

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECUPERACIÓN Y MANEJO DE
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA EL DISTRITO DE
ASILLO”**

TESIS

PRESENTADO POR:

GOMEZ CRUZ EBERTH SABINO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PROMOCIÓN 2012

PUNO – PERÚ

2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS:

**“DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECUPERACIÓN Y MANEJO DE
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA EL DISTRITO DE
ASILLO”**

PRESENTADO POR:

GOMEZ CRUZ EBERTH SABINO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

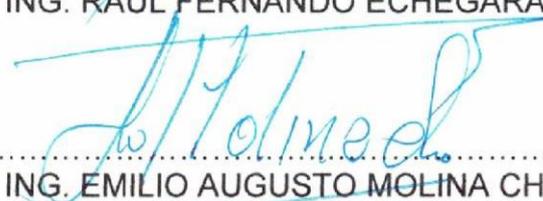
PRESIDENTE


: ING. ZENÓN MELLADO VARGAS

1ER MIEMBRO


: ING. RAÚL FERNANDO ECHEGARAY CHAMBI

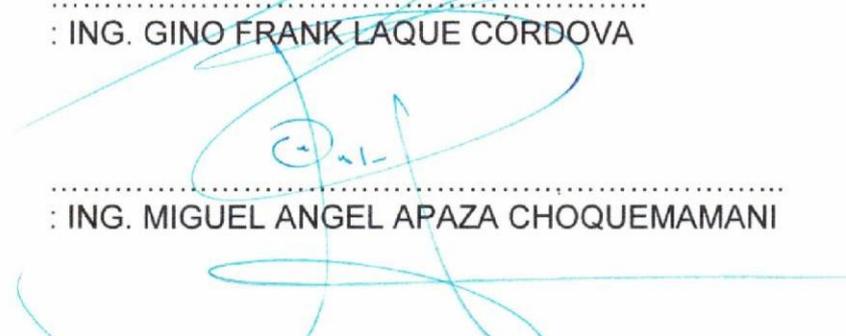
2DO MIEMBRO


: ING. EMILIO AUGUSTO MOLINA CHÁVEZ

DIRECTOR


: ING. GINO FRANK LAQUE CÓRDOVA

ASESOR


: ING. MIGUEL ANGEL APAZA CHOQUEMAMANI

Área: HIDRÁULICA

Tema: DISEÑO DE UNA PLANTA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Línea de Investigación: HIDRÁULICA Y MEDIO AMBIENTE

DEDICATORIA

A Mis padres (Sabino Pablo Gómez Quispe y Fortunata teresa Cruz Ccuno), porque este logro se llegó a concretar gracias a ellos, por educar y formar a la persona y ser que soy, por todo ese amor, dedicación y esmero que siempre tuvieron con nosotros sus hijos y por darme también los mejores consejos y ejemplos de vida. Los amo, padres míos son la mejor bendición que la vida y Dios me ha brindado, por eso les dedico este triunfo, porque sin ustedes no lo hubiese podido lograr.

A Mis Hermanos (ferdinang, Renzo, Yanira y Aron), por haber estado a mi lado alentándome durante toda mi vida y la carrera profesional, y demostrarme así cada uno a su manera que el esfuerzo es un paso para tener grandes logros siempre cuento con ustedes, gracias por todo el amor que me han brindado; este éxito también se los dedico a ustedes que son parte importante y vital de mi vida, los amo.

A mis Abuelos, a mi familia Gomez Quispe y Cruz Ccuno que incorporan todos mis tíos y tías para que estén orgullosos de este profesional que soy, gracias por todo el amor que me brindan. Siempre los llevo conmigo.

Eberth S. Gomez Cruz

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la vida, por a verme dado esta segunda oportunidad de vivir y poder culminar esta carrera profesional. También por darme el mejor regalo del mundo: mi familia y amigos que llegaron y me demostraron que debemos estar siempre en las buenas y en las malas situaciones.

A la Universidad Nacional del Altiplano, especialmente a la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura y a su plana de docentes, que contribuyeron en mi formación profesional.

A la Municipalidad Distrital de Asillo, a los funcionarios de la sub gerencia Infraestructura y Desarrollo Urbano – Rural así como a la sub Gerencia de Servicios Públicos y Medio Ambiente por toda la información brindada y su colaboración para el desarrollo del presente proyecto de tesis.

A mi director y asesor de tesis, quienes orientaron y encaminaron en el desarrollo de este proyecto de tesis, aportando con su experiencia y conocimiento profesional.

A las entidades que me facilitaron información para el desarrollo del presente trabajo, al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional del Altiplano y a otras que nos brindaron apoyo e información.

A mi familia por el apoyo brindado en toda mi formación universitaria así como en el desarrollo del presente proyecto de tesis.

A todos los profesionales que me asesoraron para el desarrollo del presente proyecto de tesis, así como a los que me apoyaron y colaboraron en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, estudios topográficos, y elaboración del presente proyecto de tesis.

Gracias a todos por ayudarme en la realización del presente proyecto de tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTOS	4
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	5
ÍNDICE DE CUADROS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ABREVIATURAS	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I	17
1. GENERALIDADES	17
1.1. ANTECEDENTES QUE MOTIVAN EL PROYECTO.....	17
1.2. OBJETIVOS.....	19
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	19
1.4. MARCO LEGAL	20
1.5. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	22
1.5.1. UBICACIÓN.....	22
1.5.2. IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	23
1.5.3. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES.....	24
1.5.4. DIAGNÓSTICO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS EN EL DISTRITO DE ASILLO.....	27
CAPÍTULO II	31
2. MARCO TEÓRICO	31
2.1. RESIDUOS SÓLIDOS	31
2.1.1. DEFINICIÓN.....	31
2.1.2. CLASIFICACIÓN.....	32
2.1.3. DESECHOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS.....	32
2.1.4. CICLO DE VIDA DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	33
2.1.5. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	36

2.2. PLANTAS DE RECUPERACIÓN	37
2.2.1. DEFINICIÓN.	37
2.2.2. MECANISMOS DE RECUPERACIÓN.....	37
2.3. RELLENOS SANITARIOS.....	38
2.3.1. DEFINICIÓN.	38
2.3.2. CLASIFICACIÓN.....	38
2.3.3. OPERACIÓN.	39
2.3.4. REACCIONES GENERADAS.....	40
2.3.5. GESTIÓN DE LIXIVIADOS.	45
CAPÍTULO III	48
3. INGENIERÍA DEL PROYECTO	48
3.1. ESTUDIOS BÁSICOS	48
3.1.1. ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN DE RSU.	48
3.1.2. ESTUDIOS DE SELECCIÓN DE ÁREA.	60
3.1.3. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS.....	75
3.1.4. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.....	82
3.1.5. ESTUDIOS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS.....	85
3.2. SISTEMA DE RECUPERACIÓN	93
3.2.1. SEPARACIÓN DE RESIDUOS EN LA FUENTE.	93
3.3. RELLENO SANITARIO O MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS.....	94
3.3.1. INFORMACIÓN BÁSICA.	94
3.3.2. DISTRIBUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA.....	96
3.3.3. DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO O MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS	97
3.3.4. OPERACIÓN Y CLAUSURA DEL RELLENO SANITARIO.....	107
3.4. EVALUACIÓN AMBIENTAL	111
3.4.1. GENERALIDADES.....	111
3.4.2. OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL.	112
3.4.3. MARCO CONCEPTUAL.	113
3.4.4. MARCO LEGAL.	113
3.4.5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.	114
3.4.6. ÁREA DE INFLUENCIA.	114
3.4.7. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.	114

3.4.8. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	115
3.4.9. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.	124
3.4.10. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	134
3.4.11. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.	142
3.5. MANUAL DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL DISTRITO DE ASILLO.....	143
3.5.1. OBJETIVOS DEL LA MANUAL DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	143
3.5.2. METODOLOGÍA.	143
3.5.3. SOCIALIZACIÓN DEL PROCESO A IMPLEMENTAR A NIVEL URBANO.....	145
3.5.4. MANEJO SANITARIO DE LOS RSU EN VIVIENDAS.	148
3.5.5. ALMACENAMIENTO Y RECOLECCIÓN LINEAMIENTOS GENERALES.	150
3.5.6. MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS.....	152
3.5.7. MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES.	157
3.5.8. LAS “3R”: REDUCIR, REUTILIZAR Y RECICLAR.....	167
3.5.9. MANEJO DE LOS RESIDUOS PELIGROSO O SUJETO A DISPOSICIÓN FINAL EXTRAORDINARIA.....	170
3.5.10. DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS INORGÁNICOS NO PELIGROSOS NO RECICLABLES.	173
Capítulo IV	175
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	175
4.1. CONCLUSIONES.....	175
4.2. RECOMENDACIONES.....	176
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	178
ANEXOS:	
ANEXO 01: ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN DE RSU	
ANEXO 02: ESTUDIO HIDROLÓGICO	
ANEXO 03: CERTIFICADOS DEL LABORATORIO DE SUELOS	
ANEXO 04: PRESUPUESTO DEL PROYECTO	
ANEXO 05: PLANOS	

ÍNDICE DE CUADROS

TABLA 1.1. POBLACIÓN Y VIVIENDA POR ZONA	23
TABLA 1.2. DISTRIBUCIÓN DE LA ZONA URBANA	23
TABLA 1.3. CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN URBANA - CENSO 2007	24
TABLA 1.4. ENFERMEDADES MÁS FRECUENTES EN EL DISTRITO DE ASILLO	25
TABLA 1.5. TIPO DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS	25
TABLA 1.6. INSTITUCIONES EDUCATIVAS EN EL DISTRITO DE ASILLO .	26
TABLA 1.7. ACTIVIDADES ECONÓMICAS	27
TABLA 3.1. ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA	50
TABLA 3.2. RESUMEN DE GENERACIÓN PER CÁPITA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS	52
TABLA 3.3. DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS	52
TABLA 3.4. COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS.....	53
TABLA 3.5. GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS.....	55
TABLA 3.6. RESUMEN DE GPC DE RESIDUOS SÓLIDOS EN I.E.	55
TABLA 3.7. GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN I.E.	56
TABLA 3.8. RESUMEN DE GPC Y GENERACIÓN DE RR.SS. EN EL LOCAL MUNICIPAL.....	56
TABLA 3.9. RESUMEN DE GPC DE RESIDUOS SÓLIDOS EN VÍAS.....	57
TABLA 3.10. CLASIFICACIÓN POR SU COMPOSICIÓN DE RSU EN EL DISTRITO DE ASILLO.....	59
TABLA 3.11. GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	59
TABLA 3.12. TIEMPO DE DEGRADACION DE RSU EN EL DISTRITO DE ASILLO.	60
TABLA 3.13. ALTERNATIVAS PRESELECCIONADAS	61
TABLA 3.14. ACCESIBILIDAD A LAS ZONAS PRESELECCIONADAS	64
TABLA 3.15. INFRAESTRUCTURAS CERCANAS EXISTENTES	65
TABLA 3.16. CUADRO DE RESUMEN DE LOS CRITERIOS DE RESTRICCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS IDENTIFICADAS.....	66
TABLA 3.17. LOCALIZACIÓN.....	67
TABLA 3.18. PROYECCIÓN DE LA VIDA ÚTIL Y ÁREA DEL RELLENO SANITARIO.....	67
TABLA 3.19. PROPIEDADES DEL TERRENO.....	69
TABLA 3.20. ACCESIBILIDAD A LAS ZONAS PRE-SELECCIONADAS	69
TABLA 3.21. DISTANCIA A FUENTE DE AGUAS SUPERFICIALES	70
TABLA 3.22. CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	72
TABLA 3.23. CALIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS	73
TABLA 3.24. CALIFICACIÓN.....	73
TABLA 3.25. RESULTADO OBTENIDO	74
TABLA 3.26. PUNTAJE DE CADA ALTERNATIVA	74

TABLA 3.27. PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS.....	79
TABLA 3.28. PERIODOS DE RETORNO	80
TABLA 3.29. ESTIMACIÓN DE CAUDALES EN FUNCIÓN DEL ÁREA TRIBUTARIA.....	80
TABLA 3.30. VALORES PARA LA DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	81
TABLA 3.31. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	82
TABLA 3.32. NUMERO MÍNIMO DE SONDEOS.....	86
TABLA 3.33. UBICACIÓN DE CALICATAS	87
TABLA 3.34. CRECIMIENTO POBLACIONAL.....	95
TABLA 3.35. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	96
TABLA 3.36. VOLUMEN NECESARIO PARA EL RELLENO SANITARIO	99
TABLA 3.37. TALUDES EN CORTE	103
TABLA 3.38. TALUD DE RELLENO	103
TABLA 3.39. DIMENSIONES DE LA CELDA DIARIA.....	105
TABLA 3.40. REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS.....	106
TABLA 3.41. ESPESOR DE LA CAPA DE COBERTURA FINAL	110
TABLA 3.42. COMPONENTES AMBIENTALES.....	126
TABLA 3.43. ACCIONES DE MITIGACIÓN	141
TABLA 3.44. TIPOLOGÍAS Y SISTEMA DE CODIFICACIÓN SPI.	158

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1. BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL DISTRITO DE ASILLO.....	18
FIGURA 1.2. ÁREA DE ESTUDIO, EL ÁREA DE ESTUDIO DEL PROYECTO SERÁ EN EL DISTRITO DE ASILLO.....	22
FIGURA 1.3. LIMPIEZA DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL DISTRITO DE ASILLO.....	28
FIGURA 1.4. LIMPIEZA DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN VÍAS EN EL DISTRITO DE ASILLO.....	28
FIGURA 1.5. TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL DISTRITO DE ASILLO.....	29
FIGURA 1.6. ALMACENAMIENTO Y DISPOSICIÓN EN BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	29
FIGURA 1.7. ZONA QUE AFECTA LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL DISTRITO DE ASILLO.....	30
FIGURA 3.1. CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL DISTRITO DE ASILLO.....	48
FIGURA 3.2. TRANSPORTE DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL DISTRITO DE ASILLO.....	50
FIGURA 3.3. CUARTEO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL DISTRITO DE ASILLO.....	51
FIGURA 3.4. CANTIDAD EN KILOGRAMOS (KG) DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL DISTRITO DE ASILLO.....	52
FIGURA 3.5. COMPOSICIÓN FÍSICA DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS.....	54
FIGURA 3.6. COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL DISTRITO DE ASILLO.....	58
FIGURA 3.7. CLASIFICACIÓN POR SU COMPOSICIÓN DE RSU EN EL DISTRITO DE ASILLO.....	59
FIGURA 3.8. UBICACIÓN DE ALTERNATIVA 01 PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE RSU EN EL DISTRITO DE ASILLO.....	61
FIGURA 3.9. UBICACIÓN DE ALTERNATIVA 02 PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE RSU EN EL DISTRITO DE ASILLO.....	62
FIGURA 3.10. UBICACIÓN DE ACCESO A ALTERNATIVA 01 (SECTOR LLAJTA SILLOTA) PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE RSU EN EL DISTRITO DE ASILLO.....	63
FIGURA 3.11. UBICACIÓN DE ACCESO A ALTERNATIVA 02 (SECTOR CCACHU CANCHA – PATACOLLANA) PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE RSU EN EL DISTRITO DE ASILLO.....	64
FIGURA 3.12. MICROCUENCA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	76
FIGURA 3.13. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA ZONA DEL RELLENO SANITARIO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RSU PARA EL DISTRITO DE ASILLO.....	84
FIGURA 3.14. CALICATAS ESCAVADAS PARA LA OBTENCIÓN DE MUESTRAS EN LA ZONA DEL RELLENO SANITARIO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RSU PARA EL DISTRITO DE ASILLO.....	87

FIGURA 3.15. PRUEBA DEL TUBO ABIERTO.	88
FIGURA 3.16. MUESTRAS EN LA ZONA DEL RELLENO SANITARIO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RSU PARA EL DISTRITO DE ASILLO.	89
FIGURA 3.17. REALIZACIÓN DEL ENSAYO DE LIMITE LÍQUIDO DE LAS MUESTRAS DEL RELLENO SANITARIO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RSU PARA EL DISTRITO DE ASILLO.	90
FIGURA 3.18. REALIZACIÓN DEL ENSAYO DE LIMITE PLÁSTICO DE LAS MUESTRAS DEL RELLENO SANITARIO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RSU PARA EL DISTRITO DE ASILLO.	90
FIGURA 3.19. REALIZACIÓN DEL ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LAS MUESTRAS DEL RELLENO SANITARIO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RSU PARA EL DISTRITO DE ASILLO.	92
FIGURA 3.20. RECUBRIMIENTOS TÍPICOS EN BARRERAS IMPERMEABLES.....	101
FIGURA 3.21. BARRERA IMPERMEABLE EMPLEADA EN EL PROYECTO.	102
FIGURA 3.22. INTERCONEXIÓN DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE DE GASES Y LIXIVIADO.....	106
FIGURA 3.23. PONDERACIÓN DE IMPACTOS EN LA MATRIZ DE LEOPOLD.	119
FIGURA 3.24. MANUAL DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL DISTRITO DE ASILLO.	145
FIGURA 3.25. SOCIALIZACIÓN DEL PROCESO A IMPLEMENTAR A NIVEL URBANO.....	146
FIGURA 3.26. SEPARACIÓN Y ALMACENAMIENTO EN LA VIVIENDA.	150
FIGURA 3.27. SEPARACIÓN DE ACUERDO A SU COMPOSICIÓN DE RSU.	152
FIGURA 3.28. CODIFICACIÓN INTERNACIONAL DE COLORES.	152
FIGURA 3.29. ESPACIO PARA EL COMPOSTAJE.	154
FIGURA 3.30. AGILIZAR LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS MATERIALES. .	155
FIGURA 3.31. RECUBRIMIENTO DE COMPOSTERA.	156
FIGURA 3.32. ZARANDEO DE COMPOSTAJE.	157
FIGURA 3.33. SIGNIFICADO DE RECICLABLE.	159
FIGURA 3.34. RECOLECTAR RSU.....	160
FIGURA 3.35. SEPARACIÓN DE RSU.....	161
FIGURA 3.36. APLASTAMIENTO DE RSU.	161
FIGURA 3.37. ALMACENAMIENTO CORRECTO DE RSU.	162
FIGURA 3.38. RESIDUO CARTÓN.	164
FIGURA 3.39. RESIDUO METAL.	165
FIGURA 3.40. RESIDUO VIDRIO.	166
FIGURA 3.41. SENSIBILIZACIÓN DEL RECICLAJE.	170
FIGURA 3.42. RUTAS DE RECOLECCIÓN URBANA.	173

ABREVIATURAS

CEPIS	: CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE
CONAM	: CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE
DIGESA	: DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL DEL MINISTERIO DE SALUD
EIA	: EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
EPS-RS	: EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE RESIDUOS SÓLIDOS
EIA	: EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.
INEI	: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
LGRS	: LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
MINSA	: MINISTERIO DE SALUD
MINAM	: MINISTERIO DEL AMBIENTE
MTC	: MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES
MRSM	: MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES
OPS	: ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD
PIGARS	: PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
PPC	: PRODUCCIÓN PER CÁPITA DE RSM
RNE	: REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES
RSU	: RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS
SENAMHI	: SERVICIO NACIONAL DE HIDROLOGÍA Y METEOROLOGÍA

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el distrito de Asillo, situado al este de la provincia de Azángaro, en la zona norte del departamento de Puno y en la parte sur del territorio Peruano, donde el almacenamiento y la disposición final de residuos sólidos urbanos son en botaderos a la intemperie dando un impacto ambiental negativo que contaminan a la tierra, agua, aire y salud, planteándose de esta forma el diseño de una planta de recuperación y manejo de residuos sólidos urbanos. El proyecto estuvo enmarcado en el tipo de investigación descriptiva realizándose de esta forma estudios básicos como son caracterización de residuos sólidos urbanos, selección de área, estudios hidrológicos, geológicos y geotécnicos, sistemas de recuperación, manejo de residuos sólidos urbanos, estudio de impacto ambiental. Para el diseño de la planta se utilizó la guía de diseño, Construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual. De esta manera se puede concluir que el diseño contempla dos aspectos, el primer aspecto: la recuperación, siendo estas no factibles debido a la escasa población y la cantidad generada de residuos sólidos urbanos planteándose de esta manera un programa de recuperación en el punto de origen, el segundo aspecto contempla el manejo o disposición final de los residuos sólidos urbanos el cual está dada por el relleno sanitario que contempla una extensión de 10,015.67 M2 con capacidad de 12,630.55 M3 de almacenamiento.

PALABRA CLAVE: RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, DISEÑO, EVALUAR, RECUPERACIÓN, MANEJO, AMBIENTAL.

ABSTRACT

The present study was conducted in the district of Asillo, located to the east of the province of Azángaro, in the northern part of the department of Puno And in the southern part of the Peruvian territory, Where the storage and final disposal of urban solid waste are in open dumps giving a negative environmental impact that contaminate the earth, water, air and health, Considering this way the design of a plant for the recovery and management of urban solid waste. The project was framed in the type of descriptive research, thus carrying out basic studies such as urban solid waste characterization, area selection, hydrological, geological and geotechnical studies, recovery systems, urban solid waste management, environmental impact study. For the design of the plant was used the design guide, Construction, operation, maintenance and closure of manual sanitary landfill. In this way it can be concluded that the design contemplates two aspects, the first aspect: recovery, being these not feasible due to the small population and the generated amount of urban solid waste, thus posing a recovery program at the point of origin, the second aspect involves the management or final disposal of urban solid waste which is given by the sanitary landfill that includes an extension of 10,015.67 M2 with a capacity of 12,630.55 M3 of storage.

KEYWORD: URBAN SOLID WASTE, DESIGN, EVALUATE, RECOVERY, DRIVING, ENVIRONMENTAL.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la generación de residuos sólidos urbanos (RSU), hoy en día es un problema latente, la falta de conocimiento sobre el problema ambiental que esta ocasiona, el bajo desarrollo institucional del sector y la falta de cultura ciudadana son factores que agravan la situación ambiental ocasionada por el manejo inadecuado de los Residuos Sólidos Urbanos.

La Municipalidad distrital de Asillo, no escapa de esa realidad donde el creciente desarrollo de la población ha traído consigo un aumento de la generación de residuos sólidos urbanos, donde principalmente debido a la falta de una gerencia eficaz y a la falta de participación ciudadana, la gestión de los residuos no está en concordancia con los requerimientos logísticos y técnicos que se requiere para prestar un servicio de mejor calidad a la población que directa o indirectamente afecten el medio ambiente y el bienestar social causado por el manejo inadecuado de los residuos sólidos urbanos.

El tipo de investigación de acuerdo al propósito fue aplicada, según el nivel de conocimiento un proyecto factible y de acuerdo a la estrategia empleada fue de campo y documental.

El presente trabajo está estructurado en capítulos. A lo largo de los capítulos de este trabajo se describen las actividades realizadas para la obtención de recopilación de la información necesaria para la realización del mismo donde:

En el primer capítulo, se abordará las generalidades del proyecto, iniciando con la población urbana a evaluar que es el distrito de Asillo asimismo la ubicación de la planta, la cual se sitúa en la Comunidad Patacollana. También se abordan las justificaciones del presente trabajo, el marco legal al que está sometida la gestión de residuos sólidos en el Perú.

En el segundo capítulo, se hace alcance del marco teórico, necesario para conocer los conceptos que luego han de usarse para el diseño del proyecto, se abordan conceptos como: residuos sólidos, la clasificación de residuos sólidos de acuerdo a la normativa peruana, los procesos a los que son sometidos los

residuos sólidos, mecanismos de recuperación, rellenos sanitarios y las reacciones y cambios físicos suscitados en estos.

En el tercer capítulo se aborda el diseño del proyecto, desde el cálculo de la generación de residuos sólidos urbanos, estudios básicos hasta el diseño de la infraestructura de disposición final, además se elabora la evaluación ambiental respectivamente.

En el cuarto capítulo, se consignan las conclusiones y recomendaciones a las que se confluje en éste trabajo de tesis. Finalmente, se adjunta al presente los anexos necesarios para el desarrollo del tema. El trabajo fue desarrollado de acuerdo a lo establecido en el reglamento vigente para la presentación de proyectos de tesis.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES QUE MOTIVAN EL PROYECTO

Según (Ccuno y Flores, 2011) realizaron la tesis DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y RELLENO SANITARIO PARA LA CIUDAD DE PUNO el cual llegaron a la conclusión siguiente: “El manejo de residuos sólidos en la Ciudad de Puno en la actualidad es deficiente, lo cual genera impactos negativos potenciales al medio ambiente del área de influencia de la ciudad” (p. 147).

Por lo cual el mal manejo de los residuos sólidos urbanos (RSU) traerá impactos ambientales negativos tanto a la tierra, agua, aire y salud poblacional; estos si no se toman acciones inmediatas en la gestión de minimizar dichos residuos sólidos urbanos, enmarcando esta situación es necesario la gestión de ellos, de los distintas provincias y distritos municipales del departamento de Puno.

Asillo es un distrito de la provincia de Azángaro en el departamento peruano de Puno, bajo la administración del Gobierno regional de Puno. En el año 2007 tenía una población de 17,215 habitantes y una densidad poblacional de 43.9 personas por km². Abarca un área total de 392.38 km².

Según el INEI, Asillo tiene una superficie total de 392.38 km². Este distrito se encuentra situado al este de la Provincia de Azángaro, en la zona norte del departamento de Puno y en la parte sur del territorio Peruano. Su capital Asillo se halla a una altura de 3,913 msnm.

En cuanto a la situación de los residuos sólidos urbanos está en un proceso de convertirse en una problemática que aqueja a la salud y ambiente del distrito de Asillo.

La gestión actual de los residuos sólidos en el distrito de Asillo, provincia de Azángaro, se reduce a la recolección domiciliaria, higiene urbana; y la disposición final que es efectuada en un basural a cielo abierto con escasos controles ambientales y técnicos. Las medidas tomadas hasta el momento para resolver esta problemática, no han tenido carácter integral y por lo tanto, no han podido dar solución a todos los factores implicados.



Figura 1.1. Botadero de Residuos Sólidos Urbanos en el Distrito de Asillo.

El manejo actual de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), constituye una preocupación prioritaria en los distintos ámbitos sociales y políticos, dadas las falencias existentes que derivan en efectos perjudiciales sobre la salud y la calidad de vida de los vecinos del distrito de Asillo.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL.

Diseñar una Planta de recuperación y manejo de Residuos Sólidos Urbanos en el distrito de Asillo, con el fin de darle a esta clase de desechos una disposición final adecuada y minimizar los impactos ambientales generados a causa de su recolección, transporte, almacenamiento y disposición en botaderos a la intemperie.

1.2.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS.

- Elaborar un diagnóstico general de la generación actual de residuos sólidos urbanos en el distrito de Asillo.
- Evaluar los volúmenes de producción de residuos sólidos urbanos generados en el Distrito de Asillo de acuerdo a su clasificación.
- Describir el estudio técnico, para optimizar la ubicación, el tamaño de planta e ingeniería del proyecto.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Según la Ley General de Residuos Sólidos LEY N° 27314 (2000) contiene lo siguiente:

Artículo 10.- Del rol de las Municipalidades

Las municipalidades provinciales son responsables por la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a éstos, en todo el ámbito de su jurisdicción, efectuando las coordinaciones con el gobierno regional al que corresponden, para promover la ejecución, revalorización o adecuación, de infraestructura para el manejo de los residuos sólidos, así como para la erradicación de botaderos que pongan en riesgo la salud de las personas y del ambiente...

Artículo 11.- Pequeñas ciudades y centros poblados menores

Las ciudades con menos de 5,000 habitantes o los centros poblados menores que cuenten con un municipio propio establecido de conformidad

con lo dispuesto por la Ley Orgánica de Municipalidades y sus normas reglamentarias y complementarias, podrán exceptuarse del cumplimiento de aquellas disposiciones de la presente Ley que resulten incompatibles con sus condiciones económicas e infraestructura y equipamiento urbano, o por su condición socioeconómica rural (p. 10-12).

Por lo cual las municipalidades están orientadas al manejo de los RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU).

En los últimos años, el problema de la disposición final de los residuos sólidos urbanos (RSU) se ha constituido en un tema de gran interés, dada las numerosas evidencias de su impacto negativo sobre la calidad ambiental y por ende en el nivel de vida de las personas, además de que la disposición de los residuos sólidos urbanos (RSU) no muestra completamente el costo ambiental que ocasiona.

El distrito de Asillo, en cumplimiento del **PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS (PIGARS)** el cual tiene como objetivo principal, de acuerdo a la política ambiental trazada en el Plan Nacional de Desarrollo, “la prevención, generación y manejo de residuos sólidos; incentivando prácticas de separación, como medida necesaria para garantizar la sostenibilidad ambiental, consolidando el reciclaje como una actividad viable y productiva en la economía”.

Teniendo este escenario, se ha propuesto la elaboración de una planta de recuperación y manejo de residuos sólidos urbanos en el distrito de Asillo. La elaboración de este estudio pretende demostrar la oportunidad de minimizar mediante el reciclado, que se deriva del aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos generados, así como la generación de una propuesta que permita mejorar las condiciones del medio ambiente, asegure la sostenibilidad del recurso ambiental del distrito y un adecuado nivel de salud pública.

1.4. MARCO LEGAL

El marco legal vigente que existe en el Perú en cuanto al manejo de residuos sólidos es el siguiente:

- Ley 28611 – Ley General del Ambiente, Artículo I, Del Derecho y Deber Fundamental donde indica:

Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.

- **Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos – su Reglamento D.S. N° 057-2004- PCM y Modificatoria D.L. N° 1065** son competencias de los gobiernos locales provinciales y distritales con respecto a los residuos sólidos urbanos provenientes de los domicilios, centros comerciales y de aquellas actividades que generen residuos similares a éstos, en los ámbitos de su jurisdicción, conllevando un sistema adecuado de disposición final; asimismo coordinar con entes superiores como el DIGESA, MINAM, etc.
- **Ley N° 27972 Ley Orgánica de Municipalidades, ARTÍCULO 80.- SANEAMIENTO, SALUBRIDAD Y SALUD** dentro de sus funciones específicas exclusivas de las municipalidades distritales es:
 - 3.1. Proveer del servicio de limpieza pública determinando las áreas de acumulación de desechos, rellenos sanitarios y el aprovechamiento industrial de desperdicios.
 - 3.2. Regular y controlar el aseo, higiene y salubridad en los establecimientos comerciales, industriales, viviendas, escuelas, piscinas, playas y otros lugares públicos locales.
 - 3.3. Instalar y mantener servicios higiénicos y baños de uso público.
 - 3.4. Fiscalizar y realizar labores de control respecto de la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente.

1.5. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

1.5.1. UBICACIÓN.

El proyecto de tesis, está ubicado en el distrito de Asillo, esta se localiza geográficamente en la provincia de Azángaro, departamento de Puno, Republica del Perú. El área de estudio es la población urbana, se encuentra ubicada en la siguiente coordenada UTM:

- N 0354277 E 8364848

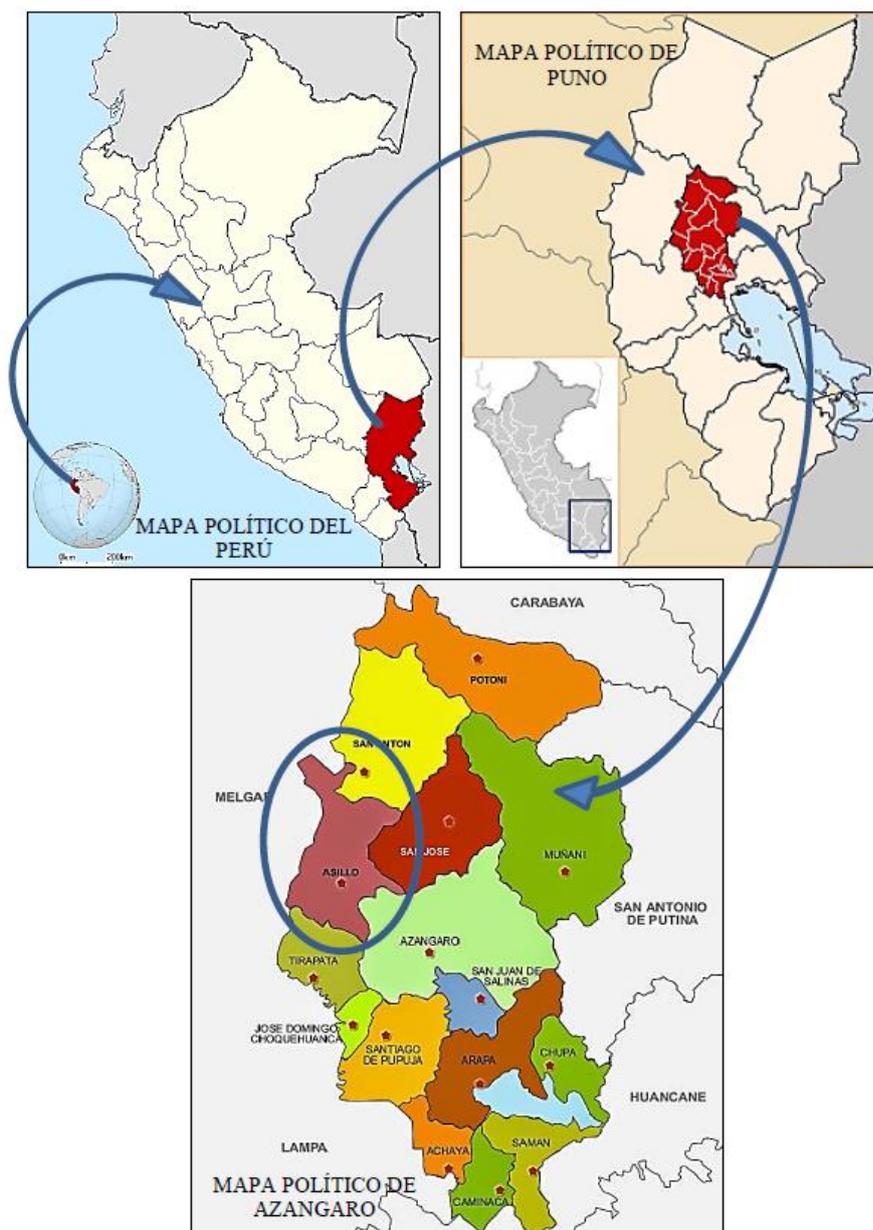


Figura 1.2. Área de Estudio, el Área de Estudio del Proyecto Será en el Distrito de Asillo.

1.5.2. IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Según el INIE - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda. La capital del distrito se encuentra a 3,913 m.s.n.m., con una superficie de 392,4 km² y con una población total de 17,215 habitantes de las cuales la población urbana es de 3,226 que representa el 19% y la rural de 13,989 habitantes que representa el 81%, así mismo cuenta como 8,036 viviendas de los cuales la población urbana cuenta con 1,377 viviendas y en la zona rural con 6,659 viviendas.

TABLA 1.1.
POBLACIÓN Y VIVIENDA POR ZONA

HABITANTES	Población	Viviendas
Población Urbana	3 226	1 377
Población Rural	13 989	6 659
Total	17 215	8 036

FUENTE.- INEI - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda.

De la tabla se tiene que cada vivienda de la zona urbana de Asillo tiene 2.34 habitantes/vivienda y en la zona rural de 2.10 habitantes/vivienda.

En la tabla siguiente se tiene la distribución de la zona urbana del distrito de Asillo en el cual se tiene dos zonas las cuales son Asillo y Progreso.

TABLA 1.2.
DISTRIBUCIÓN DE LA ZONA URBANA

ZONA URBANA	Población	%
Asillo	2463	76
Progreso	763	24
Total	3226	100

FUENTE.- INEI - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda.

El distrito de Asillo ocupa la zona Nor-Oeste de la provincia de Azángaro es uno de los quince (15) distritos de la provincia de Azángaro, y limita con el Este con los distritos de San José y Azángaro, por el Sur con los distritos de Tirapata y Azángaro, por el Oeste con los distritos de Orurillo y Ayaviri, y con el Norte con los distritos de Potoni, San Antón y Antauta, la Zona urbana comprende de 7 barrios, asimismo el área rural 64 comunidades y cuatro centros poblados.

1.5.3. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES.

1.5.3.1. POBLACIÓN AFECTADA.

La Población afectada por los residuos sólidos Urbanos es el objetivo del proyecto, considerándose trabajar con una cobertura del 100% de la zona urbana. Según el INIE - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda el distrito de Asillo contaba con 3,226 habitantes, con una tasa de crecimiento inter-censal de 0.79%, en el periodo comprendido entre 1993 – 2007, en la siguiente tabla se muestra la población según sexo. Las proyecciones realizadas al año 2016, para la población Urbana del distrito de Asillo son de 3,463 habitantes.

TABLA 1.3.
CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN URBANA - CENSO 2007

P: Tipo de Área	Total Habitantes
Población Urbana Asillo	3,226

FUENTE.- INEI - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda.

1.5.3.2. SALUD HIGIENE.

De acuerdo a los reportes del Centro de Salud de Asillo, se identificó las primeras diez enfermedades del 2011, es así que el 2008 se observa que dentro de las primeras 10 enfermedades que se han reportado, existen enfermedades cuya incidencia es alta (como: Sistema Digestivo y de enfermedades infecciosas y parasitarias) que tiene relación directa con el deficiente servicio de agua potable, alcantarillado, la carencia educación sanitaria y el tratamiento de las aguas servidas, producto de la contaminación del entorno y el medio ambiente.

TABLA 1.4.
ENFERMEDADES MÁS FRECUENTES EN EL DISTRITO DE ASILLO

Nº	ENFERMEDADES	CASOS	%
1	Enfermedades del Sistema Digestivo	735	34.51
2	Enfermedades del Sistema Respiratorio	567	26.62
3	Enfermedades Endocrinas Nutricionales y metabólicas	304	14.27
4	Ciertas Enfermedades Infecciosas y Parasitarias	134	6.29
5	Enfermedades del Sistema Genitourinario	101	4.74
6	Traumatismo Envenenamiento y alguna otras causas	88	4.13
7	Enfermedades de la Piel y de Tejido Subcutáneo	70	3.29
8	Síntomas, Signos y Hallazgos Anormales clínicos y de Laboratorio	56	2.63
9	Trastornos Mentales y del Comportamiento	39	1.83
10	Enfermedades de Ojo y de sus anexos	36	1.69

FUENTE.- Centro de Salud Asillo – área de estadística

1.5.3.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS VIVIENDAS Y DEL ENTORNO URBANO.

Según el INIE - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda existen 958 viviendas particulares destinadas para uso familiar, el material predominándote en la construcción es adobe o tapial 90.92%, seguido de Ladrillo o Bloque de Cemento 7.83%. En la tabla 1.5., se detalla los materiales usados para la construcción de viviendas.

TABLA 1.5.
TIPO DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS

Tipo de vivienda	Tipo de Area	
	Urbano	% Urbano
Ladrillo o Bloque de Cemento	75	7.83
Adobe o tapial	871	90.92
Madera	3	0.31
Estera	1	0.1
Piedra con barro	1	0.1
Piedra o Sillar con cal o Cemento	3	0.31
Otro	4	0.42
Total	958	100.00

FUENTE.- INEI - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda.

1.5.3.4. CARACTERÍSTICAS DE LA EDUCACIÓN.

El distrito de Asillo en cuanto a la educación básica regular, se tiene los siguientes centros educativos de gestión pública.

**TABLA 1.6.
INSTITUCIONES EDUCATIVAS EN EL DISTRITO DE ASILLO**

NIVEL	TOTAL	URBANO	RURAL
Inicial	27	15	12
Primaria	13	3	10
Secundaria	4	2	2

1.5.3.5. CARACTERÍSTICAS DE LAS VÍAS DE COMUNICACIÓN.

El distrito de Asillo se encuentra a 31.6 kilómetros Por la Red Vial Nacional PE-34B (carretera Interoceánica) al Nor-Oeste de la provincia de Azángaro. Por Red Vial Nacional PE-003S (carretera Panamericana Sur) se comunica con la Provincia de Ayaviri, Provincia de Juliaca, el estado actual de ambas vías es regular.

1.5.3.6. PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA.

En el distrito de Asillo según las estadísticas del INEI censos del año 2007, la principal actividad económica de la población económicamente activa de 20 años y más, es la agricultura (71.22%), como se muestra en la tabla.

TABLA 1.7.
ACTIVIDADES ECONÓMICAS

NIVEL	DISTRITO		URBANO		RURAL	
	CASO	%	CASO	%	CASO	%
Agric., ganadería, caza y silvicultura	4192	71.2	174	19.02	4018	80.83
Pesca	2	0.03		0	2	0.04
Explotación de minas y canteras	61	1.04	12	1.31	49	0.99
Industrias manufactureras	128	2.17	28	3.06	100	2.01
Suministro de electricidad, gas y agua	3	0.05	3	0.33		0
Construcción	248	4.21	77	8.42	171	3.44
Venta, mantenimiento. y reparación vehículos , automóviles y motos	18	0.31	11	1.2	7	0.14
Comercio a por mayor	11	0.19	4	0.44	7	0.14
Comercio al por menor	537	9.12	258	28.2	279	5.6
Hoteles y restaurantes	79	1.34	55	6.01	24	0.48
Trans., almac. y comunicaciones	115	1.95	46	5.03	69	1.39
intermediación financiera	1	0.02	1	0.11		0
Actividad inmóvil., empres y alquileres	14	0.24	6	0.66	8	0.16
Admin. Pub. y defensa., p. seguridad social	86	1.46	50	5.46	36	0.72
Enseñanza	253	4.3	139	15.19	114	2.29
Servicios sociales y de salud	30	0.51	19	2.08	11	0.22
Otras actividades servicio comunal social y personales	24	0.41	11	1.2	13	0.26
Hogares privados con servicio domestico	31	0.53	9	0.98	22	0.44
Actividad económica no especifica	53	0.9	12	1.31	41	0.82
Total	5886		915		4971	

FUENTE.- INEI - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda.

La segunda actividad en importancia es el comercio (9.62%), seguido de construcción (4.21%). En la zona urbana la actividad económica de mayor importancia es el comercio con 29.84%, seguida por la agricultura, ganadería, caza y silvicultura que representa el 19.02% y la tercera actividad importante es la enseñanza con 15.19%.

1.5.4. DIAGNÓSTICO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS EN EL DISTRITO DE ASILLO.

1.5.4.1. RECOLECCION.

La recolección se realiza a partir de 4 a.m. a 1 p.m. durante todos los días de la semana, pasando por las calles principales del distrito de Asillo de acuerdo a un cronograma según seguimiento realizado, la plaza de armas de Asillo es la principal zona donde se realiza la limpieza diariamente para dar una imagen saludable y cordial a los visitantes que llegan día a día.

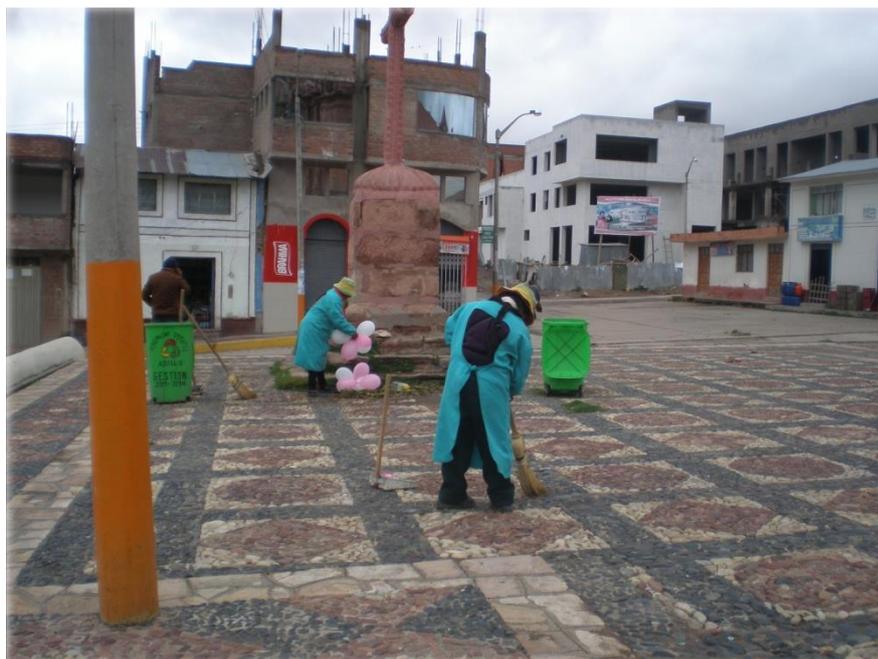


Figura 1.3. Limpieza de Residuos Sólidos Urbanos en el Distrito de Asillo.



Figura 1.4. Limpieza de Residuos Sólidos Urbanos en Vías en el Distrito de Asillo.

1.5.4.2. TRANSPORTE.

El transporte se realiza en una moto carga durante los días de domingo a lunes realizando cuatro viajes por día aproximadamente y los días sábados en un volquete un viaje en el día.



Figura 1.5. Transporte de Residuos Sólidos Urbanos en el Distrito de Asillo.

1.5.4.3. **ALMACENAMIENTO Y DISPOSICIÓN EN BOTADEROS A LA INTEMPERIE.**

El almacenamiento y la disposición en botaderos a la intemperie está dada a 1km de distancia de la población urbana no considerando los cuidados que se requiere para la disposición final en rellenos sanitarios estas como se puede apreciar en la figura que a continuación se visualiza.



Figura 1.6. Almacenamiento y Disposición en Botadero de Residuos Sólidos Urbanos.

1.5.4.4. ZONA QUE AFECTA EL BOTADERO.

En La zona que es afectada por el botadero se encuentra viviendas aledañas a medio Km, está muy cerca de un rio, esta traería problemas que puedan contaminar las aguas subterráneas por la forma de manejo.



Figura 1.7. Zona que Afecta los Residuos Sólidos Urbanos en el Distrito de Asillo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. RESIDUOS SÓLIDOS

2.1.1. DEFINICIÓN.

Según la Ley General de Residuos Sólidos LEY N° 27314 (2000) define de la siguiente manera:

Son residuos sólidos aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente, para ser manejados a través de un sistema que incluya, según corresponda, las siguientes operaciones o procesos:

- Minimización de residuos
- Segregación en la fuente
- Reaprovechamiento
- Almacenamiento
- Recolección
- Comercialización
- Transporte
- Tratamiento
- Transferencia
- Disposición final

Esta definición incluye a los residuos generados por eventos naturales (p.12-13).

2.1.2. CLASIFICACIÓN.

La Ley General de Residuos Sólidos LEY N° 27314 (2000) clasifica de la siguiente manera:

Para los efectos de esta Ley y sus reglamentos, los residuos sólidos se clasifican según su origen en:

- Residuo domiciliario
- Residuo comercial
- Residuo de limpieza de espacios públicos
- Residuo de establecimiento de atención de salud
- Residuo industrial
- Residuo de las actividades de construcción
- Residuo agropecuario
- Residuo de instalaciones o actividades especiales (p.13).

2.1.3. DESECHOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS.

ECHEVERRÍA (2010) propone en su tesis que los desechos sólidos domésticos son:

También llamados residuos sólidos urbanos (RSU), son un tipo de residuo que incluye principalmente los residuos domésticos (basura doméstica) a veces con la adición de productos industriales.

Estos desechos, ya sean en estado sólido o en forma semisólida, en general, excluyendo los desechos peligrosos industriales, hacen referencia a los residuos que quedan procedentes de los hogares y que contienen materiales que no se han separado o enviado para su reciclaje y se clasifican en 5 categorías:

1. Los desechos biodegradables: Los productos derivados de la alimentación y de la cocina, residuos verdes, el papel (también puede ser reciclado).

2. Material reciclable: papel, vidrio, botellas, latas, metales, algunos plásticos, etc.

3. Desechos inertes: Los materiales sobrantes del mundo de la construcción y la demolición, suciedad, piedras, escombros.

4. Desechos compuestos: Desechos de prendas de vestir, Tetra Pak, y los desechos de plástico como juguetes.

5. Desechos domésticos peligrosos (también llamados "residuos peligrosos del hogar") y los desechos tóxicos: Medicamentos, desechos electrónicos, pinturas, productos químicos, bombillas, tubos fluorescentes, aerosoles, fertilizantes y plaguicidas, baterías, betún de zapatos, etc. (p.16-17).

2.1.4. CICLO DE VIDA DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.

BARRIOS Y SAAD (2010) propone en su tesis que el Ciclo de vida de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos se enmarca de la siguiente manera: *“El ciclo de vida de los residuos, está compuesto de una serie de etapas que abarcan desde la generación, el transporte, el almacenaje y la disposición final de estos”* (p.59).

FERNÁNDEZ Y SÁNCHEZ (2007) mencionan en la GUIA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS que el Ciclo de vida de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos tiene las siguientes etapas:

2.1.4.1. GENERACIÓN.

Es la primera etapa del ciclo de vida de los residuos y está estrechamente relacionada con el grado de conciencia de los ciudadanos y las características socioeconómicas de la población.

2.1.4.2. TRANSPORTE Y RECOLECCIÓN.

En esta etapa los residuos son retirados de la vía mediante la recogida manual o mecanizada y transportados hacia las plantas de clasificación o hacia los vertederos de disposición final. Consiste en el proceso de recolección

separativa por unidades vehiculares motorizadas o no. Las ventajas de esta forma de trabajo, son la optimización del personal y el vehículo de transporte. La experiencia indica un aumento considerable de la velocidad de recolección de hasta 80 kg/min y permite que el personal operativo aprenda trabajando. En las áreas de difícil acceso o en pendientes pronunciadas, los residuos deben ser transportados en contenedores asignados a tal propósito.

2.1.4.3. CLASIFICACIÓN.

Los residuos útiles como fuente de materia prima son clasificados según su composición e incluye además la separación selectiva de los residuos según su naturaleza y/o su destino final.

2.1.4.4. REUTILIZACIÓN.

Es el uso que podemos darle a algunos residuos antes de confinarlo a la etapa de almacenamiento, logrando alargar su ciclo de vida y el ahorro de materiales.

2.1.4.5. ALMACENAMIENTO.

Es una etapa muy importante, ya que en dependencia de cómo depositamos los residuos, los mismos podrán ser usados como materia prima en la etapa de reciclaje. El almacenamiento se realiza primeramente en nuestras casas, centros de trabajo o escuelas para después ser colocados en los depósitos públicos y retirados en la etapa de recolección y transportación.

2.1.4.6. TRATAMIENTO.

Consiste en la transformación de los residuos orgánicos e inorgánicos en instalaciones destinadas a este fin y con la tecnología apropiada, en base al volumen de productos y a las demandas del comprador de estos una vez transformados. Por ejemplo:

- A los residuos orgánicos, se les aplican distintas técnicas de separación de las impurezas para que puedan ser reciclados.

- Los residuos inorgánicos son seleccionados, triturados, lavados y embolsados según las demandas del comprador. Las latas sólo serán comprimidas y embaladas.
- Los residuos tóxicos y de alta peligrosidad como los hospitalarios se eliminan, con las debidas medidas de seguridad, en los rellenos sanitarios u otro sitio seleccionado para ello.

Las ventajas del tratamiento son: aumentar el valor agregado de las materias recuperadas, generación de empleos, prolongación de la vida útil del relleno sanitario y posibilidades de mejoramiento continuo del proceso.

2.1.4.7. RECICLAJE.

Es el aprovechamiento de los RSU como materia prima y su incorporación nuevamente a los ciclos tecnológicos de la industria. Incluye además el tratamiento que reciben algunos desechos orgánicos al ser reutilizados como alimento para animales.

2.1.4.8. DISPOSICIÓN FINAL.

Es el confinamiento y encapsulamiento de los RSU inservibles, tóxicos y peligrosos, para evitar el contacto eventual de estos residuos con el exterior, principalmente con los organismos vivos. La disposición final de los residuos se realiza en los vertederos o rellenos sanitarios, de forma tal que los productos no presenten riesgos para la salud ni para los componentes de los ecosistemas.

Para la localización de los rellenos sanitarios se deben evaluar 3 ó 4 áreas alternativas aplicando un método de criterios múltiples que tenga en cuenta los aspectos económicos, los impactos ambientales, la cercanía a la ciudad, la accesibilidad, los criterios de vida útil de entre 10 y 15 años, y finalmente las condiciones climáticas. En la fase de puesta en marcha del sistema, se prevé un determinado porcentaje de residuos orgánicos e inorgánicos que llegarán al relleno sanitario y que serán confinados conjuntamente con los desechos tóxicos y peligrosos.

Para garantizar el diseño correcto y eficiente operación de cualquier relleno sanitario deben observarse los requisitos listados a continuación: Vías de acceso bien definidas y transitables de las áreas de relleno y los suelos, una cerca de protección adecuada, un método correcto de disposición de celdas, existencia de canales de lixiviación y de canalización, cantidades y calidades adecuadas de los materiales de recubrimiento, construcción de chimeneas de gases, pozas de lixiviados y adecuado sistema de protección y control de la zona (p.21-23).

2.1.5. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.

Según la Ley General de Residuos Sólidos LEY N° 27314 se tiene las siguientes definiciones:

2.1.5.1. RECUPERACIÓN.

Toda actividad que permita reaprovechar partes de sustancias o componentes que constituyen residuo sólido (p.34).

2.1.5.2. MINIMIZACIÓN.

Acción de reducir al mínimo posible el volumen y peligrosidad de los residuos sólidos, a través de cualquier estrategia preventiva, procedimiento, método o técnica utilizada en la actividad generadora (p.33).

2.1.5.3. MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS.

Toda actividad técnica operativa de residuos sólidos que involucre manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final o cualquier otro procedimiento técnico operativo utilizado desde la generación hasta la disposición final (p.33).

Según el Reglamento de la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos y su modificatoria se tiene las siguientes definiciones:

2.1.5.4. TRATAMIENTO.

Todo tratamiento de residuos previo a su disposición final, será realizado mediante métodos o tecnologías compatibles con la calidad ambiental y la salud, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento y a las normas específicas. Salvo la incineración que se lleve a cabo cumpliendo con las normas técnicas sanitarias y de acuerdo a lo establecido en el artículo 47° del Reglamento, queda prohibida la quema artesanal o improvisada de residuos sólidos(p.11).

2.1.5.5. RECOLECCIÓN.

Acción de recoger los residuos para transferirlos mediante un medio de locomoción apropiado, y luego continuar su posterior manejo, en forma sanitaria, segura y ambientalmente adecuada (p.52).

2.2. PLANTAS DE RECUPERACIÓN

2.2.1. DEFINICIÓN.

La normativa peruana vigente, define recuperación como toda actividad que permita re-aprovechar partes de sustancias o componentes que constituyen los residuos sólidos, este concepto es ampliamente utilizado en Estados Unidos y Argentina, países pioneros en la gestión de residuos sólidos urbanos, donde se emplean diferentes mecanismos de recuperación para vidrio, papel, cartón, plásticos, materia orgánica o metales.

2.2.2. MECANISMOS DE RECUPERACIÓN.

Según (Ccuno y Flores, 2011) en el cual dan a conocer los diferentes mecanismos de recuperación los cuales son:

En la actualidad, se emplean diversos mecanismos para la recuperación de residuos sólidos, de acuerdo a la caracterización de residuos sólidos y a los volúmenes generados, en Estados Unidos, esta se da de manera mecanizada, ahí se cuenta con imanes que recuperan metales, trituradoras que minimizan el volumen de neumáticos de carros, trituradoras para vidrio o plástico y compresoras adecuadas para el

prensado de grandes volúmenes de cartón. En Sudamérica, los mecanismos empleados en la recuperación de residuos sólidos son básicamente de segregación y minimización. Los principales mecanismos de una planta de recuperación son:

- Mecanismos de Segregación
- Mecanismos de Reducción
- Mecanismos de Compactación
- Instalaciones de Pesaje (p. 33-35).

2.3. RELLENOS SANITARIOS

2.3.1. DEFINICIÓN.

Según OPS/CEPIS/PUB/02.93 en su Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales en el cual dan a conocer:

El relleno sanitario es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más estrecha posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos por efecto de la descomposición de la materia orgánica. (p. 42).

2.3.2. CLASIFICACIÓN.

Según el Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos, en su artículo 83.- los clasifica en rellenos sanitarios para residuos sólidos del ámbito municipal y rellenos sanitarios para residuos sólidos del ámbito no municipal.

2.3.2.1. DE ÁMBITO MUNICIPAL (RSM).

- a) Relleno sanitario manual; cuya capacidad de operación diaria no excede a veinte (20) Toneladas Métricas (TM);

- b) Relleno sanitario semi-mecanizado; cuya capacidad de operación diaria no exceda a cincuenta (50) TM; y
- c) Relleno sanitario mecanizado cuya capacidad de operación diaria es mayor a cincuenta (50) TM.

2.3.2.2. DEL ÁMBITO NO MUNICIPAL.

- a) Relleno de seguridad para residuos peligrosos; en donde se podrán manejar también residuos no peligrosos.
- b) Relleno de seguridad para residuos no peligrosos. (p. 30).

Asimismo, el Ing. Jorge Jaramillo describe los siguientes métodos de construcción de rellenos sanitarios de ámbito municipal:

- Método de trinchera o zanja.
- Método de área.
- Combinación de ambos métodos.

2.3.3. OPERACIÓN.

Según Jorge Jaramillo. Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales OPS/CEPIS. La operación de rellenos sanitarios, está estrechamente relacionada con su método de construcción, se debe llevar a cabo siguiendo un plan general de operaciones preestablecidas o bajo la guía de un manual de operación, el cual debe ser flexible para que el supervisor pueda actuar según su criterio cuando haya que resolver situaciones inesperadas, como cambios de clima o emergencias. Donde detalla los siguientes pasos para la operación de rellenos sanitarios:

- Señalar en el terreno el área que ocupará la primera celda con la basura del día, de acuerdo con las dimensiones estimadas que se basan en el volumen de ingreso esperado y en el grado de compactación que se obtendrá.

- Descargar la basura en el frente de trabajo, a fin de mantener una sola y estrecha área descubierta durante la jornada y evitar el acarreo a grandes distancias.
- Esparcir la basura en capas delgadas de 0,2 a 0,30 metros y compactarla mecánicamente hasta obtener una altura de celda que mida entre 1 y 1,5 metros, procurando una pendiente suave en los taludes exteriores (por cada metro vertical se avanza horizontalmente 2 ó 3 metros).
- Cubrir por completo la basura compactada con una capa de tierra de 0,1 a 0,15 metros de espesor cuando la celda haya alcanzado la altura máxima.
- Compactar la celda hasta obtener una superficie uniforme al final de la jornada. Una vez completada la primera celda, la segunda podrá ser construida de inmediato al lado o sobre la primera, siguiendo siempre el plan de construcción del relleno sanitario. En los periodos secos se recomienda que los vehículos transiten por encima de las celdas terminadas para darles una mayor compactación (p.157).

2.3.4. REACCIONES GENERADAS.

Según (Ccuno y Flores, 2011) realizaron la tesis DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y RELLENO SANITARIO PARA LA CIUDAD DE PUNO en el cual dan a conocer los diferentes reacciones generadas en los RSU los cuales son:

La diversidad de componentes diariamente generados, constituyen un problema aparte en la gestión integral de residuos sólidos urbanos, cada componente reacciona ante un estímulo, limitando aún más la operación del relleno sanitario, las principales reacciones generadas de acuerdo a estudios realizados por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) avalada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), son:

2.3.4.1. CAMBIOS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS.

Los RSU depositados en un relleno sanitario presentan una serie de cambios físicos, químicos y biológicos de manera simultánea e interrelacionada. Estos cambios se describen a continuación a fin de dar una idea de los procesos internos que se presentan cuando los residuos son confinados.

a) Cambios Físicos.

Los cambios físicos más importantes están asociados con la compactación de los RSM, la difusión de gases dentro y fuera del relleno sanitario, el ingreso de agua y el movimiento de líquidos en el interior y hacia el subsuelo, los asentamientos causados por la consolidación y descomposición de la materia orgánica depositada.

El movimiento de gases es de particular importancia para el control operacional y el mantenimiento del sistema. Por ejemplo, cuando el biogás se encuentra atrapado, la presión interna puede causar agrietamiento de la cubierta y fisuras, lo que permite el ingreso de agua de lluvia al interior del relleno sanitario, provocando mayor generación de gases y lixiviados. Lo anterior contribuye a que se produzcan hundimientos y asentamientos diferenciales en la superficie y que se desestabilicen los terraplenes por el aumento de carga de la masa de desechos.

b) Reacciones Químicas.

Las reacciones químicas que ocurren dentro del relleno sanitario e incluso en los botaderos de basura abarcan la disolución y suspensión de materiales y productos de conversión biológica en los líquidos que se infiltran a través de la masa de RSM, la evaporación de compuestos químicos y agua, la adsorción de compuestos orgánicos volátiles, la deshalogenación y descomposición de compuestos orgánicos y las reacciones de óxido-reducción que afectan la disolución de metales y sales metálicas. El riesgo de la descomposición de los productos

orgánicos reside en que estos materiales pueden ser transportados fuera del relleno sanitario o del botadero de basura con los lixiviados).

c) Reacciones Biológicas

Las reacciones biológicas más importantes que ocurren en los rellenos sanitarios son realizadas por los microorganismos aerobios y anaerobios, y están asociadas con la fracción orgánica contenida en los RSM. El proceso de descomposición empieza con la presencia del oxígeno (fase aerobia); Una vez consumido el oxígeno, la descomposición se lleva a cabo sin él (fase anaerobia): aquí la materia orgánica se transforma en bióxido de carbono, metano y cantidades traza de amoníaco y ácido sulfhídrico.

2.3.4.2. GENERACIÓN DE LÍQUIDOS Y GASES.

Casi todos los residuos sólidos sufren cierto grado de descomposición, pero es la fracción orgánica la que presenta los mayores cambios. Los subproductos de la descomposición están integrados por líquidos, gases y sólidos.

a) Líquido Lixiviado o Percolado.

La descomposición o putrefacción natural de la basura produce un líquido maloliente de color negro, conocido como lixiviado o percolado, parecido a las aguas residuales domésticas, pero mucho más concentrado.

La composición química del lixiviado varía considerablemente según el área geográfica, las características de residuos depositados en el mismo. Los lixiviados tienen una alta carga orgánica de DQO y DBO5; su principal factor contaminante. Los parámetros básicos de caracterización de un lixiviado serán, además de los dos citados, la concentración de sólidos disueltos y en suspensión, dureza, concentración en fosfatos y nitratos, etc.

Las aguas de lluvia que atraviesan las capas de basura aumentan su volumen en una proporción mucho mayor que la que produce la misma humedad de los RSM, de ahí que sea importante interceptarlas y desviarlas para evitar el incremento de lixiviado; de lo contrario, podría haber problemas en la operación del relleno y contaminación en las corrientes y nacimientos de agua y pozos vecinos.

b) Gases

Un relleno sanitario se comporta como un digestor anaerobio. Debido a la descomposición o putrefacción natural de los RSM, no solo se producen líquidos sino también gases y otros compuestos. La descomposición de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio tiene dos etapas: aerobia y anaerobia.

La aerobia es aquella fase en la cual el oxígeno que está presente en el aire contenido en los intersticios de la masa de residuos enterrados es consumido rápidamente.

La anaerobia, en cambio, es la que predomina en el relleno sanitario porque no pasa el aire y no existe circulación de oxígeno, de ahí que se produzcan cantidades apreciables de metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2), cantidades depreciables de gases de olor punzante, como el ácido sulfhídrico (H_2S), amoníaco (NH_3) y mercaptanos.

El gas metano reviste el mayor interés porque, a pesar de ser inodoro e incoloro, es inflamable y explosivo si se concentra en el aire en una proporción de 5 a 15% en volumen; los gases tienden a acumularse en los espacios vacíos dentro del relleno y aprovechan cualquier fisura del terreno o permeabilidad de la cubierta para salir.

Cuando el gas metano se acumula en el interior del relleno y migra a las áreas vecinas, puede generar riesgos de explosión. Por lo tanto, se recomienda una adecuada ventilación de este gas, aunque en los pequeños rellenos este no es un problema muy significativo.

En rellenos sanitarios manuales es posible emplear el uso de drenajes pasivos sin chimeneas, es decir dejar que los gases atraviesen las capas del macizo formado por residuos sólidos y material de cobertura y dejar actuar al macizo como filtro anaeróbico para los gases, éste tipo de drenaje sin embargo presenta los siguientes problemas:

- En las celdas ya terminadas, cubiertas y planteadas, se puede impedir el suministro de aire de las raíces por causa de la concentración alta de metano en la capa de tierra.
- Cuando existen fisuras en los taludes o la superficie del relleno, los gases se difunden por las fisuras sin pasar por el filtro biológico que constituye la capa de tierra.
- Si se descarga lodo o basura muy húmeda en el relleno, o si el relleno está expuesto a demasiada lluvia, se pierde el impacto de filtro biológico.
- Si se produce una cantidad muy alta de gas de relleno o si el gas se difunde solamente en algunos puntos definidos y no por la superficie entera, hay demasiada carga al filtro biológico y el filtro pierde su eficiencia.
- En el Páramo o en la estación fría en la Sierra no accede suficiente oxígeno a los microorganismos en la capa de tierra y el filtro biológico no funciona adecuadamente.

2.3.4.3. HUNDIMIENTOS Y ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES.

En el relleno sanitario también se producen hundimientos (asentamientos uniformes o fallas) que son el problema más obvio y fácil de controlar con una buena compactación; además, asentamientos diferenciales en la superficie, que con el tiempo originan depresiones y grietas de diversos tamaños, lo que causa encharcamientos de agua y un incremento de lixiviados y gases.

Estos problemas dependen de la configuración y altura del relleno, del tipo de desechos enterrados, del grado de compactación y de la precipitación pluvial en la zona.

2.3.5. GESTIÓN DE LIXIVIADOS.

Según (Ccuno y Flores, 2011) en el cual dan a conocer la gestión de lixiviados en los RSU los cuales son:

Uno de los aspectos más críticos en la gestión de un relleno sanitario es el lixiviado o líquido percolado. Este líquido procede principalmente de la degradación de la materia orgánica contenida en los residuos, agua de lluvia, etc.

El volumen que se producen en un relleno es muy variable según las condiciones medioambientales del entorno y tipo de residuo; dos de los aspectos que inciden más en la generación de lixiviados son la humedad de los residuos y la precipitación pluvial de la zona donde se encuentra el relleno.

2.3.5.1. ALTERNATIVAS PARA LA GESTIÓN DE LIXIVIADOS.

La gestión de lixiviados es el punto clave para la eliminación del potencial que representa el relleno sanitario para contaminar acuíferos subterráneos, la gestión de lixiviados se puede realizar in-situ, o off-site, la elección del método dependerá de lo que sea más fiable y adecuado dependiendo de aspectos económicos, técnicos y condiciones climáticas de la zona se tienen las siguientes alternativas:

- Reciclaje de lixiviados.
- Evaporación de lixiviados.
- Descarga a los sistemas municipales de recogida de aguas residuales.
- Tratamiento seguido por evacuación.

El reciclaje de lixiviados consiste en recogerlos y recircularlos a través del relleno sanitario, durante los primeros años los lixiviados contendrán cantidades importantes de DBO, DQO, nutrientes y metales pesados, al

recircular los lixiviados se diluyen y atenúan los compuestos producidos por la actividad biológica, por ejemplo los ácidos orgánicos sencillos se convierten en CH_4 y CO_2 , los metales serán retenidos por el relleno y además se incrementara la producción de gases, por lo que es altamente recomendable en sistemas que estén orientados a potenciar la producción de gases.

La evaporación de lixiviados es un método sencillo y altamente efectivo para la gestión de lixiviados, este método emplea balsas de almacenamiento de lixiviados de preferencia cubiertos, a fin de almacenarlos en épocas lluviosas y dejar que se evaporen en épocas cálidas, el lixiviado que no se evapora se riega sobre el relleno incluso en épocas lluviosas.

El tratamiento de lixiviados es empleado en condiciones en las que no sea posible emplear ninguna de las otras tres alternativas antes mencionadas, existe diversos tipos de tratamiento biológico y fisicoquímico dentro de los cuales destacan los procesos anaerobios, procesos aerobios y procesos de tratamiento químico para la reducción de metales pesados y de materiales orgánicos seleccionados.

2.3.5.2. TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS.

a) Procesos Anaerobios

Requieren un mínimo de requisitos en cuanto a energía y producción de fangos, la descomposición por efecto de bacterias requiere además un periodo largo de tiempo en condiciones controladas, los materiales de descomposición pasan por varios procesos: Licuefacción, gasificación y mineralización. El producto final de este proceso es CO_2 , H_2O , y una emisión de gas metano (CH_4) y residuos orgánicos que son empleados en compost o depositados en el mismo relleno sanitario, la digestión anaeróbica requiere que se eleve la temperatura del agua a fin de mantener las bacterias empleadas.

b) Procesos Aerobios.-

Requieren grandes superficies de terreno a fin de separar materiales orgánicos, este tipo de tratamiento es factible en lugares cálidos donde la producción de lixiviados es mínima.

c) Procesos Químicos.-

Utilizan generalmente sales de hierro o aluminio para generar una precipitación química que puede bajar considerablemente la concentración de metales pesados, del amoniaco y de compuestos orgánicos, para una descontaminación eficiente mediante precipitación química, la tasa DBO5/DQO debe ser menor a 0.1, lo que se puede lograr solamente con un tratamiento biológico antes de la precipitación química.

2.3.5.3. DRENAJE DE LIXIVIADOS.

En un relleno Sanitario la construcción de un sistema de drenaje de lixiviados es de vital importancia, este sistema debe construirse antes de disponer los residuos sólidos, tiene por objeto retener el lixiviado en el interior del relleno para su almacenamiento indefinido, disminuyendo la cantidad de lixiviados en la balsa de lixiviados, para una mayor eficiencia, se recomienda construir drenes en todas las bases de los taludes interiores y exteriores de las terrazas o niveles que conforman el relleno sanitario a fin de evitar los escurrimientos por la superficie de los taludes inferiores de los terraplenes de residuos.

El sistema de drenaje y almacenamiento de lixiviados consiste en una red horizontal de zanjas de piedra, el sistema más empleado en rellenos sanitarios es el de espina de pescado. Las zanjas construidas con grava de con tubos perforados que se colocan dentro de la tienen capacidad de almacenamiento.

CAPÍTULO III

3. INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.1. ESTUDIOS BÁSICOS

3.1.1. ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN DE RSU.

3.1.1.1. GENERALIDADES.

El objetivo del estudio es la caracterización de RSU del distrito de Asillo, tiene como finalidad definir la cantidad de residuos sólidos urbanos generados en el distrito y los tipos de residuos que pueden reaprovecharse, la cual nos permitirá definir las alternativas más adecuadas para la gestión del servicio para la población.

Los estudios básicos se realizaron en función a la Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización para Residuos Sólidos Municipales del MINAM. (2012).



Figura 3.1. Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos en el Distrito de Asillo.

3.1.1.2. DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA.

El tamaño muestra a considerar se realizó de acuerdo a la población de la zona urbana de Asillo con 3 226 en el año 2007, considerando un crecimiento poblacional de 0.79 (según INEI) se tiene una población 3 463 en el año 2016.

En el distrito de Asillo se tiene dos zonas urbanas el cual está compuesto de la siguiente manera: 76% (zona urbana de Asillo) y 24% (Zona urbana de Progreso), para el presente estudio se consideró solo la zona urbana de Asillo la cual es la capital del distrito con 2 632 habitantes (76%), en el año 2016.

Considerando 2.34 habitantes/vivienda en la zona urbana se tendrá un tamaño de muestra de 1 125 viviendas para la zona urbana de asillo.

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N - 1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

Dónde:

n = Muestra de las viviendas.

N = Total de viviendas = 1 125.

Z = Nivel de confianza 95% = 1,96.

σ = Desviación estándar es de 0.20 a 0.25 kg/hab/día.

E = Error permisible= 0.053 kg/hab/día.

Entonces:

$$n = \frac{(1.96)^2 (1\ 125) (0.25)^2}{(1\ 125 - 1) (0.053)^2 + (1.96)^2 (0.25)^2}$$

$n = 80$ viviendas

$n = 88$ viviendas (más el 10% del error).

TABLA 3.1.
ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA

Zona	Población (hab.)	N° de viviendas	Tamaño de muestra	Muestra de contingencia 10%	Total de muestra
Asillo Urbano	2 632	1125	80	8	88

Fuente: elaboración propia.

3.1.1.3. SELECCIÓN DE ZONAS.

El área de estudio es de poca extensión asimismo tiene homogeneidad en cuanto a sus características socioeconómicas, considerándose así la zona de muestreo de manera aleatoria para los siguientes barrios (Inambari, Tacna, Alfonso Ugarte, Cerro colorado, Karccacollo).

3.1.1.4. RECOLECCIÓN Y MUESTREO.

El estudio del diagnóstico se realizó de forma normal en cuanto a las acciones que debemos tomar en consideración antes del inicio en la toma de muestra con un cronograma y ruta de recolección estable. El horario de recolección se respetó durante los ocho días, casa por casa a partir de las 7:00 am. La unidad móvil destinada para la recolección fue una Motocarro.



Figura 3.2. Transporte de Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos en el Distrito de Asillo.



Figura 3.3. Cuarteo de Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos en el Distrito de Asillo.

3.1.1.5. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN GABINETE.

Se tomó la información oficial y las entrevistas realizadas a los funcionarios y técnicos de la Municipalidad; para tener mayor oportunidad de esta información, se coordinó de manera anticipada con las áreas responsables, de modo que se procesó la información requerida y fue proporcionada durante la ejecución del estudio de caracterización.

3.1.1.5.1. GENERACION PER CAPITA (GPC) RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS.

La generación per-cápita de residuos sólidos domiciliarios en la localidad de Asillo es de 0.46 Kg/hab/día, ha sido determinado considerando el promedio ponderado de los resultados validados de generación per-cápita de los 7 días considerados durante el estudio (ver Anexo 01.02.).



Figura 3.4. Cantidad en Kilogramos (Kg) de Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos en el Distrito de Asillo.

TABLA 3.2.
RESUMEN DE GENERACIÓN PER CÁPITA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

Area	Población Total (hab.)	Generación Per Capita (Kg/Hab/Dia)
Asillo Urbano	2 632	0.46

Fuente: elaboración propia.

3.1.1.5.2. DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO.

Se consideran datos a partir del día 1, siendo la Densidad para la localidad de Asillo equivalente a **143.73 kg/m³**, como se muestra en el siguiente cuadro. El registro diario de la densidad se tiene en el siguiente cuadro.

TABLA 3.3.
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

Parametro	PESO VOLUMÉTRICO DIARIO							PV
	Dia 01	Dia 02	Dia 03	Dia 04	Dia 05	Dia 06	Dia 07	
	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	
Peso Volumétrico	139.66	129.55	154.55	152.25	132.23	155.62	142.25	143.73

Fuente: elaboración propia.

3.1.1.5.3. COMPOSICIÓN FÍSICA.

Según el cuadro 3.4. Se observa que el componente materia orgánica (restos de alimentos, cascaras de frutas y vegetales, excrementos de animales menores, huesos y similares) representa el 47.93% del total de residuos. Respecto al material reciclable se tiene un 2,38% de PET; el papel (papel blanco tipo bond, periódico y de colores) representa el 3.02%, el cartón 5,26% y residuos inertes con 12,25%. En el siguiente figura se demuestra la composición física de los residuos sólidos. Figura 3.5.

TABLA 3.4.
COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

N°	TIPO DE RESIDUOS SÓLIDOS	COMPOSICIÓN PORCENTUAL (%)
1	Materia Orgánica	47.93
2	Madera, Follaje	0.61
3	Papel	3.02
4	Carton	5.26
5	Vidrio	1.60
6	Plastico PETT	2.38
7	Plastico Duro	1.75
8	Bolsas	8.39
9	Tetrapack	0.36
10	Tecnopor y similares	0.36
11	Metal	4.26
12	Telas, Textiles	1.73
13	Caucho, Cuero, Jebe	2.94
14	Pilas	0.57
15	Resto de Medicinas	0.00
16	Residuos Sanitarios	5.01
17	Residuos Inertes	12.25
18	Otros(porcelana, ceramico,etc.	1.57

Fuente: elaboración propia.

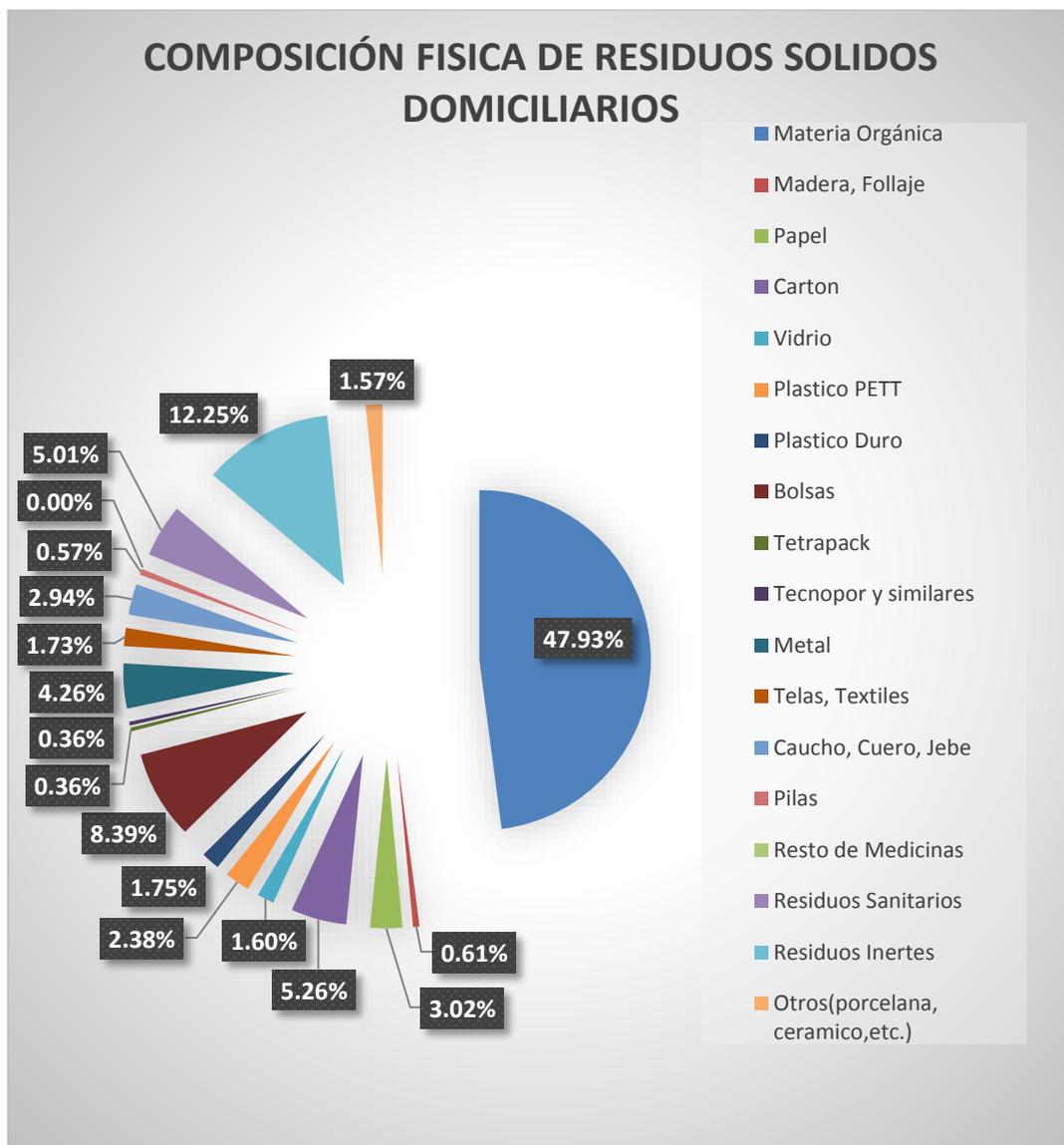


Figura 3.5. Composición Física de Residuos Sólidos Domiciliarios

Fuente: elaboración propia

3.1.1.5.4. GENERACION TOTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

La generación total de residuos sólidos generados en los domicilios se demuestra en la siguiente tabla considerando los datos de población total, y la generación per cápita que se pudo determinar anteriormente el cual es **0.46 Kg/hab/día**.

TABLA 3.5.
GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

Area	Población Total (hab.)	Generación Per Capita (Kg/Hab/Dia)	Generación de RR.SS. (Ton/Dia)
Asillo Urbano	2632	0.46	1.21

Fuente: elaboración propia.

La generación de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Asillo es de 1.21 TON/DIA. Según la tabla anterior, la generación de residuos sólidos domiciliarios en una semana suma alrededor de 8.47 TM.

3.1.1.5.5. RESIDUOS SÓLIDOS NO DOMICILIARIOS.

- *INSTITUCIONES EDUCATIVAS.*

La generación Per cápita de residuos sólidos en instituciones educativas ha sido determinada considerando el promedio ponderado de los resultados validados de generación Per cápita de los 05 (cinco) días considerados durante el estudio. El número de instituciones educativas muestreadas es de 3 instituciones (01 inicial, 01 primaria y 01 Secundaria), el registro diario de peso de residuos sólidos en instituciones educativas y la generación Per cápita diaria se detalla en el Anexo 01.04., En la tabla 3.6., se muestra la generación Per cápita promedio de en instituciones educativas.

TABLA 3.6.
RESUMEN DE GPC DE RESIDUOS SÓLIDOS EN I.E.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA	CODIGO	POBLACIÓN TOTAL	GENERACIÓN PER CAPITA (KG/EST/DIA)
I.E.I. N° 82	IE – 82	59.00	0.05
I.E.P. N° 72005	IE – 72005	288.00	0.04
I.E.S. San Jerónimo	IE – SJ	856.00	0.04

Fuente: elaboración propia.

Según la tabla anterior se tiene que las instituciones educativas iniciales generan más residuos sólidos con 0,05 kg/estudiante/día y las instituciones educativas primarias y secundaria con una menor cantidad de generación de 0.04 kg/estudiante/día, esto debido a las actividades educativas que se tienen para el aprendizaje de los menores de 3 a 5 años.

TABLA 3.7.
GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN I.E.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA	POBLACIÓN ESTUDIANTIL TOTAL	GENERACIÓN PER CAPITA (KG/EST/DIA)	GENERACIÓN TOTAL (TON/DIA)
I.E. Inicial	222	0.05	0.01
I.E. Primaria	873	0.04	0.03
I.E. Secundarias	1076	0.04	0.04
TOTAL			0.08

Fuente: elaboración propia.

Según la tabla anterior, la generación de residuos sólidos en las instituciones educativas del ámbito urbano del distrito de Asillo dependen de la población estudiantil, como se muestra en el cuadro, así se tiene una generación en el sector educación de 0.08 TM/DÍA, considerando solamente el ámbito urbano de Asillo.

- *LOCAL MUNICIPAL*

Para el caso del local municipal, esta fue separada en una sola bolsa durante el período de estudio. El periodo de muestreo fue de 05 (cinco) días, teniendo en cuenta 05 (cinco) días hábiles; considerando los días lunes, martes miércoles jueves y domingo y no así el día viernes porque este día no es laborable en el Municipio de Asillo, obteniendo generación per cápita de 0.06 kg/trabajador/día (Anexo 01.05.), se detalla en la tabla lo siguiente.

TABLA 3.8.
RESUMEN DE GPC Y GENERACIÓN DE RR.SS. EN EL LOCAL MUNICIPAL

INSTITUCIÓN	POBLACIÓN TOTAL	GENERACIÓN PER CAPITA (KG/TRAB/DIA)	GENERACIÓN DE RR.SS. (TON/DIA)
Municipalidad	60	0.06	0.004

Fuente: elaboración propia.

- *GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN VÍAS.*

En paralelo al estudio de caracterización se realizó el análisis de la cantidad de residuos sólidos barridos, el mismo que se limitó al estudio de diferentes arterias de la zona urbana del distrito de Asillo entre ellos calle Bolognesi, calle Azángaro y la calle Tacna, que es el área en donde se brinda el servicio de limpieza pública; para este caso sólo se determinó la cantidad de

residuos sólidos barridos a diario en un periodo de 08 (ocho) días, incluyendo la purga.

Los residuos sólidos generados en días de feria local (domingo) están considerados en este estudio mostrando con detalle la generación en el Anexo 01. Así mismo se consideró las distancias de las cuales se hizo recojo de muestras, como se reporta en la tabla siguiente:

TABLA 3.9.
RESUMEN DE GPC DE RESIDUOS SÓLIDOS EN VÍAS

LUGAR	GENERACIÓN (KG/DÍA)	DISTANCIA DE RECORRIDO (KM)	GENERACIÓN PER CAPITA (TM/KM/DÍA)
Calle Bolognesi	43.56	0.22	0.20
Calle Azangaro	6.00	0.30	0.02
Calle Tacna	4.47	0.30	0.01
TOTAL	54.03	0.82	0.08

Fuente: elaboración propia.

La generación de residuos sólidos en las vías es como se puede observar en la anterior tabla variando de acuerdo al lugar de afluencia, por el centro de la ciudad se genera 0.20 TN/km/día. Así mismo se tiene la generación en la calle Azángaro con 0.02 TN/km/día y en la calle Tacna con 0.01 TN/km/día. Considerando las vías en el distrito de Asillo que se deben beneficiar por el servicio de limpieza pública es de 8.27 km, entonces se tendrá una generación de residuos sólidos de 0.66 TON/DÍA.

3.1.1.5.6. COMPOSICIÓN FÍSICA DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL DISTRITO DE ASILLO.

Según la figura 3.6. Se observa que el componente materia orgánica (restos de alimentos, cascaras de frutas y vegetales, excrementos de animales menores, huesos y similares) representa el 45.88% del total de RSU del distrito de Asillo. Respecto al material reciclable se tiene un 3,20% de PETT; el papel (papel blanco tipo bond, periódico y de colores) representa el 4.80%, el cartón 5,32% y residuos inertes con 11,79%.

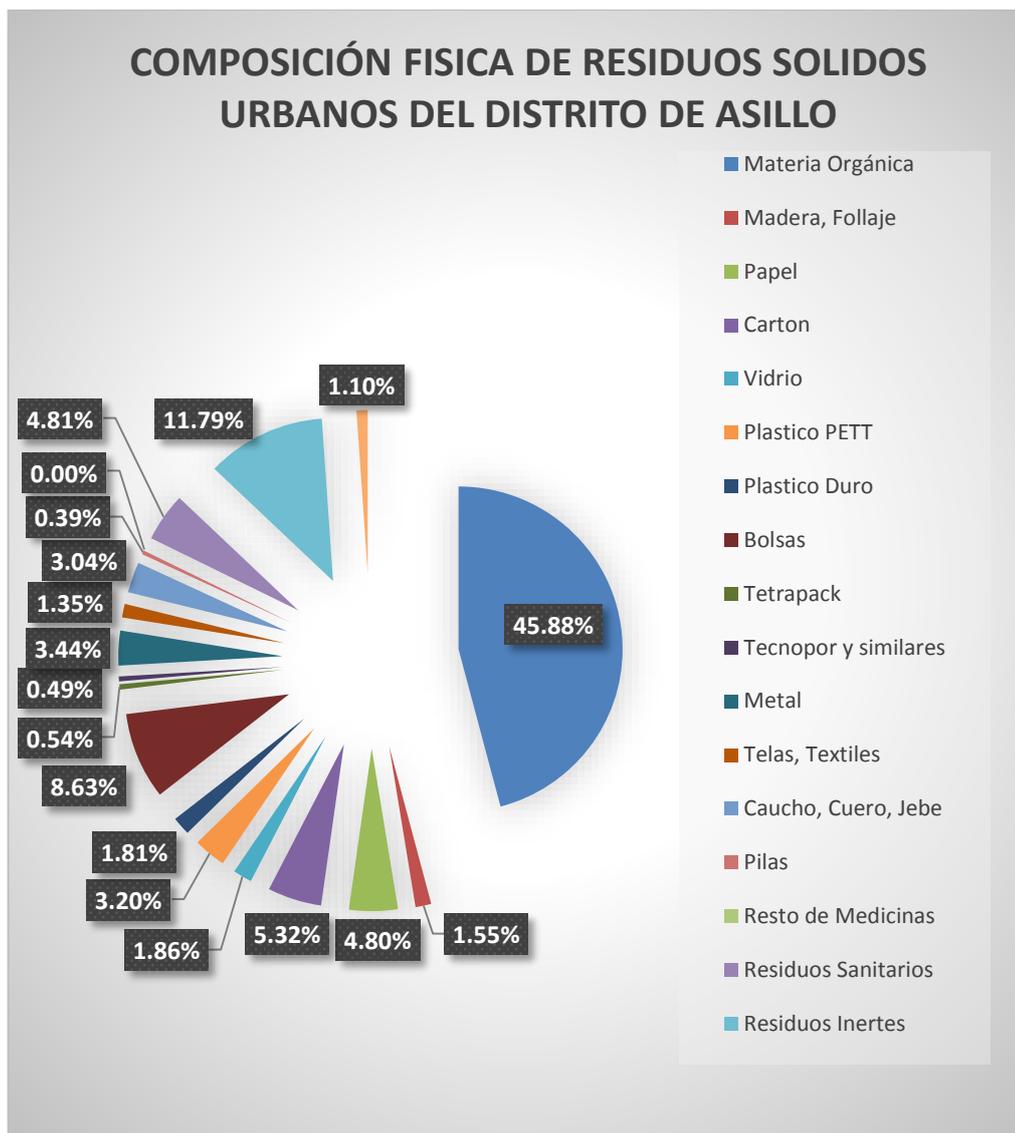


Figura 3.6. Composición Física de los Residuos Sólidos Urbanos en el Distrito de Asillo.

Fuente: elaboración propia

3.1.1.5.7. CLASIFICACIÓN POR SU COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL DISTRITO DE ASILLO.

Según la tabla 3.10. La clasificación por su composición de los RSU se divide en tres: material orgánica que representa el 45.88% del total de residuos, material inorgánica que representa el 48.92% del total de residuos y material peligroso representa el 5.20% del total de residuos. En el siguiente grafico se demuestra la clasificación por su composición de los RSU. Figura 3.7.

TABLA 3.10.
CLASIFICACIÓN POR SU COMPOSICIÓN DE RSU EN EL DISTRITO DE ASILLO

N°	CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	COMPOSICIÓN PORCENTUAL (%)
1	Material Orgánica	45.88%
2	Material Inorgánica	48.92%
3	Material Peligroso	5.20%
	TOTAL	100.00%

Fuente: elaboración propia.

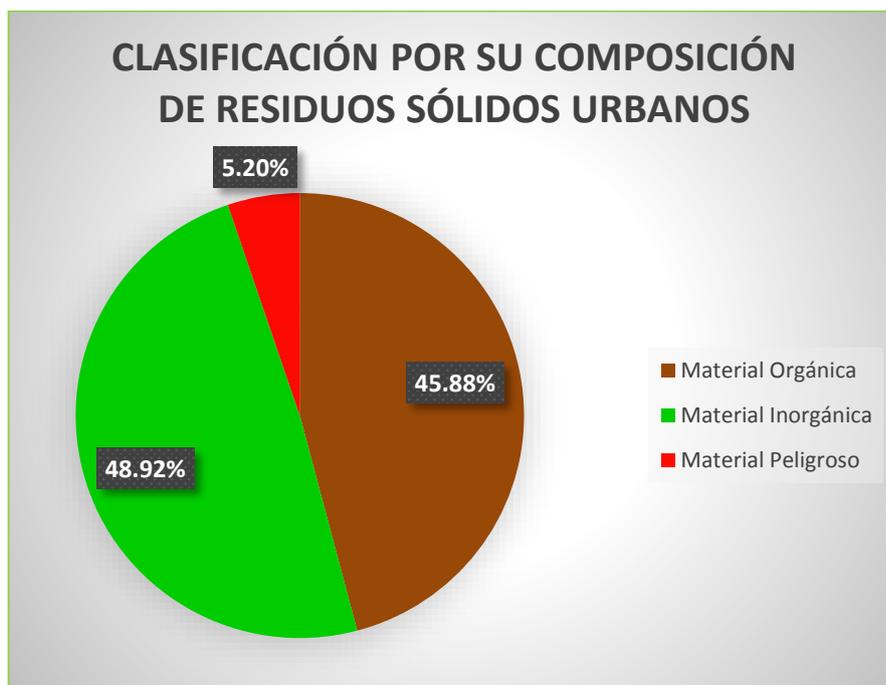


Figura 3.7. Clasificación por su Composición de RSU en el Distrito de Asillo

Fuente: elaboración propia

3.1.1.5.8. GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL DISTRITO DE ASILLO

TABLA 3.11.
GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

DESCRIPCIÓN	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS (TON/DIA)
Residuos Sólidos Domiciliarios.	1.21
Residuos Sólidos No Domiciliarios.	
Instituciones Educativas	0.08
Local Municipal	0.004
Vías (calles)	0.66
TOTAL	1.95

Fuente: elaboración propia.

Según la tabla anterior se resume que la generación de residuos sólidos en el distrito de Asilla es de 1.95 TM/día, generados en el ámbito urbano del distrito de Asillo.

3.1.1.5.9. TIEMPO DE DEGRADACION DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL DISTRITO DE ASILLO.

TABLA 3.12.
TIEMPO DE DEGRADACION DE RSU EN EL DISTRITO DE ASILLO.

N°	TIPO DE RESIDUOS SÓLIDOS	TIEMPO DE DEGRADACION
1	Materia Orgánica	1 semanas a 4 meses
2	Madera, Follaje	2 a 3 años
3	Papel	3 semanas a 6 meses
4	Carton	1 año
5	Vidrio	4000 años
6	Plastico PETT	500 a 1000 años
7	Plastico Duro	500 años
8	Bolsas	150 años
9	Tetrapack	5 años
10	Tecnopor y similares	500 años
11	Metal	350 a 1000 años
12	Telas, Textiles	1 a 5 meses
13	Caucho, Cuero, Jebe	3 a 5 años
14	Pilas	1000 años.
15	Residuos Sanitarios	500 a 1000 años.
16	Residuos Inertes	indefinido
17	Otros(porcelana, ceramico,etc.	indefinido

Fuente: www.limpiatumundo.com;

3.1.2. ESTUDIOS DE SELECCIÓN DE ÁREA.

3.1.2.1. GENERALIDADES.

Es el documento que define y establece el o los espacios geográficos dentro de una jurisdicción determinada para instalar infraestructuras de manejo y disposición final de RSU. El estudio de selección se realizara en funciona a la Guía de Diseño, Construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual del MINAM. (2012).

3.1.2.2. DESCRIPCIÓN DE ZONAS PRESELECCIONADAS

Se han identificado 02 (dos) alternativas como áreas potenciales en donde ubicar la infraestructura de disposición final de residuos sólidos, las mismas que se señalan a continuación en la tabla 3.13:

TABLA 3.13.
ALTERNATIVAS PRESELECCIONADAS

N°	ALTERNATIVA	NOMBRE
1	Alternativa 01	Llajta Sillota
2	Alternativa 02	Ccachu Cancha - Patacollana

Fuente: elaboración propia.

Por la ubicación geográfica en la que se encuentra el distrito de Asillo, es difícil de encontrar terrenos adecuados para la disposición final de los RSU, por encontrarse entre dos lagunas en las cuales está ubicado el distrito de Asillo y también cerca de él está ubicado el río Ramis los cuales conforman un percance en la búsqueda de alternativas.

3.1.2.2.1. Alternativa N° 01: Comunidad de Llajta Sillota.

Está ubicado al noreste de la Ciudad de Asillo, en la comunidad campesina de Llacta Sillota, a 2.1 km de la ciudad de Asillo, el área de dicha alternativa se encuentra delimitada por un polígono irregular que abarca 1.0 ha de superficie, y se encuentra a 0.5 Km de la carretera.

Físicamente se encuentra en:

- ❖ Comunidad : Llacta Sillota
- ❖ Distrito : Asillo
- ❖ Provincia : Azangaro
- ❖ Departamento : Puno



Figura 3.8. Ubicación de Alternativa 01 Para la Disposición Final de RSU en el Distrito de Asillo.

3.1.2.2.2. Alternativa N° 02: Ccachu Cancha – Patacollana.

El terreno propuesto denominado Ccachu Cancha en la comunidad campesina de Patacollana, ubicado a 4.58 km aproximadamente por carretera a la comunidad campesina de Choquemorocco, desde la zona urbana de Asillo.

La zona que corresponde al terreno está cerca de la carretera en la parte del cerro, el relieve del terreno está en la ladera de un cerro con pendiente media; el uso del suelo pastizal. El clima es frío, con vientos moderados en la tarde, los vértices que encierran el polígono es de 0.9 ha del terreno, forman un polígono irregular, no existe presencia de cultivos ni zonas de aprovechamiento industrial.

Físicamente se encuentra en:

- ❖ Sector : Ccachu Cancha
- ❖ Comunidad : Patacollana
- ❖ Distrito : Asillo
- ❖ Provincia : Azangaro
- ❖ Departamento : Puno



Figura 3.9. Ubicación de Alternativa 02 Para la Disposición Final de RSU en el Distrito de Asillo

3.1.2.3. ACCESIBILIDAD A LAS ZONAS PRESELECCIONADAS.

La accesibilidad se calcula en función a la facilidad con que se puede desplazar y llegar a los lugares propuestos empleando los caminos existentes, ya sean carreteras afirmadas, asfaltadas o trochas carrozables, mediante vehículos motorizados, teniendo en cuenta que el recorrido será empleado todo el tiempo por vehículos.

Las características de accesibilidad a cada una de las áreas preseleccionadas se detallan a continuación:

3.1.2.3.1. Alternativa N° 01: Llajta Sillota.

El terreno propuesto es accesible mediante una carretera afirmada de la interoceánica y además de trocha carrozable en estado de abandono, con una distancia equivalente desde el distrito de Asillo de 2.1 km.



Figura 3.10. Ubicación de Acceso a Alternativa 01 (Sector Llajta Sillota) Para la Disposición Final de RSU en el Distrito de Asillo.

3.1.2.3.2. Alternativa N° 02: Sector Ccachu Cancha - Patacollana

El terreno propuesto es accesible mediante una carretera de trocha carrozable de buen mantenimiento, de la carretera con dirección al distrito la comunidad campesina de Choquemoroco a unos 4.58 km. Aproximadamente desde el distrito de Asillo.



Figura 3.11. Ubicación de Acceso a Alternativa 02 (Sector Ccachu Cancha – Patacollana) Para la Disposición Final de RSU en el Distrito de Asillo.

TABLA 3.14.
ACCESIBILIDAD A LAS ZONAS PRESELECCIONADAS

ALTERNATIVA	TIPO DE VÍA	REFERENCIA ZONA URBANA DE ASILLO	
		DISTANCIA (Km)	TIEMPO (Minutos)
Alternativa 01 Llajta Sillota	Carretera Asfatada y Trocha Carrozable	2.10	10
Alternativa 02 Ccachu Cancha - Patacollana	Trocha Carrozable	4.58	20

Fuente: elaboración propia.

3.1.2.4. CRITERIOS DE RESTRICCIÓN.

3.1.2.4.1. SEGURIDAD AEROPORTUARIA DISTANCIA A AEROPUERTOS O PISTAS DE ATERRIZAJE.

Se identificaron áreas cuyas distancias son mayores a 3000 metros a infraestructura aeroportuarias. Vale recalcar que el aeropuerto más cercano a la población urbana de Asillo se encuentra en la ciudad de Juliaca aproximadamente a unos 78 km en línea recta.

3.1.2.4.2. FALLAS GEOLÓGICAS, ÁREAS INESTABLES

Considerando que las instalaciones para rellenos se ubicaran a 60m o más de las fallas que hayan tenido desplazamiento durante el Holoceno, las áreas potenciales no se encuentran ubicadas en zonas circundantes a fallas geológicas.

3.1.2.4.3. ZONAS SÍSMICAS

De acuerdo al mapa del Reglamento Nacional de Edificaciones y acorde a la norma Técnica de edificaciones E – 030 – diseño sismo resistente, se considera dividido en cuatro zonas sísmicas, el área de estudio se localiza en la zona II del mapa de zonificación sísmica tal como lo indica en el ANEXO N° 01 ZONIFICACION SISMICA del territorio peruano.

3.1.2.4.4. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

Se deberá de listar las infraestructuras existentes cercanas a los sitios identificados ya que no se recomienda seleccionar zonas que se encuentren dentro de las áreas de influencia de obras de infraestructura tales como embalses, represas, refinerías, obras hidroeléctricas, entre otros.

TABLA 3.15.
INFRAESTRUCTURAS CERCANAS EXISTENTES

N°	ALTERNATIVA	TIPO DE INFRAESTRUCTURA CERCANA EXISTENTE
1	Alternativa 01 Llajta Sillota	no presenta
2	Alternativa 02 Ccachu Cancha - Patacollana	no presenta

Fuente: elaboración propia.

3.1.2.4.5. SANEAMIENTO FÍSICO LEGAL DEL TERRENO

Considerando que no se admitirá ubicar el relleno sanitario en un terreno que se encuentra en litigio y que un proyecto de relleno sanitario deberá iniciarse solamente cuando la entidad responsable del relleno (Municipio), tenga en un sus manos el documento legal que la autorice a construir sobre el terreno el relleno sanitario con todas las obras complementarias, estipulando también el periodo y la utilización futura u opciones, las áreas identificadas

corresponden a terrenos del municipio o de propiedad privada con la disponibilidad de lo mencionado anteriormente.

TABLA 3.16.
CUADRO DE RESUMEN DE LOS CRITERIOS DE RESTRICCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS IDENTIFICADAS

ÍTEM	CRITERIOS	ALTERNATIVA 01	ALTERNATIVA 02
I.	Seguridad Aeroportuaria Distancia a aeropuertos	78000m.	75000m.
II.	Fallas geológicas, zonas inestables	No presenta	No presenta
III.	Zonas sísmicas	No presenta	No presenta
IV.	Infraestructura existente	No presenta	No presenta
V.	Saneamiento Físico Legal del terreno	Propiedad Privada dispuesto a vender	Propiedad Privada dispuesto a vender

Fuente: elaboración propia.

3.1.2.5. CRITERIOS DE SELECCIÓN

El proceso de selección de las zonas se efectuó a partir de la visita al campo, apoyados en la información previa obtenida en su etapa preliminar (mapas y estudios previos). Se han evaluado dos (02) alternativas propuestas como resultado a partir de los criterios de restricción para su ubicación, una vez ello se logró recopilar información de cada uno de dichos lugares. Con la finalidad de que el lugar identificado cumpla con los parámetros establecidos por la Dirección Regional de Salud Puno.

3.1.2.5.1. LOCALIZACIÓN.

Se presenta el siguiente cuadro en donde se indican las distancias a población más cercana, granjas de crianza de animales y aeropuerto. Así mismo se puede señalar a pesar de estar las ubicaciones cercanas se sustenta teniendo una barrera natural de protección ambas alternativas.

**TABLA 3.17.
LOCALIZACIÓN.**

ALTERNATIVA	DISTANCIA A LA POBLACIÓN MÁS CERCANA	DISTANCIA A GRANJAS CRIANZA DE ANIMALES	DISTANCIA A AEROPUERTO EN LÍNEA RECTA
Alternativa 1 Llajta Sillota	600	Mayor a 1km	78000 m
Alternativa 2 Ccachu Cancha - Patacollana	700	Mayor a 1km	75000m

Fuente: elaboración propia.

3.1.2.5.2. *ÁREA Y VIDA ÚTIL.*

Se ha estimado la vida útil de la infraestructura de disposición final de RSU oscile en seis años a más, para ello se requiere un área de 1 has, área considerada suficiente según la cantidad de generación de residuos sólidos, la proyección de crecimiento poblacional. En el Cuadro siguiente, se indica la proyección de la demanda de disposición final para la Población Urbana de Asillo y el área a requerir en los 06 años de vida útil de dicha infraestructura.

**TABLA 3.18.
PROYECCIÓN DE LA VIDA ÚTIL Y ÁREA DEL RELLENO SANITARIO.**

Nº	ALTERNATIVA	ÁREA	VIDA ÚTIL
1	Alternativa 1 Llajta Sillota	1.0 Has	06 años
2	Alternativa 2 Ccachu Cancha - Patacollana	1.0 Has	Mayor a 06 años

Fuente: elaboración propia.

3.1.2.5.3. *CLIMATOLOGÍA.*

Para el caso de las 02 (dos) alternativas seleccionadas, se encuentran ubicadas en una zona de vida del distrito de Asillo, Frío Seco es decir con clima de con temperaturas que oscilan la máxima de 18 °C y mínima - 5 °C; con lluvias y nevadas en los meses de noviembre a marzo, y con el periodo de frío intenso en los meses de mayo a julio.

- **Condiciones climatológicas**

Sector LlajtaSillota

- ❖ Altitud: 3892m.s.n.m.
- ❖ Biotemperatura media: 5.75 °C
- ❖ Precipitación total anual: 26 mm.
- ❖ Clima: Frío Seco.

Sector Ccachu Cancha – Patacollana

- ❖ Altitud: 3,945 m.s.n.m
- ❖ Biotemperatura media: 5,75 °C
- ❖ Precipitación total anual: 26 mm.
- ❖ Clima: Frío Seco.

3.1.2.5.4. BARRERA NATURAL.

Para el caso de las (2) dos alternativas se cuentan barreras naturales vivas, constituidas por cerros, las cuales evitan que los RSU puedan afectar en algo los terrenos aledaños, al mismo tiempo cumple la función de desviar al viento evitando el contacto directo a la población cercana.

3.1.2.5.5. USO ACTUAL DE SUELO Y ÁREA DE INFLUENCIA.

Estos suelos no presentan actividad agrícola, asentadas en pampas altas con pendiente baja con afloraciones rocosas. Estas son áreas que presentan erosión de suelos, debido a que no son áreas de cultivo y su mayor utilidad es referida a la presencia del ichu se intensifica la proliferación de pastos para ser aprovechado con la actividad pecuaria, junto con especies nativas que conforman este tipo de zona de vida.

3.1.2.5.6. PROPIEDAD DEL TERRENO.

Las propiedades de los terrenos considerados como alternativa en el Informe, ambos de propiedad privada, los cuales están dispuestos a poder ser vendidos al municipio sin ningún tipo de problema por tener saneado los documentos.

TABLA 3.19.
PROPIEDADES DEL TERRENO

CRITERIO	ALTERNATIVA 01	ALTERNATIVA 02
Propiedad del Terreno	Privado	Privado

Fuente: elaboración propia.

3.1.2.5.7. ACCESIBILIDAD AL SITIO (DISTANCIA A VÍA DE ACCESO PRINCIPAL KM).

La vía principal con la que cuentan ambas alternativas es de trocha carrozable y la primera una gran parte de carretera asfaltada, se mencionan a continuación la accesibilidad tomando desde el centro de la ciudad de Asillo.

TABLA 3.20.
ACCESIBILIDAD A LAS ZONAS PRE-SELECCIONADAS

N°	ALTERNATIVA	DISTANCIA EN KILÓMETROS DESDE EL CENTRO DE LA ZONA URBANA DE ASILLO
1	Alternativa 1 Llajta Sillota	Carretera asfaltada 1.8 km + Trocha carrozable 0.3 km
2	Alternativa 2 Ccachu Cancha - Patacollana	Trocha carrozable 4.58 km

Fuente: elaboración propia.

3.1.2.5.8. PENDIENTE DEL TERRENO (Topografía).

Con respecto a la alternativa 1 la pendiente es de: 5.6 % aproximadamente, la alternativa 2 la pendiente es de: 4.5 % aproximadamente.

3.1.2.5.9. MATERIAL DE COBERTURA.

a. Sector Llajta Sillota.

En esta alternativa el material de cobertura diaria se obtendrá de la misma zona no existiendo conflictos ni zonas en la cuales se pueda dañar la estabilidad.

b. Sector Ccachu Cancha – Patacollana.

En esta alternativa el material de cobertura diaria se obtendrá de la misma zona no existiendo conflictos ni zonas en la cuales se pueda dañar la estabilidad.

En términos generales las zonas evaluadas cuentan con material apropiado para ser empleado como material de cobertura, este puede ser extraído de las áreas circundantes o de las mismas áreas de cada Sector.

3.1.2.5.10. DISTANCIA A FUENTE DE AGUAS SUPERFICIALES.

La fuente de agua superficial más cercana es como se menciona en el cuadro siguiente, medida de forma lineal con apoyo de servidor de internet Google Earth.

**TABLA 3.21.
DISTANCIA A FUENTE DE AGUAS SUPERFICIALES**

ALTERNATIVA	FUENTES DE AGUA CERCANA	DISTANCIA EN KILÓMETROS
Alternativa 1 Llajta Sillota	Rio Ramis	0.65 km
Alternativa 2 Ccachu Cancha - Patacollana	Laguna Cotarsaya	1.52 km

Fuente: elaboración propia.

3.1.2.5.11. GEOLOGÍA.

De acuerdo a la morfología del suelo verificado en las dos zonas presentadas como alternativas, se obtuvo los siguientes resultados.

- *Tipo de Suelos*

a. Sector Llajta Sillota

b. Sector de Patacollana

Las dos alternativas presentan el mismo perfil estratigráfico, para el sector de rocas sedimentarias ampliamente distribuidas en el sector central y superior de la cuenca (Grupo Puno, Formaciones Tinajani, Azángaro, y Arco); con

niveles de areniscas y niveles de limoarcillitas de alta plasticidad de expansión alta en condición normal.

3.1.2.5.12. OPINIÓN PÚBLICA.

Se realizó una verificación con la presencia del Sub Gerente de Medio Ambiente de la Municipalidad del distrito de Asillo, propietarios, a ambas alternativas consideradas en el estudio, donde ambos propietarios están dispuestos a vender el terreno sin ningún tipo de problemas por tener saneado sus documentos, asimismo invocando a la población para dar a conocer los beneficios de contar con un relleno sanitario en cualquiera de las alternativas propuestas.

3.1.2.5.13. ÁREA NATURAL PROTEGIDA POR EL ESTADO.

De acuerdo a la información con la cual cuenta el Gobierno Regional de Puno, así como los trabajos realizados en Zonificación Ecológica Económica, las alternativas planteadas no se ubican en áreas naturales protegidas.

3.1.2.5.14. ÁREA ARQUEOLÓGICA.

De acuerdo a las consultas realizadas en Instituto Nacional de Cultura, las alternativas no se ubican en áreas con vestigios arqueológicos, pero recomiendan que dichos estudios se deban realizar a detalle antes de la etapa de construcción.

3.1.2.5.15. VULNERABILIDAD A DESASTRES NATURALES.

De acuerdo al informe de riesgo y vulnerabilidad llevado a cabo en el distrito de Asillo, las alternativas no se ubican en áreas propensas a ocurrir inundaciones y deslizamientos.

3.1.2.5.16. DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO.

Para el caso de la alternativa 1 la dirección predominante del viento es de norte a sur y para el caso de la alternativa 2 la dirección del viento es de norte a sur.

3.1.2.6. METODOLOGÍA DE SELECCIÓN.

En los siguientes tablas se presenta un criterio práctico y sencillo para evaluar por medio calificativo, a los diferentes lugares seleccionados.

TABLA 3.22.
CRITERIOS DE SELECCIÓN

ITEM	CRITERIOS DE SELECCIÓN	REGLAMENTO DE LA LEY N° 27314	AREAS ALTERNATIVAS (CALIFICACION)	
			ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
1	Propiedad del terreno	--	Privado	Privado
2	Localización (Distancia a vía de acceso principal (m))	--	300	200
3	Cuenta con Barrera sanitaria natural	--	SI	SI
4	Distancia a la Población más cercana (m)	>1000	600	700
5	Distancia a granjas crianza de animales (m)	>1000	400	800
6	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje (m)	>13000	78 000	75 000
7	Área arqueológica	--	No presenta Restos Arqueológicos.	No presenta Restos Arqueológicos.
8	Área natural protegida por el estado		No se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida por el Estado, ni de ninguna Zona de Amortiguamiento.	No se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida por el Estado, ni de ninguna Zona de Amortiguamiento
9	Vulnerabilidad a desastres naturales (inundaciones, deslizamientos). (Estudio de Riesgo y Vulnerabilidad)	--	No presenta Amenaza	No presenta Amenaza
10	Infraestructura existente	--	No existe	No existe
11	Pendiente del terreno (Topografía)	--	0.056	0.045
12	Distancia a fuentes de agua superficiales (m)	--	650 m.	1 520 m.
13	Profundidad Napa freática (m)	--	2.7	>10
14	Geología del suelo (permeabilidad)	--	Favorable	Favorable
15	Área del terreno (ha)	--	1	1.5
16	Estimación de la Vida útil (años)	--	6	>6
17	Disponibilidad de material de cobertura (canteras)	--	Favorable	Favorable
18	Dirección predominante del viento (contraria a la población más cercana)	--	Norte a sur (favorable)	Norte a Sur (Favorable)
19	Opinión Pública	--	Favorable	Favorable

Fuente: elaboración propia.

**TABLA 3.23.
CALIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS**

ITEM	CRITERIOS DE SELECCIÓN	REGLAMENTO DE LA LEY N° 27314	ALTERNATIVAS (CALIFICACION)	
			ALTERN. 1	ALTERN. 2
1	Propiedad del terreno	--	4	4
2	Localización (Distancia a vía de acceso principal (m)	--	4	4
3	Cuenta con Barrera sanitaria natural	--	4	5
4	Distancia a la Población más cercana (m)	>1000	4	4
5	Distancia a granjas crianza de animales (m)	>1000	4	5
6	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje (m)	>13000	5	5
7	Área arqueológica	--	5	5
8	Área natural protegida por el estado		5	5
9	Vulnerabilidad a desastres naturales (inundaciones, deslizamientos). (Estudio de Riesgo y Vulnerabilidad)	--	5	5
10	Infraestructura existente	--	4	4
11	Pendiente del terreno (Topografía)	--	4	4
12	Distancia a fuentes de agua superficiales (m)	--	4	4
13	Profundidad Napa freática (m)	--	3	5
14	Geología del suelo (permeabilidad)	--	4	4
15	Área del terreno (ha)	--	4	4
16	Estimación de la Vida útil (años)	--	4	5
17	Disponibilidad de material de cobertura (canteras)	--	5	5
18	Dirección predominante del viento (contraria a la población más cercana)	--	4	4
19	Opinión Publica	--	4	4

Fuente: elaboración propia.

**TABLA 3.24.
CALIFICACIÓN**

Calificación	Puntaje
Muy malo	1
Malo	2
Regular	3
Bueno	4
Muy bueno	5

Fuente: elaboración propia.

**TABLA 3.25.
RESULTADO OBTENIDO**

ITEM	CRITERIOS DE SELECCIÓN	Peso asignado (%)	RESULTADO OBTENIDO (Calificación *Peso)			
			CALIF.	ALTERNATIV A 1	CALIF.	ALTERNATIV A 2
1	Propiedad del terreno	7	4	28	4	28
2	Localización (Distancia a vía de acceso principal (m))	5	4	20	4	20
3	Cuenta con Barrera sanitaria natural	3	4	12	5	15
4	Distancia a la Población más cercana (m)	7	4	28	4	28
5	Distancia a granjas crianza de animales (m)	4	4	16	5	20
6	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje (m)	4	5	20	5	20
7	Área arqueológica	5	5	25	5	25
8	Área natural protegida por el estado	5	5	25	5	25
9	Vulnerabilidad a desastres naturales (inundaciones, deslizamientos). (Estudio de Riesgo y Vulnerabilidad)	7	5	35	5	35
10	Infraestructura existente	4	4	16	4	16
11	Pendiente del terreno (Topografía)	5	4	20	4	20
12	Distancia a fuentes de agua superficiales (m)	5	4	20	4	20
13	Profundidad Napa freática (m)	6	3	18	5	30
14	Geología del suelo (permeabilidad)	4	4	16	4	16
15	Área del terreno (ha)	5	4	20	4	20
16	Estimación de la Vida útil (años)	7	4	28	5	35
17	Disponibilidad de material de cobertura (canteras)	5	5	25	5	25
18	Dirección predominante del viento (contraria a la población más cercana)	5	4	20	4	20
19	Opinión Pública	7	4	28	4	28
TOTAL		100		420		446

Fuente: elaboración propia.

(*) La calificación por peso se obtiene luego de multiplicar el peso asignado por el puntaje asignado para cada criterio por cada alternativa.

**TABLA 3.26.
PUNTAJE DE CADA ALTERNATIVA**

NOMBRE DEL ÁREA O ALTERNATIVA	PUNTAJE TOTAL OBTENIDO
Alternativa 1 Llajta Sillota	420
Alternativa 2 Ccachu Cancha - Patacollana	446

Fuente: elaboración propia.

3.1.2.7. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA SELECCIONADA.

De acuerdo a la valorización realizada, en función a los criterios de selección establecidos por el Ministerio del Ambiente, el orden de prioridad establecida para la selección de las áreas, es la siguiente:

3.1.2.7.1. VALORACIÓN.

- 1.- Alternativa 1: 420
- 2.- Alternativa 2: 446

Teniendo en consideración el análisis efectuado en la ubicación de las dos áreas seleccionadas, se puede concluir que la Alternativa N° 02, es la alternativa que reúne las condiciones y es la que alcanza la mayor calificación para la selección de sitio y presentan mejores facilidades para ser designado para construir el relleno sanitario, por las siguientes consideraciones:

- ✓ Su localización y accesibilidad.
- ✓ Área disponible para relleno.
- ✓ Buenas características topográficas, geológicas, geotécnicas, hidrogeológicas.

3.1.3. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS.

3.1.3.1. GENERALIDADES.

Los estudios hidrológicos, son determinantes para el diseño del proyecto, las relaciones lluvia-escorrentía al interior de la microcuenca en la zona de estudio, son regidas por las características fisiográficas y climáticas; es decir se estudiarán parámetros de la cuenca (características fisiográficas, morfológicas) y parámetros hidrometeorológicos (precipitaciones, intensidades máximas, periodo de retorno, etc.).

3.1.3.2. DETERMINACIÓN DE LA MICROCUENCA.

Una cuenca hidrográfica es un área definida topográficamente donde todas las aguas caídas por precipitación que se unen y son drenadas por un curso de agua (río principal) o un sistema conectado de cursos de agua (tributarios) hacia un punto de salida; existe diferentes constancias de la escorrentía, pueden ser:

- Perennes: contiene agua todo el tiempo, el nivel freático siempre está por encima del fondo del cauce.

- Intermitente: lleva agua principalmente en época de lluvias, su aporte es nulo cuando el nivel freático desciende por debajo del fondo del cauce.
- Efímeras: transporta el escurrimiento superficial solo durante o inmediatamente después de producida una lluvia.

Las visitas realizadas al lugar en los meses de máxima precipitación, reforzado con entrevistas realizadas a pobladores, permitieron concluir que en el área de intervención del proyecto no existe la presencia de corrientes de agua perennes o intermitentes, siendo visible solo corrientes efímeras durante precipitaciones muy intensas, éstas corrientes se forman poco más abajo del inicio del relleno sanitario propuesto, siendo éste uno de los factores que condicionaron la selección del lugar del terreno.

La microcuenca en el área de estudio, tiene un área tributaria de 70.23 hectáreas, las mismas que son delimitadas con la ayuda del programa AutoCAD Civil 3D.

La cartografía empleada fue la hoja Puno 30-V de la Carta Nacional en archivo formato (shp), la escorrentía producida en el área de estudio proviene únicamente de las precipitaciones, el área tributaria es relativamente pequeña.

El resumen de área que conforman la cuenca y microcuenca en el área de estudio se muestran en la siguiente imagen:

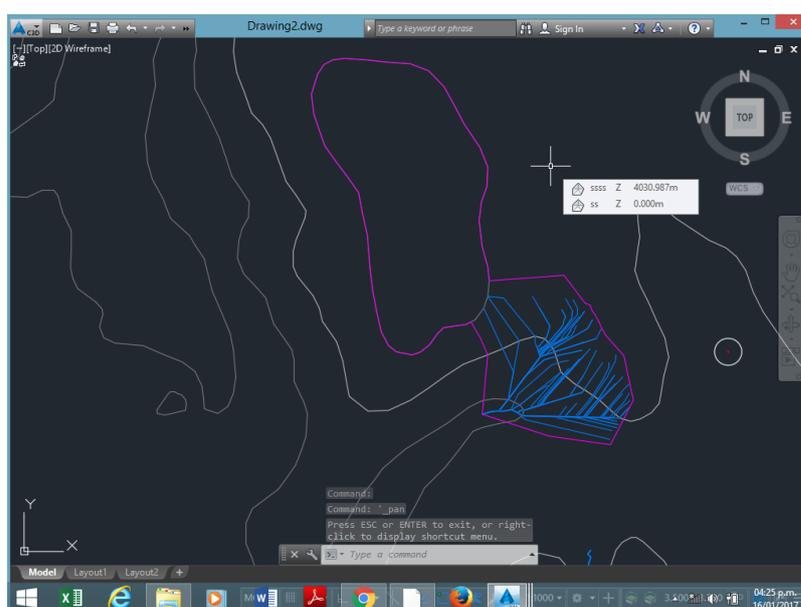


Figura 3.12. Microcuenca en el Área de Influencia del Proyecto.

3.1.3.3. RÉGIMEN HIDROLÓGICO.

Para el cálculo del caudal de diseño dentro de la microcuenca, es necesario conocer la intensidad de la precipitación pluvial máxima previsible, para ello es necesario hacer un análisis de las precipitaciones máximas suscitadas en la zona de estudio del proyecto.

Las precipitaciones máximas influirán directamente en el cálculo de caudales, por tanto es necesario determinar un periodo de retorno apropiado, el mismo que es recíproco a la probabilidad, tal como se aprecia en la siguiente expresión:

$$P = \frac{1}{T_r}$$

La probabilidad de ocurrencia de un determinado evento está definida por la ecuación de Weibull, siendo ésta la más usada en estudios hidrológicos de ámbito nacional y recomendada por diversos autores, ésta expresión relaciona la probabilidad y el periodo de retorno con el número de años de registro y la clasificación del evento “m”, donde el mayor evento tiene un orden “m” igual a uno (1):

$$P = \frac{m}{n + 1} \quad \text{o} \quad T_r = \frac{n + 1}{m}$$

Donde:

- P : Probabilidad
Tr : Periodo de Retorno
n : Número de años de registro.
m : Clasificación del evento.

Para el cálculo de frecuencias de los parámetros de precipitación para el diseño que determinan un régimen hidrológico, existen numerosos métodos que determinan la distribución de frecuencias, dentro de los cuales se tiene los siguientes:

- Distribución Normal.
- Distribución Log-Normal.

- Distribución Gamma.
- Distribución Pearson Tipo III.
- Distribución Log-Pearson Tipo III.
- Distribución de los Valores Extremos o de Gumbel.

Por tanto para la estimación de precipitaciones de diseño se empleará una evaluación de cada una para determinar el más adecuado.

3.1.3.4. ANÁLISIS DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS.

Los registros de precipitaciones máximas registrados en la estación Asillo se anexan al presente trabajo, dada la disponibilidad de datos de registro, se procede con el procesamiento de datos en un periodo de 10 y 25 años, ajustados a la distribución más adecuada, para ello se determinan los siguientes parámetros considerando el más adecuado que recae a la DISTRIBUCION LOGNORMAL DE DOS PARAMETROS:

Función de densidad:

$$y = \ln x$$

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \frac{(y - \mu_y)^2}{\sigma_y^2} \right] ; x > 0$$

Función de densidad:

Donde:

m : media o promedio

s : Desviación estándar de la muestra.

Función de distribución acumulada

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\mu}{\sigma} \right)^2} dx$$

En la tabla 3.27, se muestran los cálculos realizados para un periodo de registro de treinta años:

TABLA 3.27.
PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS

M	PRESIPITACION (X) (mm)	Y=Ln(X)	FUNCION DENSIDAD	FUNCION PROBABILIDAD ACUMULADA	DISTRIBUCION DE PROBABILIDAD	DIFERENCIA
1	8.06	2.087323872	0.00435469	0.00043868	0.01960784	0.01916916
2	11.69	2.458320898	0.07818217	0.01069705	0.03921569	0.02851864
3	11.69	2.458320898	0.07818217	0.01069705	0.05882353	0.04812648
4	13.74	2.620213155	0.19817593	0.03193027	0.07843137	0.0465011
5	15.58	2.745762731	0.35510488	0.06604974	0.09803922	0.03198948
6	15.89	2.76540473	0.38481123	0.07331434	0.11764706	0.04433272
7	19.41	2.965608821	0.73748794	0.18465514	0.1372549	0.04740024
8	19.67	2.979281345	0.76241213	0.19490913	0.15686275	0.03804638
9	20.49	3.020037218	0.8347043	0.22746729	0.17647059	0.0509967
10	22.07	3.094433442	0.95305153	0.29410594	0.19607843	0.0980275
11	22.09	3.095130543	0.95404526	0.29477065	0.21568627	0.07908438
12	22.24	3.101975646	0.96366793	0.30133427	0.23529412	0.06604015
13	22.24	3.102056709	0.96378039	0.30141239	0.25490196	0.04651043
14	22.68	3.121397086	0.98956864	0.32030505	0.2745098	0.04579525
15	23.94	3.175654673	1.0495023	0.37571056	0.29411765	0.08159292
16	25.19	3.226527635	1.08653086	0.43012802	0.31372549	0.11640253
17	25.22	3.227479081	1.08703062	0.43116204	0.33333333	0.0978287
18	25.39	3.234278247	1.09038883	0.43856457	0.35294118	0.08562339
19	25.72	3.24720292	1.09573204	0.45269349	0.37254902	0.08014447
20	26.70	3.284619553	1.10336921	0.49387155	0.39215686	0.10171469
21	26.92	3.29288413	1.1034684	0.50299124	0.41176471	0.09122653
22	27.02	3.29660375	1.10332487	0.50709549	0.43137255	0.07572294
23	27.19	3.302929854	1.10281268	0.5140738	0.45098039	0.06309341
24	27.48	3.313408446	1.10122272	0.5256222	0.47058824	0.05503396
25	28.06	3.334505653	1.09523382	0.54879827	0.49019608	0.05860219
26	28.17	3.338239931	1.09378909	0.55288551	0.50980392	0.04308159
27	28.17	3.338239931	1.09378909	0.55288551	0.52941176	0.02347375
28	28.18	3.338745507	1.09358467	0.55343845	0.54901961	0.00441885
29	28.92	3.364638172	1.08033776	0.58159446	0.56862745	0.01296701
30	28.94	3.365292115	1.07993356	0.58230081	0.58823529	0.00593449
31	28.98	3.366580906	1.07912707	0.5836921	0.60784314	0.02415104
32	29.01	3.367591192	1.0784857	0.584782	0.62745098	0.04266898
33	29.26	3.376352509	1.07258827	0.59420556	0.64705882	0.05285326
34	29.49	3.384198172	1.06680269	0.60259834	0.66666667	0.06406833
35	30.23	3.40888278	1.04558556	0.62867933	0.68627451	0.05759518
36	30.42	3.415212765	1.03943213	0.63527855	0.70588235	0.07060381
37	30.43	3.415514293	1.03913197	0.63559192	0.7254902	0.08989828
38	30.67	3.42317837	1.03129077	0.64352612	0.74509804	0.10157192

39	31.09	3.437015649	1.01612606	0.65769293	0.76470588	0.10701295
40	33.66	3.516353799	0.90735682	0.73422089	0.78431373	0.05009284
41	33.79	3.520119029	0.90141496	0.73762613	0.80392157	0.06629544
42	34.47	3.540066054	0.869006	0.75528595	0.82352941	0.06824346
43	36.43	3.595499251	0.77248221	0.80081905	0.84313725	0.0423182
44	36.62	3.600633559	0.76319531	0.80476139	0.8627451	0.05798371
45	36.70	3.602823648	0.75922135	0.80642851	0.88235294	0.07592443
46	37.51	3.624641841	0.71930147	0.82255883	0.90196078	0.07940195
47	38.59	3.653054888	0.66679437	0.84225114	0.92156863	0.07931748
48	40.74	3.707267023	0.56720548	0.87568987	0.94117647	0.0654866
49	41.48	3.725324551	0.53477632	0.8856386	0.96078431	0.07514572
50	42.06	3.739090527	0.51044932	0.89283244	0.98039216	0.08755972
51	47.53	3.861448296	0.3166363	0.94296743	1	0.05703257
52	49.45	3.900912722	0.26488647	0.95442317	1.01960784	0.06518467
53	49.45	3.900912722	0.26488647	0.95442317	1.03921569	0.08479252
	promedio	3.29017			MAXIMA DIFERENCIA	0.1164
	desviación S	0.36152				

FUENTE.- Elaboración Propia

TABLA 3.28.
PERIODOS DE RETORNO

CUADRO DE PRECIPITACION CON PERIODOS DE RETORNO				
TR (AÑOS)	P	W	Kt	precipitación proyectada (de Diseño) Xt
2.00000	0.50000	0.53636	1.08124	39.68872
5.00000	0.20000	0.20204	1.86248	52.64155
10.00000	0.10000	0.10025	2.16602	58.74714
25.00000	0.04000	0.04002	2.36881	63.21586
50.00000	0.02000	0.02000	2.44087	64.88438
100.00000	0.01000	0.01000	2.47785	65.75781

FUENTE.- Elaboración Propia.

Para efectos de cálculo se trabaja con el valor más crítico para la intensidad máxima horaria, $I_{m\acute{a}x}=13.48$ mm/h para un periodo de retorno de 10 años.

3.1.3.5. ESTIMACIÓN DE CAUDALES

TABLA 3.29.
ESTIMACIÓN DE CAUDALES EN FUNCIÓN DEL ÁREA TRIBUTARIA

Tamaño de la Cuenca (Km2)	Relación Matemática Empleada
0.0 13.00	Método Racional
0.00 – 50.00	Método del Hidrograma Unitario

FUENTE.- Manual De Diseño De Caminos De Bajo Volumen De Transito, Ministerio De Transportes Y Comunicación, (2005).

En el ámbito nacional, el método más empleado es el racional o hidrometeorológico, el cual estima el caudal en función de la intensidad media de precipitación en la superficie de la cuenca o microcuenca, la estimación de la escorrentía superficial y el área tributaria. La ecuación del método hidrometeorológico se expresa a continuación:

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Donde:

Q : Caudal m³/seg

I : Intensidad de la precipitación pluvial máxima previsible, correspondiente a una duración igual al tiempo de concentración y a un periodo de retorno dado, en mm/h.

A : Área de la cuenca en Km².

C : Coeficiente de Escorrentía.

Para la determinación del coeficiente de escorrentía, se tiene en cuenta las tablas 3.30 y 3.31.

TABLA 3.30.
VALORES PARA LA DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

CONDICIÓN	VALORES			
Relieve Del Terreno	K1=40 Muy accidentado, pendiente superior al 30%.	K1=30 Accidentado, pendiente entre 10% y 30%.	K1=20 Ondulado, pendiente entre 5% y 10%.	K1=10 Llano, pendiente inferior al 5%.
Permeabilidad del Suelo	K2=20 Muy Impermeable Roca Sana	K2=15 Bastante impermeable, arcilla.	K2=10 Permeable	K2=5 Muy Permeable.
Vegetación	K3=20 Sin Vegetación	K3=15 Poca, menos del 10% de la superficie.	K3=10 Bastante, hasta el 50% de la superficie.	K3=5 Mucha, hasta el 90% de la superficie.
Capacidad de Retención	K4=20 Ninguna	K4=15 Poca	K4=10 Bastante	K4=5 Mucha

FUENTE.- Manual De Diseño De Caminos De Bajo Volumen De Transito, Ministerio De Transportes Y Comunicación, (2005).

TABLA 3.31.
COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

K=K1+K2+K3+K4	C
100	0.80
75	0.65
50	0.50
30	0.35
25	0.20

FUENTE.- Manual De Diseño De Caminos De Bajo Volumen De Transito, Ministerio De Transportes Y Comunicación, (2005).

De acuerdo a las condiciones del área estudiada se puede observar un terreno llano en la parte baja y ondulado en la periferia del área del proyecto; dado que la clasificación del suelo en el segundo estrato se determinó que está compuesto por un depósito de arcilla arenosa, se asume un coeficiente para un terreno bastante impermeable con bastante vegetación y poca capacidad de retención, estos factores determinan en coeficiente de escorrentía, quedando de la siguiente manera:

$$K=20+15+10+15=60; C=0.65$$

$$Q = \frac{0.65 \times 13.48 \times 0.70}{3.6}$$

$$Q = 1.7037 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.1.4. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.

3.1.4.1. GENERALIDADES.

El estudio topográfico es representar el terreno natural sobre un papel de la forma más exacta posible, teniendo así las características tanto de elevación como la configuración misma del terreno.

La elaboración del proyecto, requiere de los datos y planos topográficos que representen todos los accidentes del terreno sobre el cual se proyecta la presente propuesta; para ello se realizó un levantamiento topográfico, el cual consiste en la recopilación de datos de campo (medir distancias verticales, horizontales y ángulos), para luego en gabinete procesarlos y representarlo gráficamente en un plano de acuerdo a una relación fija llamada escala; a partir

de esto se podrán determinar las características del terreno para los fines necesarios.

3.1.4.2. RECOLECCIÓN DE DATOS.

Previo al levantamiento topográfico se recolectaron datos existentes de la zona de estudio, esta información sirvió para poder planear el levantamiento topográfico.

3.1.4.3. RECONOCIMIENTO DE CAMPO.

Para el reconocimiento del terreno se hizo un recorrido de toda el área de trabajo, donde además se toma nota de la ubicación de zonas de posible deslizamiento, afloramientos rocosos, tipos y usos de suelos, etc. En esta etapa se identificó los puntos adecuados para estacionar los equipos topográficos.

3.1.4.4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Antes de iniciar el levantamiento topográfico se debe saber cuál es la finalidad y tipo de levantamiento, el grado de precisión que requiere, recopilar la información existente y realizar el reconocimiento del terreno. Estos son parámetros muy importantes que se deben conocer ya que influyen en la economía del estudio.

Las mediciones deben mantenerse dentro ciertos límites de precisión que dependen de la clase y finalidad del estudio. Para el presente estudio se ubicó un punto de partida empleando un GPS, posteriormente se levantó el terreno del área seleccionada para el presente proyecto, la estación empleada fue monumentada, asimismo se posicionaron las calicatas excavadas para el presente estudio.

A efectos de llevar a cabo el estudio topográfico, se hizo uso de los siguientes equipos: Estación Total Leica FlexLine TS06plus, GPS- map 62S Garmin.

A partir de la estación de control topográfico se han registrado todos los puntos de detalle del terreno almacenando la información en medios de

almacenamiento de datos de la Estación Total. Se han tenido las consideraciones correspondientes al tomar la información del terreno formando entre puntos de radiación una especie de reticulado para que las curvas de nivel reflejen exactamente la configuración del terreno existente con la densidad de puntos necesarios para generar planos a una escala adecuada.

Los trabajos de gabinete se han iniciado verificando la consistencia de los datos recogidos en el campo. La información ha sido procesada posteriormente transformando la posición de los puntos tomados a coordenadas absolutas UTM con su respectiva elevación utilizando software que posibilita obtener archivos de radiación de puntos sin errores de cálculo y con su respectiva codificación de acuerdo a la ubicación de cada uno de los puntos característicos del área comprendida en el Levantamiento Topográfico.

La adecuación de la información al software de modelamiento de superficie, se ha realizado con una hoja de cálculo compatible, lo que ha sido posible mediante el Software de Plataforma Gráfica Autocad- civil 3d 2016 que ha permitido la confección de los planos con curvas de nivel y detalles respectivos, los resultados del estudio realizado se plasman en el plano topográfico contenido en los anexos del presente proyecto.



Figura 3.13. Levantamiento Topográfico de la Zona del Relleno Sanitario Para la Disposición Final de los RSU Para el Distrito de Asillo.

3.1.5. ESTUDIOS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS.

3.1.5.1. GENERALIDADES.

El proyecto está constituido por un relleno sanitario o una planta de manejo de RSU. En el área de intervención de dichos componentes se efectuaron estudios a fin de determinar las características geotécnicas del terreno sobre el cual se plantea la infraestructura propuesta.

Los estudios geológicos y geotécnicos tienen por objeto determinar las características físicas y mecánicas de los suelos subyacentes al área de intervención del proyecto, características necesarias para el diseño de dicha infraestructura.

3.1.5.2. UBICACIÓN.

El proyecto está ubicado en la comunidad de Ccachu Cancha - Patacollana, los accesos se detallan con precisión en el plano de ubicación anexo al presente trabajo, las coordenadas del terreno propuesto se detallan a continuación:

- N 0356117 E 8360369
- N 0356036 E 8360410
- N 0356119 E 8360500
- N 0356050 E 8360510
- N 0356044 E 8360498

3.1.5.3. GEOLOGÍA

- **Geomorfología**

En la región la geomorfología del terreno está controlada por la depresión Altiplánica; entre la cordillera occidental volcánica y oriental metamórfico sedimentaria; se localiza en la sub unidad geomorfológica regional "Altiplano", según el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) y el mapa geológico del cuadrángulo de Azángaro hoja 30-V se clasifica como SD-ch lutitas y limolitas finalmente laminadas, intercaladas de areniscas en estratos delgados.

El Altiplano es una depresión de origen tectónico rellena con depósitos lacustres, coluviales y aluviales que va desde los 3800 a 4500 m.s.n.m.

3.1.5.4. INVESTIGACIONES DE CAMPO.

a. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO.

En el terreno estudiado se hicieron un total de tres (3) calicatas, el número de puntos de exploración fue determinado en base a la uniformidad del terreno en cuanto a pendiente, cobertura vegetal visible, lo que permitió determinar que el terreno tiene condiciones de cimentación definidas, debido a depósitos de suelos uniformes tanto vertical como horizontalmente, sin problemas especiales. Tomando como referencia al RNE, la infraestructura sanitaria planteada no se ajusta a ninguna edificación específica de las contempladas en el mismo, de acuerdo a lo contemplado en el Artículo 3.2º del RNE debe considerarse no menos de 3 puntos de investigación, asimismo se tomó en cuenta la tabla 3.32 a fin de disponer el número mínimo de sondeos necesarios:

**TABLA 3.32.
NUMERO MÍNIMO DE SONDEOS**

COMPLEJIDAD	SUPERFICIE (ha)						
	1	10	50	100	200	500	1000
BAJA	3	6	8	9	10	11	12
MEDIA	5	10	14	15	16	18	20
ALTA	6	14	20	22	24	27	30
* Se entiende tanto la complejidad geotécnica prevista como la topográfica y morfológica.							

FUENTE.- Curso Aplicado de Cimentaciones, José María Rodríguez Ortiz, Jesús Serra Gesta, Carlos Oteo Mazo. Noviembre de 1989.

Las muestras de suelo extraídas a poca profundidad poseían color y características físicas uniformes por estrato, la uniformidad del suelo encontrado puede apreciarse en casi toda la parte del área que conforma la micro cuenca ubicada en el área de estudio.

b. MUESTREO IN-SITU POR APERTURA DE CALICATA.

A fin de obtener una clara descripción de la estratigrafía del terreno, se excavaron tres calicatas señaladas en el plano topográfico del proyecto anexo al trabajo, las mismas que permitieron obtener muestras alteradas de suelo

para su clasificación, las calicatas se construyeron hasta alcanzar la profundidad deseada.



Figura 3.14. Calicatas Escavadas para la Obtención de Muestras en la Zona del Relleno Sanitario Para la Disposición Final de los RSU Para el Distrito de Asillo.

La ubicación de las calicatas se detalla a continuación en el cuadro 3.28.

TABLA 3.33.
UBICACIÓN DE CALICATAS

CALICATA	E	N	PROFUNDIDAD DE LA CALICATA
C-1	355991	8360531	2.30
C-2	356086	8360457	2.20
C-3	356176	8360383	2.15

FUENTE.- Elaboración Propia.

c. NIVEL FREÁTICO

Para la determinación del nivel freático se verifico posos alrededor de la zona de trabajo, donde el nivel freático fue encontrado aproximadamente mayor a 10 metros de profundidad, éste nivel se determinó en el mes de febrero, el cual está registrado como el mes más lluvioso del año de acuerdo a datos obtenidos del SENAMHI.

d. ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE CAMPO

Para el cálculo de la permeabilidad del terreno, se realizó el Ensayo de Tubo Abierto, éste procedimiento consiste en la evaluación del coeficiente de permeabilidad “k”, por la observación y las mediciones de la fluctuación del nivel de agua, en un pozo perforado. Lo cual podría hacerse introduciendo

agua en el pozo y medir el ritmo o velocidad de filtración de esta agua en el terreno.

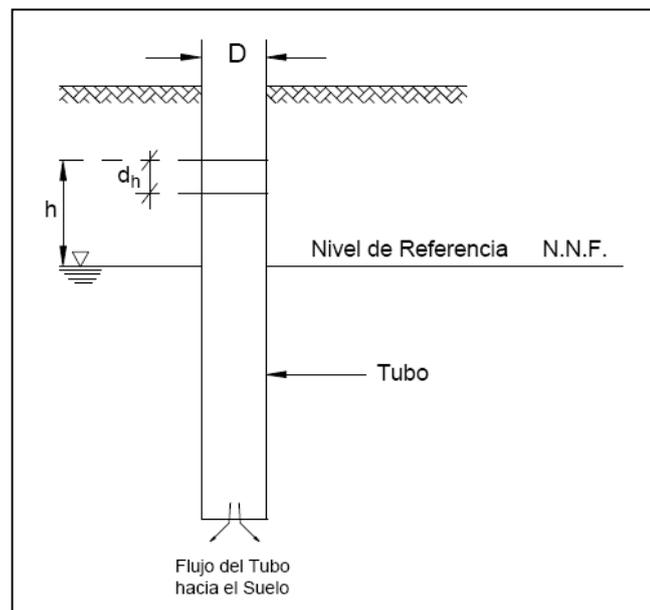


Figura 3.15. Prueba Del Tubo Abierto.

$$K = \left(\frac{D}{2h} \right) \left(\frac{\Delta H}{\Delta T} \right)$$

Donde:

- K : Coeficiente de permeabilidad.
- D : Diámetro del Tubo.
- h : Altura de carga en cm.
- Δt : Tiempo en segundos.
- Δh : Diferencia de altura.

El ensayo in situ del tubo abierto, se realizó en la calicata “C-3”, para efectos de medición se trabajó con un pedazo de tubería PVC de 2”, la cual hace de funda y permite medir la altura de carga hidráulica, los datos de registro para una altura de carga de 24 cm fueron de un abatimiento de 4 cm en 2hrs 40minutos y 11 segundos, remplazado en las formulas determinan un coeficiente de permeabilidad de $K=0.0000440468$ cm/seg.

3.1.5.5. ENSAYOS DE LABORATORIO.

Con las diferentes muestras de suelo extraídas, se efectuaron los siguientes ensayos:



Figura 3.16. Muestras en la Zona del Relleno Sanitario Para la Disposición Final de los RSU Para el Distrito de Asillo.

a. LÍMITES DE CONSISTENCIA.

Se realizaron a partir de las 3 muestras inalteradas, los ensayos realizados fueron:

- **ENSAYOS DE LIMITE LIQUIDO.**- El límite líquido es el contenido de humedad que se realiza en la Cuchara de Casagrande, consistía en colocar el suelo remoldeado en una capsula, formando en el suelo una ranura de espesor de dos milímetros en toda la parte profunda, y en cerrar la ranura golpeando secamente la capsula contra una superficie dura; el suelo tenía el contenido de agua correspondiente al límite líquido cuando los bordes inferiores de la ranura se juntan sin mezclarse al cabo de cierto número de golpes.



Figura 3.17. Realización del Ensayo de Limite Líquido de las Muestras del Relleno Sanitario Para la Disposición Final de los RSU Para el Distrito de Asillo.

- **ENSAYOS DE LÍMITE PLÁSTICO.**- El límite plástico es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. La prueba para la determinación del límite plástico es la formación de los rollitos se hace el rolado sobre una placa de vidrio. Cuando los rollitos llegan a los 3mm, hasta que ocurra el desmoronamiento y agrietamiento; en tal caso se determina su contenido de agua que es el límite plástico.



Figura 3.18. Realización del Ensayo de Limite Plástico de las Muestras del Relleno Sanitario para la Disposición Final de los RSU Para el Distrito de Asillo.

El índice de plasticidad, definido por la siguiente expresión:

$$I_p = L_l - L_p$$

El índice plástico es la diferencia entre los valores del Límite Líquido y Límite Plástico, e indica el margen de humedad a través del cual los suelos con cohesión tienen propiedades de material plástico. Los resultados de los ensayos realizados se anexan al presente trabajo.

b. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

El análisis granulométrico tiene por objeto determinar la cantidad en porcentajes de los diversos tamaños de las partículas que conforman el suelo, se elabora luego la curva granulométrica que relaciona el porcentaje de material que pasa por un tamiz de diámetro D, para una mejor definición de la granulometría de un suelo se utilizan dos coeficientes:

- Coeficiente de Uniformidad, la uniformidad de un suelo puede expresarse con éste coeficiente, su valor numérico disminuye a medida que la uniformidad aumenta. Se consideran suelos muy uniformes cuando el $C_u < 3$, $C_u > 4$ para gravas bien graduadas y $C_u > 6$ para arenas bien graduadas, Se define entonces:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Donde:

D60: Tamaño tal, que el 60%, en peso, del suelo, sea igual o menor.

D10: o diámetro efectivo, es el tamaño tal que sea igual o mayor que el 10% en peso, del suelo.

- Coeficiente de Curvatura, este parámetro permite medir la forma de la curva:

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} * D_{60}}$$

Dónde: D30, D60, D10 son análogos a los anteriores. En suelos bien graduados el Cc varía de 1 a 3.



Figura 3.19. Realización del Ensayo de Análisis Granulométrico de las Muestras del Relleno Sanitario para la Disposición final de los RSU para el Distrito de Asillo.

c. CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Se obtuvo el perfil estratigráfico de la siguiente manera de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (ASTM D 2487).

El método SUCS consiste en agrupar a los suelos gruesos: Gravas (G) y arenas (S) las que de acuerdo a su granulometría puede ser bien graduadas (W) o mal graduadas (P); y a los suelos finos: limos (M) y arcillas (C) que pueden ser de baja plasticidad (L) o alta plasticidad (H) de acuerdo al valor del Índice de plasticidad y el límite líquido, los suelos finos también pueden contener turba (O).

De los suelos identificados, se clasificaron las diversas muestras identificándose en campo los siguientes grupos de suelo:

Estrato 1	: SC; Arena arcillosa
Estrato 2	: CL; Arcilla de Baja Plasticidad

Estrato 3 : SC; Arena arcillosa

Los certificados de laboratorio de los ensayos realizados, Son anexados al presente trabajo.

3.1.5.6. VOLUMEN DE MATERIAL ARCILLOSO DE COBERTURA.

En el diseño del proyecto, se contempla la acumulación de material de cobertura necesario en la operación del relleno sanitario. Dado que éste material de cobertura debe ser preferentemente arcilloso debido a las propiedades de absorción de ésta se obtendrá el mismo del terreno propuesto para el relleno sanitario, el material arcilloso para la cobertura será extraído del volumen de corte producto de las explanaciones.

3.1.5.7. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS.

De los estudios realizados, se puede determinar las principales características del suelo estudiado a fin de obtener parámetros de diseño, las mismas que se detallan a continuación:

- propiedades por estrato:
 - ✓ SC 2.04 Kg/cm², $\Phi=12.93^\circ$, C=1.12 Kg/cm²
 - ✓ CL 1.60 Kg/cm², $\Phi=21.14^\circ$, C=1.16 Kg/cm²
 - ✓ SC 2.10 Kg/cm², $\Phi=13.43^\circ$, C=1.10 Kg/cm²

3.2. SISTEMA DE RECUPERACIÓN

3.2.1. SEPARACIÓN DE RESIDUOS EN LA FUENTE.

La separación de subproductos de los RSU se suele realizar en forma manual, ya sea en el sitio de origen, en las aceras, en el vehículo recolector o en el sitio de disposición final. Este último caso es muy frecuente en casi todos los botaderos de basura de las grandes ciudades y aun de pequeñas poblaciones. Esta actividad la realizan personas de escasos recursos que buscan el sustento diario para sus familias, en condiciones inhumanas y sin seguridad social.

Es por tanto que la municipalidad distrital de Asillo es el que debe dar el primer paso para eliminar la segregación de basura en los botaderos y buscar

el apoyo del comercio y la comunidad en general, con el propósito de ofrecer otras oportunidades a los segregadores. En efecto, debería iniciar un proceso de acercamiento, capacitación y apoyo para la organización de estas personas, lo que les permitiría trabajar en condiciones dignas en los sitios de generación e incluso prestar otro tipo de servicios para salir de ese lamentable y degradante estado de marginalidad.

Las experiencias obtenidas en países en desarrollo con plantas industriales de separación de RSU han resultado un fracaso, por lo que se recomienda, en lo que concierne a las pequeñas poblaciones como es el distrito de Asillo, es que el municipio apoye los programas de recuperación **en el punto de origen** (viviendas, comercio, etc.) y la construcción o adecuación de una bodega como centro de acopio a fin de que los segregadores puedan clasificar adecuadamente los diferentes materiales.

3.3. RELLENO SANITARIO O MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

Para el diseño del relleno sanitario propuesto se toma en cuenta los siguientes aspectos:

3.3.1. INFORMACIÓN BÁSICA.

3.3.1.1. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

3.3.1.1.1. POBLACIÓN

El proyecto considera como población beneficiaria al 100% de la población del distrito de Asillo.

3.3.1.1.2. TASA DE CRECIMIENTO

Parámetro calculado en base a los Censos Nacionales 1993: X de Población y VI de Vivienda y Censos Nacionales 2007: XI de Población y VII de Vivienda, utilizando el método geométrico, se asume una tasa de crecimiento constante.

$$TCP = \left(\frac{P_{cf}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{\text{año}f - \text{año}i}}$$

TCP = Tasa de crecimiento entre últimos dos censos.

P_{ci} = Población censada en el año inicial.

- Pcf = Población censada en el año final.
- añoi = Valor de año inicial.
- año f = Valor de año final.

$$TCP = \left(\frac{3,226}{2,889}\right)^{\frac{1}{2007-1993}}$$

$$TCP = 0.79$$

3.3.1.1.3. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN BENEFICIARIA

La población del distrito de Asillo es de 2,632 habitantes, de acuerdo a estas cifras se ha establecido una proyección de la población utilizando el método geométrico, a partir del año 2016 hasta el año 2021, aplicando una tasa de crecimiento constante 0.79.

$$Pf = Pi * (1 + r)^t$$

Donde:

- Pf = Población a determinar (año del estudio)
- Pi = Población del último censo nacional
- r = Tasa de crecimiento de la población
- t = (t_{final} – t_{inicial}) años transcurridos del último censo hasta el año de la proyección.

**TABLA 3.34.
CRECIMIENTO POBLACIONAL**

Año	Población Total (hab.)
2016	2,632
2017	2,653
2018	2,674
2019	2,695
2020	2,716
2021	2,738

FUENTE.- Elaboración propia.

3.3.1.2 GENERACIÓN DE RSU PER CÁPITA.

Para el análisis de la generación de residuos sólidos se proyecta al año 2021, la producción per-cápita de RSU en el distrito de Asillo es de 0.74

Kg/hab/día, tasa de crecimiento poblacional 0.79, estos parámetros se proyectan desde el 2016 hasta el año 2021, considerando el crecimiento per cápita de generación de residuos sólidos municipales en América Latina de 1%.

TABLA 3.35.
GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Año	Población Total (hab.)	Producción Per Cápita (Kg/Hab/Día)	Generación de RRSS		
			Diaria (Kg/Día)	Anual (Tn/Año)	Acumulada (Tn/Año)
2016	2,632	0.74	1947.68	710.90	710.90
2017	2,653	0.75	1978.18	722.04	1432.94
2018	2,674	0.75	2009.16	733.34	2166.28
2019	2,695	0.76	2040.63	744.83	2911.11
2020	2,716	0.76	2072.59	756.49	3667.61
2021	2,738	0.77	2105.04	768.34	4435.95

FUENTE.- Elaboración propia.

3.3.2. DISTRIBUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA.

El diseño del relleno debe considerar como mínimo áreas para la disposición de los residuos, área administrativa y de servicios, áreas de circulación y áreas verdes o libres, distribuidas de manera armónica. Las áreas de disposición y tratamiento deben estar, en lo posible, rodeadas de áreas verdes.

El terreno del proyecto está dividido en áreas y zonas:

- ✓ Balsa de lixiviado.
- ✓ Zona de Circulación vehicular.
- ✓ Área del relleno sanitario.
- ✓ Zona de amortiguamiento (retiro arborizado).
- ✓ Área de acumulación de material de cobertura.

3.3.3. DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO O MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

3.3.3.1. CALCULO DEL ÁREA NECESARIA.

3.3.3.1.1. DENSIDAD DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Según Jorge Jaramillo. Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales. OPS/CEPIS, 2002. Pg. 261, la densidad o el peso volumétrico de los residuos sólidos municipales en estado suelto, es de 198 Kg/m³; en América Latina la densidad de residuos sólidos municipales varía entre 200 y 300 Kg/m³; la densidad de los residuos sólidos municipales compactado es 450 Kg/m³; en América Latina varía entre 400 y 500 Kg/m³, los residuos sólidos estabilizado en el relleno sanitario permitirá alcanzar una densidad de 500 a 600 Kg/m³, siendo el factor de estabilización 1.25.

3.3.3.1.2. VOLUMEN DE MATERIAL DE COBERTURA

El material de cobertura, será el mismo extraído del terreno, de acuerdo al estudio geotécnico es adecuado para ser utilizado como material de cobertura, para el volumen de cobertura, se ha tomado en cuenta las condiciones climatológicas del área de proyecto y se propone una cobertura equivalente al 20.00 % del volumen total de residuos sólidos.

$$m. c = V_{anual compactado} \times 0.20$$

m. c. : Material de cobertura equivale al 20.00% del volumen de los desechos recién compactados.

3.3.3.1.3. VOLUMEN DE RESIDUOS SÓLIDOS

$$V_{diario} = \frac{DC_p}{D_{rsm}}$$

$$V_{anual compactado} = V_{diario} \times 365$$

V_{DIARI} : Volumen de RSU por disponer en un día.

V_{ANUA} : Volumen de RSU en un año.

DSp : Cantidad de RSU producidos

365 : Equivalente a un año (días).

Drsm : Densidad de RSM recién compactados (400-500 kg/m³)

3.3.3.1.4. VOLUMEN DEL RELLENO SANITARIO

$$V_{RS} = V_{\text{anual estabilizado}} + m.c$$

Donde:

VRS : Volumen del relleno sanitario (m³/año)

m.c : Material de cobertura (de 20 a 25 % del volumen recién compactado de RS).

Para conocer el volumen total ocupado durante la vida útil, se tiene la siguiente fórmula:

$$V_{RSvu} = \sum_{i=1}^n V_{rs}$$

Donde:

VRsvu = Volumen relleno sanitario durante la vida útil (m³)

n = Número de años

TABLA 3.36. VOLUMEN NECESARIO PARA EL RELLENO SANITARIO

AÑO	POBLACION (Hab.)	PPC (kg/Hab/Día)	CANTIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS			VOLUMEN (M3)				RELLENO SANITARIO O PLANTA DE MANEJO DE RSU		AREA REQUERIDA (m2)		
			DIARIA (Kg/Día)	ANUAL (T/Año)	ACUMULADO (T/Año)	RESIDUOS SOLIDOS COMPACTADOS		MATERIAL DE COBERTURA		RESIDUOS SOLIDOS ESTABILIZADOS (m3/Año)	(m3)	ACUMULADA	RELLENO AR	TOTAL AT
						DIARIO (m3)	ANUAL (m3)	DIARIO (m3)	ANUAL (m3)					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
0	2632	0.74	1947.68	710.90	710.90	5.68	2073.47	1.14	414.69	1658.77	2073.47	2073.47	1036.73	1295.92
1	2653	0.75	1978.18	722.04	1432.94	5.77	2105.94	1.15	421.19	1684.75	2105.94	4179.41	2089.70	2612.13
2	2674	0.75	2009.16	733.34	2166.28	5.86	2138.92	1.17	427.78	1711.14	2138.92	6318.33	3159.16	3948.96
3	2695	0.76	2040.63	744.83	2911.11	5.95	2172.42	1.19	434.48	1737.93	2172.42	8490.75	4245.37	5306.72
4	2716	0.76	2072.59	756.49	3667.61	6.05	2206.44	1.21	441.29	1765.15	2206.44	10697.19	5348.59	6685.74
5	2738	0.77	2105.04	768.34	4435.95	6.14	2240.99	1.23	448.20	1792.80	2240.99	12938.18	6469.09	8086.36

Fuente: Elaboración propia.

(3)= (1) x (2)

(6)= [(3) x 7/6]/Dc

(8)= (6) x 0.2

(10)= [(3) x 7/6]/De} * 365

(11)= (9) + (10)

(13)= (12)/H

(14)= (13) x F

Población x PPC.

La producción de RSU de una semana que ingresa a la planta de manejo de RSU en los días "x" de recolección (7días/"x" días hábiles) donde se considera 6 días de recolección.

Material de cobertura = entre el 20 a 25% del volumen de RSU compactados.

La producción de RSU estabilizados de una semana que ingresa a la planta de manejo de RSU.

El volumen de la planta de manejo de RSU = material de cobertura + volumen de RSU estabilizados.

Área por rellenar Ar = volumen acumulado de planta de manejo de RSU/H.

H= altura estimada del relleno 2m

Área total Ar = Área por rellenar x F.

F= 25% Factor para estimar el área adicional (entre 20 y 30%).

DENSIDAD DE LOS RSU
(Kg/m3)

Ds: Suelta 200 a 300
Dc: Compactada 400 a 500
De: Estabilizada 500 a 600

3.3.3.2. BARRERA SANITARIA.

La infraestructura contará con un cerco perímetro de alambre en todo el perímetro de la infraestructura, también se plantea la siembra de árboles y arbustos de rápido crecimiento y adecuados para la zona (Pino, Eucalipto, Queñua y Retama), la barrera contribuirá a mitigar los impactos negativos producidos en la operación de la infraestructura sanitaria propuesta, protegiendo a la población de posibles riesgos sanitarios y ambientales e impedirá el acceso de personas extrañas y de animales, también mejora la apariencia estética del proyecto y sirve para retener residuos sólidos ligeros (papeles y plásticos) que pueden ser arrastrados por el viento, la altura mínima del cerco será de 1.60 m.

3.3.3.3. INSTALACIONES AUXILIARES.

Siendo un relleno manual el proyecto plantea instalaciones requeridas para el desarrollo de las actividades de servicios: Ambientes para almacén, vestuario, vigilancia.

3.3.3.4. DISEÑO DE LA BASE IMPERMEABLE DEL RELLENO SANITARIO.

El objetivo principal es minimizar la cantidad de aguas lixiviadas que se infiltran al suelo, con el fin de proteger las capas freáticas, la solución a este problema es una capa impermeable que tiene que ser terreno arcilloso, así como la impermeabilización de un suelo con un factor $k < 10^{-7}$ m/s. salvo que se cuente con una barrera geológica natural para dichos fines, lo cual estará sustentado técnicamente.

La impermeabilización, la cual puede ser mediante el uso de geomembranas de HPDE (espesor recomendado 1mm), y una protección con el empleo de geotextiles, el espesor de la barrera impermeable tiene una profundidad de 50 cm, cuando se trata de material sintético, el flujo de lixiviados a través del relleno deberá ser conducido por ésta capa de aislamiento.

Los sistemas de impermeabilización más empleados son las llamadas barreras mixtas, las cuales emplean material arcilloso y sintético para

impermeabilizar la base en rellenos sanitarios, en la figura contigua se aprecian los diversos tipos de recubrimiento: (a,b) tipos de barreras sencillas – mixtas y (c-f) tipos de barreras dobles mixtas. Hay que destacar que en los sistemas con aislamiento doble, el mixto primario se identifica como primario o sistema de recogida de lixiviados mientras que el mixto secundario se identifica como la capa de contención de lixiviados.

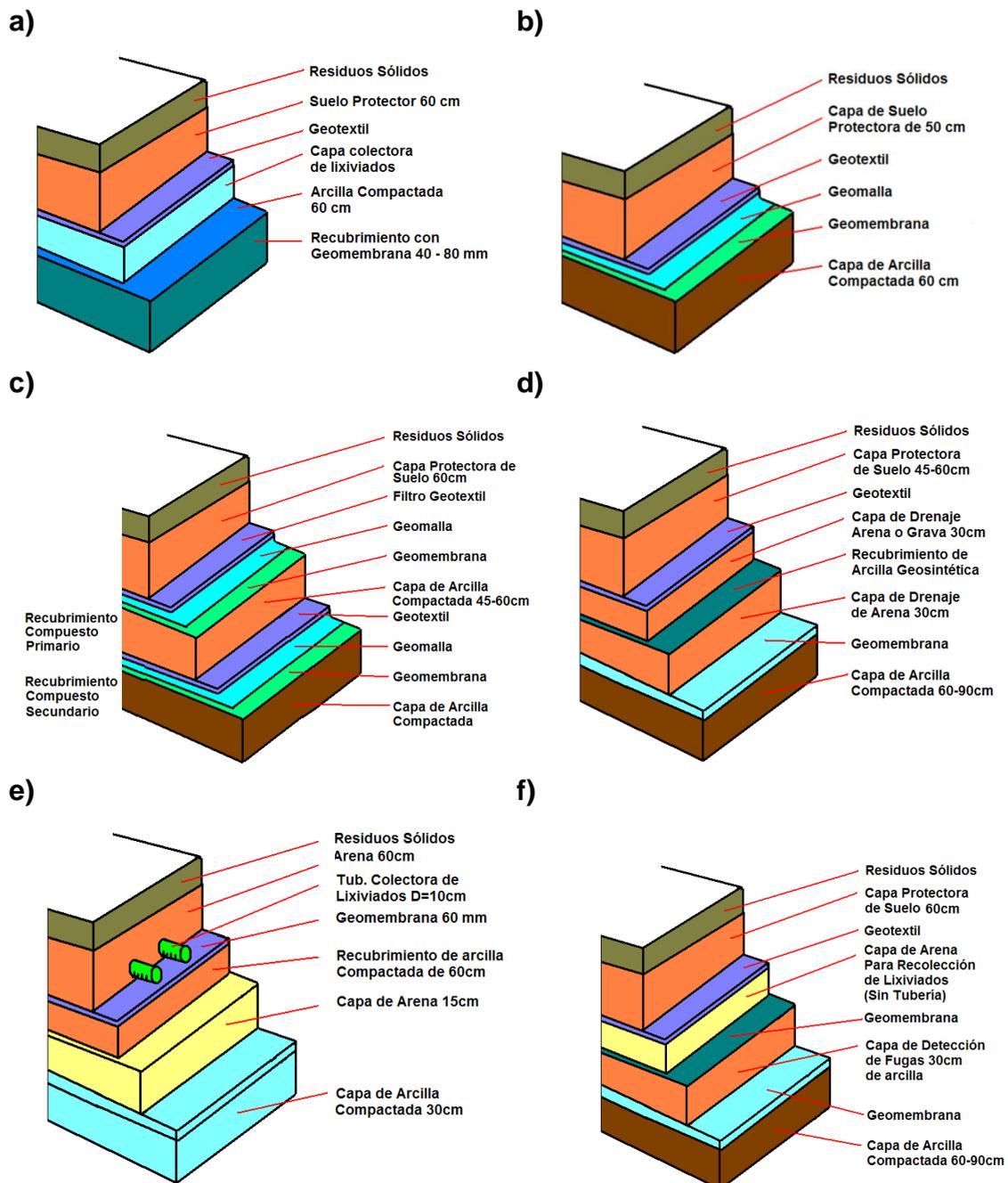


Figura 3.20. Recubrimientos Típicos en Barreras Impermeables.

Para el proyecto se contempla el empleo del segundo tipo de aislamiento (figura 3.11-b), el cual es ampliamente empleado en territorio nacional, para ello se contempla la construcción de una capa impermeable, una capa de drenaje y una capa de suelo protector. La capa impermeable está conformada por material arcilloso compactado y el empleo de una Geomembrana, está la conforman dos capas de arcilla compactada de quince centímetros (15cm) de espesor cada una, sobre estas capas se instala una Geomembrana de un milímetro (1mm) de espesor de acuerdo a la Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual. La capa de drenaje está formada por una capa de quince centímetros (15cm) de arena, la misma que tendrá encima un Geotextil cuyo propósito es impedir la mezcla de materiales, esta capa de drenaje tiene por objeto conducir los lixiviados desde las terrazas hacia los drenes de lixiviados correspondientes. Finalmente se contempla la construcción de una capa de suelo protector de diez centímetros (10cm), a fin de evitar que el Geotextil sea cortado o dañado.

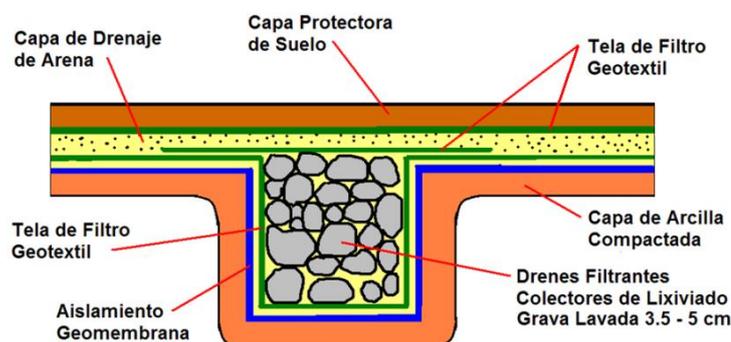


Figura 3.21. Barrera Impermeable Empleada en el Proyecto.

3.3.3.5. TALUDES.

Según Jorge Jaramillo. Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales. OPS/CEPIS, 2002. (Pg. 95) Los rellenos sanitarios para residuos urbanos son obras de ingeniería construidas en el suelo y muchas de sus estructuras o partes son ejecutadas con tierra.

Entre las principales obras de un relleno figuran: construcción de terraplenes o diques de contención, construcción de bermas de equilibrio, excavación de trincheras, excavación de canales de drenaje, construcción de

accesos en tierra y de capas de tierra compactada para impermeabilización o protección.

**TABLA 3.37.
TALUDES EN CORTE**

TIPO DE MATERIAL	TALUD	
	V(*)	H(*)
Roca suelta	4,0	1,0
Conglomerado	3,0	1,0
Tierra compacta (terrenos varios)	2,0	1,0
Arena	0,5	1,0

FUENTE.- Reglamento para el Diseño, Operación y Mantenimiento de Infraestructuras de Disposición Final de Residuos Sólidos del Ámbito Municipal, Julio del 2000.

**TABLA 3.38.
TALUD DE RELLENO**

TIPO DE MATERIAL	TALUD	
	V(*)	H(*)
Terrenos varios	1,0	1,5
Arena	1,0	2,0
Residuos sólidos	1,0	3,0

FUENTE.- Reglamento para el Diseño, Operación y Mantenimiento de Infraestructuras de Disposición Final de Residuos Sólidos del Ámbito Municipal, Julio del 2000.

3.3.3.6. CELDAS Y PLATAFORMA.

La media de los residuos sólidos que han de disponerse diariamente en el relleno sanitario se estima en 2,026.64 Kg/día Según Jorge Jaramillo. Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales. OPS/CEPIS, 2002. Pg. 119, la altura de celda recomendada es de 1 a 1.5 metros, dado que el relleno sanitario propuesto es de tipo manual se asume una altura de celda diaria de un metro, la cual deberá ser esparcida y compactada en capas de 30 cm hasta alcanzar la altura de un metro, la densidad promedio de los residuos sólidos sin compactar se estima en 250 Kg/m³ alcanzando luego de compactarse una densidad promedio de 400 Kg/m³, lo cual dimensiona la celda diaria de la siguiente manera:

3.3.3.6.1. Cantidad de RSM que se debe disponer.

La cantidad de basura para diseñar la celda diaria se puede obtener de dos maneras:

A partir de la cantidad de basura producida diariamente, es decir:

$$DS_{rs} = DS_p \times \left(\frac{7}{D_{hab}}\right)$$

Donde:

DS_{rs} = Cantidad media diaria de RSM en el relleno sanitario (kg/día)

DS_p = Cantidad de RSM producidos por día 1947.68 (kg/día)

D_{hab} = Días hábiles o laborables en una semana ($d_{hab} = 6$ días).

3.3.3.6.2. Volumen de la celda diaria.

$$V_c = \frac{DS_{rs}}{D_{rsu}} \times m. c.$$

Donde:

V_c = Volumen de la celda diaria (m³)

D_{rsu} = Densidad de los RSU recién compactados en el relleno sanitario manual, 400 kg/m³

m. c. = Material de cobertura (20%)

3.3.3.6.3. Dimensiones de la celda diaria

Área de la celda:

$$A_c = \frac{V_c}{H_c}$$

Donde:

A_c = Área de la celda (m²/día)

h_c = Altura de la celda (es de 1m)

**TABLA 3.39.
DIMENSIONES DE LA CELDA DIARIA**

POBLACION (Hab.)	PPC (Kg/Hab/Día)	CANTIDAD DE RSU DIARIA	CANTIDAD MEDIA DIARIA RSU	VOLUMEN DE LA CELDA DIARIA	AREA DE LA CELDA DIARIA PARA $H_c=1m$	LARGO DE LA CELDA DIARIA PARA $A_c=3m$
		DS_p (Kg/Día)	DS_{rs} (Kg/Día)	V_c (m ³ /Día)	A_c (m ² /Día)	L_c (m/Día)
2632	0.74	1947.68	2272.29	6.82	6.82	2.27

FUENTE.- Elaboración propia.

- *Ancho de la Celda Por Día = 3 m*
- *Largo de la Celda Por Día = 2.27 m*

Al finalizar el día se procederá con el esparcido y compactado del material de cobertura, para tal efecto se prevé una capa de material existente con un espesor de 15cm, a fin de cubrir la celda. Las dimensiones de las celdas se detallan en los planos de procedimiento constructivo.

3.3.3.7. SISTEMA DE EVACUACIÓN VERTICAL DE GASES.

Son chimeneas o tubos verticales de ventilación de gases que se generan en el fondo y por medio de los drenajes de lixiviados se unen y se proyectan asía la zona de la superficie.

En la siguiente tabla se muestra las características necesarias para los dos tipos de chimenea:

TABLA 3.40.
REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS

Parámetro	Chimenea construida de malla con puntales de madera	Chimenea con tubo perforado
Ancho de la chimenea	0.5-1 m	0.6- 1.2 m
Material de construcción	Puntales: Madera (preferiblemente eucalipto o gradúa que se cultiva alrededor del relleno y que tiene la función de retener una parte de las aguas lixiviadas) Malla: Malla de acero; distancia entre los alambres < 2 cm	Plástico perforado La superficie total de los orificios debe ser 10 % de la superficie del tubo. Diámetro de los orificios: < 2 cm Material: Preferiblemente PEHD (puede ser fabricado de PEHD reciclado)
Material para llenar la chimenea	Piedra bola o grava. Es importante que no contenga cal. porque se descompone fácilmente la piedra con alto contenido de cal en la atmósfera agresiva de los gases de relleno.	
Dimensiones de las piedras	Se utiliza preferiblemente piedra con un diámetro < 16 cm. lo que impide una rápida congestión por causa de material espeso o sólido ingresando a la chimenea. También es importante que sean pequeñas las piedras porque las piedras grandes se rompen bajo la influencia del calor extremo de la incineración de los gases de relleno.	
Distancia entre las chimeneas	25 - 30 m en rellenos manuales que tienen celdas con una altura de menos de 8 m 20 - 25 m en rellenos compactados donde el cuerpo de basura tiene una altura < 15 m 15-20 m en rellenos compactados donde el cuerpo de basura tiene una altura > 15 m	

FUENTE.- Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales, Ilustre Municipalidad de Loja.

Según Jorge Jaramillo. Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales. OPS/CEPIS, 2002. Pg. 144-145 el sistema de drenaje de gases está constituido por un sistema de ventilación de piedra o tubería perforada de concreto (revestida con piedra) que funciona a manera de chimeneas o tubos de ventilación que atraviesan en sentido vertical todo el relleno, éstas se construyen conectándolas a los drenajes de lixiviado que se encuentran en el fondo y se las proyecta hasta la superficie, a fin de lograr una mejor eficiencia en el drenaje de líquidos y gases.

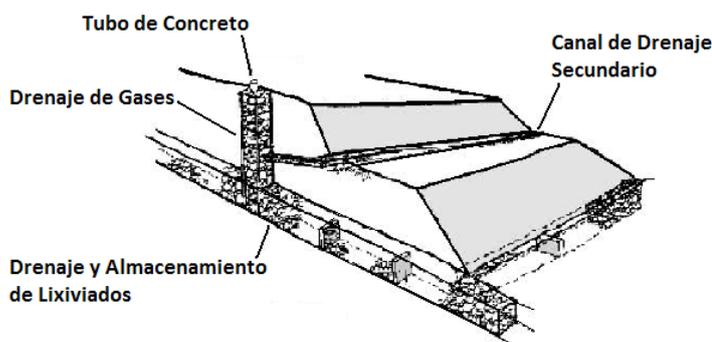


Figura 3.22. Interconexión de los Sistemas de Drenaje de Gases y Lixiviado.

3.3.3.8. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA (Lixiviado).

El monitoreo del relleno sanitario manual, antes, durante y después se tomara una serie de medidas relacionadas con la prevención en cuanto a la calidad del ambiente, a las aguas superficiales y subterráneas, al inicio de la puesta en marcha de la infraestructura, se deberá hacer una completa caracterización de dichas aguas que servirá como línea base. La frecuencia de monitoreo se definirá de acuerdo a las condiciones del área, siendo la frecuencia máxima por pozo cada 6 meses. Los parámetros a evaluar se detallan a continuación.

La frecuencia de monitoreo para infraestructuras manuales será bimestral. Los parámetros mínimos a analizar son:

- Demanda biológica de oxígeno (DBO)
- Demanda química de oxígeno (DQO)
- PH; Sólidos Totales
- Nitratos (mg/L)
- Cloruros (mg/L)
- Sulfatos (mg/L)
- Sólidos suspendidos y
- Metales pesados (Hg, Cb, Pb, Cr, Fe, Zn, Cu, Ni).

3.3.4. OPERACIÓN Y CLAUSURA DEL RELLENO SANITARIO

3.3.4.1. OPERACIÓN.

Según Jorge Jaramillo. Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales. OPS/CEPIS, 2002. Pg. 171-172 La operación del relleno sanitario se debe llevar a cabo siguiendo un plan general de operaciones bajo la guía de un manual de operación, el cual debe ser flexible para que el supervisor pueda actuar según su criterio cuando haya que resolver situaciones inesperadas, como cambios de clima o emergencias.

La basura y el material de cubrimiento deben ser descargados solo en el frente de trabajo autorizado, se recomienda que los residuos no se depositen

en la parte inferior del talud sino desde la parte superior de la celda ya terminada, a fin de facilitar el trabajo y poder así conformar la nueva celda.

Los siguientes son los pasos para la conformación de las primeras celdas diarias:

- ✓ Señalar en el terreno el área que ocupará la primera celda con la basura del día, de acuerdo con las dimensiones estimadas que se basan en el volumen de ingreso esperado y en el grado de compactación que se obtendrá.
- ✓ Descargar la basura en el frente de trabajo, a fin de mantener una sola y estrecha área descubierta durante la jornada y evitar el acarreo a grandes distancias.
- ✓ Esparcir la basura en capas delgadas de 30cm y compactarla hasta obtener una altura de celda que mida 1.0 metro, procurando una pendiente suave en los taludes exteriores (por cada metro vertical se avanza horizontalmente 3 metros).
- ✓ Cubrir por completo la basura compactada con una capa de tierra de 0,15 metros de espesor cuando la celda haya alcanzado la altura de 1.0 metro.
- ✓ Compactar la celda hasta obtener una superficie uniforme al final de la jornada.
- ✓ Una vez completada la primera celda, la segunda podrá ser construida de inmediato al lado o sobre la primera, siguiendo siempre el plan de construcción del relleno sanitario. En los periodos secos se recomienda que los vehículos transiten por encima de las celdas terminadas para darles una mayor compactación.

3.3.4.2. PLAN DE CIERRE.

Es la documento donde se tendra las obras y actividades destinadas a mantener las condiciones anaeróbicas de la disposición de los residuos en la infraestructura; controlar la migración de biogás y lixiviados; y la integridad de la infraestructura luego de finalizadas las operaciones de disposición final de residuos.

Una vez concluida la operación de la infraestructura, se deberá realizar trabajos hasta lograr su integración con el paisaje natural del entorno. Para esto se elaborara un plan de cierre.

El plan de cierre es aprobado por la autoridad de salud regional de la jurisdicción (DIGESA – PUNO), considerando los lineamientos que fueron consignados en el estudio de impacto ambiental o programa de adecuación ambiental aprobado inicialmente. Este plan, deberá ser presentado para su aprobación como mínimo 4 años antes del límite del tiempo de vida útil de la infraestructura.

3.3.4.3. CONTENIDO DEL PLAN.

El plan deberá cumplir con los siguientes aspectos técnicos:

1. Análisis ambiental y sanitario del área de influencia del relleno sanitario;
2. Obras y actividades de control sanitario y ambiental. Las actividades previstas, como mínimo debe atender el tratamiento y disposición de lixiviados; control de biogás; manejo de escorrentías superficiales; control de roedores e insectos vectores.
3. Operación, mantenimiento y seguimiento de los sistemas de control ambiental para evitar riesgos a la salud y el ambiente (Monitoreo de las aguas subterráneas);
4. Uso o destino futuro de la infraestructura, incluidas las obras y actividades que se realizarán;
5. Plan de Contingencias; y
6. Cronograma de actividades.

En el caso de su presentación para replanteo deberán considerar la evaluación ambiental del lugar luego de finalizadas las operaciones de disposición final de residuos en la infraestructura; a fin de implementar las medidas necesarias para devolver al área las condiciones ambientales iniciales y lograr su integración con el paisaje natural o artificial del entorno.

3.3.4.4. INICIO DEL PLAN DE CIERRE.

Los trabajos del plan de cierre deben iniciarse como máximo a los 30 días de haber realizado la última disposición de residuos.

3.3.4.5. NOTIFICACIÓN DEL CIERRE DE OPERACIONES.

Se deberá dar aviso a la autoridad sanitaria de la jurisdicción del término de las operaciones de disposición final de residuos, a más tardar 15 días después de que la instalación haya completado su capacidad autorizada para recibir residuos o cuando por cualquier otro motivo deje de disponer residuos, debiéndose iniciar en dicho momento la ejecución del Plan de Cierre con la finalización de la cobertura final, la que deberá estar terminada a más tardar en los 60 días siguientes. No obstante lo señalado en el párrafo anterior, se podrá iniciar el Plan de Cierre previo al término de la disposición de residuos en la infraestructura.

3.3.4.6. COBERTURA FINAL.

La cobertura final consistirá en capas compactadas de arcilla y tierra, con un espesor total mínimo de 0.60 m, la arcilla deberá tener una permeabilidad máxima de $k = 10^{-5}$ cm/s y será compactada en espesores no mayores de 0,15 m., colocadas sobre la última capa de cobertura diaria. Adicionalmente, y dependiendo del uso futuro de la infraestructura, esta actividad se efectuara en forma progresiva según se concluya la operación de cada área de disposición. Una vez finalizada el 100% de la cobertura se deberá iniciar de acuerdo a los plazos establecidos en el Plan de Cierre, las obras necesarias para la habilitación del uso al que será destinado el sitio.

**TABLA 3.41.
ESPESOR DE LA CAPA DE COBERTURA FINAL**

Precipitación pluvial (mm/año)	Espesor de capa (m)		
	Arcilla	Tierra	Total
Baja (hasta 50)		0,60	0,60
Moderada (50-300)	0,30	0,30	0,60
Alta (más de 300)	0,60		0,60

Nota: La arcilla debe tener una permeabilidad máxima de $k = 10^{-5}$ cm/s y ser compactada en espesores no mayores de 0,15 m.

3.3.4.7. USO FUTURO DEL ÁREA.

El área puede ser utilizada con otros fines recreativos o, según lo establecido en el artículo 90º del Reglamento de la Ley N° 27314.

3.3.4.8. POST-CIERRE

El post-cierre se refiere a las actividades necesarias para mantener en buen estado la infraestructura durante un período de 05 años para infraestructuras manual, el mismo que comprende lo siguiente:

1. Mantenimiento de la cobertura final se efectuarán los trabajos necesarios para conservar la integridad de la cobertura final como reposición de material, entre otros.
2. Control de la contaminación del agua subterránea, se debe continuar el control de la contaminación del agua subterránea con la misma frecuencia efectuada durante la operación de la infraestructura.
3. Mantenimiento y operación de los sistemas de drenaje, los sistemas de drenaje de aguas superficiales, de gases y lixiviados deben mantenerse en condiciones adecuadas de funcionamiento.
4. Monitoreo ambiental, de igual forma se deberá dar inicio a las actividades de monitoreo de los parámetros establecidos en el Plan de Cierre.
5. Acciones correctivas, En caso de detectarse algún tipo de contaminación de las aguas, suelo, aire, o proliferación de vectores y roedores se debe implementar, al igual que en la etapa operación, las acciones correctivas pertinentes.

3.4. EVALUACIÓN AMBIENTAL

3.4.1. GENERALIDADES.

Los estudios de Impacto ambiental son instrumentos del desarrollo sostenible, que permiten armonizar la ecología y la economía. Por tanto la legislación internacional y nacional vigente establece la necesidad de realizar el

EIA. En el distrito de Asillo los proyectos de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos no son difundidos de manera adecuada ya que hay una deficiente gestión en cuanto al manejo de los Residuos Sólidos Urbanos ya sea la falta de organización, carencia en los sistemas de información, también una inadecuada e ineficaz aplicación de la legislación vigente en cuanto a Gestión de R.S.U.

En este contexto con el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto: **"DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECUPERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA EL DISTRITO DE ASILLO"**, va a ayudar a identificar, planificar y ejecutar acciones orientadas a prevenir los impactos ambientales y sociales negativos del proyecto, para lograr una adecuada gestión integral de residuos que reduzca las cantidades de desechos generados, además de tratar y disponer en forma ambientalmente segura. Así mismo factores ambientales como el paisaje, la flora, la fauna y la población se puede ver afectados de manera indirecta. Por lo que es necesario evaluar y valorar dichos impactos a fin de establecer medidas correctivas que con lleven a la mejor ejecución del proyecto.

3.4.2. OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL.

3.4.2.1. OBJETIVO GENERAL.

Nuestro objetivo es identificar, evaluar e interpretar los impactos ambientales para evitar y/o mitigar los impactos negativos producidos por las acciones del proyecto, así como también, la formulación de las medidas más convenientes para potenciar los impactos positivos que originará el proyecto.

3.4.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- a) Identificar, evaluar e interpretar los impactos ambientales producidos en las etapas de construcción operación.
- b) Determinar las medidas de mitigación para la minimización de los impactos negativos.

3.4.3. MARCO CONCEPTUAL.

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es la herramienta que permite determinar no solo las consecuencias ambientales de cualquier proyecto, sino también proponer las acciones necesarias para atender dichas secuelas.

Los objetivos primordiales de la EIA son identificar y predecir los impactos que un proyecto pueda ocasionar sobre el medio ambiente y la población, dando las medidas necesarias para mitigar o evitar los impactos negativos e incentivar los impactos positivos.

Los estudios de Impacto Ambiental son los documentos que sustentan el análisis ambiental preventivo y que entrega las evaluaciones para tomar decisiones en relación a la implicancia ambiental de las actividades de los proyectos a ejecutar.

3.4.4. MARCO LEGAL.

La LGRS norma todo lo relacionado a la gestión de estos residuos en el país, en cuanto al medio ambiente el CONAM tiene vigente el Código Nacional del Medio Ambiente, el cual establece que: Todo proyecto de carácter público o privado, que pueda provocar daños no tolerables al ambiente, requiere de una EIA sujeto a la aprobación de la autoridad competente. Este proyecto por tanto, deberá contar con una EIA, la misma que deberá satisfacer además la normatividad vigente en la que se enmarca el proyecto:

- a) La Constitución Política del Perú, 1993.
- b) El Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, promulgado por Decreto Legislativo N° 613, 07.09.90 y aprobado por la comisión revisora creada por Ley N° 25238.
- c) Ley N° 26410 mediante el cual se constituye el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM).
- d) Ley General de Residuos Sólidos. No 27314; emitida el 21 de julio del 2000.
- e) Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, aprobado mediante. Decreto Legislativo N° 613, el siete de setiembre de 1990.

- f) Reglamento de inocuidad del agua y alimentos y del tratamiento de desechos en el transporte nacional e internacional, expedido por el Ministerio de Salud y aprobado por el Decreto Supremo No 012-77-SA, del 13 de octubre de 1977.
- g) Reglamento de Aseo Urbano, Decreto-Supremo No 033-81-S A, del 9 de diciembre de 1981, modificado por el Decreto Supremo No 037-83-SA, del 28 de septiembre de 1983.
- h) Ley Orgánica de Municipalidades No 27972, del 27 de mayo del 2003.

3.4.5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto en función a la ley general de residuos sólidos es una infraestructura sanitaria destinada a la gestión de residuos sólidos urbanos. El proyecto es un relleno sanitario manual.

3.4.6. ÁREA DE INFLUENCIA.

Para el proyecto se considera un área de influencia directa de las actividades a realizar de aproximadamente de 500 metros de radio y una zona de amortiguamiento de 500 metros de radio, haciendo en total un área de influencia de 01 kilómetro de radio.

3.4.7. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.

En cuanto al clima es relativamente templado en relación con los demás pueblos que lo rodean, con presentación de fuerte lluvias y granizadas en verano y heladas en invierno, con una temperatura promedio en los periodos de enero a marzo de mínima 3° C y máxima 18° C, en los periodos de abril a junio de mínima 3° C y máxima 13° C, en los periodos de Julio a setiembre de mínima 1° C y máxima 15° C, en los periodos de octubre a diciembre de mínima 2° C y máxima 16° C. En épocas de invierno meses de mayo, junio y julio durante la noche la temperatura desciende hasta -15 y al medio día asciende hasta los 18 °C. En los meses de diciembre a abril, se registran fuertes precipitaciones fluviales, así se tiene un promedio de 679.0 milímetros. La humedad relativa es de 53.3%. La evapotranspiración potencial estimada

total por año, en esta zona varía entre la cuarta parte (0.25) y la mitad (0.5) del promedio de precipitación total, calificándose como de PERHUMEDO.

La flora presenta características peculiares, determinadas en gran parte por la recurrencia de formaciones vegetales, tanto en parches como intercalados entre sí, citadas a continuación:

- **Césped de puna (Cp):** Se caracterizan por presentar una vegetación herbácea baja que ocupa territorios relativamente planos.
- **Pajonales (Pj):** esta formación típica de las regiones altoandinas se distribuye por encima de los 3 800 msnm y puede llegar hasta más de los 4 800 msnm.
- **Pastizales (Pz):** Los terrenos de descanso, en las laderas de los cerros, ofrecen una fisonomía vegetal cespitosa-herbácea de porte achaparrado y/o moderado, con hierbas incipientes y brotes tiernos o de hábito rastrero, aptos para el consumo del ganado de la zona.
- **Vegetación de Roquedales (Ro):** Las zonas más altas presentan un sustrato rocoso, típico de sitios peñascosos y/o repisas rocosas de poco acceso a los animales.

La fauna generalmente está compuesta por variedad de animales, destacando los auquénidos, vacunos y ovinos criados por pobladores de la zona; también existe variedades de aves como la lechuza de los campanarios, colibrí azul, Carpintero Serrano u otras aves migrantes, así como también culebras, lagartijas, sapos, insectos y otras especies que tienen su hábitat dentro de la zona.

3.4.8. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

En este proceso, se van estableciendo las modificaciones del medio natural que pueden ser afectados en la realización del proyecto, ya que ello, permite ir seleccionando aquellos impactos que por su magnitud e importancia requieren ser evaluados con mayor detalle posteriormente.

3.4.8.1. ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTOS AMBIENTALES.**i. Durante la Etapa de Selección del Terreno:**

- Pruebas de suelos
- Pruebas geotécnicas
- Levantamiento topográfico

ii. Durante la Etapa de Construcción del proyecto:

- Limpieza.
- Excavaciones
- Colocación de escolleras (diques)
- Campamentos provisionales
- Operación de maquinaria y equipo.
- Emisiones de humo y polvo
- Recursos humanos
- Nivelaciones/relleno.
- Obras sobre corrientes Acuíferas
- Caminos de acceso.
- Ruidos
- Canales revestidos.
- Barreras (cerco)
- Requerimiento de energía.
- Requerimiento de agua
- Modificaciones al drenaje

iii. Etapa de operación.

- Utilización de recursos económicos
- Equipo de transporte
- Desplazamiento de personal
- Servicios.
- Disp. Final de desechos sólidos y líquidos
- Emisiones de gases a la atmósfera

- Emisiones de lixiviados
- Fugas y derrames accidentales
- Creación de zonas verdes
- Mantenimiento de estructura y equipo.
- Requerimiento de energía.
- Requerimiento de agua.
- Operación de maquinaria y equipo.
- Recursos humanos.
- Infraestructura.
- Fallas en la operación.

iv. Etapa de monitoreo y acciones post clausura.

- Comunicaciones y transporte
- Reforestación
- Desarrollo local
- Empleos y recursos humanos.
- Mantenimiento de sistemas de drenaje.
- Protección de la zona rellenada.
- Protección de la poza de Almacenamiento de Lixiviados.

3.4.8.2. COMPONENTES AMBIENTALES VULNERABLES.

i. Medio Físico:

- Agua
- Suelo
- Atmósfera
- Paisaje

ii. Medio Biológico:

- Flora local
- Fauna local

iii. Medio Socioeconómico:

- Factores Socioeconómicos
- Factores Socioculturales

3.4.8.3. MATRIZ DE LEOPOLD.

Para la evaluación de los impactos que podría ocasionar el proyecto sobre el ambiente y la salud, sean positivos o negativos, se ha usado el método de la Matriz Causa – Efecto de Leopold, la cual fue desarrollada por L.B. Leopold y colaboradores (1971) para la evaluación de impactos ambientales asociados a casi todos los tipos de proyectos con las particularidades del caso. Su principal utilidad es proporcionar una presentación ordenada de las evaluaciones cualitativas de las relaciones causa-efecto entre las actividades del proyecto y los elementos ambientales comprometidos.

El método de la Matriz de Leopold está basado en una matriz de doble entrada en que las acciones que puedan causar impactos en el ambiente y la salud están representadas en columnas y los factores o componentes ambientales que pueden ser afectados están representados en filas.

Se analizó la magnitud de los impactos a producirse tomando en cuenta el grado de perjuicio (-) o beneficio del impacto (+) en una escala de:

- Ningún Impacto 0
- Impacto Muy Débil 1 a 2
- Impacto Débil 3 a 4
- Impacto Moderado 5 a 7
- Impacto Fuerte 8 a 10

Del mismo modo analizó la importancia de los impactos a producirse tomando en cuenta el grado de perjuicio (-) o beneficio del impacto (+) en una escala de:

- Importancia Muy Alta 7 a 10
- Importancia alta 5 a 6
- Importancia media 3 a 4
- Importancia baja 1 a 2

Para el análisis de la importancia del proyecto se tomaron en cuenta los siguientes criterios en referencia al impacto: Naturaleza, Intensidad (magnitud), Extensión, momento, persistencia, reversibilidad, Sinergia, acumulación,

Efectos, Periodicidad y recuperabilidad. Una vez analizados esto se asignó un valor de importancia al impacto en una escala del uno al tres.

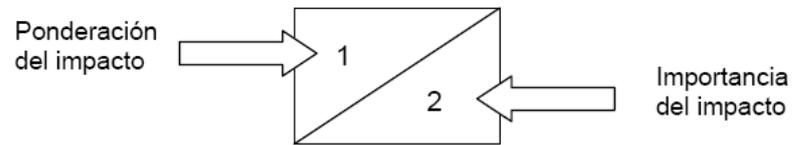


Figura 3.23. Ponderación de Impactos en la Matriz de Leopold.

3.4.8.4. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

Factores Impactados Acciones Impactadas	Medio Físico			Medio Biológico		Medio Socioeconómico		
	Agua	Suelo	Atmósfera	Paisaje	Flora	Fauna	F. Económico	F. Sociocultural
1. Etapa de Selección del Terreno.								
Prueba de Suelos	-1	1						
Pruebas geotécnicas								
Levantamiento topográfico			-1	1				
2. Etapa de la Construcción del Proyecto.								
Limpieza.	-1	1	-1	1	-1	1		
Excavaciones		-1	1	-1	1	1		
Colocación de escolleras (diques)		-1	1	-1	1	1		
Campamentos provisionales		-1	1	-1	1	1		
Operación de maquinaria y equipo.			-3	4	-1	1	-1	1
Emissiones de humo y polvo			-3	4	-1	1	-1	1
Recursos humanos							2	2

Factores Impactados Acciones Impactadas	Medio Físico						Medio Biológico		Medio Socioeconómico	
	Agua	Suelo	Atmósfera	Paisaje	Flora	Fauna	F. Económico	F. Socio Cultural		
Nivelaciones/relleno.	-1	1		-1	1					
Obras sobre corrientes Acuiferas	-3	4								
Caminos de acceso.			-2	3	-2	3				
Ruidos			-5	4			-5	4		
Canales revestidos.	-1	1	-2	3						
Barreras (cerco)							-1	1		
Requerimiento de energía									1	
Requerimiento de agua	-1	1			-1	1			1	
Modificaciones al drenaje		-2	4		-1	2				
3. Etapa de operación.										
Utilización de recursos económicos									1	1
Equipo de transporte			-2	4			-1	1	-1	1

Factores Impactados Acciones Impactadas	Medio Físico					Medio Biológico		Medio Socioeconómico	
	Agua	Suelo	Atmósfera	Paisaje	Flora	Fauna	F. Económico	F. Socio Cultural	
Desplazamiento de personal					-1	1 -1	1 1	1 1	
Servicios.							1	1 1	
Disp. Final de desechos sólidos y líquidos	-8	9 -8	9	-8	9 -8	9 -8	9 -8	9 -8	
Emisiones de gases a la atmósfera			-8	9					
Emisiones de lixiviados	-10								
Fugas y derrames accidentales	-5	6 -5	6 -5	6 -5	6				
Creación de zonas verdes				5	6				
Mantenimiento de estructura y equipo.	-1	1 -1	1 -1	1 -1	1				
Requerimiento de energía.							2	2 2	
Requerimiento de agua.	-1	2							
Operación de maquinaria y equipo.			-2	4					
Recursos humanos.							2	2 2	

Factores Impactados Acciones Impactadas	Medio Físico				Medio Biológico		Medio Socioeconómico	
	Agua	Suelo	Atmósfera	Paisaje	Flora	Fauna	F. Económico	F. Socio Cultural
Infraestructura.	1	1		1	1 -1	1 -1	1	1
Fallas en la operación	6 -5	6 -5	6 -5	6 -5	6 -5	6 -5		
4. Etapa de monitoreo y acciones post clausura.								
Comunicaciones y transporte					-1	1 -1		1
Reforestación							5	5
Desarrollo local							5	5
Empleos y recursos humanos.							5	5
Mantenimiento de sistemas de drenaje.			-1	1 -1	1 -1	1 -1		
Protección de la zona rellena.			-1	1 -1	1 -1	1 -1		
Protección de la poza de Almacenamiento de Lixiviados					-1	1 -1	1 -1	1 -1

Ponderación del impacto

1

2

Importancia del impacto

- Impacto Muy Débil 1 a 2
- Impacto Débil 3 a 4
- Impacto Moderado 5 a 7
- Impacto Fuerte 8 a 10

3.4.9. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

En cuanto a la evaluación de impactos ambientales, las metodologías de evaluación de impacto ambiental son muy variadas y dependen del tipo de ambiente, el tipo de problemas y el tipo de toma de decisión posible; entre ellas se tienen:

- **Métodos cartográficos:** Se desarrollaron en el ámbito de la planificación territorial para la evaluación de los impactos ambientales de uso del territorio.
- **Listas de chequeo, control o verificación:** Listados de control (checklist), son listas de factores y parámetros ambientales que sirven para guiar la ejecución de los estudios de impacto ambiental, dependen del tipo de ambiente, el tipo de problemas y el tipo de toma de decisión posible.
- **Métodos matriciales:** Los métodos matriciales son técnicas bidimensionales que relacionan acciones con factores ambientales; son básicamente de identificación. Los métodos matriciales, también denominados matrices interactivas causa-efecto, fueron los primeros en ser desarrollados para la EIA. Uno de los métodos matriciales más conocido es la Matriz desarrollada por el Dr. Luna Leopold, más conocida como "Matriz Leopold", son matrices de interacción, funcionan como listados de control bidimensionales, disponiendo a lo largo de sus ejes vertical y horizontal las acciones de ejecución del proyecto y los factores ambientales que se pueden afectar, y asignando, en las celdas correspondientes a la intersección de las líneas y las columnas los impactos de cada acción sobre los componentes que ella modifica. Completada la matriz, se puede apreciar el conjunto de impactos generados por el proyecto.
- **Método de Batelle:** Este sistema fue diseñado por los laboratorios BATTELLE- COLUMBUS, en Estados Unidos (1975), es muy completa, y al mismo tiempo selectivo en su capacidad de identificación.

- **Superposiciones Gráficas:** Consiste en la elaboración de un conjunto de mapas del área a ser afectada, en material transparente representando individualmente los componentes ambientales pertinentes (tipo de suelo, cobertura vegetal, etc.). Las áreas más aptas para el desarrollo del proyecto planteado son señaladas con color blanco y las restrictivas con color negro y para las áreas intermedias, se crea graduaciones de intensidad con el color gris.
- Modelos de simulación, los modelos de simulación son modelos matemáticos destinados a representar, tal como sea posible, la estructura y el funcionamiento de los sistemas ambientales, tomando en cuenta la dinámica de los sistemas ambientales.

3.4.9.1. SISTEMA DE EVALUACIÓN DE BATTELLE.

Para la evaluación de los posibles impactos ambientales potenciales se emplea la metodología del Sistema de Evaluación de BATTELLE, El método permite la evaluación sistemática de los impactos ambientales de un proyecto mediante el empleo de indicadores homogéneos el cual es muy completo y al mismo tiempo selectivo en su capacidad de identificación, basado en los siguientes parámetros ambientales:

- Parámetros que representan la calidad medio ambiente (identificación).
- Parámetros que sean fácilmente medibles (predicción inspección).
- Parámetros que respondan a las exigencias del proyecto (identificación).

Éste sistema es empleado para evaluar la condición futura de la calidad ambiental tanto “con el proyecto” y “sin el proyecto” cuyos parámetros están ordenados en un primer nivel según el número de grupos que componen, se dividen en cuatro grandes grupos o categorías como son: ecología, contaminación, aspectos estéticos y objetos de interés humano.

TABLA 3.42.
COMPONENTES AMBIENTALES

<u>Objetos de interés humano</u> <ul style="list-style-type: none"> • Objetos artesanales • Composición • Valores educativos y científicos • Valores históricos • Cultura • Sensaciones • Estilos de vida (patrones culturales) 	<u>Aspectos estéticos</u> <ul style="list-style-type: none"> • Ruido • Suelo • Aire agua • Biota
<u>Ecología</u> <ul style="list-style-type: none"> • Especies y poblaciones • Hábitats y comunidades • Ecosistema 	<u>Contaminación</u> <ul style="list-style-type: none"> • Contaminación del agua • Contaminación atmosférica • Contaminación del suelo

FUENTE.- Guía para Evaluación de Impacto Ambiental Para Proyectos de Residuos Sólidos Municipales, Banco Interamericano de Desarrollo. Publicada el 22 de Diciembre de 1997.

El sistema de evaluación de BATTELLE considera un ambiente no alterado o ideal, cuando se tiene un valor de 1000 unidades entre los cuatro grupos citados anteriormente.

A. PROCEDIMIENTO

El sistema de evaluación de Battelle sigue los siguientes pasos:

- Asignar a los parámetros de importancia seleccionados el peso relativo correspondiente (P_i) considerando que el sistema final tiene 1000 unidades. El peso asignado corresponde a una valoración en magnitud e importancia de las variables de acuerdo a las observaciones de campo e información proporcionada.
- Determinar los valores de la calidad ambiental “con el proyecto” (CA1) y “sin el proyecto” (CA0) en la escala de 0 a 1:

0.0 : Cambio muy significativo.

0.2 : Cambio significativo.

0.4 : Cambio moderado.

0.6 : Cambio ligero.

0.8 : Cambio muy ligero.

1.0 : Ningún cambio.

- Determinar las unidades de impacto ambiental con el proyecto (UIA1) y sin el proyecto (UIA0).

B. VALOR DEL IMPACTO AMBIENTAL

Para determinar el cambio neto en las UIA se siguen los siguientes pasos:

- Los cambios netos positivos significan impactos benéficos, mientras que los negativos son impactos adversos.
- Los impactos mayores a 10 unidades, son considerados como impactos potenciales en el ambiente.
- La diferencia de las unidades de impacto ambiental (UIA) con estas condiciones constituye un impacto adverso o benéfico con respecto a los UIA. Es calculado con:

$$E_i = \sum_{i=1}^n [(UIA_1 - UIA_0) P_i]$$

Donde:

- E_i : Valor del impacto ambiental
- UIA₁ : Unidad de impacto ambiental con el proyecto
- UIA₀ : Unidad de impacto ambiental sin el proyecto
- P_i : Peso relativo (importancia) del parámetro "i"
- n : Número total de parámetros

3.4.9.2. MATRIZ DE EFECTOS AMBIENTALES GENERADOS.

Categoría ambiental	Descripción	Ponderación
1. Calidad del aire	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de tierras en construcción de acceso. - Emanación de humo en operación de maquinaria y combustión de gases drenados. - Malos olores de los desechos sólidos. 	50.00
2. Nivel de Polvo.	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de tierras en construcción de acceso. - Uso de maquinaria en habilitación de la vía de acceso. - Transporte de los desechos sólidos en época de secas 	20.00
3. Nivel de ruido	<ul style="list-style-type: none"> - Operación diaria de maquinaria pesada para cubrir. - Transporte de los desechos sólidos al relleno sanitario. 	20.00
4. Erosión de suelos.	<ul style="list-style-type: none"> - Alterar el curso de las aguas en las quebradas por la vía de acceso mediante canales revestidos. - Cortes y movimiento de tierras en la construcción de carretera. - Corte de material para cubrir los desechos sólidos y de arcillas para impermeabilizar base del vertedero. 	50.00
5. Recurso hídrico.	<ul style="list-style-type: none"> - Desvío del curso de aguas fluviales en la quebrada. - Captación de agua para servicios básicos riego de vía de acceso y compactación de cobertura. 	30.00
6. Especies herbáceas	<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza de terreno en vertedero y vía de acceso. - Prohibición del uso de la microcuenca para actividades agropecuarias. 	30.00
7. Especies arbóreas	<ul style="list-style-type: none"> - Tala de arbustos de la zona. 	20.00
8. Fauna	<ul style="list-style-type: none"> - Aparición de roedores y aves migratorias. 	10.00
9. Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> - Relleno con desechos sólidos - Alteración de la quebrada por la presencia de vehículos, maquinaria pesada y cerco perimétrico. 	190.00

Categoría ambiental	Descripción	Ponderación
10. Cambio de uso de tierras.	<ul style="list-style-type: none"> - Arborización masiva de la quebrada. - Zona de recreación después de la clausura del relleno sanitario. 	90.00
11. Desarrollo urbano	<ul style="list-style-type: none"> - Quebrada no apta para habilitación urbana hasta 50 años después de su clausura. - Presencia de la Comunidad Campesina Cancharani, orientada al desarrollarse en un centro poblado. 	50.00
12. Estilo de vida.	<ul style="list-style-type: none"> - Estilos de vida de la comunidad serán alterados ligeramente (espacio de su hábitat). 	50.00
13. Red de saneamiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Instalación de sistema de desagüe de los servicios básicos (baño, ducha y lavatorio) para los operadores del relleno sanitario. - Construcción de la planta de tratamiento y re circulación de los líquidos percolados. 	100.00
14. Calidad de vida	<ul style="list-style-type: none"> - La calidad de vida será alterada por los cambios en la quebrada y el tráfico continuo de vehículo que transporta los desechos sólidos. - El relleno sanitario beneficiará a la población del Distrito de Puno. 	50.00
15. Salud e higiene.	<ul style="list-style-type: none"> - El relleno sanitario como obra de saneamiento, mejorará la higiene de la población e incidirá positivamente en la calidad de aguas subterráneas de la zona. - El personal que opere en el relleno sanitario estará expuesto a riesgos generados por los desechos sólidos. 	110.00
16 Nivel de empleo.	<ul style="list-style-type: none"> - La construcción y operación, generará empleo. - Asimismo en la planta de recuperación de los desechos sólidos se requerirá de mano de obra permanente. 	90.00
17. Cambio en el valor del suelo.	<ul style="list-style-type: none"> - Los terrenos cercanos al relleno sanitario, tienden a bajar en su costo hasta en un 50%. - Los terrenos de cultivo ubicados fuera del área de influencia, no serán afectados. 	20.00
18. Compra y venta de terrenos.	<ul style="list-style-type: none"> - Los terrenos serán ofertados a menor costo. 	20.00
	Total.	1,000.00

3.4.9.3. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

Categoría ambiental	Pi relativo del efecto	CA1 Con Proyecto	CA0 Sin Proyecto	UIA1 Con Proyecto	UIA0 Sin Proyecto	Ei Impacto Ambiental
1. Calidad del aire	50	0.4	0.8	20	40	-20
2. Nivel de Polvo.	20	0.4	0.8	8	16	-8
3. Nivel de ruido	20	0.6	0.8	12	16	-4
4. Erosión de suelos.	50	0.6	0.1	30	5	25
5. Recurso hídrico.	100	0.6	0.8	60	80	-20
6. Especies herbáceas	30	0.8	0.2	24	6	18
7. Especies arbóreas	20	0.6	0.8	12	16	-4
8. Fauna	10	0.6	0.8	6	8	-2
9. Paisaje.	100	0.8	0.1	80	10	70
10. Cambio de uso de tierras.	90	0.6	0.4	54	36	18
11. Desarrollo urbano	60	0.6	0.4	36	24	12
12. Estilo de vida.	60	0.6	0.4	36	24	12
13. Red de saneamiento.	100	0.8	0.6	80	60	20
14. Calidad de vida	50	0.8	0.4	40	20	20
15. Salud e higiene.	110	0.8	0.4	88	44	44
16 Nivel de empleo.	90	0.8	0.4	72	36	36
17. Cambio en el valor del suelo.	20	0.8	0.6	16	12	4
18. Compra y venta de terrenos	20	0.8	0.6	16	12	4
Total.	1000	-	-	690	465	225

La evaluación por el método de Battelle da un total de +225.00 Puntos de impacto ambiental los cuales deben ser mitigados mediante acciones debidamente planificadas.

3.4.9.4. MATRIZ DE SIGNIFICANCIAS AMBIENTALES.

Actividades Previstas (Según Etapas del Proyecto)	Total Cambios	Tipo de Impacto	Probabilidad de ocurrencia	Ambiente afectado	Duración	Sensibilidad	Magnitud	Reversibilidad
1. Etapa de Selección del Terreno.								
Pruebas de suelos	10	-Ba, T, D, R	100.00%	Suelo	Temporal	Baja	Baja	Reversible
Pruebas geotécnicas	8	-Ba, T, D, R	100.00%	Suelo	Temporal	Baja	Baja	Reversible
Levantamiento topográfico	4	-Ba, T, D, R	100.00%	Paisaje	Temporal	Baja	Baja	Reversible
2. Etapa de Construcción del proyecto.								
Limpieza.	24	-Ba, T, D, R	100.00%	Suelo	Temporal	Baja	Baja	Reversible
Excavaciones	30	-M, T, D, R	100.00%	Suelo	Temporal	Alta	Media	Reversible
Colocación de escolleras (diques)	28	-Ba, T, D, R	100.00%	Suelo	Temporal	Baja	Baja	Reversible
Campamentos provisionales	16	-Ba, T, D, R	100.00%	Suelo	Temporal	Baja	Baja	Reversible
Operación de maquinaria y equipo.	30	-A, T, D, R	100.00%	Atmósfera	Temporal	Alta	Alta	Reversible
Emissiones de humo y polvo	20	-M, T, D, R	100.00%	Atmósfera	Temporal	Alta	Media	Reversible
Recursos humanos	12	-Ba, P, J, R	100.00%	Sociocultural	Permanente	Baja	Baja	Reversible
Nivelaciones/relleno.	22	-Ba, T, D, R	100.00%	Suelo	Temporal	Baja	Baja	Reversible
Obras sobre corrientes Acuíferas	18	-Ba, T, D, R	100.00%	Agua	Temporal	Alta	Baja	Reversible
Caminos de acceso.	14	-Ba, T, D, R	100.00%	Suelo	Temporal	Baja	Baja	Reversible
Ruidos	20	-Ba, T, D, R	100.00%	Atmósfera	Temporal	Media	Baja	Reversible
Canales revestidos.	20	-Ba, T, D, R	100.00%	Agua	Temporal	Baja	Baja	Reversible
Barreras (cerco)	18	-Ba, T, D, R	100.00%	Suelo	Temporal	Media	Baja	Reversible
Requerimiento de energía	24	-Ba, T, D, R	100.00%	Paisaje	Temporal	Baja	Baja	Reversible
Requerimiento de agua	24	-Ba, T, D, R	100.00%	Agua	Temporal	Alta	Baja	Reversible
Modificaciones al drenaje	22	-Ba, T, D, R	100.00%	Agua	Temporal	Alta	Baja	Reversible

Actividades Previstas (Según Etapas del Proyecto)	Total Cambios	Tipo de Impacto	Probabilidad de ocurrencia	Ambiente afectado	Duración	Sensibilidad	Magnitud	Reversibilidad
3. Etapa de operación.								
Requerimiento de energía.	22	-Ba, T, D, R	100.00%	Paisaje	Temporal	Baja	Baja	Reversible
Utilización de recursos económicos	26	+Ba, P, I, R	100.00%	Económico	Permanente	Media	Baja	Reversible
Equipo de transporte	28	-Ba, P, D, R	100.00%	Paisaje	Permanente	Media	Baja	Reversible
Desplazamiento de personal	20	-Ba, P, I, R	100.00%	Económico	Permanente	Media	Baja	Reversible
Servicios.	18	+Ba, P, I, R	100.00%	Económico	Permanente	Media	Baja	Reversible
Disp. Final de desechos sólidos y líquidos	30	-A, P, D, R	100.00%	Agua, Suelo, Atmósfera	Permanente	Alta	Alta	Reversible
Emissiones de gases a la atmósfera	44	-A, P, D, R	100.00%	Atmósfera	Permanente	Alta	Media	Reversible
Emissiones de lixiviados	48	-A, P, D, R	100.00%	Agua	Permanente	Alta	Alta	Reversible
Fugas y derrames accidentales	40	-A, P, D, R	20.00%	Agua	Temporal	Alta	Alta	Irreversible
Creación de zonas verdes	4	+A, P, D, R	100.00%	Paisaje, Suelo	Permanente	Alta	Alta	Irreversible
Mantenimiento de estructura y equipo.	18	+M, P, I, I	100.00%	Agua, Suelo, Atmósfera	Permanente	Alta	Media	Irreversible
Requerimiento de agua.	10	+M, P, I, I	100.00%	Social	Permanente	Alta	Media	Irreversible
Operación de maquinaria y equipo.	32	-M, P, I, R	100.00%	Atmósfera	Permanente	Alta	Media	Reversible
Recursos humanos.	12	+M, P, D, R	100.00%	Agua	Permanente	Alta	Media	Reversible
Infraestructura.	30	-A, T, D, R	100.00%	Agua, Suelo, Atmósfera	Temporal	Alta	Alta	Reversible
Fallas en la operación	46	-A, P, D, R	20.00%	Agua	Temporal	Alta	Alta	Irreversible

Actividades Previstas (Según Etapas del Proyecto)	Total Cambios	Tipo de Impacto	Probabilidad de ocurrencia	Ambiente afectado	Duración	Sensibilidad	Magnitud	Reversibilidad
4. Etapa de monitoreo y acciones post clausura.								
Comunicaciones y transporte	26	+M, P, D, R	100.00%	Socioeconómico	Permanente	Alta	Media	Irreversible
Reforestación	18	+M, P, D, R	100.00%	Paisaje, Suelo	Permanente	Alta	Media	Irreversible
Desarrollo local	44	+M, P, D, R	100.00%	Socioeconómico	Permanente	Alta	Media	Irreversible
Empleos y recursos humanos.	18	+M, P, D, R	100.00%	Socioeconómico	Permanente	Alta	Media	Irreversible
Mantenimiento de sistemas de drenaje.	20	+M, P, D, R	100.00%	Agua	Permanente	Alta	Media	Irreversible
Protección de la zona rellenada.	32	+M, P, D, R	100.00%	Suelo, Agua, Paisaje	Permanente	Alta	Media	Irreversible
Protección de la poza de Almacenamiento de Lixiviados	50	+M, P, D, R	100.00%	Agua	Permanente	Alta	Media	Irreversible
	1000							

LEYENDA:

- A: Alto
- M: Medio
- Ba: Bajo
- (-) Negativo
- (+) Positivo
- T: Temporal
- Pe: Periódico
- P: Permanente
- C: Continuo
- S: Simple
- D: Directo
- I: Indirecto
- L: Local
- A: Acumulativo
- N.D.: No Determinado
- R: Reversible
- Ir: Irreversible
- Si: Sinérgico
- E: Impacto Estratégico

3.4.10. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.

El Plan de Manejo Ambiental (PMA), se enmarca dentro de la estrategia de conservación del ambiente en armonía con el desarrollo socioeconómico de las comunidades influenciadas por la ejecución del proyecto.

Se consideran como instrumentos de la estrategia, a los programas que permiten el cumplimiento de los objetivos del PMA, dentro de los que se consideran:

- ✓ Actividades de prevención y/o mitigación.
- ✓ Actividades de seguimiento y/o vigilancia.
- ✓ Actividades de abandono de proyecto.

3.4.10.1. INSTRUMENTOS.

i. MEDIDAS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AIRE

a) PARA LAS EMISIONES DE PARTÍCULAS CONTAMINANTES

Durante la etapa de ciclo del proyecto se producirán emisión de partículas minerales (polvo), procedentes del movimiento de tierras (excavación, zarandeo, carga, transporte, descarga y exposición de tierra desnuda a efecto del viento) en las actividades construcción de accesos, explotación de canteras, construcción y operación del relleno sanitario manual.

Las medidas destinadas a mitigar los impactos de partículas contaminantes, son las siguientes:

- ✓ Riego con agua de las superficies de actuación.
- ✓ Cobertura de materiales granulares durante su transporte.

b) PARA LA EMISIÓN DE GASES EN FUENTES MÓVILES.

Las actividades para el control de emisiones atmosféricas buscan asegurar el cumplimiento de las normas, los vehículos y equipos utilizados deben ser sometidos a un programa de mantenimiento.

El vehículo que no garantice las emisiones límite permisible deberá ser separado de sus funciones, revisado, reparado o ajustado antes de entrar nuevamente en operatividad; en cuyo caso deberá certificar nuevamente que sus emisiones se encuentran dentro de los límites permisibles.

c) *PARA LA EMISIÓN DE FUENTES DE RUIDOS INNECESARIOS.*

A los vehículos se les prohibirá el uso del claxon u otro tipo de fuentes de ruido innecesarias, para evitar el incremento de niveles de ruido. El uso del claxon sólo serán permitidas en casos de emergencia.

De igual manera, se prohibirá retirar de todo vehículo los silenciadores que atenúen el ruido generado por los gases de escape de la combustión.

d) *PARA LA EMISIÓN DE GASES DEL RELLENO SANITARIO*

Los gases generados en el Relleno Sanitario Manual deberán ser gestionados adecuadamente a fin de evitar que se generen depósitos de gas dentro del relleno sanitario Manual, el reaprovechamiento del gas metano como fuente alternativa de energía en los rellenos sanitarios se da en ciudades que generan más de 500 tn/día de residuos sólidos.

En rellenos sanitarios manuales se construyen chimeneas a fin de drenar el gas hacia el exterior a través de chimeneas que son construidas en la etapa de operación; en el proyecto la mayor parte del gas producido es producto de residuos sólidos de rápida biodegradación, debido a que se genera en la etapa de operación, siendo las acciones para mitigar éste impacto se reduce a la construcción de drenes a fin de que no se generen depósitos de gas cuyas concentraciones podrían ser tóxicas y peligrosas.

ii. *MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA*

a) *CONTROL DE VERTIMIENTOS*

Realizar un control estricto de las operaciones de mantenimiento, impidiendo contaminar los cauces de los riachuelos, bofedales y las áreas próximas.

Los restos de los materiales de construcción no tendrán como receptor final el lecho de algún curso de agua, estos residuos serán llevados directamente al relleno sanitario.

b) *CONTROL DE FLUJO DE LOS CURSOS DE AGUA.*

Los canales de drenaje deberán contar con obras de arte (alcantarillas) para evitar la interrupción de los drenajes, los canales de drenaje deben conducirse siguiendo las curvas de nivel hacia cauces naturales protegidos. En caso de que esto no fuera posible, se deben de construir obras civiles de protección mecánica para el vertimiento de las aguas, como estructuras de disipación de energía a la salida del terreno para evitar la erosión.

c) *CONTROL DE LIXIVIADOS.*

El control de lixiviados deberá estar incluido en las obras de construcción de la infraestructura propuesta con un sistema de gestión adecuado que mitigue la contaminación de aguas subterráneas de acuerdo a los requerimientos mínimos establecidos por la LGRS. Este ítem se aborda con detalle en el Capítulo III- Gestión de Lixiviados.

iii. *MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DEL SUELO.*

a) *PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN.*

La disposición de desechos de construcción se hará en los lugares seleccionados para tal fin. Al finalizar el proyecto se debe restaurar el paisaje a condiciones iguales o mejores a las iniciales.

Los residuos de derrames accidentales de concreto,

lubricantes, combustibles, deben ser recolectados de inmediato y su disposición final debe ser el relleno sanitario.

El proyecto deberá contar con un sistema de almacenamiento de residuos sólidos, las que finalmente serán dispuestas en el relleno sanitario.

En la etapa de construcción se prohíbe que el material excedente producto de las excavaciones se coloque aleatoriamente. Deben ser depositados provisionalmente en otros lugares apropiados, en espera de dispuestos en lugares señalados para tal fin.

b) PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN.

Limitar estrictamente el movimiento de tierras y desbroce de la cobertura vegetal en el área de servidumbre.

Los desechos de los cortes no podrán ser dispuestos a media ladera ni arrojados a los cursos de agua. Estos deben ser transportados a los lugares señalados para tal fin, con el fin de no causar problemas de deslizamientos y erosión posterior, sobre todo durante la estación de lluvias.

c) EROSIÓN E INESTABILIDAD DE LADERAS.

Durante los cortes, se recomienda el adecuado diseño de ellos, de manera que los taludes resultantes no presenten inestabilidad.

Los taludes de corte y relleno, serán alisados y redondeados para suavizar la topografía y evitar deslizamientos.

En taludes de rellenos altos se construirán plataformas en el corte existente, el ancho de la plataforma debe ser suficiente para permitir la operación adecuada de los equipos de compactación y nivelación. En caso de tener deslizamientos debe construirse muros de contención.

iv. *MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DE LA FLORA*

Evitar la construcción de vías de acceso de acuerdo al proyecto, con la finalidad de no causar impactos ambientales que afectan la vegetación natural conformada básicamente por pajonales y gramíneas (pastos naturales).

Una vez finalizada el proyecto, realizar a la brevedad posible la recuperación de las zonas afectadas por las infraestructura del proyecto, uso de canteras y protección de taludes inestables, con medidas de restauración y posteriormente re-vegetar dichas áreas con vegetación natural propia de la zona.

v. *MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DE LA FAUNA.*

Limitar las actividades de la etapa de inversión y post-inversión estrictamente al área de servidumbre, evitando acrecentar daños a los hábitats de la fauna silvestre (zonas de descanso, refugio, fuente de alimento y nidificación).

Prohibir estrictamente la recolección de huevos y otras actividades de recolección y/o extracción de fauna.

Prohibir la realización de actividades de caza en el área de influencia del proyecto y áreas aledañas.

El servicio de seguridad del ejecutor, tendrá la responsabilidad de cumplir las medidas mitigadoras propuestas.

vi. *MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DEL PERSONAL.*

En el área de influencia del proyecto se observa una elevada contaminación producto del funcionamiento del botadero municipal por tanto deberá cumplirse con todas las disposiciones sobre salud ocupacional, seguridad industrial y prevención de accidentes emanadas del Ministerio de Trabajo.

Para cumplir las disposiciones relacionadas con la salud ocupacional, la seguridad industrial y la prevención de accidentes en

las obras, la entidad ejecutora presentará a la Supervisión Ambiental un plan específico del tema acompañado del panorama de riesgos, para su respectiva evaluación. Con base en lo anterior deberá implementar políticas necesarias y obligar a todo su personal a conocerlas, mantenerlas y respetarlas. Para ello designará un responsable exclusivo para tal fin.

La entidad ejecutora impondrá a sus empleados, subcontratistas, proveedores y agentes relacionados con la ejecución del contrato, el cumplimiento de todas las condiciones relativas a salud ocupacional, seguridad industrial y prevención de accidentes establecidas en los documentos del contrato y les exigirá su cumplimiento.

Cada vez que la Supervisión Ambiental lo requiera, la entidad ejecutora deberá revisar y ajustar el programa de salud ocupacional, seguridad industrial y prevención de accidentes. El proyecto puede ser suspendido en las etapas de inversión y post-inversión si la entidad ejecutora incumple los requisitos de salud ocupacional o no atiende las instrucciones que la Supervisión Ambiental hiciera al respecto.

La entidad ejecutora será responsable de todos los accidentes que por negligencia suya, de sus empleados, subcontratistas o proveedores, pudieran sufrir el personal de la Supervisión Técnica, Supervisión Ambiental o terceras personas.

La entidad ejecutora deberá informar por escrito a la Supervisión Ambiental de cualquier accidente que ocurra en los frentes del proyecto, además llevará un registro de todos los casos de enfermedad y los daños que se presenten sobre propiedades o bienes públicos para preparar reportes mensuales.

Todo el personal vinculado al proyecto, se les debe exigir un examen médico antes de vincularlos para verificar su estado de salud, especialmente en lo referente a la ausencia de enfermedades

infecto-contagiosas. Periódicamente se verificará su estado de salud.

Todo el personal de la entidad ejecutora deberá estar dotado de elementos para la protección personal y colectiva durante el trabajo, de acuerdo con los riesgos a que estén sometidos (uniforme, casco, guantes, botas, gafas, protección auditiva, mascarillas, etc.). Los elementos deben ser de buena calidad y serán revisados periódicamente para garantizar su buen estado.

El aseo y el orden en la zona de trabajo brindan mayor seguridad al personal y a la comunidad, la entidad ejecutora contará con personal específico para las labores de aseo y limpieza.

vii. *PROTECCIÓN DE LA SALUD PÚBLICA.*

Todos los trabajadores relacionados con la labor de campo deberán someterse a un examen médico pre-ocupacional y al finalizar las obras, en el que incluirán análisis de laboratorio.

Reforzar las medidas preventivas de salud en los pobladores locales.

Durante la etapa de inversión se colocarán en los campamentos y en lugares visibles afiches alusivos a costumbres higiénicas (lavado de manos, disposición de desechos, uso de letrinas, etc.).

viii. *PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO.*

Si durante la etapa de inversión se detecta la presencia de yacimientos arqueológicos en la zona de servidumbre y áreas aledañas se deberá de suspender de inmediato los trabajos y se dispondrá de vigilancia para luego dar aviso a las autoridades del Instituto Nacional de Cultura (INC).

La entidad ejecutora debe tener una visión clara de lo que es un sitio arqueológico, lo que representa y al valor que posee cada

objeto hallado, llegado el caso de encontrar alguno comunicar de inmediato a supervisión.

Es indispensable ubicar los puntos con coordenadas UTM, donde se ubicarán las canteras de extracción de materiales, para efectuar una evaluación no sólo superficial sino con un corte arqueológico, para descartar la existencia sitios arqueológicos.

El impacto no sólo se ve reflejado en la naturaleza sino también en el aspecto histórico y arqueológico que tendría la zona.

3.4.10.2. ACCIONES DE MITIGACIÓN.

Las acciones para mitigar los impactos ambientales se muestran a continuación en el Cuadro 3.43.

**TABLA 3.43.
ACCIONES DE MITIGACIÓN**

Etapas del proyecto	Impacto	Acciones de mitigación
1. Selección del sitio	Erosión.	- Empleo de métodos no destructivos en los ensayos topográficos y geotécnicos.
	Aguas	- Empleo de tintes biodegradables en la determinación de líneas de flujo de aguas subterráneas.
2. Construcción	Social	- Campañas de educación a la población de la comunidad.
		- Construcción de un cerco perimétrico.
		- Empleo de la mano de obra de la zona.
	Erosión.	- Tratamiento de la quebrada con canales de escorrentía. - Forestación masiva de la quebrada (cerco vivo).
Agua y suelos	- Impermeabilización de la base del relleno sanitario	
	- Construcción de servicios básicos de saneamiento.	
3. Operación.	Social	- Operación del relleno sanitario de 6 a 10 horas.
		- Uso de la vía de acceso exclusivo para evitar el acceso de particulares.
	Aire.	- Tratamiento (compactar y enterrar) inmediato de los desechos sólidos en relleno sanitario
		- Drenaje y combustión de los gases que emanan los desechos sólidos almacenados
		- Regado de la carpeta de rodadura de la vía de acceso y material de cobertura, para fines de la compactación de los desechos sólidos

	Aguas y Suelo	- Tratamiento de los líquidos percolados del relleno sanitario. - Monitoreo de niveles piezométricos y calidad de las aguas.
4. Monitoreo y acciones consecuentes al proyecto.	Social	- Prohibir la habilitación urbana como zona residencial de la quebrada (hasta 50 años después de su clausura). - Reacondicionamiento como zona de pastoreo de la zona rellena.
	Gases	- Control de la composición de los gases que emanan del relleno sanitario clausurado.
	Agua y Suelos	- Análisis físico químico permanente de las aguas subterráneas.
		- Forestación de la quebrada.

3.4.11. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

- Las principales acciones a realizar se dan en el ciclo del proyecto, (Estudios de selección de sitio, etapa de preparación del sitio, etapa de operación del relleno sanitario, etapa de retiro se realizará monitoreo y acciones consecuentes al proyecto).
- La matriz de impactos de Leopold (Modificado) permite dar una aproximación preliminar valiosa con la finalidad identificar los probables impactos sobre los componentes ambientales.
- Los mayores impactos sobre el medio natural ocurrirán en la etapa de inversión y post inversión, causado por la actividad dinámica que generan, básicamente ruidos, polvareda, paisaje de la quebrada, entre otros.
- El elemento más alterado se da en la categoría de paisaje, seguido de salud e higiene y el nivel de empleo.
- El resultado de la aplicación del Sistema de Evaluación Battelle al Proyecto es positivo (+ 225), que reflejan impactos del orden de 640, los cuales deben ser reducidos mediante acciones de mitigación oportunamente planificados.
- Con la finalidad de mitigar los impactos generados durante la etapa de inversión y post-inversión, se sugiere asegurar bajo dirección técnica el correcto funcionamiento de:
 - ✓ Sistema de colección y tratamiento de lixiviado.

- ✓ Sistema de colección y tratamiento de gases.
- ✓ Cerco vivo y drenaje perimétrico.
- ✓ Vía de acceso.

3.5. MANUAL DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL DISTRITO DE ASILLO

3.5.1. OBJETIVOS DEL LA MANUAL DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.

3.5.1.1. OBJETIVO GENERAL.

Nuestro objetivo es Impulsar un proceso de educación ambiental que garantice un nivel de vida digna de la población, a través de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos en el distrito de Asillo.

3.5.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- a) Identificar, Asegurar un proceso de educación y sensibilización, sobre la gestión integral de los residuos sólidos urbanos en las familias del distrito de Asillo.
- b) Crear capacidades individuales y colectivas para la clasificación adecuada de los residuos sólidos urbanos desde la generación de origen.

3.5.2. METODOLOGÍA.

Para asegurar los resultados esperados y la participación activa de la población en el manejo integral de los residuos sólidos urbanos, se iniciará con el proceso de sensibilización y educación del cuidado del medio ambiente en el distrito de Asillo, con el fin de reducir la contaminación y la degradación ambiental. El presente manual está estructurado en las diferentes etapas.

En el **Primera Etapa** se implementarán 2 jornadas. **Primera Jornada:** con el apoyo de líderes y lideresas se explicará y socializará a las familias la metodología del proceso de educación y sensibilización en el manejo de los residuos sólidos urbanos implementado por la SUB GERENCIA DE MEDIO AMBIENTE Y SERVICIOS PÚBLICOS. **Segunda Jornada:** se evaluará el

grado de empoderamiento de la población sobre el proceso de sensibilización y se explicará el impacto del mal manejo los residuos sólidos en la salud y el medio ambiente. Para asegurar los resultados esperados y la participación activa de la población en el manejo integral de los residuos sólidos urbanos, se iniciará con el proceso de sensibilización y educación del cuidado del medio ambiente en el distrito de Asillo, con el fin de reducir la contaminación y la degradación ambiental en el distrito de Asillo. El presente manual está estructurado por módulos que guían las diferentes etapas del proceso para el manejo integral de los residuos.

Segunda Etapa denominado: Manejo sanitario de los residuos sólidos urbanos en viviendas, donde se explicará a los participantes cómo mantener limpia la vivienda; también se dará a conocer la codificación mundial de recipientes según su color para la recolección de los residuos sólidos y su impacto en la salud y el ambiente, que será desarrollado en asamblea.

Tercera Etapa denominado: Almacenamiento y recolección de los residuos sólidos urbanos, que será desarrollado en asamblea comunitaria. En este módulo se explicará cómo debemos de almacenar los residuos recolectados para la comercialización y el descarte.

Cuarta Etapa denominado: Tratamiento de los residuos sólidos orgánicos, que será desarrollado en asamblea. En este módulo se explicará cómo transformar los residuos orgánicos en abono orgánicos y cómo usarlos en nuestro jardín.

Quinta Etapa denominado: Manejo de los residuos sólidos urbanos reciclables, que será desarrollado en asamblea. En este módulo se explicará cómo reciclar los residuos sólidos a nivel urbano y familiar para poder comercializarlos y generar algunos ingresos adicionales a las familias.

Etapa Seis denominado: Las “3R”: reducir, reutilizar y reciclar, que será desarrollado en asamblea comunitaria. En este módulo se explicará cómo poner en práctica las 3R a nivel comunitario y familiar para sacar los residuos clasificados desde el origen. peligrosos o sujetos a disposición final extraordinaria, que será desarrollado en asamblea. En este módulo se

explicará cómo tratar estos residuos sólidos a disposición final extraordinaria a nivel urbano y familiar.

Etapa Siete denominado: Manejo de los residuos.

Etapa Ocho: denominado: Disposición final de los residuos inorgánicos no peligrosos no reciclables, que será desarrollado en asamblea. En este módulo se explicará a los participantes como se procesaran los residuos sólidos inorgánicos y orgánicos en la planta de manejo de residuos sólidos urbanos del distrito de Asillo.



Figura 3.24. Manual de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos del Distrito de Asillo.

3.5.3. SOCIALIZACIÓN DEL PROCESO A IMPLEMENTAR A NIVEL URBANO.

Esta Etapa trata contribuir a un mejor entendimiento de la conducta que debe tener la vida diaria de las persona con el ambiente y, en especial con todos los recursos que este nos proporciona. Es tarea de la sociedad en general, implementar buenas prácticas que contribuyan a la protección del Medio Ambiente.



Figura 3.25. Socialización del Proceso a Implementar a Nivel Urbano.

3.5.3.1. ACCIONES PARA EL MANEJO DE LOS RSU.

La organización y participación de la población es clave para la búsqueda de soluciones a los problemas ambientales y la salud de la población. Para el caso del manejo de los residuos sólidos urbanos, la organización y participación poblacional toma mucha importancia ya que se requiere del involucramiento de la sub gerencia de medio ambiente y servicios públicos de la Municipalidad distrital de Asillo, las familias y las instituciones competentes para la búsqueda del manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos. Las estrategias propuestas para tal fin son:

- Realizar por lo menos cuatro veces al año campañas de limpieza en los solares de las viviendas y del entorno, coordinado con Juntas directivas o asociaciones de desarrollo comunitario, promotores de salud y el técnico de la unidad de medio ambiente de la Municipalidad distrital de Asillo.
- Impulsar la implementación de pilas de compostaje a nivel familiar.
- Incorporar en ferias de municipio limpio, campañas o festivales, lo relacionado con el manejo adecuado de los residuos sólidos.
- Conformar redes comunitarias para la clasificación, recuperación, y comercialización de los materiales reciclables, y para la celebración del día mundial del reciclaje el 17 de mayo.

3.5.3.2. IMPACTO NEGATIVO DE LOS RSU EN LA SALUD Y EL AMBIENTE.

Los RSU afectan la salud humana ya que generan problemas respiratorios, gastrointestinales, estrés, dolor de cabeza, problemas psicológicos, trastornos de atención, disminución de la eficiencia laboral, mal humor, aumento de roedores, moscas y malos olores; también afecta negativamente al medio ambiente en lo siguiente:

- **Atmósfera:** Pérdida de calidad del aire, por olores tanto en el transporte, tratamiento, y disposición final de los residuos sólidos. El daño a la atmosfera también lo causa el humo provocado por la quema de plásticos y otros materiales tóxicos que producen una enorme cantidad de dioxinas.
- **Recurso suelo:** Este es el recurso que más directamente se ve afectado por el inadecuado manejo de los residuos sólidos. Su contaminación ocurre a través de diferentes elementos como son los lixiviados que se filtran a través del suelo, afectando la productividad del mismo y acabando con la micro fauna que habita en él (lombrices, bacterias, hongos, musgos, entre otros.), lo cual lleva a la pérdida de productividad del suelo, aportando así a incrementar el proceso de desertificación del suelo. La presencia constante de basura en el suelo evita la recuperación de la flora de la zona afectada e incrementa la presencia de plagas y animales que causan enfermedades como son las ratas, las cucarachas, las moscas y zancudos.
- **Aguas superficiales y subterráneas:** por arrastre de contaminantes, por lixiviados, de putrefacción de materias orgánicas, como frutas cítricas, óxidos de metales, restos de agroquímicos, etc.
- **Flora y Fauna:** Se destruye la cubierta vegetal junto con los micros organismo y diferentes especies, producto de las malas prácticas de manejo de los residuos sólidos a cielo abierto.
- **Paisaje:** Deterioro del paisaje, producto de los daños a la flora y fauna, provocado por el mal manejo de los residuos sólidos.

3.5.3.3. IMPACTOS EN FORMA DE MOLESTIAS PÚBLICAS.

Los RSU abandonados constituyen una molestia pública; obstruyen los desagües y drenajes abiertos; invaden los caminos, restan estética al panorama, y emiten malos olores y polvos irritantes. Generalmente los residuos abandonados ocasionan este tipo de molestias.

a) IMPACTOS EN LA SALUD PÚBLICA

La salud pública puede ser afectada por el incremento de la reproducción de vectores (Cucarachas, ratones, zancudos, moscas, bacterias, virus, rotavirus, producción de malos olores, lixiviados) que trasmite en enfermedades contagiosas, cuando los residuos sólidos no son correctamente recolectados, tratados y almacenados en el ambiente de trabajo, a nivel familiar y a nivel comunitario, por lo cual existe el riesgo directo y riesgo indirecto que afectan a la salud.

b) RIESGO DIRECTO

Se presenta por el manejo de residuos sólidos sin una adecuada protección (por ejemplo: guantes, botas, uniformes e implementos de limpieza). Un sistema de gestión adecuada de residuos sólidos tiene que considerar los costos económicos de la recolección de los mismos y la protección de la tripulación de la unidad de recolectores, con relación a los potenciales impactos en la salud pública.

c) RIESGO INDIRECTO

La inadecuada disposición final de RSU genera contaminación de las fuentes de agua para el consumo humano y usos agropecuarios ya que se producen lixiviados y aguas residuales que pueden filtrarse en el suelo y contaminar el agua superficial y subterránea.

3.5.4. MANEJO SANITARIO DE LOS RSU EN VIVIENDAS.

Esta etapa tiene por objetivo contribuir a mejorar el cambio de conducta en la población para el manejo adecuado de los residuos sólidos en la vivienda, escuela, negocios, y poder facilitar la recolección, traslado y almacenamiento

de dichos sólidos y mejorar el ambiente, en especial con todos los recursos que este nos proporciona.

Esta etapa proporciona información para reducir la producción de residuos desde el hogar, transformando lo orgánico, reutilizando algunos residuos, plásticos, vidrio y clasificando los residuos para comercializarlos y generando ingresos por la venta.

Algunas formas muy sencillas de reducir los residuos son:

- Compra alimentos frescos, no procesados.
- Utiliza envases retornables.
- Usa ambos lados del papel cuando se hacen copias.
- Sustituye artículos desechables por los que son lavables.
- Compra productos a granel y lleva tus propios envases para ello.
- Instala filtros reusables en equipos de aire acondicionado, cafeteras, hornos, etc.

3.5.4.1. BARRER Y MANTENER LIMPIA LA VIVIENDA.

Para mantener limpia la vivienda es necesario que se haga limpieza y se cuente con los instrumentos básicos: pañales para sacudir, escobas, trapeadores, rastrillos, palas y depósitos para colocar los materiales recuperados. Se debe practicar la limpieza completa en la vivienda: sala, comedor, cocina, baños, inodoros o letrinas y otras áreas techadas. La limpieza externa incluye el patio, traspatio (si hubiera), aceras y otras áreas no techadas.

3.5.4.2. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS EN LA VIVIENDA

Los residuos pueden ser clasificados directamente en la vivienda según su composición:

- **Residuo orgánico compostable y no compostable:** todo residuo de origen biológico, que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo, por ejemplo: hojas, ramas, cáscaras y residuos de la fabricación de alimentos en el hogar, etc.

- **Residuo inorgánicos reciclables y no reciclables:** todo residuo de origen no biológico, de origen industrial o de algún otro proceso no natural, por ejemplo: plástico, telas sintéticas, etc.
- **Residuo peligroso:** todo residuo, ya sea de origen biológico o no, que constituye un peligro potencial y por lo cual debe ser tratado de forma especial, por ejemplo: material médico infeccioso, residuo radiactivo, ácidos y sustancias químicas corrosivas, etc.

3.5.5. ALMACENAMIENTO Y RECOLECCIÓN LINEAMIENTOS GENERALES.

En el almacenamiento es importante controlar los depósitos o recipientes para que los RSU no generen vectores o se conviertan en refugio o alimento de roedores.

3.5.5.1. SEPARACIÓN Y ALMACENAMIENTO EN LA VIVIENDA.

Para la separación de los residuos, es importante contar con depósitos o recipientes para los diferentes tipos de residuos, generados en la vivienda. Los residuos se clasifican por su composición en: residuos orgánicos y residuos inorgánicos y peligrosos.



Figura 3.26. Separación y Almacenamiento en la Vivienda.

Los residuos peligrosos, orgánicos o inorgánicos, tienen que ser entregados a las autoridades de competencia para su disposición según ley nacional y no son destinados a la celda de descarte o composteras. Los

residuos peligrosos pueden ser residuos eléctricos, baterías, medicamentos y material contaminado con fluidos corporales, entre otros.

Los residuos inorgánicos reciclables: están constituidos por materiales no biodegradables, estos requieren de un proceso tecnológico para transformarlos o reciclarlos. El plástico, aluminio, vidrio, papel, hierro, cobre y materiales electrónicos, entre otros, son ejemplos de materiales reciclables. Estos materiales se deben de clasificar y almacenar según el tipo, bajo techo, en recipientes cerrados, hasta tener una buena cantidad para que se puedan reutilizar o comercializar para ser reciclados.

Los residuos inorgánicos no reciclables: están constituidos por materiales no biodegradables, como los empaques de los churros. Algunos empaques de agroquímicos que no pueden ser reciclados tienen que ser separados y entregados al camión de recolección para ser entregados a la celda de descarte municipal.

Los residuos orgánicos: están compuestos por los desperdicios de comida, frutas, plantas y otros. Son considerados materiales biodegradables, los cuales con el pasar del tiempo (por efecto de la humedad y temperatura, con ayuda de microorganismos como los hongos y bacterias), se descomponen y se transforman en humus.

Los residuos orgánicos compostables, tales como restos de frutas, verduras, vegetales y de jardinería, deben llevarse diariamente a la abonera orgánica de la vivienda y en época de invierno deben taparse con plástico negro para evitar moscas. Se debe de colar y envasar el material orgánico, colocarlo en una zona techada y protegerlo del sol, ya que los sacos donde se almacena el material orgánico colado son susceptibles a los rayos del sol se recomienda taparlo con plástico negro.

Los residuos orgánicos no compostables, como animales muertos, vísceras, plumas y otros, no deben utilizarse para compost; éstos deben enterrarse a diario para evitar la proliferación de vectores como moscas, roedores, cucarachas, mosquitos entre otros.



Figura 3.27. Separación de Acuerdo a su Composición de RSU.

3.5.5.2. CODIFICACIÓN INTERNACIONAL DE COLORES.

Existe Codificación internacional de tipología de residuos vinculada a su manejo. Esto se refleja en colores aptos a identificar el tipo de residuos a separar, los que se presentan para Información didáctica.



Figura 3.28. Codificación Internacional de Colores.

3.5.6. MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS.

Este módulo tiene el objetivo de proporcionar información básica sobre la forma de convertir residuos orgánicos en compost.

La técnica propuesta consiste en el tratamiento de los residuos orgánicos a través del “compostaje o abonera orgánica”, para evitar las prácticas inadecuadas de quema, enterramiento o acumulación de residuos en lugares

que se convierten en focos de contaminación. A continuación se detallan los procesos para obtener el compostaje.

3.5.6.1. DEFINICIÓN DE COMPOSTAJE.

El compostaje es el método de tratamiento de los residuos sólidos por medio del cual los residuos orgánicos son biológicamente descompuestos bajo condiciones controladas, obteniéndose un mejorador de suelos llamado compost o abono orgánico, el cual es un producto negro, homogéneo, generalmente en forma granulada, sin restos gruesos y sin olores.

3.5.6.2. USOS DEL COMPOST.

El compost producido con los residuos orgánicos se usa en agricultura, jardinería, horticultura, parques, viveros. Los terrenos que son ricos en materia orgánica tienen mayor capacidades de acumulación de agua, además el uso de compost favorece la recuperación de los nutrientes del suelo. El compost se usa como abono incorporado directamente a los suelos, por ser un mejorador biológico y su alta carga microbiana benéfica. Además el compost se usa como ingrediente principal en mezclas para sustratos, invernaderos, jardinería, agricultura orgánica y áreas verdes en general.

3.5.6.3. LA COMPOSTERA.

Se puede construir una compostera o abonera orgánica a nivel unifamiliar y para grupos de familias.

Para construir una compostera o abonera orgánica se necesita:

- Espacio: se necesita un espacio aproximado de 2 metros cuadrados; 1 metro para la compostera o abonera orgánica y otro metro para el volteo.
- Ubicación: se puede ubicar a una distancia mínima de 5 metros de la vivienda y las colindancias.
- Herramientas: machete, pala, azadón, estacas y cortes de plástico color negro (para la base y retención de los lixiviados y otro para cobertura y

obtención de mayor absorción solar que acelera el proceso de descomposición.



Figura 3.29. Espacio Para el Compostaje.

a) *PASOS PARA REALIZAR COMPOSTAJE CON ABONERA ORGÁNICA COMPOSTERA*

- ✓ Seleccionar un área (espacio medio sombreado) adecuada para transformar los materiales recolectados como el espacio baldío, alejado de viviendas y protegido de animales domésticos.
- ✓ Preparar el lugar cercándolo, limpiándolo y asegurando la disponibilidad de tierra para el proceso de compostaje. Preparar los materiales secos (hojas secas), preparar los materiales verdes, frescos o húmedos obtenidos de las actividades de consumo de la casa (cáscaras, hojas y frutos podridos). Estos materiales se acumulan durante aproximadamente 15 días y se tapan para que no generen vectores de enfermedades, y luego proceder a la construcción de la pila de compostaje).
- ✓ Para agilizar la descomposición de los materiales dentro de la pila de compostaje deben cortarse o picarse hasta alcanzar un tamaño de 2-3 centímetros.
- ✓ Formar las capas en la abonera orgánica o compostera (residuos en estado original). Formar la pila de compostaje en relación C:N, 3:1 (C: carbono, N: nitrógeno). La altura de la pila de compostaje debe ser aproximadamente de 1 metro.

- ✓ No agregar a la pila de compostaje los siguientes materiales: Desperdicios comida de origen animal como carne, pescado, huesos, productos lácteos y grasas, dado que generan moscas y olores desagradables. Agregar tierra, estiércol de animales como vaca, caballo, cabras, conejo y pollos.
- ✓ Se le puede agregar pequeñas cantidades de papel periódico o filtros utilizados en las cafeteras. Mantener tapada la abonera orgánica o compostera con plástico negro.



Figura 3.30. Agilizar la Descomposición de los Materiales.

b) PASO DOS

Fase de descomposición y control de la pila.

La temperatura de la pila debe oscilar entre 40 - 55 °C. Esta se puede medir introduciendo un machete u otro metal en su interior; si se soporta al tacto sin sentir la quemada, es la temperatura correcta; si al tacto se siente muy fría, necesita aumentar la cantidad de material verde o fresco (nitrógeno) y si se siente muy caliente al tacto, se le debe aumentar material de color café (carbono). La pila debe voltearse al menos dos veces por semana.

Medir la humedad de la abonera orgánica o compostera: el porcentaje de humedad en la pila debe oscilar entre el rango del 40-60%. Si al mover el material en el rango recomendado este no se pega en la pala o azadón es que no tiene una humedad suficiente. Mantener tapada la abonera orgánica o compostera con plástico de color negro.



Figura 3.31. Recubrimiento de Compostera.

c) *PASO TRES*

Fase de maduración y enfriamiento. Es necesario observar constantemente la mezcla: ésta debe tener color a tierra negra húmeda y olor a fermentación. La temperatura en esta fase tiene que disminuir, el compost está "maduro" cuando presenta un aspecto suficientemente desintegrado, similar a la tierra negra esponjosa y con olor a tierra fértil.

d) *PASO CUATRO*

Fase de tamizado o cosecha. Después de seis semanas se puede proceder a la cosecha de la pila que ha producido compost. Se debe zarandear para separar los materiales que no se lograron descomponer: éstos se deben agregar a otro proceso de compostaje. Se separa el material con una zaranda de 1 cm. de luz (orificio), se obtiene así 2 tipos de materiales, el que atraviesa la zaranda y el que queda en la superficie de la misma, el cual se puede dividir manualmente en dos tamaños:

- *Material que atraviesa la zaranda*

El material más fino y grumoso (con partículas sólidas) es el compost, éste se envasa en bolsas de plástico y se puede usar como capa superficial de los almácigos, plantas de jardín y en cultivos agrícolas.

- *Material que queda en la zaranda*

Material más grueso, formado por el material aún no descompuesto. Con éste se inicia una nueva abonera orgánica.

El material mediano se usa como capa protectora del suelo y entre las plantas. A esto se le llama "mantillo" o "mejorador de superficie" que, además de funcionar como mejorador de suelo, evita que el suelo se erosione, reduce el crecimiento de las malezas, enriquece el suelo de nutrientes para las plantas y se va acumulando la materia orgánica al suelo.



Figura 3.32. Zarandeo de Compostaje.

3.5.7. MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES.

En esta etapa se habla un poco de cómo podemos reciclar algunos materiales que no son fáciles de transformar como el hierro, acero, cobre, aluminio y bronce. Estos materiales deben estar limpios o libres de otros materiales, entre más limpio tiene mayor aceptación de los que compran estos materiales. Los materiales reciclables que se pueden encontrar en el distrito de Asillo son plástico (en particular plástico PET), cartón, vidrio y metales.

3.5.7.1. PLÁSTICO: TIPOLOGÍAS Y SISTEMA DE CODIFICACIÓN SPI.

Hay diferente tipología de plásticos. El sistema de codificación de SPI (Sociedad de Industrias de Plástico) es un medio para identificar los residuos de plástico aceptada mundialmente, desde USA a China, pasando por Europa.

Según el cuadro del sistema de codificación de SPI las categorías son:

TABLA 3.44.
TIPOLOGÍAS Y SISTEMA DE CODIFICACIÓN SPI.

ICONO	DESCRIPCION	RECICLAJE
	PET Tereftalato de polietileno	Una vez reciclado, el PET se puede utilizar en muebles, alfombras, fibras textiles, piezas de automóvil y ocasionalmente en nuevos envases de alimentos.
	HPDE Polietileno de alta densidad	De muy diversas formas, como en tubos, botellas de detergentes y limpiadores, muebles de jardín, botes de aceite, etc.
	PVC o vinilo Cloruro de polivinilo Prohibido para envasar productos alimenticios.	No se recicla muy habitualmente. Se utiliza en paneles, tarimas, canalones de carretera, tapetes. Puede soltar diversas toxinas (no hay que quemarlo ni dejar que toque alimentos).
	LDPE Polietileno de baja densidad	Se puede utilizar de nuevo en contenedores y papeleras, sobres, paneles, tuberías o baldosas, ...
	PP Polipropileno	Se pueden obtener señales luminosas, cables de batería, escobas, cepillos, raspadores de hielo, bastidores de bicicleta, rastrillos, cubos, paletas, bandejas, etc
	PS Poliestireno Prohibido para envasar productos alimenticio	Se trata de un material difícil de reciclar y que puede emitir toxinas.
	otros Incluye materiales elaborados con más de una de las resinas de las categorías 1 a la 6.	Son materiales de difícil reciclaje (PCs,DVD, MP3, las gafas de sol, los materiales antibalas,...)

a) MANEJO DEL PLÁSTICO PET: ¿QUÉ ES EL PET?

El nombre del PET se da por su sigla en inglés (terftalato de polipropileno). Generalmente es el primer plástico que se fabrica para envasar contenido líquidos para el consumo humano y generalmente son muy claros, por ejemplo: botellas de agua, gaseosas, aceite, algunos licores.



Figura 3.33. Significado de Reciclable.

¿Cómo reconoce el PET de los diferentes plásticos?

Tres formas:

1. Por el símbolo de reciclaje.
2. En el símbolo de reciclaje contiene un 1.
3. En la parte inferior de la botella se forma una estrella.

Es importante para cuidar de la mejor manera posible el medio ambiente, todos y todas podemos hacerlo es muy sencillo y es algo que debemos de convertir en un hábito. Podemos reciclar, botellas de agua, refrescos o bebidas deportivas, botellas de jugos, cloro, suavizante, etc. Reciclar todas estas botellas ahorra energía y, además se previene que los basureros se llenen, también es otra forma de mantener la tierra saludable.

¿Qué se hace con estas botellas recicladas?

Con todas las botellas que reciclamos se pueden fabricar otras botellas, alfombras, rellenos de chamarras, playeras, escobas, pisos, sillas, etc. Todos podemos ayudar al medio ambiente reciclando las botellas siguiendo los consejos y pasos que ya conoces, entre más personas lo hagamos tendremos un planeta más limpio.

La importancia del PET

- El plástico pet constituye un 80% del volumen de la basura.
- Es un plástico que se produce mucho por su contenido es el envase.

- Los plásticos en general representan una amenaza por albergar criaderos de zancudos, mal olores, contaminan los ríos, quebradas, fuentes de agua y representa mal imagen en la población al estar tirado.

b) *PASOS PARA PODER RECOLECTAR Y COMERCIALIZAR PLÁSTICO*

PASO UNO

Separar el plástico del resto de los residuos y clasificarlo.

Que plástico podemos recolectar:

- **Plástico PET:** envases de gaseosas, envases de agua cristales, de aceites comestible y licores.
- **PVC3, PEBD 4, PP5, PS6:** botes aceites de vehículos, guacales viejos, cantaros, sillas plásticas, masetas, estos deben de estar picados a acepción de productos agroquímicos, envases de yogurt, envases de helados, envases de margarina.



Figura 3.34. Recolectar RSU.

PASO DOS

Limpiar o retirar objetos contenidos en los contenedores plásticos como: tierra y otros productos. Clasificar el material según tipo de plástico.



Figura 3.35. Separación de RSU.

PASO TRES

Preparar los residuos para su almacenamiento. Por ejemplo retirar de las botellas los tapones y aplastar el material para poder reducir el volumen.



Figura 3.36. Aplastamiento de RSU.

PASO CUATRO

Almacenar el material en depósitos apropiados como bolsas plásticas o jumbos, facilitando su transporte y comercialización.



Figura 3.37. Almacenamiento Correcto de RSU.

c) *DESTINO DEL PLÁSTICO*

Las empresas recicladoras se encargan de limpiar el plástico con agua caliente a presión, de tal manera que las etiquetas son separadas, luego las pican como hojuelas con una maquina especializada son empackado y exportados a diferentes lugares del mundo como Los Ángeles, San Francisco y Europa. Este material es usado como mataría prima para la elaboración de camisetas mezcladas con algodón (poliésteres), sillas plásticas, tuberías, alfombras y otras más.

3.5.7.2. MANEJO DE PAPEL Y CARTÓN

El reciclaje del papel es importante y necesario para disminuir y economizar grandes cantidades de energía, así evitaremos y disminuirémos la contaminación del agua, también contribuiremos en la reducción de la deforestación en el mundo. El uso de papel reciclado sin blanquear también reduciría las descargas de cloro, colorantes y aditivos en el agua de los ríos, que causan mortalidad en los peces y desequilibrio en los ecosistemas acuáticos.

Algo tan sencillo como reciclar un residuo de papel o cartón es de importante beneficio para el medio ambiente. Cada tonelada de cartón reciclado representa un ahorro de dos metros cúbicos de vertedero, 140 litros de petróleo, 50.000 litros de agua y la emisión de 900 kilos de dióxido de carbono.

a) *CLASIFICACIÓN DEL PAPEL*

Papel reciclable:

Papel de impresión y escritura, papel continuo, sobres, listados de ordenador, guías telefónicas, catálogos, folletos periódicos, revistas, libros, carpetas y subcarpetas de papel, o cartulina publicidad, envases y embalajes de papel y cartón.

Papel no reciclable:

Papel de autocopiado, papel térmico para fax, etiquetas adhesivas, cartones de bebidas, papel encerado o parafinado, papel higiénico y sanitario, platos, tazas y vasos.

b) *PASOS PARA PODER RECOLECTAR Y COMERCIALIZAR PAPEL*

PASO UNO

Cortar el papel en pedazo o pedacitos muy pequeños (recordar que mezclando distintos tipos, se consigue un producto más atractivo).

PASO DOS

Dejar los papeles en remojo en un recipiente durante 1 ó 2 horas, hasta que el papel comience a tener consistencia de pasta.

Si el agua está caliente, el tiempo que se espera es menor (recuérdese siempre de cambiar el agua a medida que el papel va soltando la tinta para que el color final sea más uniforme).

PASO TRES

Poner el papel ya listo e hidratado en la licuadora o procesadora, en pequeñas porciones y con mucha agua, para que el aparato utilizado no se rompa (licuadora o procesadora).

PASO CUATRO

La pasta que se obtiene ya puede de ser utilizada, lo más rápido posible, para hacer papel reciclado. No es necesario colarla.

Proceso de colado:

Introducir el marco, a modo de colador, en el recipiente donde está formada la pasta y sacar una pequeña cantidad en forma pareja, sin dejar agujeros, repartida sobre la misma y que no sea excesivamente gruesa (cuanto más fina mejor va a ser).

Sostenerla suspendida un rato hasta que se escurra el agua.

Dar vuelta con cuidado al marco para que desprenda esa pasta, la cual se tiene que colocar sobre una tela. Cubrir con otra tela, luego colocar otra capa de la pasta, otra de tela, y así sucesivamente hasta hacer varias hojas. Prensar por 24 horas. Dejar secar: ya se tiene el papel reciclado.



Figura 3.38. Residuo Cartón.

3.5.7.3. MANEJO DE METALES

Este módulo tiene el objetivo de proporcionar información básica sobre la forma de reciclar materiales metálicos que no son fácil su transformación como hierro, acero, cobre, aluminio y bronce. Estos materiales son recolectados como materia prima para ser fundidos y darle paso a un nuevo material que serán utilizados en la construcción o en la industria.

La técnica propuesta en el presente módulo para la recolección y reciclaje de los materiales metálicos es práctica y sencilla la cual consiste en que los materiales deben de estar limpio o libre de otros sustancias, entre más limpio está el material tiene mayor aceptación en los centros de acopio donde los

comercializamos en aquellos lugares autorizados o en vehículos ambulante que pasan por la comunidad comprando y obtendremos mejores precio.

a) *PASOS PARA PODER RECOLECTAR Y COMERCIALIZAR METALES*

En seguida se evidencian los pasos fundamentales para recolección y comercialización de los metales.

PASO UNO

Separar los metales del resto de los residuos y clasificarlo.

PASO DOS

Limpiar o retirar objetos contenidos o adherido en los metales como: tierra, cemento, cobertura de plástica. Clasificar el metal según tipo.

PASO TRES

Preparar los metales ordenadamente para su almacenamiento y fácil manipulación.

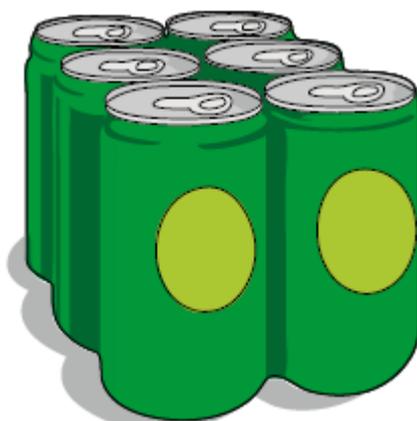


Figura 3.39. Residuo Metal.

3.5.7.4. MANEJO DEL VIDRIO

Los envases de vidrio se pueden recuperar, bien sea por uso de envases retornables o bien a partir de la recogida selectiva del vidrio para después reciclarlo.

De esta forma se ahorra materia prima y energía para elaboración, además de evitar el perjuicio que supone la acumulación del vidrio que no se recicla.

a) PASOS PARA PODER RECOLECTAR Y COMERCIALIZAR EL VIDRIO

Es importante revisar todas las posibilidades de reciclajes de vidrio que hay en la casa. Hay muchas cosas de vidrio, incluyendo botellas, frasco, vaso, copas, que se pueden reutilizar, por ejemplo las botellas se pueden transformar en vaso, lámparas, floreros y macetas: puedes crear muchos artículos según tu creatividad.

PASO UNO

Separar el vidrio del resto de los residuos y clasificarlo.

PASO DOS

Limpiar o retirar objetos contenidos, quitar las viñetas adheridas en las botellas y lavar el vidrio. Clasificar según el color según tipo.

PASO TRES

Preparar las botellas de vidrios secadas ordenadamente y colocarlas en lugar techado donde las puedas almacenar para luego manejar según tu creatividad. Las botellas tienen que ser tapadas con corchos o pedacitos de papel para evitar el ingreso de animales o la acumulación de agua y polvo.



Figura 3.40. Residuo Vidrio.

3.5.8. LAS “3R”: REDUCIR, REUTILIZAR Y RECICLAR.

La utilidad de este módulo es contribuir a un mejor entendimiento de la conducta que se debe tener con el ambiente y, en especial con todos los recursos que este nos proporciona. En tal sentido, las “3R” contribuyen a cambios de hábitos, prácticas y estilos de vida congruentes con el eficiente uso de los recursos que cada una de las personas necesita para vivir.

Es tarea de todos los miembros de una familia y comunidad tratar de poner en práctica estas medidas (las “3R”) y no como tradicionalmente se ha venido realizando, porque históricamente han sido las mejores las que están pendientes de llevar a cabo estas acciones, juntos con las tareas de la casa.

3.5.8.1. REDUCIR.

Reducir requiere evitar que se genere mayor volumen de residuos y uso de menos recursos, consumiendo y comprando con más conciencia ambiental y seleccionando aquellos productos cuyos envoltorios tengan potencial de ser reciclados. Las principales recomendaciones para reducir la cantidad de residuos en la vivienda son:

- Evitar comprar artículos innecesarios.
- Utilizar menos recursos posibles (agua, energía eléctrica, combustible fósil, etc.). Esto se puede lograr con focos y electrodomésticos más eficientes, una casa bien ordenada y con buenos hábitos, como desenchufar los aparatos eléctricos cuando no están en uso, cerrar la llave o grifo de la ducha del agua mientras se enjabonan, apagar la luz cuando no se utilice, compartir vehículos entre otros.
- Evitar compra de artículos que tengan muchos envoltorios y envases desechables o no reutilizables (bandejas de telgopor, bolsas plásticas, etc.)
- Comprar la menor cantidad de productos envasados y empaquetados.
- Limitar la compra de productos que contengan sustancias peligrosas o contaminantes, si éstas son de uso indispensable o muy necesario, asegurarse de adquirir lo justo, procurando evitar el derrame y el desperdicio.

- No comprar o limitar el uso de productos descartables (vasos, bolsas, platos, cubiertos, cucharas y otros) ya que éstos en su mayoría constituyen una potencial fuente de contaminación ambiental al ser depositados y eliminados de manera inadecuada.
- Para el traslado de los productos comprados, es recomendable rechazar las bolsas de plástico, es mejor usar canastas o bolsas de otro material como de tela.
- Elegir los productos con menos envoltorios y con potencial de reciclaje.
- Disminuir el uso de papel de aluminio, es preferible utilizar papel de empaque.
- Evitar llevar a las viviendas objetos usados o deteriorados tales como llantas, baterías de carro, computadoras y otros aparatos electrónicos y electrodomésticos.
- Utilizar las hojas de papel en ambos lados, antes de enviarlas a reciclaje.
- Usar limpiadores de superficie lavables, evitando así el uso de toallas de papel descartable.

3.5.8.2. REUTILIZAR

Reducir requiere evitar que se genere mayor volumen de residuos y uso de menos recursos, consumiendo y comprando con más conciencia ambiental y seleccionando aquellos productos cuyos envoltorios tengan potencial de ser reciclados. Las principales recomendaciones para reducir la cantidad de residuos en la vivienda son: Muchos de los materiales que se desechan se pueden volver a usar o adaptarlos como sustitutos de otros objetos, se trata de usar los productos y sus derivados a un grado máximo minimizando el impacto sobre el ambiente, alargando la vida de cada producto desde cuando se compra hasta cuando se tira. La mayor parte de los objetos pueden tener más de una vida útil, sea reparándolos o utilizando la imaginación para darles otro uso.

Para **reutilizar** se recomiendan las siguientes prácticas:

- Comprar preferiblemente productos con envases retornables o reutilizables.
- Al comprar considerar siempre la potencialidades de reutilización de envases y materiales residuales.

- Evitar la rotura de envases de vidrio, plástico o metal, porque impide su reutilización.
- Lavar los residuos antes de reutilizar.
- Utilizar la imaginación para crear lo que más se necesita o lo que más nos gusta con los residuos.

Las posibilidades de reutilizo para nueva finalidad a través de una elaboración mínima de los residuos son numerosas.

Algunos ejemplos de reutilizo a través de elaboración artesanal de residuos son, entre otros, carteras y sobres para tabletas en tetra-pack, bolsos de bolsas plásticas, macetas o columpios de llantas usadas, canastas, portalápices y contenedores varios de tetra-pack o plástico, joyería con tetra-pack o plásticos, ceniceros en latas, lámparas con botellas de vidrio, envases de vidrio, lata, botellas plásticas o tapas de botellas, jabón para lavar ropa con aceite comestible.

Todas las elaboraciones de los residuos se tienen que realizar tomando las medidas de seguridad apropiadas.

Los frascos y latas como residuos peligrosos (plaguicidas, anticorrosivos y otros) no deben ser reutilizados de ninguna forma, ni aprovecharse para la elaboración de manualidades.

3.5.8.3. RECICLAR

El **reciclaje** consiste en aprovechar los materiales u objetos que se descartan, para transformarlos a través de procesos industriales que llevan a la fabricación de nuevos productos y materiales para satisfacer necesidades humanas.

Reciclar es un proceso que puede ayudar a resolver muchos de los problemas creados por la forma de vida moderna y contribuye a salvar grandes cantidades de recursos naturales no renovables, como por ejemplo el petróleo que da origen al plástico. Como valor agregado, la actividad del reciclaje genera al país divisas económicas y empleos.

El reciclaje de los residuos inorgánicos es un proceso que consta de las siguientes etapas:

- Separar los residuos inorgánicos reciclables: papel, cartón, plástico PET, vidrio y metales en sus depósitos respectivos.
- Llevar todos estos materiales a las empresas o intermediarios que los puedan reciclar.

El proceso industrial del reciclaje depende del tipo de residuo:

- El papel y el cartón se procesan por tratamiento químico para disolverlos, quitarles las impurezas y luego se presionan y se prensan para producir nuevo papel, cartón, papel higiénico, servilletas y papel toalla.
- El vidrio se procesa por fundición a grandes temperaturas, para luego formar nuevos envases y una gran variedad de objetos de adorno.
- Los metales, como el hierro y el aluminio, se procesan también por fundición a altas temperaturas, para elaborar envases y otros productos diversos como muebles.



Figura 3.41. Sensibilización del Reciclaje.

3.5.9. MANEJO DE LOS RESIDUOS PELIGROSO O SUJETO A DISPOSICIÓN FINAL EXTRAORDINARIA.

En general, nuestros residuos inorgánicos domiciliarios están compuestos por: papel y cartón, plásticos, metales, elementos de control sanitario (pañales,

toallas higiénicas, algodones), vidrios, tecnopor y otros (madera, trapos, cuero, goma, pilas). Entre estos hay materiales que pueden causar daños a la salud humana en su manejo inmediato y necesitan métodos de disposición final extraordinaria. Estos materiales no pueden ser dispuestos a la celda de descarte municipal y necesitan un manejo apropiado.

3.5.9.1. RESIDUOS PELIGROSOS.

Los residuos peligrosos son los que representan mayor riesgo para la salud humana, los seres vivos y provocan contaminación ambiental en general; estos no serán manejados en la planta de tratamiento de manejo integrado, se les dará otro tratamiento adecuado por su complejidad: por tener características tales como inflamabilidad, corrosividad, reactividad, y toxicidad, serán llevados a las instituciones de competencia indicadas por el Ministerio de salud.

Dentro de este grupo, existen algunos que son muy difíciles de degradar, por lo que se les considera como inertes o persistentes. Los productos de limpieza, pinturas, medicinas, pilas, envases de plaguicidas y otros depósitos de químicos, son altamente tóxicos. Estos residuos necesitan un tratamiento especial para evitar que vayan a parar a vertederos incontrolados donde pueden provocar catástrofes ambientales contaminando aguas y suelos.

Las pilas son uno de los productos tóxicos más peligrosos por su contenido en mercurio y cadmio. Cuando las pilas se han agotado y se acumulan en vertederos o se incineran, el mercurio se deja escapar, y tarde o temprano va a parar al agua. El mercurio es absorbido por el plancton y las algas, de éstas a los peces y de éstos al hombre. Una pila botón puede contaminar 600.000 lts. de agua. Los medicamentos tienen componentes tóxicos que también se pueden filtrar en los vertederos y pasar al agua contaminándola.

Los aceites usados también son residuos peligrosos. El aceite de motor no puede ser vertido en el suelo, alcantarillados, ríos o quebradas. No se puede entregar a los recolectores del tren de aseo ni puede ser mezclado al compost: tiene que ser entregado a las autoridades de competencia. El aceite

comestible no puede ser vertido en el suelo, alcantarillados, río o quebradas. Tiene que ser entregado a las autoridades de competencia. Puede ser transformado a través de un proceso artesanal en jabón para lavar ropa, siempre y cuando se tomen las medidas de seguridad apropiada.

Estos materiales se deben almacenar en un lugar fuera de las habitaciones y cocinas. Lo más recomendable es llevarlos a un centro de acopio comunitario y después devolverlos a los proveedores. Los envases no deben perforarse, quemarse, ni tirar en quebradas y ríos; no deben utilizarse para almacenar agua para beber; tampoco se deben utilizar para almacenar agua para oficios domésticos, ni mucho menos leche de vaca.

3.5.9.2. ANIMALES MUERTOS Y VISCERAS

Los restos de animales como viseras o cuerpos muertos se tienen que enterrar o entregar a las autoridades de competencia. No se pueden entregar a los recolectores del tren de aseo ni pueden ser mezclados al compost.

3.5.9.3. BATERÍAS DE AUTOMÓVILES

En el interior de las baterías de vehículos automotores hay distintos metales pesados y ácidos que son muy nocivos para el ser humano y el ambiente, durante su uso no plantean riesgos dado que la cápsula aísla eficazmente su interior del medio, pero con el tiempo y al ser sometidos a factores ambientales como humedad y calor; la cápsula sufre un deterioro progresivo hasta que se rompe liberando las sustancias químicas que forman parte de su estructura.

Por lo cual las baterías usadas se convierten en residuos peligrosos ya que tienen elementos como mercurio, plomo y cadmio.

Las baterías usadas deberían entregarse al fabricante para que éste recicle y reutilice lo que es útil. No deben mezclarse con los residuos comunes; ni arrojarse a los ríos, quebradas, lagos, mar. Tampoco deben quemarse, abrirse y no debe permitirse que los niños/as las ocupen como juguetes.

3.5.9.4. LLANTAS USADAS

Se pueden utilizar para la construcción de verjas, columpios, macetas, barreras no vivas. También se pueden elaborar asientos para sala. No deben quemarse, no deben utilizarse expuestas en los techos o a la intemperie para evitar criaderos de zancudos.

3.5.9.5. ELECTRODOMÉSTICOS INSERVIBLES

Los electrodomésticos inservibles se pueden vender como chatarra o para repuestos.

3.5.10. DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS INORGÁNICOS NO PELIGROSOS NO RECICLABLES.

3.5.10.1. RUTAS DE RECOLECCIÓN URBANA

La Municipalidad a través de la dirección de recolección de residuos sólidos, con base al plan de rutas de recolección, dará cobertura a nivel urbano como rural, motivando a la clasificación de los residuos sólidos desde los hogares.

Este plan de ruta vuelve más eficiente el servicio de recolección, a la vez regula la frecuencia del recorrido y el tipo de residuo a recolectar.



Figura 3.42. Rutas de Recolección Urbana.

3.5.10.2. PLANTA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Las operaciones de la Planta de manejo de residuos sólidos están basadas en un sistema integral de recolección de la Municipalidad distrital de Asillo. En este lugar se depositan los residuos sólidos para la disposición final. En la planta no serán procesados materiales tóxicos, peligrosos o restos de animales.

Capítulo IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- ❖ El presente proyecto contempla el diseño de una planta de recuperación y manejo de Residuos Sólidos Urbanos en el Distrito de Asillo, el cual está planteado en dos aspectos, el **primer aspecto** que contempla la recuperación de residuos sólidos urbanos, siendo estas no factibles debido a la escasa población y la cantidad generada de RSU planteándose de esta manera un programa de recuperación en el punto de origen (viviendas, comercio, instituciones, etc.) y que mediante un “*manual de manejo integral de residuos sólidos urbanos del distrito de Asillo*”, puedan los segregadores clasificar adecuadamente los diferentes materiales ya sea papel, Carton, Plastico PETT, Plastico Duro y Bolsas. El **segundo aspecto** contempla el manejo o disposición final de los RSU el cual está dada por el relleno sanitario que contempla una extensión de 10,015.67 M2 con capacidad de 12,630.55 M3 de almacenamiento.
- ❖ Según el diagnóstico de la caracterización de los residuos sólidos urbanos en el distrito de Asillo, se concluye que la generación per- cápita es de 1.95 TM/día el cual determina la clasificación del relleno sanitario como manual.
- ❖ En cuanto a la producción de residuos sólidos urbanos de acuerdo a su clasificación por su composición tenemos los más importantes “material inorgánico” 787.94 Kg, que alcanza el 48.92 %, como segundo tenemos “material orgánico” 738.96 Kg, que alcanza el 45.88 %, seguidamente viene “material peligroso” 83.80 Kg con 5.20%, en cuanto al volumen de

residuos sólidos urbanos para una proyección de 6 años se tiene la cantidad de 12,938.18 M3.

- ❖ Los estudios técnicos contemplan un material de cobertura que es un SC; arena arcillosa; asimismo la ubicación recae a la **Alternativa N° 02** (Ccachu Cancha – Patacollana) que reúne las condiciones adecuadas para construir el relleno sanitario manual, con un método de operación del relleno que es trinchera.

4.2. RECOMENDACIONES

- ❖ La inmediata intervención de las autoridades municipales en el botadero que actualmente opera es muy necesaria ya que en la actualidad no existe sistemas que mitiguen la contaminación suscitada por la disposición final de residuos sólidos de ámbito municipal, la contaminación es altamente visible en los depósitos acuíferos adyacentes al botadero así como en los residuos plásticos que son trasladados por acción del viento a todas las parcelas vecinas.
- ❖ De los datos obtenidos en las encuestas se recomienda capacitar a los habitantes de la localidad, utilizando términos sencillos que puedan ser comprendidos por todos los miembros de la población. La capacitación puede realizarse a través de folletos y/o volantes con definiciones y gráficos sencillos que permita conceptualizar de manera directa la importancia del manejo de “residuos sólidos urbanos” e incluso dar a conocer los impactos en la salud que pueden generar el inadecuado manejo de los residuos sólidos.
- ❖ Es importante establecer horas y días fijos en que el vehículo recolector de residuos sólidos pasará por las rutas determinadas, así se evitará que los habitantes sigan arrojando sus residuos en la vía pública.
- ❖ El trabajo de investigación que presento, constituye una herramienta de consulta que ayudará a tomar decisiones adecuadas a las autoridades del distrito de Asillo con miras a mejorar el sistema de almacenamiento,

recolección, reaprovechamiento y disposición final; aportando de esta manera a minimizar impactos al ambiente y por ende a la salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFIA

Jorge Jaramillo, (2003). Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), Organización Mundial de la Salud (OMS) - Guía Para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales. Colombia.

Eva Röben, Ilustre Municipalidad de Loja (2002). Servicio Alemán de Cooperación Social- Técnica - Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales., Loja Ecuador.

Organización Panameña de la Salud (1997). Banco Interamericano del Desarrollo Diagnóstico de la situación de RSM en América Latina y el Caribe.

Ccuno L. y Flores V. (2011). DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y RELLENO SANITARIO PARA LA CIUDAD DE PUNO, tesis para optar Título Profesional, UNA – PUNO, PUNO, PERU.

ECHEVERRÍA L. (2010). PROPUESTA DE MODELO DE MANEJO INTEGRADO DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE QUEZALTEPEQUE, tesis para optar Título Profesional, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, SAN SALVADOR.

BARRIOS P. y SAAB M. (2010). DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS POR LAS COMUNIDADES BOYACÁ IV y V, MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR, ESTADO ANZOÁTEGUI, tesis para optar Título Profesional, UNIVERSIDAD DE ORIENTE NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI, ANZOÁTEGUI, VENEZUELA.

(2006) Reglamento Nacional de Edificaciones, Publicado en el Diario Oficial El Peruano.

Samuel Ignacio, ACODAL, (1998). Manejo y Disposición de Residuos Sólidos Urbanos. Santafé de Bogotá, Colombia.

MINSA, (2006). Reglamento para el Diseño, Operación y Mantenimiento de Infraestructuras de Disposición Final de Residuos Sólidos del Ámbito Municipal: RELLENOS SANITARIOS. Aprobado con Resolución Ministerial N° 109-2006/MINSA. Lima, Perú.

(1997). Guía para Evaluación de Impacto Ambiental Para Proyectos de Residuos Sólidos Municipales, Banco Interamericano de Desarrollo.

MINAM. (2012). Guía de Diseño, Construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual. San Isidro, Lima, Perú.

MINAM. (2012). Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización para Residuos Sólidos Municipales. Lima, Perú.

MTC. (2005). Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito. Aprobado por Resolución Directoral N° 084-2005-MTC/14 del 16.11.2005. Lima, Perú.

WEBGRAFIA

Congreso de la Republica y promulgada por el Presidente de la República (2000). Ley General de Residuos Sólidos LEY N° 27314. Recuperado de http://www.upch.edu.pe/faest/images/stories/upcyd/sgc-sae/normas-sae/Ley_27314_Ley_General_de_Residuos_Solidos.pdf.

Congreso de la Republica y promulgada por el Presidente de la República (2004). Reglamento de la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos DECRETO SUPREMO N° 057-2004-PCM Y SU MODIFICATORIA. Recuperado de http://www.minsa.gob.pe/dgsp/observatorio/documentos/infecciones/DS057_2004_reglam_Residuos%20S%C3%B3lidos.pdf.

Municipalidad Provincial de Puno (2013). PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA PROVINCIA DE PUNO, FIGARS-2013-2018. Recuperado de <http://siar.regionpuno.gob.pe/admDocumento.php?accion=bajar&docadjunto=897>.

Degradación de los residuos sólidos urbanos. Recuperado de <http://www.limpiatumundo.com/2011/08/08/tiempo-de-degradacion-de-algunos-materiales/>

PROYECTO DE TESIS:

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECUPERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA EL DISTRITO DE ASILLO”.

ANEXOS DEL PROYECTO

**ANEXO 01:
ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN DE
RSU**

PUNO, FEBRERO DEL 2017.

PROYECTO DE TESIS:

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECUPERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA EL DISTRITO DE ASILLO”.

ANEXOS DEL PROYECTO

**ANEXO 02:
ESTUDIO HIDROLÓGICO**

PUNO, FEBRERO DEL 2017.

PROYECTO DE TESIS:

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECUPERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA EL DISTRITO DE ASILLO”.

ANEXOS DEL PROYECTO

**ANEXO 03:
CERTIFICADOS DE LABORATORIO**

PUNO, FEBRERO DEL 2017.

PROYECTO DE TESIS:

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECUPERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA EL DISTRITO DE ASILLO”.

ANEXOS DEL PROYECTO

ANEXO 04: PRESUPUESTO

PUNO, FEBRERO DEL 2017.

PROYECTO DE TESIS:

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECUPERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA EL DISTRITO DE ASILLO”.

ANEXOS DEL PROYECTO

ANEXO 05: PLANOS

PUNO, FEBRERO DEL 2017.

LISTA DE PLANOS

- PU-01: UBICACION DEL PROYECTO.
- PT-01: DISTRIBUCION DE TRINCHERAS.
- PL-01: PLANO TOPOGRAFICO.
- PDC-01: PERFIL LONGITUDINAL DE TRINCHERAS.
- CT-01: DISTRIBUCION DE DRENES Y CHIMENEAS.
- CT-02: CASETA DE CONTROL Y COBERTURA DE POZA DE LIXIVIADOS.
- PDT-01: COBERTURA DE TRINCHERAS.
- DV-01: DETALLES DE VARIOS.