y de 0,18 l/s de la celda actual. En la siguiente figura se indican los principales datos:

Figura 29. Perfil del Drenaje de Lixiviados de la celda actual



Fuente; Chacón V., 2013 (pp. 98)

Como se puede comprobar a continuación, la capacidad hidráulica del dren que lleva los lixiviados hasta la PTAR es satisfactoria.

## DREN PARA CELDA ACTUAL Y NUEVA RRSS LIMÓN INDANZA

Análisis de capacidad de transporte de lixiviados incluidas las 2 zanjas

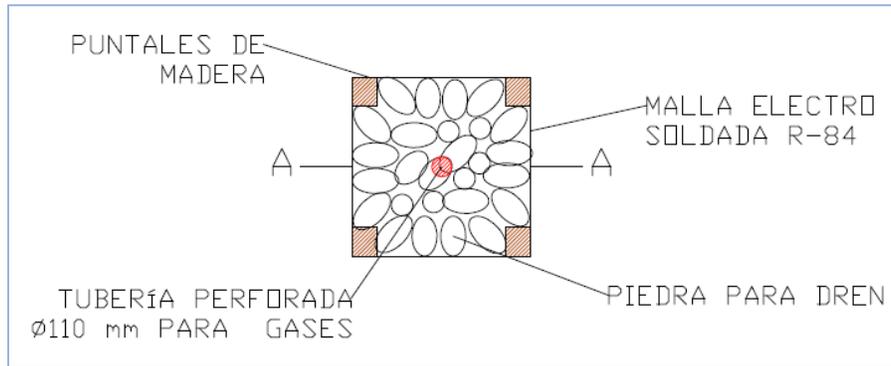
Set units: <input type="checkbox"/> m <input type="checkbox"/> mm <input type="checkbox"/> pies <input type="checkbox"/> pulgadas		Resultados:	
Diámetro de la tubería, $d_0$	160 <input type="text"/> <input type="text" value="mm"/>	Caudal, $q$	0.3390 <input type="text" value="l/s"/>
Rugosidad según Manning, $n$ ?	0.009 <input type="text"/>	Velocidad, $v$	0.7623 <input type="text" value="m/s"/>
Pendiente hidráulica (o quizás ? de la tubería), $S_0$	4.5 <input type="text"/> <input type="text" value="% vert./horiz."/>	Presión (en M.C.As) por velocidad de flujo, $h_v$	0.0296 <input type="text" value="m"/>
% llenado de la tubería (llena=100% o fracción 1)	5.6 <input type="text"/> <input type="text" value="%"/>	Área del flujo	0.0004 <input type="text" value="m^2"/>
		Perímetro mojado	0.0765 <input type="text" value="m"/>
		Radio hidráulico	0.0058 <input type="text" value="m"/>
		Ancho de lámina libre, $T$	0.0736 <input type="text" value="m"/>
		Número de Froude, $F$	3.13 <input type="text"/>
		Tensión tangencial (fuerza de tracción), $\tau$	3.9538 <input type="text" value="N/m^2"/>

### 7.3.4 Recolección y evacuación de gases

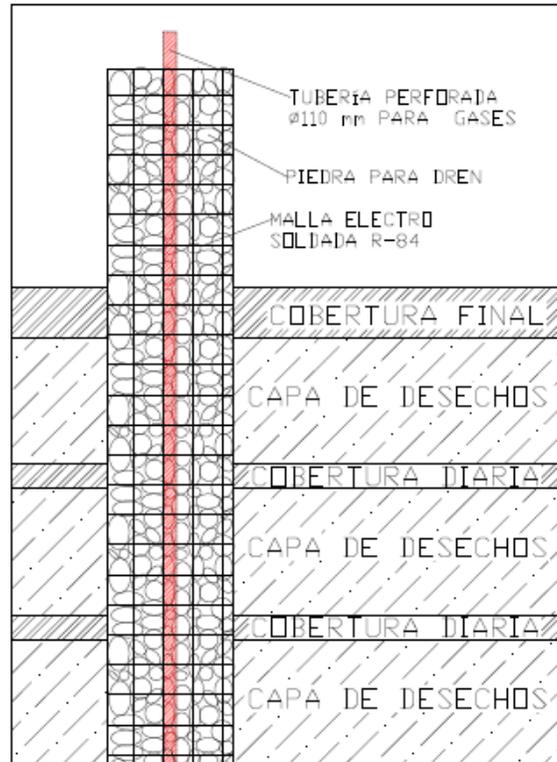
Para el sistema de drenaje de gases se utilizarán 12 chimeneas ubicadas 8 a cada doce metros y dos de ellas cada seis metros en sentido longitudinal a la celda y se utilizarán dos más, una a 18 metros en sentido transversal al relleno y otra a la salida del colector principal permitiendo así la evacuación de los gases generados por los lixiviados.

Las chimeneas estarán compuestas por cuatro parantes de madera rodeados por malla electro soldada y rellenos con piedra para drenaje, además deben contar con una tubería perforada en la parte superior por si se pretende instalar un sistema de quema de gas (ver Figura 30).

Figura 30. Detalle de chimeneas para gases.



Elaborado por: Equipo consultor 2017.



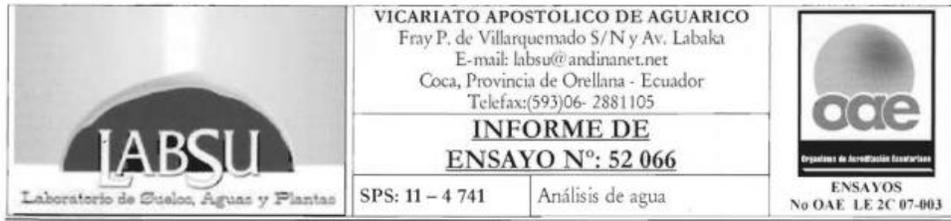
Elaborado por: Equipo consultor 2017.

### 7.3.5 Tratamiento de lixiviados.

El caudal de lixiviados que proviene de la celda actual es de 0.18 lts/s y el caudal que se espera tener de la celda nueva es de 0.15 lt/s, sumando los dos nos da un total de 0.33 lt/s.

Debido a la dificultad de obtener datos de la calidad del lixiviado “crudo” es decir aquel antes de que ingrese a la PTAR no se pudo obtener las características físico químicas, razón por la que para establecer el desempeño de la fosa séptica se utilizó los datos del lixiviado de un sitio de similares características culturales y climatológicas por lo que se escogió la ciudad de Lago Agrio.

La información se obtuvo de la Tesis para la obtención del título de ingeniero químico titulada “Estudio del sistema de tratamiento de lixiviados en el relleno sanitario de Lago Agrio”, realizada en el año 2013 por Alexandra Marcela Dávila Cifuentes de la Universidad Central del Ecuador.



**3.- Resultados:**

Parámetros	Unidad	a 50 843
Potencial hidrógeno	~	6,76
Conductividad	uS/cm	12 200
Sólidos totales	mg/L	14 924
*Sólidos totales suspendidos	mg/L	510
Demanda química de oxígeno	mg/L	15 377
*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	4 125
Bario	mg/L	0,77
Cromo total	mg/L	<0,10
*Mercurio	mg/L	< 0,0002
Plomo total	mg/L	<0,15
Vanadio	mg/L	<0,40
*Cianuros	mg/L	0,50

**4.- Responsables del Informe:**

Autorización:  **Dr. Luis Fernando Soto.**  
DIRECTOR TÉCNICO

  **Téc. Andres Sol's Plaza.**  
RESPONSABLE CALIDAD

**Fuente: Universidad Central del Ecuador**

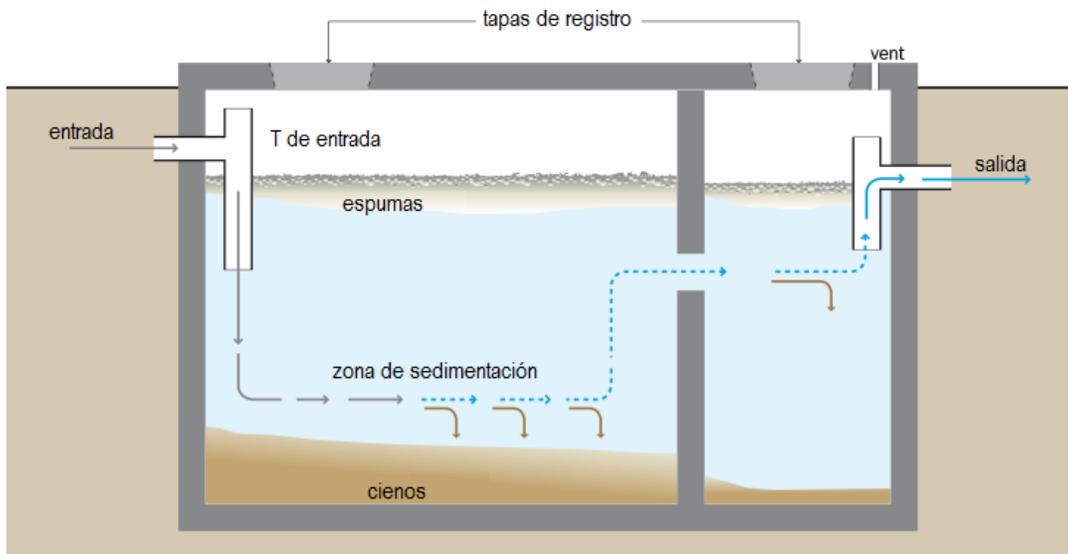
Como se pudo observar en el numeral 6.5.5 del presente documento, en la actualidad la PTAR para los lixiviados está compuesta por una fosa séptica de 2 cámaras y posterior a ésta se conduce a un filtro anaerobio. Es importante indicar que en la actualidad, con un caudal de 0,14 l/s medido al final del filtro, los parámetros de calidad del efluente están dentro de los límites establecidos en el TULSMA tal como se puede observar de los análisis de laboratorio respectivos y que se encuentran en el Anexo 4.

Bajo estas consideraciones se pretende estudiar si la misma infraestructura de tratamiento servirá para tratar un caudal de 0,33 l/s de lixiviados.

### 1.1.1.1 Comprobación de la Fosa séptica

En la siguiente figura se indica a modo de ejemplo los componentes principales de una fosa séptica de 2 cámaras, similar a la existente, donde se puede observar los espacios destinados al depósito de los lodos (o cienos), la zona de sedimentación, la zona de espumas o natas y la entrada y salida de afluentes y efluentes.

Figura 31. Corte de fosa séptica.



Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Esquema\\_de\\_fosa\\_septica.png](https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Esquema_de_fosa_septica.png)

Un tema importante que se debe establecer en una fosa séptica es el período de retención del agua que ingresa a ella, por lo que sus dimensiones (volumen de la fosa) son un tema importante a considerar en el cálculo.

La eficiencia de remoción en una fosa séptica varía del tipo de parámetro, pero de varios estudios y fuentes bibliográficas consultadas, el porcentaje de remoción teórico es aproximadamente el siguiente:

Remoción DBO5	45,00
Remoción DQO	40,00
Remoción SST	70,00

Se procedió a hacer el respectivo análisis en base a la situación actual de la fosa séptica comprobando que de acuerdo a sus dimensiones y al caudal a tratar (33 l/s) se cumpla con

los mínimos exigidos por la Organización Panamericana de la Salud OPS y el Banco Mundial para fosas sépticas que son:

- Período de retención, por lo menos 1 día
- Volumen de retención de lodos, por lo menos el 30%
- Volumen para natas y espacio libre sobre la tubería de conexión entre cámaras y salida del efluente, suficiente.

El análisis matemático e hidráulico se presenta a continuación, indicando que la fosa séptica actual si cumpliría con los mínimos exigidos por la norma.

<b>COMPROBACIÓN DE COMPORTAMIENTO DE FOSA SÉPTICA ACTUAL</b>			
<b>Caudal a tratar:</b>			
		0.33 l/s	
		28.51 m <sup>3</sup> /día	
		28512.00 l/día	
<b>Volumen de la Fosa para sedimentación (VS)</b>			
Cámara No. 1 y 2		VS	
(5,53 + 2,72) x 2,40 x 2,5		49.50 m <sup>3</sup>	
ÁREA DE LA FOSA (A)		A	
(5,53 + 2,72) x 2,5		20.63 m <sup>2</sup>	
ÁREA DE CÁMARA 1		13.83 m <sup>2</sup>	
<b>PERÍODO DE RETENCIÓN HIDRÁULICO (PR)</b>			
Según OPS: $PR=1,5 - \log(Q)$			
Donde: Q en l/d pero siempre > 1 día			
		PR=	0.16 día
Según fosa construida			
$PR = V / Q$		PR=	1.74 día ok
<b>PROFUNDIDAD MÍNIMA PARA SEDIMENTACIÓN (HS)</b>			
$HS = H - (HL + H_{agua} + H_{natas} + H_{seg\ natas} + H_{libre})$			
H = altura construida		H =	2.40 m
HL = Altura de lodos = 30% de la altura total			
		HL =	0.72 m
Hagua = Altura permanente con agua			
$H_{natas} = 0,7 / A$ cámara 1		$H_{natas} =$	0.05063291 m
H seg natas (según OPS)		Hseg natas=	0.10 m
H libre según OPS)		H libre =	0.30 m
		HS =	1.23 m ok

Fuente: Equipo consultor 2017.

### 1.1.1.2 *Comprobación del filtro anaerobio*

Luego de la Fosa séptica, como parte del tratamiento, el lixiviado ingresa a un Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente –FAFA- de forma circular ubicado a pocos metros de la fosa y cercano al talud del río.

En estudios hechos en Brasil se indica que estos filtros logran remociones de DBO del 80%, con lechos de piedra de 4 a 7 mm y altura de 1.2m (Romero Rojas, 2010) y la remoción alcanzada de DQO entre 80 y 95% según (Romero Rojas, 2010).

Por otra parte se tiene una remoción orgánica alcanzado por el FAFA para DBO5 63.6 %, DQO 62.27 % y SST 74.26 %, según información obtenida de la revista Bolivariana “Tecno – Ciencia Universitaria” (Santa Cruz), Vol 7, No 7, (Ríos, 2009)

El filtro existente posee un lecho filtrante de grava de entre 2 y 3 cm y las eficiencias adoptadas son:

Remoción DBO5	64,00
Remoción DQO	62,00
Remoción SST	74,00

Las principales consideraciones de diseño de un FAFA se presentan a continuación:

#### **Concentración de sustrato del efluente del sistema FAFA**

$$S_f = S * (1 - \text{Remoción DQO})$$

Donde:

S<sub>f</sub> = Concentración de sustrato del efluente del sistema (mg/l)

S = Concentración del sustrato afluente (mg/l)

Remoción DQO = Eficiencia de remoción de DQO del sistema FAFA

#### **Carga Orgánica**

$$CO = S_f$$

Donde,

---

CO= Carga orgánica (Kg DQO/m<sup>3</sup>)

Sf= Concentración de sustrato del efluente del sistema (Kg/m<sup>3</sup>)

### Carga orgánica volumétrica (COV)

$$COV=CO/TRH$$

Donde:

COV: Carga Orgánica Volumétrica [kg/DQOm<sup>3</sup>.d]

CO: Concentración contaminante del afluente o carga orgánica [kg DQO/m<sup>3</sup>]

TRH: Tiempo de Retención Hidráulico [días]; Un valor mínimo de 24horas=1día según (Romero Rojas, 2010)

$$(\text{Concentración}) \times (\text{Caudal}) = \text{Carga}$$

$$\text{Kg/l} \times \text{l/d} = \text{Kg/d}$$

### Volumen del FAFA

$$V_{FAFA} = \frac{2 * Q * CO}{COV}$$

Donde,

VFAFA= Volumen del FAFA (m<sup>3</sup>)

Q= Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/d)

CO= Carga orgánica (Kg DQO/m<sup>3</sup>)

COV= Carga orgánica volumétrica (Kg DQO/m<sup>3</sup>\*d)

### Altura del FAFA

La altura de la FAFA según el diseño existente es de 2m

### Área del FAFA

$$A_{FAFA} = \frac{V_{FAFA}}{H_{FAFA}}$$

Donde,

AFAFA= Área del FAFA (m<sup>2</sup>)

VFAFA= Volumen de FAFA (m<sup>3</sup>)

HFAFA= Altura de FAFA (m)

### Diámetro del FAFA

En caso de ser un FAFA circular las dimensiones son:

$$\phi_{FAFA} = \sqrt{\frac{4A_{FAFA}}{\pi}}$$

Donde,

DFAFA= Diámetro FAFA (m) AFAFA= Área del FAFA (m<sup>2</sup>)

### Velocidad Ascensional del Flujo (Va, m/h)

$$v_a = \frac{2Q}{A_{FAFA}} * \frac{1}{24}$$

Donde,

Va= Velocidad ascensional (m/h)

Q= Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/d)

AFAFA= Área del FAFA (m<sup>2</sup>)

La velocidad en el FAFA debe ser menor a 6m/h (Romero Rojas, 2010)

### Lecho filtrante del sistema FAFA

Se toma una altura de 1.5m del lecho filtrante según el diseño existente.

Se adopta:

Un porcentaje de huecos en el lecho filtrante de 90%

Área superficial de contacto del sistema FAFA = 90m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>.

### Área total de contacto del lecho del sistema FAFA

$$A_{LF} = A_{SC} * V_{Filtro}$$

Donde,

ALF= Área total de contacto del lecho del sistema FAFA (m<sup>2</sup>)

ASC= Área superficial de contacto del sistema FAFA (m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>)

VFiltro= Volumen del filtro del sistema FAFA (m<sup>3</sup>)

### Velocidad ascensional en el lecho

$$v_{a Lecho} = \frac{2Q}{A_{SC} * Huecos Lecho}$$

Donde,

Valecho= Velocidad ascensional en el lecho granular (m/min)

Q= Caudal de diseño

Asc= Área superficial de contacto del sistema FAFA (m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>)

HuecosLecho= % de huecos del lecho filtrante

### Perdida de carga en el lecho

$$h_p = \frac{v_{a Lecho} * H_{LF}}{3}$$

Donde,

hp = Pérdida de carga en el lecho (m)

HIF= Profundidad del lecho

---

### Falso Fondo del FAFA

El diseño existente contempla un diseño sin fondo falso la distribución del líquido se lo realiza directamente mediante una tubería de PVC

### Carga hidráulica aplicada

$$CHA = \frac{2Q}{A_{LF}}$$

Donde,

CHA= Carga hidráulica Aplicada (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>\*d)

### Carga orgánica aplicada COA (Kg/m<sup>3</sup>\*d) DQO total

$$COA = \frac{2 * S * Q}{V_{Filtro}}$$

### Tiempo de retención celular

Es aquel que produzca el mejor efluente. El agua residual es puesta en contacto con el crecimiento bacteriano anaerobio adherido al medio y como las bacterias son retenidas sobre el medio y no salen en el efluente, es posible obtener tiempos de retención celular del orden de cien días (Romero Rojas, 2010)

Bajo estas consideraciones, los resultados obtenidos son:

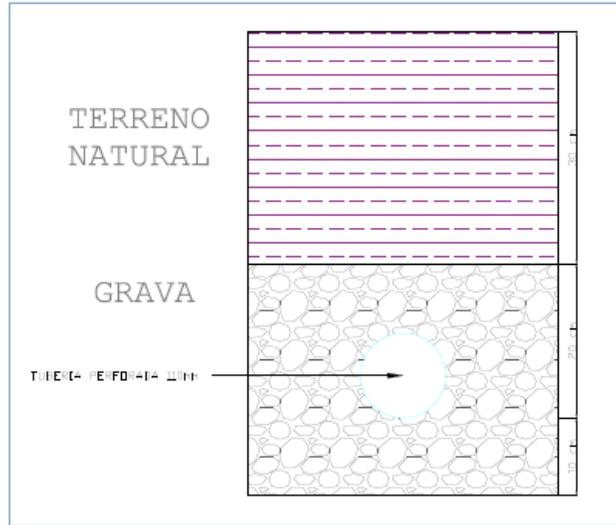
COMPROBACIÓN DE FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE FAFA		
Diámetro	4.62 m	
Área	16.76385256 m <sup>2</sup>	
Volumen	25.14577884 m <sup>3</sup>	
Caudal	0.2805 l/s	15% se "pierde" en la fosa
Caudal	24.2352 m <sup>3</sup> /d	
Caudal	24235.2 l/d	
Tiempo de retención TRH		
TRH	1.037572574 d	> 1, OK
<b>Concentración</b>		
DBO	816.75 mg/l	
DQO	3505.96 mg/l	
Sólidos	1164.07 mg/l	
<b>Carga</b>		
DBO	19.79 K/d	
DQO	84.97 K/d	
Sólidos	28.21 K/d	
<b>Velocidad ascensional va</b>		
va =	0.120473501 m/h	< 6 m/h, OK
<b>Carga Orgánica aplicada COA</b>		
COA DBO	787.17 Kg/m <sup>3</sup> *d	
COA DQO	3379.00 Kg/m <sup>3</sup> *d	
COA SÓLIDOS	1121.92 Kg/m <sup>3</sup> *d	

LIXIVIADOS	0.33 l/s	FOSA SÉPTICA	Q= 0.33 l/s	FAFA	Q= 0.281 l/s
	Concentración inicial		%		%
DBO	4125	DBO	45%	DBO	64%
DQO	15377	DQO	40%	DQO	62%
Sólidos	14924	Sólidos	70%	Sólidos	74%
			Concentración final		Concentración final
			2268.75		816.75
			9226.2		3505.956
			4477.2		1164.072

En el gráfico anterior se puede observar las características del lixiviado esperado.

Además, se propone la implementación de una zanja de infiltración con el objetivo de mantener la humedad para plantas y árboles conservando el ecosistema. Además de ayudar a mantener la estabilidad del talud ubicado junto a la planta de tratamiento de lixiviados.

Figura 32. Zanja de infiltración.



Fuente: Equipo consultor 2017.

### 7.3.6 Celda diaria.

Al tratarse de un relleno sanitario manual debido al volumen de residuos sólidos no se considera la compra de maquinaria pesada para su operación y mantenimiento ya que la compactación de los residuos sólidos se lo realizara de manera manual con la ayuda de un vibro apisonador que fue donado por el Ministerio del Ambiente, Sin embargo cada 15 días se realizara una compactación con la utilización del tractor de obras públicas como se lo ha venido realizando hasta la fecha.

Por otro lado para la operación y mantenimiento del relleno sanitario se cuenta con una picadora de desechos orgánicos, una balanza eléctrica y una compactadora de residuos inorgánicos, todos donados por el Ministerio del ambiente en el año 2012.

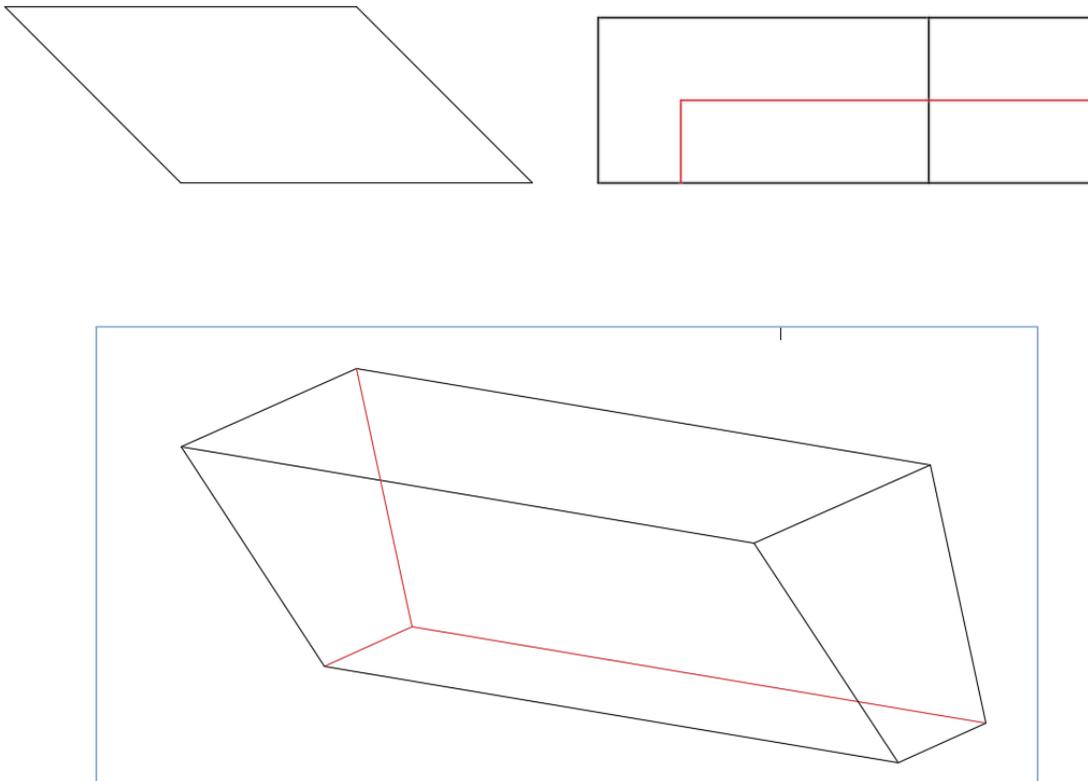
El recubrimiento diario se diseñó con un espesor de tierra de 15 cm en las tres caras de los cubos de basura que se forman diariamente, con esto se calculó el volumen de tierra acumulado a lo largo de los 15 años de 6086.61 m<sup>3</sup>, más un volumen de 1294.4 m<sup>3</sup> para el recubrimiento final del relleno. Como el volumen extraído para la construcción del relleno sanitario es de 21061.33 m<sup>3</sup> por lo que no se necesita comprar más material para la cobertura diaria (Anexo 16).

Tabla 87. Volumen de tierra acumulada celda nueva

m3/día (año 2016)	Alto basura (m/día)	Profundidad basura (m/día)	Largo basura (m/día)	Espesor tierra (m)	
2,58	1,05	1,85	1,33	0,15	
Volumen 1 basura (m3)	Volumen 2 basura (m3)	Volumen 3 basura (m3)	Volumen basura total (m3)	Relación tierra/basura	
0,58	0,58	2,58	3,74	0,29	
Volumen 1 tierra (m3)	Volumen 2 tierra (m3)	Volumen 3 tierra (m3)	Volumen tierra total de cobertura diario (m3)	Volumen de tierra cobertura final (m3)	Volumen de tierra en 15 años
0,30	0,41	0,37	1,08	1294,4	6086,61

Fuente: Equipo Consultor 2017.

Figura 33. Detalle celda diaria, Vista frontal, Vista superior y Vista en 3D.



Fuente: Equipo Consultor 2017.

En el gráfico anterior se muestra un esquema de la celda diaria, el objetivo del gráfico es representar la forma más que las dimensiones. Las líneas rojas que se presentan son las que están ocultas por debajo de la celda, sin embargo, es necesario que consten en el dibujo debido a que forman un ángulo de 45 grados con la horizontal.

Para el almacenamiento de los residuos biopeligrosos generados por los hospitales se cuenta con una celda especial con una capacidad de 60 m<sup>3</sup>, que con la generación de desechos tiene una vida útil de 3.12 años.

Tabla 88. Generación de residuos biopeligrosos.

Año	Población	Kg de desechos diarios	Generación per cápita desechos peligrosos	Densidad en relleno	Hospital				m3 basura + tierra acumulado
	Hospital				kg	Kg./hab./día	Ton/m3	Ton/día	
2018	77	14,55	0,19	0,35	0,015	0,042	15,2	15,2	18,7
2019	77	14,55	0,19	0,35	0,015	0,042	15,4	30,6	37,8
2020	78	14,55	0,19	0,35	0,015	0,043	15,7	46,3	57,1
2021	78	14,55	0,19	0,35	0,015	0,044	15,9	62,2	76,8
							TOTAL	62,2	

Fuente: Equipo Consultor 2017.

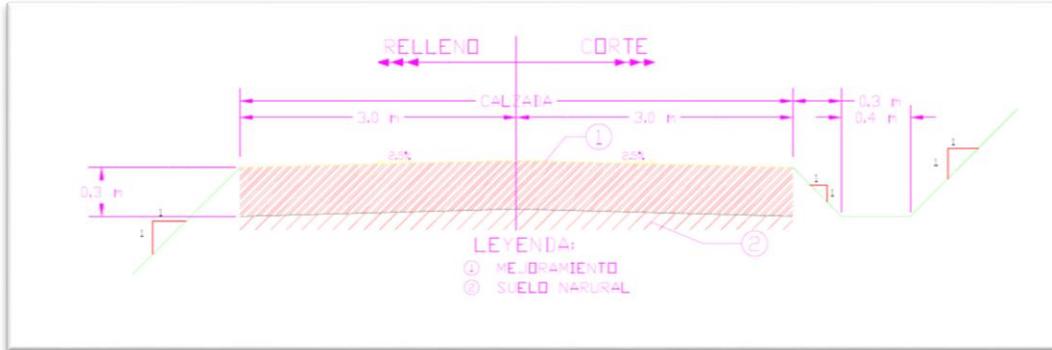
#### 7.4 Diseño geométrico de la vía de acceso:

El proyecto horizontal comprende la vía perimetral, que es la proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Dicho alineamiento está constituido por una serie de tramos rectos llamados tangentes, enlazados entre sí por curvas. Depende generalmente de la topografía y características hidrológicas del terreno, las condiciones del drenaje, características de la sub-rasante y el potencial de los materiales de la zona además depende de parámetros como sección transversal, radio mínimo, tangente intermedia mínima, longitud de transición de peralte, sobre anchos, etc.

#### Sección Básica:

Antes del trazado del eje, es necesario determinar la sección básica de la vía, que para el diseño se asumió una debido a la simplicidad del sistema vial:

Figura 34. Sección Básica del Proyecto

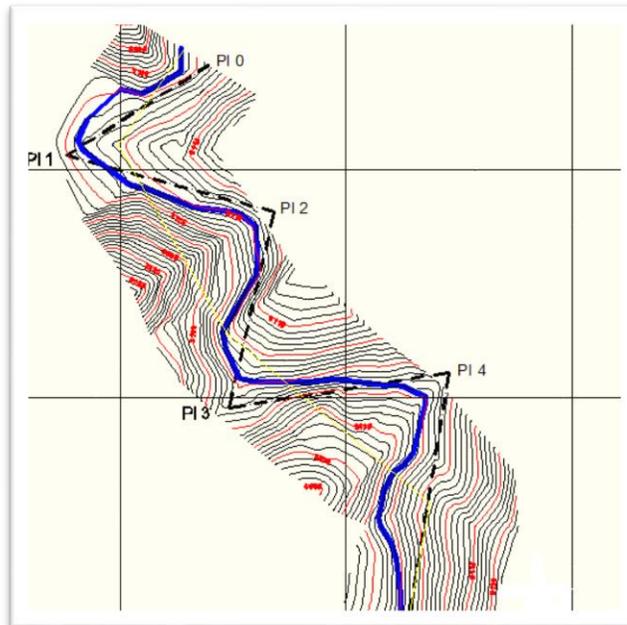


Fuente: Equipo Consultor 2017.

Una vez determinado el ancho básico de la vía, se procede a trazar el eje del proyecto considerando lo siguiente:

- La intersección de estas rectas forman los PI's, los mismos que servirán para el trazo de las Curvas Horizontales.
- Las rectas trazadas formarán parte del eje del proyecto, ya que una vez que se tracen las curvas horizontales, estas completaran el eje.
- Las rectas no deben ser de distancias muy cortas, ya que no se daría espacio suficiente para la longitud de transición de las curvas horizontales.

Figura 35. Trazo de Tangentes y Curvas Circulares



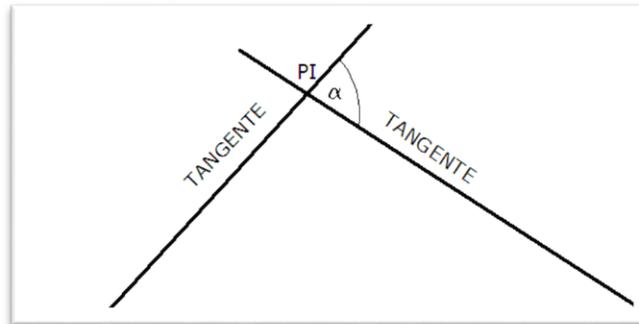
Fuente: Equipo Consultor 2017.

## 7.4.1 Trazo de tangentes y curvas circulares

### 1.1.1.3 Deflexiones y tangentes:

Los ángulos de deflexión ( $\alpha$ ) son aquellos que se forman entre dos alineaciones consecutivas (tangentes) en el proyecto horizontal de la vía.

*Figura 36. Ángulo del deflexión y tangentes*



Fuente: Equipo Consultor 2017.

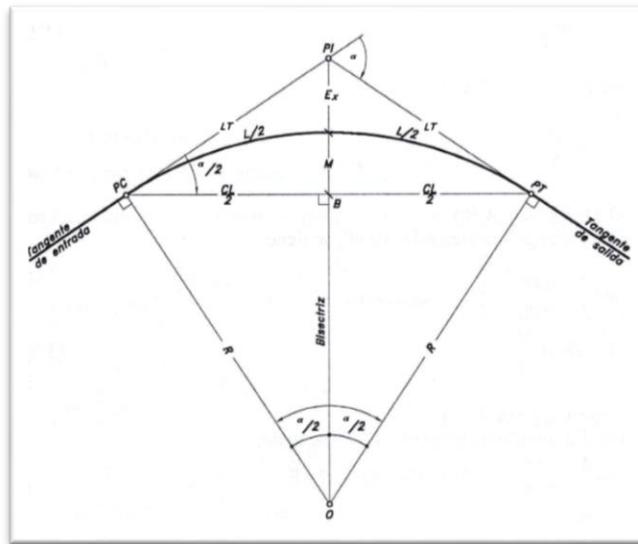
Junto con datos como la velocidad de diseño, el valor del Radio mínimo para la vía, se puede obtener los valores de la Longitud de la Curva (LC), con la cual se pueden definir los distintos puntos del trazado, como son el PC (Punto de inicio de la curva horizontal), PT (Punto final de la curva horizontal), PI (intersección de tangentes), y se puede establecer las distancias entre los PI, distancias que servirán en lo posterior.

### 1.1.1.4 Curvas horizontales:

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales, a continuación se presenta una gráfica ilustrativa y se indica las fórmulas utilizadas para el cálculo las mismas que fueron deducidas en clase.

- $LT = R \times \tan (\alpha/2)$
- $LC = \pi \times R \times \alpha/180$
- $e_x = R \times \sec (\alpha/2) - R$
- $C = 2 \times R \times \sin (\alpha/2)$
- $PC = PI - LT$
- $PT = PC + LC$
-

Figura 37. Componentes de una Curva Horizontal



Fuente: Equipo Consultor 2017.

Donde:

- LT = longitud de la tangente
- LC = longitud de la curva
- $\alpha$  = ángulo de deflexión
- $e_x$  = external
- R = radio
- C = cuerda
- PI = punto de inflexión de la curva
- PC = punto de inicio de la curva
- PT = punto de terminación de la curva

Se calculan las curvas circulares horizontales una vez obtenido los ángulos de deflexión, tomando en cuenta los siguientes criterios obtenidos en clase:

- El valor del Radio Mínimo, para el cual necesitamos obtener primero el coeficiente de fricción transversal (f).
- Se determinan los valores de diseño de peralte y la transición del mismo.
- Se calcula las Tangentes intermedias (Ti) para los diferentes conjuntos de radios de curvas consecutivas (R1 y R2)

Los resultados obtenidos mediante la hoja de cálculo se encuentran en el Anexo 17. Cálculos Proyecto Horizontal y planos de geometría Horizontal.

---

### **Coefficiente de Fricción Transversal:**

El coeficiente de fricción (f) depende de cierto número de factores, siendo los más importantes la velocidad del vehículo, el tipo y condición de la superficie de la calzada y el tipo y condición de las llantas. De acuerdo con las observaciones practicadas por AASHTO, se ha encontrado que los coeficientes de fricción disminuyen con el incremento de la velocidad.

El coeficiente de fricción viene dado por la siguiente ecuación:

$$f + 0,000626 V - 0,19 = 0$$

Donde:

- V = velocidad (Km./h)
- f = coeficiente de fricción lateral
- Para nuestro caso con una velocidad de 30 Km./h, el coeficiente de fricción f es 0,177

### **Radio de Curvatura para Curvas Circulares (Radio Mínimo)**

Es un valor límite para una velocidad de diseño determinada y se lo calcula en base al máximo peralte admisible y al coeficiente de fricción lateral.

Aplicando las condiciones de equilibrio, llegamos a establecer que el radio mínimo en condiciones de seguridad es igual a la siguiente expresión:

$$R = \frac{v^2}{127(e + f)}$$

Donde:

- e: pendiente de peralte máximo (8% según el MOP.)
- f : coeficiente de fricción transversal
- El cálculo del radio mínimo para nuestro proyecto se lo presenta en la siguiente tabla:

Tabla 89. Radio mínimo de la vía

<b>V</b>	30	kph	Velocidad de diseño
<b>E</b>	0,08		Peralte
<b>F</b>	0,171		Coef. de fricción
<b>Rmin</b>	28	m	Radio mínimo calculado

Fuente: Equipo Consultor 2017.

Por lo tanto el Radio Mínimo asumido es de 30m.

Debido a que es una vía con poco flujo vehicular y la velocidad de circulación es menor que el límite de velocidad establecido por la Comisión de Transito el peralte es mínimo a pesar de que se utilizan radios cercanos al radio mínimo.

#### 7.4.2 Proyecto vertical

Está formado por una sucesión de tramos rectos y curvas que los empalman. Los tramos rectos son líneas de pendiente constante, y las curvas verticales permiten el cambio suave de la pendiente para pasar de una a otra.

Las pendientes del eje de la carretera pueden producir variaciones en la velocidad de operación de los vehículos.

Si la pendiente es cero, no afecta la velocidad; si es negativa, es decir que, que baja en el sentido del abscisado, los conductores tienen que reducir la velocidad por razones de seguridad; y si es positiva, o sea que sube en el sentido considerado, la componente del peso del vehículo paralela a la superficie de la vía se opone a la fuerza de tracción, lo cual hace que especialmente los vehículos pesados reduzcan su velocidad, y que esa reducción sea tanto más rápida cuanto mayor sea la pendiente de la carretera.

La inclinación de la rasante depende principalmente de la topografía de la zona que atraviesa, del alineamiento horizontal, de la visibilidad, de la velocidad del proyecto, de los costos de construcción, de los costos de operación, del porcentaje de vehículos pesados y de su rendimiento en rampas. Tan importante como para el alineamiento horizontal, es determinante en el alineamiento vertical el relieve del terreno, con el objeto de no encarecer los costos de construcción y operación. Por tal razón:

- En terreno plano, el alineamiento sigue la topografía, exigiendo especial énfasis en el drenaje
- En terreno ondulado, en general las rasantes son onduladas

- En terreno montañoso, el alineamiento está condicionado por las restricciones y condiciones topográficas
- En los terrenos escarpados, el alineamiento vertical está definido, por las divisorias de aguas.

#### 7.4.3 Perfil longitudinal del terreno:

Es un perfil que represente la longitud de la vía y las alturas respectivas de sus puntos (abscisas) principales en un plano, se aprecian (al igual que en alineamiento horizontal) una serie de tramos rectos que deben ser empalmados por curvas verticales que permitan una transición suave, que resulte cómoda y segura entre las pendientes rectas. En el caso del sistema a diseñar se presentan los perfiles longitudinales de diseño en escala 1:2 para identificar claramente las pendientes y los tramos donde se produce movimientos de tierras ya sea de corte o relleno.

Para trazar el perfil se obtienen las cotas del eje en cada abscisa de la franja topográfica, se ubican en el perfil varios puntos de control, los cuales son alineados a una recta cuya pendiente es similar a la gradiente que se ha asumido para el diseño vial. Estas rectas determinan las tangentes del alineamiento vertical, y sus intersecciones se llaman PIV's a los cuales se les abscisa para tener sus coordenadas en el proyecto horizontal. Una vez ajustado el PIV se calcula la gradiente de la tangente con precisión de un decimal.

Cada curva vertical tiene una gradiente de entrada denominada G1 y gradiente de salida G2. Con estos datos se determinan las longitudes para las curvas cóncavas y convexas, verificando que cumplan con la longitud mínima establecida.

Los perfiles se pueden visualizar en el Anexo 17 planos de Geometría Vertical

#### 7.4.4 Elementos del proyecto vertical:

Al igual que el diseño en planta, el eje del alineamiento vertical está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas.

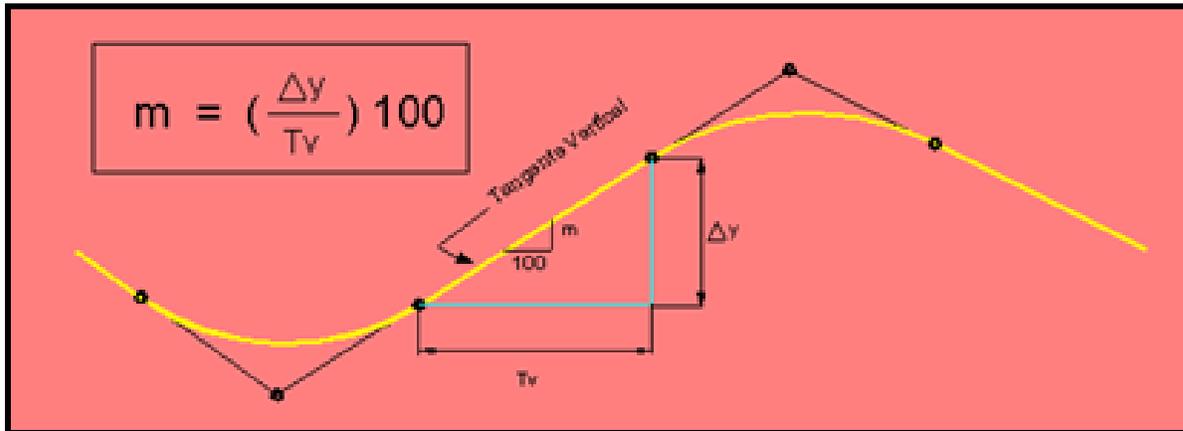
El alineamiento vertical consta de los siguientes elementos:

- Tangentes

##### 1.1.1.5 Curvas verticales Tangentes:

Las tangentes se caracterizan por su longitud y pendiente y están limitadas por dos curvas sucesivas. La longitud "Tv" es la distancia medida horizontalmente entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. La pendiente de la tangente es la relación entre el desnivel y la distancia horizontal entre dos puntos de la misma.

Figura 38. Trazo de tangentes para el proyecto vertical



Fuente: Equipo Consultor 2017.

Existen pendientes máximas y mínimas, la pendiente máxima es la mayor pendiente que se permite en el proyecto, su valor queda determinado por el volumen de tránsito futuro y su composición, por el tipo de terreno y por la velocidad de diseño; la pendiente mínima es la menor pendiente que se permite en el proyecto, su valor se fija para facilitar el drenaje superficial longitudinal, pudiendo variar según se trate de un tramo en terraplén o en corte y de acuerdo al tipo de terreno.

#### 1.1.1.6 Curvas Verticales:

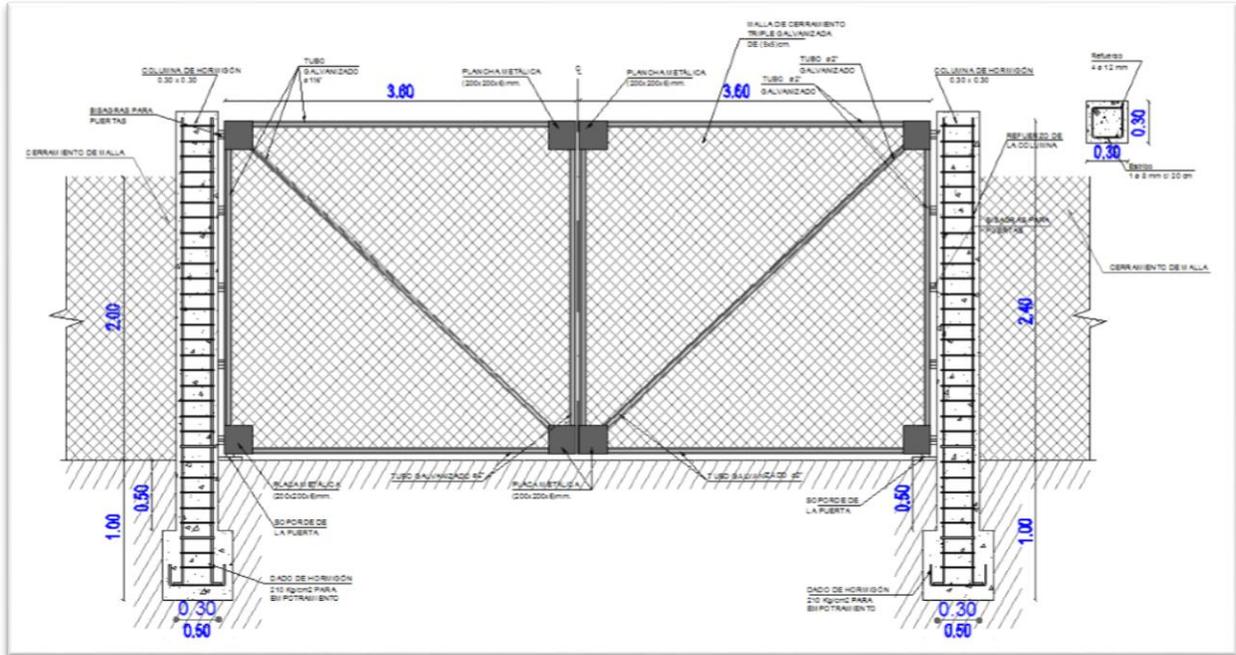
Una curva vertical es aquel elemento del diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas, tal que a lo largo de su longitud se efectúa el cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida, de forma que facilite una operación vehicular segura y confortable, que sea de apariencia agradable y que permita un drenaje adecuado.

### 7.5 Construcciones auxiliares y accesorios.

#### 7.5.1 Puerta de ingreso y salida:

Se diseñó dos puertas necesarias para el ingreso y la salida de la nueva vía que bordea la nueva celda, esta puerta es de malla para cerca, con marco de tubo galvanizado y columnas de hormigón armado. Esta puerta se divide en dos secciones cada una de 3.60m de largo y 2.40m de alto.

Figura 39. Detalle puerta de acceso y salida celda nueva.



Fuente: Equipo Consultor 2017.

### 7.5.2 Cerramiento del relleno sanitario:

Se tendrá que cercar el perímetro superior del relleno sanitario y la parte lateral de la celda nueva junto a la vía de acceso con alambre de púas para evitar el ingreso de particulares con una longitud igual a 531.95 metros lineales.

### 7.5.3 Propiedad y derecho de uso.

Según las escrituras de compraventa de derechos posesorios y mejoras, los 40.000 m<sup>2</sup> de terreno donde se encuentra actualmente ubicado y en funcionamiento el Relleno Sanitario del cantón Limón Indanza, pertenecen actualmente al Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Limón Indanza, el mismo que fue otorgado por los cónyuges Alfredo Aquilino Montesdeoca Brito y Elsa Raquel Guzmán Matute por una cantidad de 7200 dólares, en la administración municipal del Ing. Antonio Castillo.

Dichas escrituras fueron redactadas el 08 de abril del 2005 ante el Dr. Alfonso Enrique González Espinosa, Notario Público Primero del Cantón Limón Indanza; compareciendo a la firma del mismo: el representante del Gobierno Municipal del cantón Limón Indanza en ese entonces el Ing. Fidel Antonio Valverde Vargas en calidad de alcalde encargado; el Dr. Juan Arévalo Chacón en calidad de Procurador Síndico y los señores conyugues, ex propietarios del terreno en mención (Anexo 11).

El terreno cuenta con los planos de levantamiento planimétrico e información de linderación debidamente notariados además cuenta con la providencia de adjudicación y Plan de Ejecución otorgada por el Instituto Nacional de Desarrollo Agrario (INDA) el 16 de mayo del 2006. (Escrituras de compraventa de derechos posesorios y mejoras, 2005)

Figura 40. Plano e información de linderación del sitio de disposición final.



Fuente: G.A.D Municipal de Limón Indanza.

#### 7.5.4 Sistema de reciclaje.

En la ordenanza en su Art. 38.- Se prohíbe al personal encargado del servicio de recolección y transporte, efectuar cualquier clase de manipulación o apartado de desechos. De igual manera, ninguna persona particular puede dedicarse a la manipulación y aprovechamiento de desechos después de dispuestos los mismos en el sitio de espera para su recolección.

Está autorizado el aprovechamiento por reciclaje de los desechos sólidos, en los lugares donde se generan.

Con estos antecedentes se recomienda hacer cumplir lo que manifiesta la ordenanza y permitir el reciclaje dentro del cantón únicamente con personas o empresas que cuenten con un permiso otorgado por la autoridad ambiental.

---

## 8 EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

La evaluación económica y financiera de proyectos de inversión como el presente busca estimar los resultados de la asignación de recursos económicos, evaluando la pertinencia de su realización y la maximización del rendimiento por unidad de recurso utilizado por la sociedad y el inversionista. Las evaluaciones se realizan desde dos puntos de vista:

- Evaluación económica, establece los méritos de un proyecto desde la perspectiva económica y no en función de sus ingresos y costos, considerando así todos los usos alternativos (oportunidad) de los recursos empleados en el proyecto.
- Evaluación financiera, estima las realizaciones del proyecto desde el punto de vista del inversionista, se concentra en ingresos y costos involucrados.

Es importante resaltar que en ambos casos se trata de valorar el nivel de eficiencia en la asignación de recursos, y emplean idénticos indicadores de medición. La diferencia radica en la definición de beneficios y los costos de eficiencia que se trabajan para la evaluación económica.

El análisis económico y financiero del presente proyecto se encuentra en el anexo 18.

### 8.1 EVALUACIÓN ECONOMICA.

A continuación, se expondrán algunas consideraciones preliminares de la evaluación económica previo dar paso a la presentación de los flujos.

Cabe anotar que de parte del Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Limón Indanza, se tiene previsto la expropiación de un bien inmueble por un valor de \$ 42.000, mismo que entraría como contraparte de dicho GAD.

#### 8.1.1 Preliminares – inflación.

El presente proyecto no incluye datos de inflación en ninguno de sus componentes para los cálculos y análisis aplicados.

#### 8.1.2 Inversiones.

Se procede a establecer los valores que se registran en el componente “Inversiones”, entiendo como esto a todos aquellos valores en los cuales incurre una empresa a fin de poder desarrollar un proyecto que requiera de la erogación de dinero y se espere retribución futura.

Las inversiones detalladas consideradas para el presente proyecto se detallan en el anexo al documento<sup>3</sup> Anexo 18. A continuación, se expone un cuadro resumen de lo que se requiere como inversión dentro del presente estudio, en una proyección de sus años en los que las cantidades monetarias son requeridas.

---

<sup>3</sup> Correspondiente archivo Excel con la evaluación económica y financiera integral.

Tabla 90: Inversiones y re inversiones

		2018	2024	2030
<u>PICADORA PARA DESECHOS ORGANICOS</u>	CANTIDAD	1	1	1
	COSTO UNIT	\$ 10,799.95	\$ 10,799.95	\$ 10,799.95
	MONTO	\$ 10,799.95	\$ 10,799.95	\$ 10,799.95
<u>BALANZA ELECTRONICA DE PLATAFORMA</u>	CANTIDAD	1	1	1
	COSTO UNIT	\$ 2,222.22	\$ 2,222.22	\$ 2,222.22
	MONTO	\$ 2,222.22	\$ 2,222.22	\$ 2,222.22
<u>COMPACTADORA DE RESIDUOS INORGANICOS</u>	CANTIDAD	1	1	1
	COSTO UNIT	\$ 13,799.99	\$ 13,799.99	\$ 13,799.99
	MONTO	\$ 13,799.99	\$ 13,799.99	\$ 13,799.99
<u>VIBRO APISONADOR</u>	CANTIDAD	1	1	1
	COSTO UNIT	\$ 4,221.54	\$ 4,221.54	\$ 4,221.54
	MONTO	\$ 4,221.54	\$ 4,221.54	\$ 4,221.54
<b>TOTAL INVERSIONES / MAQUINARIA</b>		<b>\$ 31,043.70</b>	<b>\$ 31,043.70</b>	<b>\$ 31,043.70</b>

Elaborado por: Equipo consultor 2017

RESUMEN DE INVERSIONES	2017
INFRAESTRUCTURA	513,831
MAQUINARIA	31,044
<u>TOTAL INVERSIONES</u>	<u>544,875</u>

Como se detalla en la tabla de inversiones y re inversiones, las inversiones correspondientes a la maquinaria se detallan año a año la necesidad y su reemplazo al finalizar su vida útil. En la tabla más pequeña se detalla la inversión inicial para la celda de desechos sólidos y todas las intervenciones complementarias. Entre los rubros importantes de inversiones en infraestructura tenemos:

- ✓ Conformación de la vía

- ✓ Drenaje
- ✓ Excavación
- ✓ Impermeabilización y drenaje
- ✓ Capas
- ✓ Chimeneas para gases
- ✓ Cierre técnico
- ✓ Obras complementarias

La inversión se considera ejecutable durante un solo año (2018), es desde este criterio que el plan de inversiones queda supeditado exclusivamente a este año y para los años 2024 y 2030 se considera una reinversión en maquinaria para la prestación del servicio.

### 8.1.3 Beneficios

Como beneficios para la evaluación económica se adopta el concepto de disponibilidad a pagar por el servicio y se asocia a este el valor de la tasa por el actual servicio. Dentro de la evaluación económica se va a presentar dos escenarios. El primero sujeto a los beneficios provenientes de la tasa actual y vigente que los usuarios pagan por el servicio.

Como segundo escenario se trabajará con la tasa calculada en base a un criterio de sostenibilidad de la prestación del servicio. Este rubro se adopta como la disposición a pagar por parte de los usuarios.

### 8.1.4 Precios de eficiencia.

Para la evaluación es necesario valorar todas las inversiones y costos de operación y mantenimiento a precios de eficiencia o precios sociales, es decir, corregidas de acuerdo a las particularidades del mercado de los recursos utilizados. Para eso se emplean las Relaciones Precio Cuenta que se detallan en la siguiente tabla:

*Tabla 91: Relaciones precio cuenta evaluación económica*

RELACIONES PRECIO CUENTA UTILIZADAS	
RPC Mano de obra calificada	1.00
RPC Mano de obra no calificada	0.15
RPC Divisa	1.00
RPC Combustible	1.00
Impuestos	1.00

Elaborado por: Equipo consultor 2017

Al aplicar estas relaciones a los rubros definidos para inversión, operación y mantenimiento considerando la desagregación de cada uno de estos se obtienen los siguientes cuadros de

salida que se encuentran detallados en el Anexo en la hoja correspondiente a “P EF INV” y “P EF OMA”

- Inversión a precios de eficiencia

*Tabla 92: Precios de eficiencia y mercado inversión*

RUBRO	PRECIOS DE EFICIENCIA	PRECIOS DE MERCADO
OBRA CIVIL COSTO DIRECTO	340,757	404,856
Mano de obra calificada	65,385	65,385
Mano de obra no calificada	11,312	75,411
Componente Nacional	264,060	264,060
MAQUINARIA Y EQUIPO	27,231	31,044
Componente Nacional e importado	27,231	31,044
OBRA CIVIL COSTOS INDIRECTOS	103,799	108,975
Administración	32,692	32,692
Imprevistos	27,516	32,692
Utilidades	43,590	43,590
<b>TOTAL</b>	<b>471,787</b>	<b>544,875</b>

Elaborado por: Equipo consultor 2017

- Costos de operación y mantenimiento incrementales, precios de eficiencia

*Tabla 93: Precios de eficiencia y mercado operación y mantenimiento*

TOTAL COSTOS OPERACIÓN PROYECTADOS						
AÑO	PRECIOS DE MERCADO			PRECIOS DE EFICIENCIA		
	TOTAL	monc	com nac	TOTAL	monc	com nac
2017	45,279	35,355	9,923	15,226	5,303	9,923
2018	45,279	35,355	9,923	15,226	5,303	9,923
2019	45,279	35,355	9,923	15,226	5,303	9,923
2020	53,787	43,864	9,923	16,503	6,580	9,923
2021	56,560	46,637	9,923	16,919	6,996	9,923

TOTAL COSTOS OPERACIÓN PROYECTADOS						
AÑO	PRECIOS DE MERCADO			PRECIOS DE EFICIENCIA		
	TOTAL	monc	com nac	TOTAL	monc	com nac
2022	54,117	44,194	9,923	16,552	6,629	9,923
2023	54,117	44,194	9,923	16,552	6,629	9,923
2024	54,117	44,194	9,923	16,552	6,629	9,923
2025	54,117	44,194	9,923	16,552	6,629	9,923
2026	56,560	46,637	9,923	16,919	6,996	9,923
2027	54,117	44,194	9,923	16,552	6,629	9,923
2028	54,117	44,194	9,923	16,552	6,629	9,923
2029	54,117	44,194	9,923	16,552	6,629	9,923
2030	58,611	48,688	9,923	17,226	7,303	9,923
2031	61,385	51,462	9,923	17,642	7,719	9,923
2032	58,942	49,019	9,923	17,276	7,353	9,923

Elaborado por: Equipo consultor 2017

Los valores reportados en la tabla 92 y 93 son los correspondientes a emplearse en los cálculos “precios de eficiencia” en la evaluación económica, y los “precios de mercado” en la evaluación financiera. Adoptando dichas proyecciones se procederá a realizar las estimaciones correspondientes de los flujos del proyecto. En el anexo de Excel se detallan los costos de operación y mantenimiento incrementales generados por el proyecto.

#### 8.1.5 Población de cobertura del servicio

La población y usuarios para los cálculos correspondientes a la evaluación se adoptan de las proyecciones realizadas en el análisis de desechos sólidos. Se adopta lo que reporta en INEC con los datos correspondientes al último censo para el cantón de 4 personas promedio por hogar y a través de este cálculo se obtienen el número de hogares usuarios y clientes del servicio.

Los datos con los que se trabajan los posteriores flujos se detallan en la siguiente tabla:

*Tabla 94: Población proyectada durante el período de vida del proyecto*

Promedio miembros por familia		4.00		
Valor a pagar por tasa actual		2.26		
Disposición media al pago anual		27.12		
Año	Población Total	Cobertura	Población Servida	No. Familias
BASE	10,383	57.09%	5,928	1,482
2018	10,380	57.09%	5,926	1,481
2019	10,369	57.09%	5,920	1,480
2020	10,349	57.09%	5,908	1,477
2021	10,414	57.09%	5,945	1,486
2022	10,479	57.09%	5,982	1,496
2023	10,545	57.09%	6,020	1,505
2024	10,611	57.09%	6,058	1,514
2025	10,678	57.09%	6,096	1,524
2026	10,744	57.09%	6,134	1,533
2027	10,812	57.09%	6,173	1,543
2028	10,880	57.09%	6,211	1,553
2029	10,948	57.09%	6,250	1,563
2030	11,016	57.09%	6,289	1,572
2031	11,086	57.09%	6,329	1,582
2032	11,156	57.09%	6,369	1,592

Elaborado por: Equipo consultor 2017

Los datos proyectados de población se corresponden con los resultantes del estudio técnico oferta – demanda que se detalla en el acápite 6.7.1 del estudio integral estimados en concordancia a los datos del INEC. De estos resultados se obtienen las proyecciones poblacionales, y se cuenta con las áreas de cobertura determinadas, para el estudio de interés en este acápite se trabaja con el total de usuarios actuales y proyectados dividiendo las estimaciones poblacionales para el número de personas promedio por familia.

#### 8.1.6 Flujo económico.

El flujo económico contiene varios cálculos desarrollados en el anexo del estudio que permiten utilizando las premisas detalladas estructurar un flujo de resultados como: inversión inicial a precios de eficiencia, beneficios del proyecto, costos de operación y mantenimiento de eficiencia, reinversiones (se detallan en la del acápite 8.1). Es importante anotar que los resultados de los dos escenarios practicados para la evaluación económica difieren en los beneficios tal y como se indicó anteriormente.

- Escenario 1 – Tasa actual –

El flujo correspondiente al escenario actual se resume en la siguiente tabla y se encuentra detallado en el anexo en la hoja “FLUJO ECON ESC 1 (actual)”:

*Tabla 95: Flujo económico Escenario 1 – Tasa actual*

<b>Disposición al pago/mes</b>	2.26
<b>Disposición al pago/año</b>	27.12
<b>Promedio miembros por familia</b>	4.00
<b>Tasa de Descuento Económica</b>	12%

AÑOS	COSTOS DE INVERSION	INVERSIONES EQUIPOS	COSTOS OYM	COSTOS TOTALES	BENEFICIOS TOTALES	FLUJO NETO
2017	471,787		15,226	487,014	40,190	-446,824
2018			15,226	15,226	40,178	24,952
2019			15,226	15,226	40,136	24,909
2020			16,503	16,503	40,058	23,556
2021			16,919	16,919	40,310	23,391
2022			16,552	16,552	40,561	24,009
2023			16,552	16,552	40,817	24,265
2024		31,044	16,552	47,596	41,072	-6,523
2025			16,552	16,552	41,332	24,780
2026			16,919	16,919	41,587	24,669
2027			16,552	16,552	41,850	25,298
2028			16,552	16,552	42,114	25,561
2029			16,552	16,552	42,377	25,825
2030		31,044	17,226	48,270	42,640	-5,630
2031			17,642	17,642	42,911	25,269
2032			17,276	17,276	43,182	25,906
<b>VANe</b>				<b>619,504.20</b>	<b>319,053.56</b>	<b>-300,450.64</b>
<b>TIRe</b>					<b>-4.37%</b>	
<b>B/C</b>					<b>0.52</b>	

Elaborado por: Equipo consultor 2017

Los cálculos fueron obtenidos de acuerdo con la información facilitada en las tablas anteriores. Los indicadores resultantes de este escenario permiten concluir que el proyecto bajo la consideración de los indicados beneficios aplicados no es viable realizarlo, dado que

sus costos superan ampliamente a sus beneficios USD \$ 619,504 vs. 319,053. De estos resultados se derivan los demás indicadores que ratifican hasta esta instancia la no viabilidad del proyecto<sup>4</sup>, sin embargo, debe revisarse y analizarse las variantes posibles que permitan obtener mejores beneficios derivados del proyecto.

Se realiza el análisis de sensibilidad bajo este escenario, supeditando al flujo de la evaluación a variantes en un intervalo de 10%. Se realizan 4 simulaciones dentro del análisis de sensibilidad que se amplían en el anexo del informe. Estas simulaciones consisten en incrementar variables como costos e inversiones y modificar beneficios para estimar resultados posibles bajo estas supuestas consideraciones.

Los resultados de estas simulaciones tienen como objetivo brindar al tomador de decisiones un margen de ocurrencia de resultados posibles ante cambios en las diferentes variables relevantes que forman parte del proyecto.

De las 4 simulaciones realizadas los resultados obtenidos del análisis de sensibilidad se resumen en la siguiente tabla:

*Tabla 96: Análisis de sensibilidad evaluación económica escenario 1*

<b>Análisis de Sensibilidad - Escenario 1 -</b>					
<b>ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD</b>	<b>BENEFICIOS TOTALES (VA)</b>	<b>COSTOS TOTALES (VA)</b>	<b>VANe</b>	<b>TIRe</b>	<b>B/C</b>
BASE	319,054	619,504	-300,451	-4.37%	<b>0.52</b>
10% MAS EN LOS COSTOS E INVERSIONES	319,054	681,455	-362,401	-6.67%	0.47
10% MENOS EN LOS COSTOS E INVERSIONES	319,054	557,554	-238,500	-1.91%	0.57
10% MAS EN LOS BENEFICIOS	350,959	619,504	-268,545	-2.15%	0.57
10% MENOS EN LOS BENEFICIOS	287,148	619,504	-332,356	-6.91%	0.46

Elaborado por: Equipo consultor 2017

Como se observa en la tabla anterior de análisis de sensibilidad de las simulaciones realizadas los resultados conducen que manteniendo el volumen de beneficios determinados bajo este escenario el proyecto no resulta ser económicamente viable. Sin embargo, podemos concluir

<sup>4</sup> En el anexo de Excel en la hoja de flujo económico – escenario 1 se detallan los resultados obtenidos.

que existe una mayor sensibilidad ante variaciones negativas en los beneficios antes que un incremento en los costos. Es decir, ceteris paribus las otras variables al disminuir los costos en 10% los indicadores reflejan un escenario empeorado para el proyecto inferior al que enfrenta en la simulación de un 10% menos de beneficios.

Se concluye que se debe analizar la obtención de otro escenario económico y se evidencia una mayor sensibilidad del proyecto ante variaciones en los beneficios.

**- Determinación de la tasa recomendada para el servicio**

Previo a la presentación propiamente del flujo económico para este escenario, se debe explicitar el cálculo de la tasa propuesta para el servicio. El criterio bajo el cual se concibe la tasa de un servicio público como el que se aborda en el presente estudio es de búsqueda de eficiencia y equidad.

Bajo esta premisa la determinación de la tasa guarda el concepto de brindar sostenibilidad al proyecto y su prestación integral, por lo tanto, para la estimación de la tasa en primera instancia se realiza el flujo de costos proyectado al cual se enfrenta el proyecto durante su vida útil de diseño (15 años). En la siguiente tabla se detallan los costos asociados a la prestación integral del servicio.

*Tabla 97: Flujo de costos para la determinación de la tasa*

Flujo de costos para efectos de tasa	VALOR PRESENTE	2018	2024	2028	2030	2032
<b>INGRESOS POR FINANCIAMIENTO</b>		544,874.72	-	-	-	-
<i>Desembolso crédito</i>		544,874.72				
<b>COSTOS TOTALES</b>		<b>628,623.02</b>	<b>161,067.63</b>	<b>91,912.05</b>	<b>89,654.60</b>	<b>58,941.64</b>
<i>Costos operativos</i>						
Disposición final		45,278.53	54,117.40	54,117.40	58,610.90	58,941.64
<i>Amortización</i>						
Crédito disposición final		18,996.71	57,308.86	37,454.08	-	-
<i>Inversiones</i>						
Disposición final		544,874.72	31,043.70	-	31,043.70	-
<i>Gastos Financieros</i>						
Crédito disposición final		19,473.06	18,597.67	340.57	-	-
<b>FLUJO DE FONDOS</b>	<b>1,119,164.93</b>	<b>83,748.29</b>	<b>161,067.63</b>	<b>91,912.05</b>	<b>89,654.60</b>	<b>58,941.64</b>

Elaborado por: Equipo consultor 2017

Nota: para efectos de este flujo se consideran los costos con signo positivo y los ingresos con negativo

De la tabla anterior se derivan todos los costos en los que se incurren para la prestación de servicios, estos costos son financieros y estos serán ampliados posteriormente en la evaluación financiera en su conformación. Como valor presente del flujo se obtiene un costo total del servicio por USD \$ 1,119,164 rubro que deberá en primera instancia ser recaudado vía tasa o de ser referente ante la toma de una decisión posterior de otorgar subsidios a los usuarios.

En base a la información del flujo de costos y de la siguiente tabla que resumen la generación de desechos y el número de usuarios totales se procede a determinar el Costo Medio de largo plazo del servicio que se corresponde con la tasa que garantiza la sostenibilidad del proyecto bajo los costos proyectados.

*Tabla 98: Costo medio del servicio, tasa propuesta<sup>5</sup>*

Tasa que cubre costos	VNA	VNA
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>[USD]</b>	1,119,164.93
Generación total	[kg]	6,116,860.00
Usuarios	[hogares]	14,839.87
Valor Estimado por kg de desechos generados	[USD/kg]	0.183
Costo medio mensual por hogar	[USD/hogar]	<b>6.28</b>

Elaborado por: Equipo consultor 2017

En función de los costos del servicio y del total de usuarios proyectados (valores actualizados) se determina que la tasa que cubre los costos y garantiza una sostenibilidad financiera del proyecto es de **USD \$ 6.28 mensual por hogar usuario**. Este rubro debe ser considerado como el referencial para la recaudación, es decir, en caso de fijar un valor inferior esto se entendería como la otorgación de subsidios y debería considerarse el financiamiento del diferencial.

Realizando un análisis comparativo por usuario de la tasa por recolección entre la que actualmente se encuentra en vigencia con la que pagarían los usuarios de acuerdo con la evaluación del proyecto esta sería:

Tasa actual	\$2.26
Tasa propuesta	6.28
Incremento	278%

Elaborado por: Equipo consultor 2017

El incremento de la tasa es significativo, sin embargo, es preciso anotar que el valor actualmente vigente está por debajo de lo recaudado en otros cantones y que no alcanza para garantizar un servicio de calidad. Una recomendación adaptable para el cobro de la tasa

<sup>5</sup> Los cálculos detallados se encuentran en el anexo, hoja "Tasa propuesta"

propuesta es realizar un ajuste gradual o transición que permita a los usuarios cubrir la tasa que permite al operador garantizar el servicio y este a su vez alcanzar eficiencia que pueda ser trasladado a la sociedad. De esta manera se iría regulando el impacto para los hogares aunque eso represente para el GAD asignar rubros a cubrir el diferencial entre los ingresos y lo requerido para cubrir los costos de operación y mantenimiento del relleno.

El impacto en términos financieros de la tasa calculada se detalla posteriormente en el acápite de evaluación financiera donde se realiza un análisis comparativo entre la recaudación que representaría para el GAD mantener la tasa actual y enfrentar los costos estimados del proyecto o los resultados alcanzados con la aplicación de la tasa recomendada.

**- Análisis de la capacidad y disponibilidad a pagar considerando la tasa recomendada**

En esta instancia del estudio y previo a la evaluación económica con la tasa propuesta es importante incorporar un análisis de capacidad de pago de los clientes. Para abordar este aspecto y dados los alcances del presente estudio se adopta la información secundaria como dato referencial de los ingresos de los hogares y los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas y los resultados detallados en el acápite 6.3 “Diagnóstico social” del presente informe. Los valores de ingresos de los hogares se toman de la Encuestas de Ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos y rurales (ENIGUR) 2012 obtenida de la base de datos del INEC.

De acuerdo con el diseño metodológico de la ENIGUR ciudades como Cuenca, Quito, Guayaquil, Machala entre otras disponen de una auto representación, no siendo el caso de General Leónidas Plaza - Limón Indanza-. Por esta razón se toma como dato el ingreso promedio por hogar mensual de la provincia de Morona Santiago que asciende a USD \$ 731.13. El dato provincial como referente para caracterizar la capacidad de pago de la población brinda mayor seguridad toda vez que es inferior al reportado por el cantón<sup>6</sup> específicamente.

En base al ingreso promedio por hogar obtenido de la provincia la tasa recomendada por el servicio de USD \$ 6.28 mensual, asciende al 0.86% del ingreso promedio mensual (USD \$ 731.13). El porcentaje que los hogares asignarían al pago de uno de los servicios de saneamiento no asciende ni al 1% del ingreso promedio mensual del hogar, por lo tanto, se puede concluir que la población dispone de la capacidad para cubrir el valor de la tasa recomendada.

Por otra parte, considerando como fuente el promedio ponderado de entre los rangos de ingresos obtenidos en el acápite de “Diagnóstico social” el ingreso promedio de los encuestados es de USD \$ 255.00. Tomando este rubro y multiplicándolo por 1.6 número de

---

<sup>6</sup> Para el cantón General Leonidas Plaza la base de datos de la ENIGUR reporta un ingreso promedio de USD \$ 820.47, este dato no dispone de representatividad estadística, conforme a las aclaraciones de la propia encuesta.

perceptores reportados por el INEC para el año 2017 el ingreso familiar promedio asciende a USD \$ 408.00. Partiendo de este rubro el valor considerado como tasa representa el 1.54%.

Adicionalmente, la participación del ingreso asignado a la cobertura del servicio en cualquiera de los dos análisis (0.86% - 1.54%) está dentro del rango que recomienda la ONU<sup>7</sup> que establece como recomendación una asignación que no debería superar el 5% de los ingresos del hogar para la cobertura de los costos de servicios de agua y saneamiento para que estos no afecten a la capacidad de adquirir otros productos y servicios esenciales para el hogar.

De los resultados obtenidos en el acápite de diagnóstico social se concluye masivamente con el 97% una disposición a pagar un valor adicional por el servicio ofertado. Luego de esta respuesta los encuestados, cuando se les consulta sobre los valores que estarían dispuestos a pagar, estos recaen en un valor de hasta USD \$ 3.00. Esto podría entenderse que la disposición a pagar por la población estaría entre USD \$ 3.00 – 5.00 (sobre la base de un pago actual de USD \$ 2.00).

Como parte de los estudios se recomienda al prestador del servicio analizar la posibilidad de llegar a la máxima disposición al pago (USD \$ 5.00) como un punto de partida para la fijación de la tasa y cubrir el diferencial (USD \$ 1.28 mensuales por hogar) como subsidio inicial buscando reducir y/o focalizar en el mediano plazo, a través de un mecanismo de transición para el retiro gradual de este subsidio que potencialmente podría ser de USD \$ 1 anual, así el GAD al cabo de 18 meses estaría recaudando una tasa que se aproxima a lo que requiere para la cobertura de los costos y la prestación del servicio en condiciones adecuadas.

#### - Escenario 2 – Tasa propuesta –

Una vez obtenida la tasa se procede a la evaluación económica – Escenario 2 – adoptando el valor identificado como tasa por el servicio de USD \$ 6.28 mensual por hogar como la disposición a pagar por parte de los usuarios. Manteniendo igual procedimiento que el realizado para el Escenario 1 el flujo económico bajo estas consideraciones se presenta de la siguiente manera:

*Tabla 99: Flujo económico Escenario 2 – Tasa propuesta –*

<b>Disposición al pago/mes</b>	6.28
<b>Disposición al pago/año</b>	75.36
<b>Promedio miembros por familia</b>	4.00
<b>Tasa de Descuento Económica</b>	12%

<sup>7</sup> ONU (Organización de las Naciones Unidas), El derecho humano al agua y al saneamiento, Programa de ONU-Agua para la promoción y la comunicación en el marco del decenio y conojo de colaboración para el abastecimiento de agua y saneamiento.

AÑOS	COSTOS DE INVERSION	INVERSIONES EQUIPOS	COSTOS OYM	COSTOS TOTALES	BENEFICIOS TOTALES	FLUJO NETO
2017	471,787		15,226	487,014	111,684	-375,330
2018			15,226	15,226	111,608	96,382
2019			15,226	15,226	111,533	96,306
2020			16,503	16,503	111,307	94,804
2021			16,919	16,919	111,985	95,066
2022			16,552	16,552	112,739	96,186
2023			16,552	16,552	113,417	96,865
2024		31,044	16,552	47,596	114,095	66,499
2025			16,552	16,552	114,849	98,296
2026			16,919	16,919	115,527	98,608
2027			16,552	16,552	116,280	99,728
2028			16,552	16,552	117,034	100,482
2029			16,552	16,552	117,788	101,235
2030		31,044	17,226	48,270	118,466	70,196
2031			17,642	17,642	119,220	101,577
2032			17,276	17,276	119,973	102,697
<b>VANe</b>				<b>619,504.20</b>	<b>886,508.59</b>	<b>267,004.39</b>
<b>TIRe</b>				<b>24.22%</b>		
<b>B/C</b>				<b>1.43</b>		

Elaborado por: Equipo consultor 2017

Los resultados obtenidos de la tabla de flujo económico escenario 2 evidencia la viabilidad económica del proyecto bajo la consideración de los beneficios y costos detallados anteriormente. El flujo económico a lo largo de los 15 años de vida útil del proyecto evidencia valores positivos que determinan un VAN de USD \$ 267,004 y una relación beneficio costo superior a 1.

Para completar el análisis económico y ofrecer seguridad en la toma de decisiones se realiza el análisis de sensibilidad al escenario analizado con la finalidad de otorgar un abanico de simulación de resultados y un rango de posible variabilidad de los resultados obtenidos.

Tabla 100: Análisis de sensibilidad – Escenario 2 –

<b>Análisis de Sensibilidad - Escenario 2 -</b>					
<b>ANALISIS DE SENSIBILIDAD</b>	<b>BENEFICIOS TOTALES (VA)</b>	<b>COSTOS TOTALES (VA)</b>	<b>VANe</b>	<b>TIRe</b>	<b>B/C</b>
<b>BASE</b>	<b>886,509</b>	<b>619,504</b>	<b>267,004</b>	<b>24.22%</b>	1.43
10% MAS EN LOS COSTOS E INVERSIONES	886,509	681,455	205,054	20.51%	1.30
10% MENOS EN LOS COSTOS E INVERSIONES	886,509	557,554	328,955	28.88%	1.59
10% MAS EN LOS BENEFICIOS	975,159	619,504	355,655	28.41%	1.57
10% MENOS EN LOS BENEFICIOS	797,858	619,504	178,354	20.14%	1.29

Elaborado por: Equipo consultor 2017

Los resultados obtenidos del análisis de sensibilidad sujetando algunas variables a un cambio de hasta 10% hacia arriba y abajo se evidencia que el proyecto bajo cualquier situación mantiene sus características de viabilidad económica. Particularmente, si se analiza la sensibilidad a los beneficios es aunque pequeña superior a la sensibilidad en los costos del proyecto. Estos resultados semejantes se obtienen ya que se considera el valor de disposición al pago de USD 6.28 y en su formulación y cálculo están involucrados los costos.

#### 8.1.7 Conclusiones.

De los análisis realizados de los dos escenarios podemos concluir que el proyecto es viable económicamente bajo el escenario 2, y su robustez se demuestra en el análisis de sensibilidad que refleja en todas sus simulaciones una relación beneficio – costo superior a la unidad, indicando este resultado una superioridad importante de los beneficios en comparación con los costos en los que se incurre para el proyecto.

Hasta esta instancia de evaluación económica el proyecto cuenta con la viabilidad económica que justifica su ejecución.

## **8.2 EVALUACIÓN FINANCIERA.**

La evaluación financiera se concentra en la determinación de costos e ingresos del servicio. El diseño de esta evaluación se basa en la determinación del Costo Medio del servicio que se adopta como la tasa recomendada que ofrece una sostenibilidad financiera al proyecto durante el período de análisis.

Cabe anotar que de parte del Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Limón Indanza, se tiene previsto la expropiación de un bien inmueble por un valor de \$ 42.000, mismo que entraría como contraparte de dicho GAD. De igual manera que para la evaluación económica previa a la obtención de los flujos financieros se anotan ciertas consideraciones:

### **8.2.1 Preliminares – inflación.**

El presente proyecto no incluye datos de inflación en ninguno de sus componentes para los cálculos y análisis aplicados.

### **8.2.2 Inversiones y Costos de operación y mantenimiento**

Las inversiones para este apartado son iguales a las detalladas en el acápite 8.1.2 y particularmente para la evaluación financiera del acápite 8.1.4 se adoptan los precios de mercado para estructurar los flujos.

Los costos de operación del proyecto están compuestos básicamente por las siguientes cuentas:

- ✓ Remuneraciones y salarios
- ✓ Operación y mantenimiento

Rubros que son considerados para los dos componentes del proyecto:

#### **1. Relleno sanitario**

Las remuneraciones y salario se estructuran básicamente del componente denominado como mano de obra no especializada, esto debido a que las labores son realizadas por personas que no requieren conocimientos técnicos de instrucción formal, y del otro rubro denominado componente nacional, que no es más que suministros de aprovisionamiento local, regional o nacional. En total se consideran a cuatro personas como intervinientes en el proceso establecido. Para el cálculo se ha considerado un total de 4 obreros para que inicien la operación, cuyo valor se lo calcula tomando en cuenta la remuneración mensual unificada establecida y los costos por compensaciones salariales establecidas por Ley.

Los costos operacionales proyectados, se los puede identificar a continuación:

*Tabla 101: Costos de Operación y Mantenimiento*

<b>COSTOS OPERATIVOS</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2021</b>	<b>2026</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>
<b>RELLENO SANITARIO</b>						
Remuneraciones y salarios**	\$ 35,355.47	\$ 35,355.47	\$ 46,637.34	\$ 46,637.34	\$ 51,461.58	\$ 49,018.58
SALARIOS UNIFICADOS	\$ 17,973.99	\$ 17,973.99	\$ 22,467.49	\$ 22,467.49	\$ 26,960.99	\$ 26,960.99
REMUNERACIONES COMPLEMENTARIAS	\$ 3,805.54	\$ 3,805.54	\$ 4,756.93	\$ 4,756.93	\$ 4,756.93	\$ 4,756.93
DECIMOTERCER SUELDO	\$ 1,117.31	\$ 1,117.31	\$ 1,396.64	\$ 1,396.64	\$ 1,396.64	\$ 1,396.64
DECIMOCUARTO SUELDO	\$ 2,688.23	\$ 2,688.23	\$ 3,360.29	\$ 3,360.29	\$ 3,360.29	\$ 3,360.29
REMUNERACIONES COMPENSATORIAS	\$ 1,201.50	\$ 1,201.50	\$ 1,501.88	\$ 1,501.88	\$ 1,501.88	\$ 1,501.88
ALIMENTACION	\$ 1,201.50	\$ 1,201.50	\$ 1,501.88	\$ 1,501.88	\$ 1,501.88	\$ 1,501.88
SUBSIDIOS	\$ 165.55	\$ 165.55	\$ 206.94	\$ 206.94	\$ 206.94	\$ 206.94
POR CARGAS FAMILIARES	\$ 70.00	\$ 70.00	\$ 87.50	\$ 87.50	\$ 87.50	\$ 87.50
SUBSIDIO DE ANTIGUEDAD	\$ 95.55	\$ 95.55	\$ 119.44	\$ 119.44	\$ 119.44	\$ 119.44
APORTES PATRONALES A LA SEGURIDAD SOCIAL	\$ 3,518.15	\$ 3,518.15	\$ 4,397.69	\$ 4,397.69	\$ 4,397.69	\$ 4,397.69
APORTE PATRONAL	\$ 2,195.17	\$ 2,195.17	\$ 2,743.96	\$ 2,743.96	\$ 2,743.96	\$ 2,743.96
FONDO DE RESERVA	\$ 1,322.98	\$ 1,322.98	\$ 1,653.73	\$ 1,653.73	\$ 1,984.47	\$ 1,984.47
INDEMNIZACIONES			\$ 1,221.50	\$ 1,221.50	\$ 1,221.50	
COMPENSACION POR DESAHUCIO			\$ 455.00	\$ 455.00	\$ 455.00	
COMPENSACION POR VACACIONES NO GOZADAS POR CESACION DE FUNCIONES			\$ 766.50	\$ 766.50	\$ 766.50	
Operación y mantenimiento**	\$ 9,923.06	\$ 9,923.06	\$ 9,923.06	\$ 9,923.06	\$ 9,923.06	\$ 9,923.06
MANTENIMIENTO DEL RELLENO SANITARIO	\$ 7,739.10	\$ 7,739.10	\$ 7,739.10	\$ 7,739.10	\$ 7,739.10	\$ 7,739.10
BIENES DE USO Y CONSUMO DE INVERSION	\$ 2,183.96	\$ 2,183.96	\$ 2,183.96	\$ 2,183.96	\$ 2,183.96	\$ 2,183.96

En la tabla anterior se detallan los costos de operación y mantenimiento teniendo en consideración todos los beneficios de los trabajadores y como referencia los valores históricos registrados en el GADM. Es importante tener en consideración que los costos de personal se proyectan considerando manteniendo el mismo número de personas (4 trabajadores) hasta el 2020 en el que se considera la incorporación de un obrero más.

La incorporación del obrero adicional al 2020 se considera debido al requerimiento de mantenimiento de áreas verdes que se generen por el cierre técnico de la celda (esto de acuerdo con la planificación técnica del proyecto), adicionalmente el personal adicional se mantendrá como aporte en la operación y mantenimiento para cumplir adecuadamente lo recomendado en el manual de operación y mantenimiento del relleno.

Para el año 2030 se planifica la incorporación de un obrero adicional bajo la justificación de un crecimiento superior al 15% de desechos en el relleno sanitario<sup>8</sup>. Los incrementos de personal se consideran con la intención de garantizar el cumplimiento del manual del proyecto.

La desagregación de los costos de operación y mantenimiento del relleno en bienes de uso y consumo de inversión y mantenimiento se detallan en las siguientes tablas:

*Tabla 102: Bienes de uso y Mantenimiento*

<b>BIENES DE USO Y CONSUMO CORRIENTE</b>		
Vestuario Lencería y Prendas Protección	523.46	5.28%
Herramientas	1,000.00	10.08%
Materiales de Oficina	310.50	3.13%
Materiales de Aseo	200.00	2.02%
Otros de uso y consumo	150.00	1.51%
<b>SUBTOTAL</b>	<b>2,183.96</b>	
<b>MANTENIMIENTO</b>		
Material de mejoramiento	1,200.00	12.09%
Repuestos y Accesorios	5,400.00	54.42%
Combustibles y Lubricantes	1,139.10	11.48%
<b>SUBTOTAL</b>	<b>7,739.10</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>9,923.06</b>	

Elaborado por: Equipo consultor 2017

Es importante recalcar que la tasa recomendada que se detalló en acápite anteriores considera la cobertura de los costos de inversión, operación y mantenimiento como los detallados en la tabla 12. Es así que, ante cualquier ahorro u optimización de recursos el prestador de servicio puede llegar a obtener un margen entre la tasa recomendada y los costos de prestación del servicio.

<sup>8</sup> Este resultado se obtiene del estudio técnico generación per cápita multiplicado por la proyección población y obteniendo la tasa de crecimiento.

En relación a las depreciaciones, estas se proyectan como sigue:

*Tabla 103: Depreciaciones*

<b>Depreciaciones</b>					
	Vida útil años	V. Salvamento	valor del bien	A depreciar	Dep. anual
<b>Edificaciones</b>	20	20%	\$ 513,831.02	\$ 411,064.82	\$ 20,553.24
<b>Total Equipos</b>	5	20%	\$ 31,043.70	\$ 24,834.96	\$ 4,966.99
<b>PICADORA PARA DESECHOS ORGANICOS</b>	5	20%	\$ 10,799.95	\$ 8,639.96	\$ 1,727.99
<b>BALANZA ELECTRONICA DE PLATAFORMA</b>	5	20%	\$ 2,222.22	\$ 1,777.78	\$ 355.56
<b>COMPACTADORA DE RESIDUOS INORGANICOS</b>	5	20%	\$ 13,799.99	\$ 11,039.99	\$ 2,208.00
<b>VIBRO APISONADOR</b>	5	20%	\$ 4,221.54	\$ 3,377.23	\$ 675.45

Elaborado por: Equipo consultor 2017

En relación a las depreciaciones, cabe anotar que mantenemos un rubro constante y permanente para los 15 años de proyección de vida útil del proyecto, en virtud de que, una vez que culmina la vida útil (5 años en el caso de los equipos) se tiene previsto en el plan de inversiones una nueva adquisición, lo que le vuelve un rubro permanente y de igual comportamiento y valor.

En el caso del edificio, este se deprecia a 20 años, lo que sobrepasa el horizonte del proyecto.

### 8.2.3 Costo de la deuda

Para determinar los valores a cubrir por deuda, se partió del supuesto de un financiamiento del 100% del valor requerido, a los cuales se aplicaron los cálculos de plazo 40 trimestres, con una tasa trimestral del 7,21%, obteniendo la tabla de amortización que se presenta en la documentación digital adjunta al presente documento. En el anexo Excel en la hoja "Deuda" se detalla la tabla de amortización del crédito integralmente.

Tabla 104: Tabla de amortización crédito

TABLA DE AMORTIZACIÓN PROVISIONAL						
CUOTAS FIJAS						
<b>PROYECTO :</b>		<b>INVERSIÓN AÑO 1</b>				
<b>MONTO DEL CRÉDITO :</b>		<b>544,875</b>		<b>DÓLARES</b>		
<b>PERIODO DE GRACIA :</b>		<b>0</b>				
<b>PLAZO EN TRIMESTRES :</b>		<b>40</b>				
<b>TASA DE INTERÉS TRIMESTRAL:</b>		<b>1.80%</b>				
<b>COMISIÓN BANCARIA :</b>		<b>0.00%</b>				
<b>FECHA DE DESEMBOLSO :</b>		<b>01/06/2018</b>				
<b>INTERÉS TOTAL CRÉDITO:</b>		<b>224,521</b>				
<b>FECHAS</b>	<b>T</b>	<b>DESEMBOLSO</b>	<b>CARTERA VIGENTE</b>	<b>INTERÉS</b>	<b>CAPITAL</b>	<b>CUOTA ANUAL</b>
01/06/2018	0	544,875	544,875			
26/02/2019	3		525,878	9,479	9,756	19,235
23/11/2019	6		496,080	8,942	10,293	19,235
21/02/2020	7		485,786	8,756	10,479	19,235
17/11/2020	10		453,781	8,179	11,055	19,235
15/02/2021	11		442,725	7,980	11,255	19,235
12/11/2021	14		408,349	7,360	11,874	19,235
10/02/2022	15		396,474	7,146	12,088	19,235
07/11/2022	18		359,551	6,481	12,754	19,235
05/02/2023	19		346,797	6,251	12,984	19,235
02/11/2023	22		307,140	5,536	13,699	19,235
31/01/2024	23		293,441	5,289	13,946	19,235
27/10/2024	26		250,845	4,521	14,713	19,235
25/01/2025	27		236,132	4,256	14,979	19,235
22/10/2025	30		190,381	3,432	15,803	19,235
20/01/2026	31		174,578	3,147	16,088	19,235
17/10/2026	34		125,439	2,261	16,974	19,235

15/01/2027	35		108,465	1,955	17,280	19,235
12/10/2027	38		55,685	1,004	18,231	19,235
10/01/2028	39		37,454	675	18,560	19,235
09/04/2028	40		18,894	341	18,894	19,235

Elaborado por: Equipo consultor 2017

#### 8.2.4 Flujo financiero

Siendo el flujo financiero un componente decisivo al momento de evaluar proyectos, en el presente caso debido a que se trata de un esquema de trabajo en el que se vincula el componente de beneficio social y la calidad de vida de la ciudadanía, al componente numérico debe considerarse como un referente de composición interna para el Cantón Limón y sus arcas, mas no como decisivo para la elaboración o no del proyecto, debido a su impacto social y beneficio comunitario que lleva dentro de su estructura.

El flujo financiero se construye con el reporte de todos los ingresos operativos y no operativos que se avizoran para el proyecto y se toma como referencia la tasa propuesta que garantiza la sostenibilidad de la prestación del servicio (USD \$ 6.28).

Como contraparte se detallan todos los costos a precios de mercado que deberán ser afrontados por el prestador del servicio de esta manera se obtuvo el siguiente flujo:

Tabla 105: Flujo financiero – Tasa recomendada -

<b>FLUJO FINANCIERO</b>						
<b>Tasa</b>	6.92%					
	0	2018	2021	2025	2030	2032
<b>INGRESOS TOTALES</b>	<b>1,663,207.07</b>	<b>656,482.88</b>	<b>111,984.96</b>	<b>114,848.64</b>	<b>118,465.92</b>	<b>119,973.12</b>
<b>INGRESOS NO OPERATIVOS</b>		<b>544,875</b>				
Crédito		544,875				
Costos que no representan desembolso		25,520	25520	25520	25520	25520
<b>INGRESOS OPERATIVOS</b>	<b>1,118,332.35</b>	<b>111,608.16</b>	<b>111,984.96</b>	<b>114,848.64</b>	<b>118,465.92</b>	<b>119,973.12</b>
INGRESOS POR TASAS		111,608.16	111,984.96	114,848.64	118,465.92	119,973.12
<b>COSTOS TOTALES</b>	<b>1,664,039.65</b>	<b>628,623.02</b>	<b>133,499.92</b>	<b>129,947.41</b>	<b>89,654.60</b>	<b>58,941.64</b>
<b>COSTOS OPERATIVOS</b>	<b>522,661.31</b>	<b>45,278.53</b>	<b>56,560.40</b>	<b>54,117.40</b>	<b>58,610.90</b>	<b>58,941.64</b>
GASTOS DE ADMI, O Y MANT		45,278.53	56,560.40	54,117.40	58,610.90	58,941.64
<b>AMORTIZACIÓN</b>		<b>18,996.71</b>	<b>46,250.93</b>	<b>61,553.90</b>	-	-
<b>INVERSIONES</b>		<b>544,875</b>			<b>31,043.70</b>	
<b>GASTOS FINANCIEROS</b>		<b>19,473.06</b>	<b>30,688.59</b>	<b>14,276.11</b>	-	-
GASTOS FINANCIEROS		19,473.06	30,688.59	14,276.11	-	-
COSTOS OPERATIVOS NO DEPRECIACIONES-		25,520	25520	25520	25520	25520
<b>DEFICIT/SUPERAVIT (USD)</b>		<b>27,859.87</b>	<b>(21,514.96)</b>	<b>(15,098.77)</b>	<b>28,811.33</b>	<b>61,031.48</b>

Elaborado por: Equipo consultor 2017

El flujo financiero en su totalidad se detalla en el Anexo de Excel hoja “Eval financiera”. Por otra parte, los resultados e indicadores obtenidos de esta evaluación son:

Tabla 106: Resultados evaluación financiera

FLUJO DE EFECTIVO		2018	2020	2024	2029	2031	2032
FLUJO DE CAJA OPERACIONAL		46,856.57	23,641.80	10,336.28	63,670.28	57,834.88	61,031.48
INVERSIONES	544,874.72						
FLUJO NETO DE CAJA	(544,874.72)	46,856.57	23,641.80	10,336.28	63,670.28	57,834.88	61,031.48
<b>PRI</b>	<b>13.69</b>	<b>-498,018.15</b>	<b>-44,970.04</b>	<b>-348,112.09</b>	<b>-68,564.42</b>	<b>18,081.78</b>	
<b>TIR</b>	<b>6.78%</b>						
<b>VAN</b>	<b>-0.00</b>						

INDICADORES	
TIR	6.78%
VALOR NETO ACTUAL INGRESOS	\$1,671,771.77
VALOR NETO ACTUAL COSTOS	\$1,671,771.77
RELACIÓN BENEFICIO COSTE	1.00
PRI	13.69

Elaborado por: Equipo consultor 2017

Los resultados de la evaluación financiera son consistentes con los esperados a partir de tomar la tasa recomendada para el servicio de USD \$ 6.28 correspondiente al Costo Medio del servicio. Se evidencia que esta tasa cubre y da sostenibilidad al servicio durante el período de vida útil considerado en el presente estudio.

La relación beneficio costo resultante da luz verde para la ejecución del proyecto. Como se refirió anteriormente cualquier nivel de eficiencia que pueda ser alcanzado por el prestador y tienda a reducir los costos de inversión, operación y mantenimiento representaría para el prestador un margen adicional de beneficios que pueden ser considerados para re inversiones o para nuevos proyectos asociados.

Sensibilidad					
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	BENEFICIOS TOTALES	COSTOS TOTALES	VAN	PRI	B/C
VALORES ORIGINALES	1,917,442	1,917,442	0	13.69	1.00
10% MAS EN LOS COSTOS E INVERSIONES	1,985,927	2,098,676	-112,749		0.95

10% MENOS EN LOS COSTOS E INVERSIONES	1,828,182	1,717,098	111,084	10.91	1.06
10% MAS EN LOS INGRESOS	2,018,888	1,907,887	111,001	10.82	1.06
10% MENOS EN LOS INGRESOS	1,795,221	1,907,887	- 112,666		0.94

Elaborado por: Equipo consultor 2017

Como se presenta en la tabla anterior el proyecto dado su equilibrio financiero en la determinación de los ingresos es significativamente sensible a variaciones en sus rubros. Cualquier ahorro en costos o incremento en ingresos representa un importante flujo a favor del proyecto que refleja una relación beneficio costo de 1.06 superior a la unidad y alcanza un valor presente de flujos positivos.

Contrariamente en caso de incrementarse los costos o renunciar a los ingresos el proyecto claramente demanda de una fuente de financiamiento adicional para garantizar su sostenibilidad y cobertura conservando los costos incurridos y detallados a lo largo del informe.

### 8.2.5 Impacto financiero de la tasa recomendada

En la siguiente tabla se presenta una situación simulada del flujo financiero que obtendría el prestador del servicio en caso de mantener su recaudación en la tasa actual y ejecutar el proyecto asumiendo los costos de operación y mantenimiento proyectados.

Tabla 107: Flujo financiero – Tasa actual -

FLUJO FINANCIERO						
Tasa	6.92%					
	0	2018	2021	2025	2030	2032
<b>INGRESOS TOTALES</b>	<b>1,191,183.13</b>	<b>610,560.06</b>	<b>65,820.94</b>	<b>66,851.51</b>	<b>68,153.28</b>	<b>68,695.69</b>
<b>INGRESOS NO OPERATIVOS</b>		<b>544,875</b>				
Crédito		544,875				
Costos que no representan desembolso		25,520	25520	25520	25520	25520
<b>INGRESOS OPERATIVOS</b>	<b>402,461.04</b>	<b>40,165.11</b>	<b>40,300.71</b>	<b>41,331.28</b>	<b>42,633.05</b>	<b>43,175.45</b>
INGRESOS POR TASAS		40,165.11	40,300.71	41,331.28	42,633.05	43,175.45
<b>COSTOS TOTALES</b>	<b>1,907,887.02</b>	<b>654,143.25</b>	<b>159,020.15</b>	<b>155,467.64</b>	<b>115,174.83</b>	<b>84,461.87</b>
<b>COSTOS OPERATIVOS</b>	<b>522,661.31</b>	<b>45,278.53</b>	<b>56,560.40</b>	<b>54,117.40</b>	<b>58,610.90</b>	<b>58,941.64</b>
GASTOS DE ADMI, OP Y MANT		45,278.53	56,560.40	54,117.40	58,610.90	58,941.64
<b>AMORTIZACIÓN</b>		<b>18,996.71</b>	<b>46,250.93</b>	<b>61,553.90</b>	-	-

FLUJO FINANCIERO						
Tasa	6.92%					
	0	2018	2021	2025	2030	2032
<b>INVERSIONES</b>		<b>544,875</b>			<b>31,043.70</b>	
<b>GASTOS FINANCIEROS</b>		<b>19,473.06</b>	<b>30,688.59</b>	<b>14,276.11</b>	-	-
GASTOS FINANCIEROS		19,473.06	30,688.59	14,276.11	-	-
COSTOS NO OPERATIVOS - DEPRECIACIONES-		25,520	25520	25520	25520	25520
<b>DEFICIT/SUPERAVIT (USD)</b>		<b>(43,583.19)</b>	<b>(93,199.21)</b>	<b>(88,616.14)</b>	<b>(47,021.55)</b>	<b>(15,766.19)</b>

Elaborado por: Equipo consultor 2017

Como se evidencia en la tabla anterior, manteniendo los costos de operación y mantenimiento proyectados en el presente estudio y conservando el cobro de la tasa actual que está alrededor de USD 2 dólares, el prestador del servicio demanda durante todos los años (vida útil) una cobertura de déficit. Este déficit debería ser entendido como un subsidio otorgado a los clientes que debe ser financiado con otras asignaciones de recursos para garantizar la cobertura de calidad del servicio.

El diferencial específicamente en ingresos se resume en la siguiente tabla:

COMPARATIVO DE INGRESOS	SUMA	2018	2021	2025	2030	2032
INGRESOS POR TASAS - TASA RECOMENDADA -	1,725,819	111,608	111,985	114,849	118,466	119,973
INGRESOS POR TASAS - TASA ACTUAL -	621,081	40,165	40,301	41,331	42,633	43,175
<b>DIFERENCIA (Subsidio)</b>	<b>1,104,738</b>	<b>71,443</b>	<b>71,684</b>	<b>73,517</b>	<b>75,833</b>	<b>76,798</b>

En términos anuales el diferencial de ingresos entre la recaudación de las dos tasas está en promedio alrededor de USD \$ 73.000 para el período analizado, es decir el prestador del servicio debería considerar financiar estos rubros en caso de mantener la tasa actual.

### 8.2.6 Conclusiones.

En base a los resultados obtenidos de la evaluación financiera y la concepción de los ingresos en función del costo medio del servicio podemos concluir que el proyecto es viable financieramente. El nivel de sensibilidad del proyecto demuestra que ante variaciones entre un 10% de sus principales variables (costos e ingresos) los resultados pueden cambiar significativamente tornándose en un flujo positivo y con un margen beneficio costo superior a la unidad en el caso de ahorro de costos o incremento de ingresos. Caso contrario el proyecto claramente demandaría de inyecciones de financiamiento (podrían ser subsidios) para garantizar su sostenibilidad.

La tasa recomendada de USD \$ 6.28 mensual por usuario cubre en su totalidad los requerimientos del servicio y se asocian con una evaluación financiera equilibrada. Bajo esta consideración se puede concluir que el estudio es económica y financieramente viable.

---

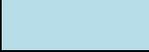
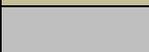
Es importante considerar para la toma de decisiones que, al tratarse de un proyecto social, uno de los indicadores de mayor peso es el de relación beneficio coste, como lo indica la CEPAL en su documento, este se convierte en uno de los más completos para tomar decisiones. El criterio técnico indica que si esta relación es  $B/C \geq 1$  indica que los beneficios superan los costes, por consiguiente, el proyecto debe ser considerado para aceptarlo. Tanto en la evaluación económica como financiera se obtienen relaciones que igualan o superan dicho indicador.

## 9 Plan de manejo ambiental

El Plan de Manejo Ambiental se estructura en 9 programas. Cada programa contiene las medidas a desarrollar conforme los siguientes aspectos: Plan al que pertenece, programa, Objetivo, lugar de aplicación, responsable, Aspecto ambiental, Impacto identificado, medidas propuestas, indicadores, medios de verificación, y plazo.

En la siguiente tabla presentamos la codificación de cada programa con un color para fácil reconocimiento.

Tabla 108. Codificación de PMA

PLANES	CÓDIGO	COLOR
PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS	PPMI	
PLAN DE MANEJO DE DESECHOS	PMD	
PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	PCC	
PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS	PRC	
PLAN DE CONTINGENCIAS	PDC	
PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	PSSO	
PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO	PMS	
PLAN DE ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA	PAA	
PLAN DE RESTAURACIÓN, INDEMNIZACIÓN Y COMPENSACIÓN	PRIC	

Fuente: Equipo Consultor 2017.

El plan de manejo ambiental se puede observar con mayor detalle en el anexo 19.

## 10 DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS

Como parte complementaria del presente estudio se establecieron además otros requisitos precontractuales necesarios para la implantación de la nueva celda del relleno sanitario. Entre los diferentes estudios complementarios están:

- Formula polinómica y cuadrilla tipo: La fórmula Polinómica y cuadrilla tipo se encuentra en el anexo 23.
- Manual de operación y mantenimiento: El manual de operación y mantenimiento se puede visualizar en el Anexo 20.
- Especificaciones técnicas: Las especificaciones técnicas se pueden visualizar en el Anexo 14.
- Planos: Los planos se presentan en el anexo 17.
- Instalaciones eléctricas: Como se trata de un relleno sanitario que cuenta ya con instalaciones eléctricas, los estudios y planos se presentan en el anexo 25.

## 11 CRONOGRAMA.

CORNOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LA NUEVA CELDA PARA EL RELLENO SANITARIO DEL CANTÓN LIMÓN INDANZA																										
DESCRIPCIÓN	SEMANAS																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
<b>CONFORMACIÓN DE VIA PERIMETRAL</b>																										
Desbroce y limpieza del terreno	■																									
Replanteo y nivelación de vías		■	■																							
Excavación a máquina material sin clasificar con excavadora de oruga			■	■	■																					
Excavación manual material sin clasificar 0-2m				■	■	■																				
Cargado de material con cargadora					■	■	■																			
Cargado de material manualmente						■	■	■																		
Subrasante conformación y compactación con equipo pesado							■	■	■																	
Transporte de materiales hasta 6 km								■	■	■																
Relleno compactado con material de sitio									■	■	■															
Peinado de taludes										■	■	■														
Relleno compactado con material de mejoramiento											■	■	■													
Suministro y colocación de señalética, incluye poste												■	■	■												
<b>DRENAJE DE VIA</b>																										
Tubería PVC para desagüe, d= 160 mm																										
<b>CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE CELDA NUEVA</b>																										
<b>EXCAVACIÓN</b>																										
Desbroce y limpieza del terreno	■																									
Replanteo y nivelación		■	■																							
Excavación a máquina material sin clasificar con excavadora de oruga			■	■	■	■	■	■	■	■																
Cargado de material con cargadora				■	■	■	■	■	■	■																
Transporte de materiales hasta 6 km					■	■	■	■	■	■																
<b>IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE DE LIXIVIADOS</b>																										
Tubería PVC perforada para dren, d= 160 mm																										
Tubería PVC perforada para dren, d= 200 mm																										
Suministro y colocación de Yee Reductora D= 200 - 160 mm																										
Pozo de revisión prefabricado h = 3.5 a 4 m, incluye tapa, cerco y/o brocal																										
Suministro, instalación y termosellado de geomembrana 1500 micras, (150x70m)																										
Excavación manual material sin clasificar 0-2m																										
Excavación manual en material sin clasificar de 2-4m																										
Suministro y colocación de piedra para dren																										
Suministro y colocación de grava para dren																										
Tubería PVC para desagüe d=200 mm																										
Tubería PVC para desagüe, d= 160 mm																										
Suministro y colocación de codo de 135 grados, diametro de 160 mm																										
Suministro y colocación yee d=160 mm																										
Cargado de material manualmente																										
Transporte de materiales hasta 6 km																										
Suministro y colocación de Geotextil NT 1600, ancho=4.5 m																										
Excavación a máquina material sin clasificar con excavadora de oruga																										
Cargado de material con cargadora																										
Compactación con material de sitio, equipo liviano																										
Pozo de revisión prefabricado h = 6 a 6.5 m, incluye tapa, cerco y/o brocal																										
Suministro y colocación de codo de 90 grados, diametro de 160 mm																										
Relleno con material de sitio, sin compactar																										
<b>ZANJA DE INFILTRACIÓN (FILTRO BIOLÓGICO)</b>																										
Excavación manual material sin clasificar 0-2m																										
Cargado de material manualmente																										
Suministro y colocación de grava para dren																										
Transporte de materiales hasta 6 km																										
Tubería PVC para desagüe, d= 110 mm, incluye perforación																										
Relleno con material de sitio, sin compactar																										
<b>CHIMENEAS PARA GASES</b>																										
Malla electrosoldada R-84																										
Suministro y colocación de Geotextil NT 1600, ancho=4.5 m																										
Suministro y colocación de piedra para dren																										
Tubería PVC perforada para dren, d= 110 mm																										
Colocación de tira de madera 4x5x300 cm																										
Compactación con material de sitio, equipo liviano																										
<b>CIERRE TÉCNICO CELDA ACTUAL</b>																										
Transporte de materiales hasta 6 km																										
Relleno compactado con material de sitio																										
Relleno con material de sitio, sin compactar																										
Suministro y colocación de grava para dren																										
<b>GESTION EN SEGURIDAD Y AMBIENTE (CIERRE TÉCNICO CELDA ACTUAL)</b>																										
Capacitación a los trabajadores																										
Manejo de residuos sólidos																										
Política general de seguridad (equipo)																										
Manejo de olores																										
Control de incendios y accidentes laborales																										
Seguimiento y monitoreo de las medidas propuestas en el plan de manejo																										
Control de la contaminación atmosférica																										
Control de ruido																										
Compensación y restauración de áreas afectadas																										
Manejo de lixiviados																										
Política general de seguridad (señalización)																										
Comunicación y socialización																										
Control de vectores																										
<b>SEÑALETICA DENTRO Y FUERA DEL RELLENO</b>																										
Suministro y colocación de señalética, incluye poste																										
<b>CIERRE TÉCNICO CELDA NUEVA</b>																										
Transporte de materiales hasta 6 km																										
Relleno compactado con material de sitio																										
Relleno con material de sitio, sin compactar																										
Suministro y colocación de grava para dren																										