

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

TESIS

CENTRO SOSTENIBLE DE GESTIÓN INTEGRAL Y DE RECICLAJE  
INDUSTRIALIZADO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA  
PROVINCIA DE TACNA.

TOMO I

Presentado por:

Bach. GUELLIN FREDY HUARICALLO YANAPA

Bach. JUAN JOSÉ GORDILLO MAMANI

Para optar el Título de:

ARQUITECTO

TACNA - PERÚ

2016

**JURADOS**



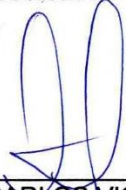
---

**ARQ. FRANCISCO PERCY TORRICO FRISANCHO**  
Presidente



---

**ARQ. PEDRO LUCIO DÁVALOS ZEBALLOS**  
Secretario



---

**ARQ. WILFREDO CARLOS VICENTE AGUILAR**  
Miembro



---

**ARQ. MARCELA HAYDEE LAZO LA TORRE**  
Directora de Tesis

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación, la dedicamos en primer lugar a Dios quien ha forjado nuestros caminos y nos ha dirigido por el sendero correcto y a nuestras familias y amigos, principalmente a nuestras madres que ha sido pilar fundamental en nuestra formación como profesionales, por brindarnos confianza, consejos, oportunidades y recursos para lograrlo, y por ultimo dar gracias a todos aquellos docentes que compartieron sus conocimientos para lograr culminar una de nuestras metas.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	
ABSTRACT .....	
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I. GENERALIDADES.....	3
1.1.    MARCO SITUACIONAL. ....	3
1.2.    DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	4
1.3.    PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.3.1.    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	5
1.3.2.    FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	11
1.4.    JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN. ....	12
1.5.    LIMITACIONES. ....	16
1.6.    OBJETIVOS. ....	18
1.6.1.    OBJETIVO GENERAL. ....	18
1.6.2.    OBJETIVOS ESPECÍFICOS. ....	18
1.7.    FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS. ....	19
1.8.    VARIABLES E INDICADORES. ....	19
1.8.1.    VARIABLE INDEPENDIENTE.....	19
1.8.1.2.    Indicadores de la variable independiente. ....	20
1.8.2.    VARIABLE DEPENDIENTE. ....	20

1.8.2.2.	Indicadores de la variable dependiente. ....	21
1.9.	METODOLOGÍA E INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN. ...	21
1.9.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN. ....	21
1.9.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA. ....	22
1.9.3.	TÉCNICA E INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN. ....	23
1.10.	ESQUEMA METODOLÓGICO .....	25
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO. ....		26
2.1.	ANTECEDENTES DEL ESTUDIO. ....	26
2.2.	ANTECEDENTES HISTÓRICOS. ....	33
2.3.	BASES TEÓRICAS. ....	34
2.3.1.	CENTRO SOSTENIBLE DE GESTIÓN INTEGRAL Y DE RECICLAJE INDUSTRIALIZADO. ....	34
2.3.1.1.	Planta de tratamiento y procesamiento de residuos sólidos. ....	34
2.3.1.2.	Sistema de recolección de residuos sólidos. ....	37
2.3.1.3.	Separación y clasificación de residuos sólidos. ....	41
2.3.1.4.	Procesamiento industrial de residuos clasificados. ....	64
2.3.1.5.	Conversión biológica de residuos orgánicos. ....	83
2.3.1.6.	Conversión térmica de residuos no reciclables. ....	97
2.3.1.7.	Relleno sanitario. ....	100
2.3.1.8.	Instalaciones de promoción y capacitación. ....	113
2.3.1.9.	Instalaciones de administración y monitoreo .....	114
2.3.2.	RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. ....	114

2.3.2.1.	Residuos sólidos urbanos.....	114
2.3.2.2.	Clasificación de los residuos sólidos urbanos.....	115
2.3.2.3.	Características de los residuos sólidos urbanos.....	118
2.3.2.4.	Composición de los residuos sólidos urbanos.....	121
2.3.2.5.	Ciclo de vida de los residuos sólidos urbanos. ....	122
2.3.2.6.	Residuos de origen de la construcción y/o demolición.	127
2.3.2.7.	Residuos sanitarios y/o hospitalarios.....	132
2.3.2.8.	Residuos de aparato eléctricos y electrónicos (RAEES).....	134
2.3.2.9.	Principios básicos para una adecuada gestión de los residuos sólidos urbanos.....	137
2.3.2.10.	Desarrollo sostenible de residuos sólidos urbanos.....	141
2.3.2.11.	Gestión integral residuos sólidos urbanos. ....	144
2.4.	DEFINICIONES. ....	148
CAPÍTULO III. MARCO CONTEXTUAL.....		156
3.1.	ANÁLISIS DE CASOS SIMILARES. ....	156
3.2.	ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO VARIABLE 1.....	175
3.3.	ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO VARIABLE 2.....	186
3.4.	ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE RESULTADOS DE ENCUESTAS. ....	193
3.5.	ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL ÁMBITO GENERAL DE ESTUDIO. ....	198
3.5.1.	ASPECTO SOCIO DEMOGRÁFICO.....	199
3.5.2.	ASPECTO ECONÓMICO PRODUCTIVO. ....	205

3.5.3. ASPECTO FÍSICO ESPACIAL.....	210
3.5.3.1. Ubicación y localización.....	210
3.5.3.2. Topografía. ....	212
3.5.3.3. Estructura urbana. ....	213
3.5.4. ASPECTO FÍSICO BIÓTICO.....	215
3.5.4.1. Fisiografía.....	215
3.5.4.2. Clima. ....	215
3.5.4.3. Hidrología. ....	217
3.5.4.4. Ecosistema. ....	218
3.6. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL LUGAR – ÁMBITO ESPECIFICO.....	219
3.6.1. ANÁLISIS Y CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL LUGAR ESPECÍFICO.....	219
3.6.2. ASPECTO FÍSICO ESPACIAL.....	222
3.6.2.1. Ubicación y localización.....	222
3.6.2.2. Topografía. ....	224
3.6.2.3. Estructura urbana. ....	226
3.6.2.4. Expediente urbano.....	227
3.6.3. VIABILIDAD.....	229
3.6.3.1. Infraestructura vial. ....	229
3.6.3.2. Accesibilidad vial. ....	230
3.6.3.3. Transporte. ....	231
3.6.4. INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS.....	231

3.6.4.1. Agua. ....	231
3.6.4.2. Desagüe. ....	233
3.6.4.3. Energía eléctrica. ....	234
3.6.4.4. Limpieza pública. ....	236
3.6.5. CARACTERÍSTICAS FÍSICO NATURALES. ....	237
3.6.5.1. Fisiografía. ....	237
3.6.5.2. Clima. ....	238
3.6.5.3. Geología. ....	239
3.6.5.4. Geomorfología. ....	240
3.6.5.5. Ecosistema. ....	241
3.7. NORMATIVIDAD. ....	245
CAPÍTULO IV. PROPUESTA. ....	252
4.1. CONSIDERACIONES PARA LA PROPUESTA. ....	252
4.1.1. PREMISAS DE DISEÑO. ....	252
4.2. PROGRAMACIÓN. ....	252
4.2.1. PROGRAMACIÓN URBANA. ....	252
4.2.2. PROGRAMACIÓN ARQUITECTÓNICA. ....	258
4.3. DIAGRAMAS DE INTERRELACIÓN. ....	269
4.3.1. ORGANIGRAMA. ....	269
4.3.2. CUADRO DE CORRELACIONES. ....	270
4.3.3. DIAGRAMA BÁSICO DE FLUJO FUNCIONAL. ....	271
4.4. CONCEPTUALIZACIÓN Y PARTIDO. ....	272
4.5. ZONIFICACIÓN. ....	272

4.6.	SISTEMATIZACIÓN. ....	272
4.7.	ANTEPROYECTO. ....	272
4.8.	PROYECTO. ....	272
4.9.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. ....	273
4.9.1.	MEMORIA DESCRIPTIVA. ....	273
4.9.2.	MEMORIA JUSTIFICATIVA. ....	295
4.9.3.	RENTABILIDAD. ....	321
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....		324
5.1.	CONCLUSIONES. ....	324
5.2.	RECOMENDACIONES. ....	325
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS. ....		327
ANEXOS. ....		331

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Código SPI de los residuos plásticos reciclables .....	71
Cuadro 2. Resumen de las características de los plásticos más comúnmente reciclados .....	72
Cuadro 3. Formas comunes de relleno sanitario .....	107
Cuadro 4. Origen de los residuos sólidos .....	115
Cuadro 5. Clasificación de los residuos solidos .....	116
Cuadro 6. Clasificación de los residuos sólidos según su origen.....	117
Cuadro 7. Residuos sólidos reciclables y no reciclables.....	118
Cuadro 8. Relación propiedad/características/manejo de los residuos solidos.....	119
Cuadro 9. Relación propiedad/características/manejo de los residuos solidos.....	119
Cuadro 10. Alteración de densidad de los residuos solidos.....	120
Cuadro 11. Parámetros de los residuos sólidos para el compostaje .....	121
Cuadro 12. Reaprovechamiento de los residuos sólidos .....	139
Cuadro 13. Registro de empresas comercializadoras de residuos sólidos (EC-RS) Tacna .....	182

Cuadro 14. Registro de empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos (EPS-RS) Tacna .....	183
Cuadro 15. Registro de empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos (EPS-RS) de origen: residuos de construcción y demolición.....	183
Cuadro 16. Empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos RAEE (EPS-RS) Tacna .....	184
Cuadro 17. Cantidad diaria de residuos sólidos por toneladas depositados en botadero municipal.....	189
Cuadro 18. Municipalidades que informaron sobre la cantidad promedio diario de basura recolectada, según departamento, 2013-2015.....	190
Cuadro 19. Municipalidades que informaron sobre la frecuencia de recojo de basura, según departamento, 2014-2015 .....	190
Cuadro 20. Municipalidades que informaron sobre el destino final de la basura recolectada, según departamento, 2014-2015.....	191
Cuadro 21. Crecimiento poblacional en la ciudad de Tacna .....	199
Cuadro 22. Proyecciones de crecimiento poblacional al 2023.....	200
Cuadro 23. Distribución de los hogares, por área de residencia, según quintil de riqueza 2012, Tacna .....	204
Cuadro 24. Distribución de hogares según nivel socioeconómico 2015	205
Cuadro 25. Crecimiento de sectores económicos de Tacna.....	206
Cuadro 26. Tasa de informalidad en Tacna .....	206

Cuadro 27. Empresas manufactureras en Tacna .....	207
Cuadro 28. Registro de empresas comercializadoras de residuos sólidos en Tacna.....	208
Cuadro 29. Composición física de los residuos sólidos de generación domiciliaria - Tacna.....	209
Cuadro 30. Precios promedio de materiales reciclables en el mercado	210
Cuadro 31. Usos de suelo en el conglomerado urbano de la ciudad de Tacna.....	214
Cuadro 32. Reservorios en la ciudad de Tacna.....	233
Cuadro 33. Unidades geomorfológicas.....	241
Cuadro 34. Número de habitantes y producción de residuos sólidos según distritos.....	253
Cuadro 35. Proyección demográfica según distritos.....	254
Cuadro 36. Proyección de producción per cápita de residuos sólidos...	254
Cuadro 37. Proyecciones de generación de residuos sólidos.....	255
Cuadro 38. Resumen de proyecciones de generación de residuos sólidos .....	255
Cuadro 39. Resumen de volumen/área para relleno sanitario .....	256
Cuadro 40. Características técnicas para relleno sanitario .....	258
Cuadro 41. Distribución de la población escolar en la UGEL Tacna por distritos.....	261

Cuadro 42. Distribución de los centros y programas en la UGEL Tacna por distritos.....	262
Cuadro 43. Proyecciones de población, PPC y generación de residuos sólidos.....	265
Cuadro 44. Distribución de residuos sólidos por composición biológica	267
Cuadro 45. Distribución de residuos sólidos por tipo de material .....	267
Cuadro 46. Cuadro de resumen de áreas.....	283
Cuadro 47. Distribución de residuos sólidos por composición biológica al día.....	296
Cuadro 48. Distribución de residuos sólidos por composición biológica a la semana .....	296
Cuadro 49. Residuos sólidos tratados durante cinco días .....	297
Cuadro 50. Residuos sólidos tratados en cinco días por hora .....	298
Cuadro 51. Generación de residuos sólidos expresado en volumen .....	299
Cuadro 52. Funcionamiento de puente grúa.....	302
Cuadro 53. Residuos sólidos segregados por cada línea de trabajo .....	303
Cuadro 54. Residuos sólidos inorgánicos tratados por componente .....	305
Cuadro 55. Numero de balas producidas por día .....	306
Cuadro 56. Numero de balas producidas en tres días.....	307
Cuadro 57. Residuos orgánicos tratados en cinco días para afino por día .....	311

Cuadro 58. Residuos orgánicos tratados en cinco días para afino por hora .....	312
Cuadro 59. Cantidad de compost producido después de afino.....	313
Cuadro 60. Numero de sacos de compost fino producidos.....	315
Cuadro 61. Numero de sacos de compost grueso producidos .....	316
Cuadro 62. Cuadro resumen de ingresos por comercialización de residuos reciclados.....	321
Cuadro 63. Cuadro resumen de ingresos por servicios a municipios ....	322
Cuadro 64. Ingresos por concepto de tratamiento .....	322
Cuadro 65. Gastos por concepto de operaciones y mantenimiento.....	323

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diagrama modelo del proceso de clasificación de residuos sólidos.....	36
Gráfico 2. Modalidades de clasificadores neumáticos .....	50
Gráfico 3. Esquema típico de funcionamiento de un stoner.....	51
Gráfico 4. Estructura de un stoner .....	51
Gráfico 5. Sistema de clasificación magnética tipo cinta .....	53
Gráfico 6. Sistema de clasificación magnética tipo dos tambores .....	53
Gráfico 7. Estructura de compactadora estacionaria .....	55
Gráfico 8. Estructura de un extrusor sin fin.....	57
Gráfico 9. Representación esquemática de una extrusora .....	58
Gráfico 10. Esquema del proceso de fabricación y reciclado del papel ...	66
Gráfico 11. Esquema del proceso de transformación de plásticos .....	82
Gráfico 12. Esquema de las etapas del proceso de compostaje .....	87
Gráfico 13. Disposición de compostaje en hileras .....	90
Gráfico 14. Esquema del compostaje en pila estática .....	90
Gráfico 15. Esquema del funcionamiento del túnel de fermentación .....	93
Gráfico 16. Esquema del sistema de incineración .....	99
Gráfico 17. Diagrama de relleno sanitario.....	103
Gráfico 18. Estructura de los residuos hospitalarios .....	133

Gráfico 19. Diagrama general del proceso de reciclaje de residuos electrónicos y electrodomésticos .....	136
Gráfico 20. Esquema operativo de los flujos de los residuos de aparatos electrónicos y electrodomésticos .....	137
Gráfico 21. Proceso del reaprovechamiento de los residuos solidos.....	140
Gráfico 22. Diagrama del reaprovechamiento del material reciclable ....	140
Gráfico 23. Esquema del reciclaje y su destino final .....	141
Gráfico 24. Ubicación del actual terreno para relleno sanitario.....	176
Gráfico 25. Flujograma del manejo de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Tacna .....	186
Gráfico 26. Las cinco regiones con botaderos más críticos.....	187
Gráfico 27. Opinión acerca de los residuos sólidos en la ciudad de Tacna .....	191
Gráfico 28. Cantidad de residuos sólidos que reúnen las familias por día .....	192
Gráfico 29. Tipo de residuo solido que elimina en mayor cantidad.....	192
Gráfico 30. Opinión acerca de los recicladores informales de residuos solidos.....	193
Gráfico 31. Consulta de encuesta N° 01 .....	194
Gráfico 32. Consulta de encuesta N° 02.....	194
Gráfico 33. Consulta de encuesta N° 03.....	195

Gráfico 34. Consulta de encuesta N° 04 .....	195
Gráfico 35. Consulta de encuesta N° 05 .....	196
Gráfico 36. Consulta de encuesta N° 06 .....	196
Gráfico 37. Consulta de encuesta N° 07 .....	197
Gráfico 38. Consulta de encuesta N° 08 .....	197
Gráfico 39. Consulta de encuesta N° 09 .....	198
Gráfico 40. Tendencias de crecimiento poblacional 1981-2013.....	200
Gráfico 41. Distribución poblacional de Tacna por distritos .....	201
Gráfico 42. Composición de población según género y edad .....	202
Gráfico 43. Población migrante de Tacna según distritos .....	203
Gráfico 44. Índices de pobreza y extrema pobreza en Tacna por distritos .....	203
Gráfico 45. Distribución en porcentaje de empresas comercializadoras de residuos sólidos por distritos.....	208
Gráfico 46. Comparación cantidad / porcentaje de los residuos sólidos domiciliarios por toneladas – Tacna.....	209
Gráfico 47. Ubicación geográfica de la provincia de Tacna .....	211
Gráfico 48. Ubicación geográfica de la ciudad de Tacna .....	211
Gráfico 49. Niveles de temperatura anual.....	216
Gráfico 50. Niveles de humedad relativa .....	216
Gráfico 51. Niveles de precipitaciones.....	216

Gráfico 52. Línea de proyección de crecimiento poblacional .....	266
Gráfico 53. Línea de crecimiento de la generación de residuos sólidos	266
Gráfico 54. Organigrama General.....	269
Gráfico 55. Cuadro de correlaciones funcional .....	270
Gráfico 56. Diagrama funcional de funcionamiento del proceso .....	271

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Esquema metodológico.....	25
Imagen 2. Esquema de planimetría general .....	28
Imagen 3. Esquema de propuesta arquitectónica .....	29
Imagen 4. Sistema neumático de disposición de residuos sólidos .....	38
Imagen 5. Vehículo de recolección selectiva .....	39
Imagen 6. Camión eleva - compactador .....	40
Imagen 7. Fases de compactación .....	41
Imagen 8. Camiones compactadores de residuos solidos.....	41
Imagen 9. Corte esquemático de molino de martillo .....	43
Imagen 10. Corte esquemático de molino batiente.....	44
Imagen 11. Cuchillas para la trituración.....	44
Imagen 12. Trituración In Situ de residuos.....	45
Imagen 13. Vista y esquema de criba vibratoria .....	47
Imagen 14. Modelo de criba giratoria.....	48
Imagen 15. Funcionamiento de cribas de disco.....	48
Imagen 16. Vista de modelo de stoner .....	52
Imagen 17. Embaladora para la densificación de residuos.....	55
Imagen 18. Modelo y esquema de embaladora .....	56
Imagen 19. Salida de pellets por extrusión .....	58

Imagen 20. Cinta transportadora de materiales .....	59
Imagen 21. Selección manual de residuos .....	60
Imagen 22. Maquinaria para el transporte neumático de residuos .....	61
Imagen 23. Esquema de flujo de instalación de biofiltro .....	64
Imagen 24. Vista del proceso de selección manual de residuos plásticos .....	74
Imagen 25. Estructura de un espectroscopio.....	74
Imagen 26. Separador por espectroscopia de infrarrojo .....	74
Imagen 27. Maquinaria para la molienda de residuos plásticos.....	76
Imagen 28. Esquema de la molienda de plásticos.....	76
Imagen 29. Salida de residuos plásticos del proceso de molienda.....	76
Imagen 30. Maquinaria para el lavado de plástico reciclado.....	77
Imagen 31. Líneas de lavado y enjuague de plásticos reciclados .....	78
Imagen 32. Esquema funcional de un secador rotatorio por vapor.....	79
Imagen 33. Vista de un secador rotatorio .....	79
Imagen 34. Equipo para el aglomerado de plásticos .....	80
Imagen 35. Cuchillas del aglomerador y producto final .....	80
Imagen 36. Estructura y proceso de peletización del plástico.....	82
Imagen 37. Acción de peletización y producto final .....	82
Imagen 38. Vista de reactores de compostaje en tambores .....	91
Imagen 39. Contenedores para la fermentación del compost.....	92

Imagen 40. Vista interior de túneles de fermentación .....	94
Imagen 41. Diagrama de flujo del biofiltro .....	96
Imagen 42. Biofiltro instalado sobre la cubierta del edificio en túneles ....	97
Imagen 43. Método tipo trinchera o zanja para un relleno sanitario.....	105
Imagen 44. Método tipo área para un relleno sanitario .....	107
Imagen 45. Formas posibles de cuerpo de residuos en relleno sanitario .....	108
Imagen 46. Casos de inestabilidad del suelo y cuerpo de residuos.....	111
Imagen 47. Ciclo de vida de los residuos sólidos urbanos.....	122
Imagen 48. Etapas del manejo de los residuos sólidos .....	123
Imagen 49. Diagrama de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición .....	131
Imagen 50. Estructura básica de un horno incinerador de residuos sólidos hospitalarios.....	133
Imagen 51. Esquema de los procesos de la planta de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios .....	134
Imagen 52. Residuos sólidos de aparatos electrónicos .....	135
Imagen 53. Variedades de residuos sólidos electrónicos .....	135
Imagen 54. Las tres erres de la gestión integral de residuos solidos.....	137
Imagen 55. Esquema del desarrollo sostenible aplicado a la gestión de residuos solidos .....	141

Imagen 56. Esquema explicativo de políticas de gestión de residuos al desarrollo sostenible .....	143
Imagen 57. Esquema del Desarrollo Sostenible .....	143
Imagen 58. Diagrama del manejo integral de los residuos sólidos urbanos .....	147
Imagen 59. Modelo de gestión integral de residuos sólidos urbanos.....	148
Imagen 60. Relleno sanitario Relima Ambiental S.A.....	159
Imagen 61. Vistas del relleno sanitario de Petramas .....	160
Imagen 62. Complejo para el tratamiento de residuos urbanos de Zaragoza.....	162
Imagen 63. Parque tecnológico de reciclado López soriano.....	164
Imagen 64. Vistas del proyecto parque tecnológico de reciclado López soriano .....	165
Imagen 65. Zonificación del parque de reciclaje .....	168
Imagen 66. Funcionamiento del parque tecnológico.....	168
Imagen 67. Vista superior del parque tecnológico .....	171
Imagen 68. Planta de biometización Las Dehesas .....	172
Imagen 69. Planta de Biometización de La Paloma.....	173
Imagen 70. Planta de producción de biometano de residuos .....	174
Imagen 71. Arrojo de residuos sólidos de manera inadecuada y clandestina.....	176

Imagen 72. Arrojo de residuos sólidos de las municipalidades.....	177
Imagen 73. Recicladores informales seleccionando residuos.....	178
Imagen 74. Acumulación de residuos sólidos a la intemperie.....	179
Imagen 75. Presencia de asociaciones pecuarias .....	180
Imagen 76. Ámbito territorial de la ciudad de Tacna .....	212
Imagen 77. Ámbito general del estudio.....	212
Imagen 78. Plano topográfico del área urbana de Tacna .....	213
Imagen 79. Plano de usos de suelo del área urbana de Tacna .....	214
Imagen 80. Ubicación de los principales pozos subterráneos en Tacna	218
Imagen 81. Ecosistemas o zonas de vida.....	219
Imagen 82. Plano de ubicación del terreno.....	222
Imagen 83. Ubicación del terreno .....	223
Imagen 84. Vista satelital del terreno .....	223
Imagen 85. Vistas panorámicas del sitio.....	224
Imagen 86. Plano topográfico del terreno .....	225
Imagen 87. Vista de pendiente suave en el terreno.....	225
Imagen 88. Estructura y trama urbana.....	226
Imagen 89. Zonificación del terreno en estudio .....	227
Imagen 90. Vista de galpones y estado de consolidación de construcciones aledañas.....	229
Imagen 91. Esquema de la infraestructura vial .....	230

Imagen 92. Vista de accesos viales .....	230
Imagen 93. Esquema de accesibilidad vial .....	231
Imagen 94. Cobertura del servicio de agua potable en la ciudad de Tacna .....	232
Imagen 95. Cobertura del servicio de desagüe y alcantarillado en Tacna .....	234
Imagen 96. Cobertura de energía eléctrica en Tacna.....	235
Imagen 97. No presencia de redes de energía eléctrica.....	235
Imagen 98. Plano de distancia de cobertura de servicios básicos a área de intervención.....	236
Imagen 99. Cobertura del servicio de limpieza pública en Tacna .....	237
Imagen 100. Plano de zonificación de peligros.....	240
Imagen 101. Entorno inmediato del ecosistema .....	242
Imagen 102. Galpón para la crianza de porcinos.....	243
Imagen 103. Especies de flora en el entorno inmediato .....	244
Imagen 104. Especies de flora.....	245

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se propone el diseño urbanístico y arquitectónico de un **“Centro Sostenible de Gestión Integral y de Reciclaje Industrializado de los Residuos Sólidos Urbanos en la Provincia de Tacna”**, en respuesta a la problemática de la mala gestión integral de residuos sólidos urbanos de la ciudad Tacna.

La propuesta pretende la construcción de una infraestructura, donde se van realizar actividades de gestión integral en sus diferentes fases de recolección, tratamiento, procesamiento, investigación, educación, cultura ambiental y disposición final de los residuos sólidos urbanos, con el objetivo de contribuir al tratamiento integral de los residuos sólidos urbanos en la provincia de Tacna.

Se industrializará y procesara los residuos orgánicos convirtiendo en compost (abono orgánico) y los residuos inorgánicos se procesarán en materia prima para su rápida introducción al ciclo productivo y su posterior venta al mercado local, nacional e internacional.

La metodología de investigación es APLICADA, pues busca confrontar la teoría con la realidad y el diseño de investigación a utilizarse será la DESCRIPTIVA TRANSVERSAL NO EXPERIMENTAL.

## **ABSTRACT**

In the present research intends to the urban planning and architectural design of a "Centro sustainable integrated management and industrialized the waste recycling solid urban in the province of Tacna", in response to the problems of poor management of solid urban waste in the city of Tacna.

The proposal aims at the construction of infrastructure, which will make comprehensive management activities in different phases of collection, treatment, processing, research, education, environmental culture, and final disposal of municipal solid waste, with the aim of contributing to the comprehensive treatment of municipal solid waste in the province of Tacna.

It is industrializer and making compost (compost) to process organic waste and inorganic waste is processed into raw material for its rapid introduction to the production cycle and its subsequent sale to local, national and international market.

The research methodology is APPLIED, as it seeks to confront theory with reality and design research to be used will be the DESCRIPTIVE CROSS NON-EXPERIMENTAL.

## **INTRODUCCIÓN**

Hoy en día uno de las grandes problemáticas en el Perú y la provincia de Tacna es el mal manejo y/o gestión de los residuos sólidos urbanos, desde su generación hasta su disposición final ya sea domésticos, comerciales e industriales entre otros, uno de sus principales causas es la falta de cultura del reciclaje de la población y las malas decisiones políticas, ya que la mayor responsabilidad recae en las autoridades locales, como son, los alcaldes y funcionarios municipales.

Esta problemática nace desde la generación desmedida, sin ningún control, los residuos sólidos son arrojados de manera irresponsable en las calles, en las esquinas de las plazas, parques, etc. Por otro lado, la disposición final de estos residuos es vertido en el botadero municipal a cielo abierto, sin darse cuenta de las consecuencias que podría ocasionar, como la contaminación ambiental, produciendo daños a la salud.

También no es novedad que a diario, personas se dedican al oficio del reciclaje de manera informal, revisando los botes y bolsas de basura para recolectar desperdicios de alimentos, botellas de vidrio, botellas descartables, cartones, latas, entre otros, es decir todo lo que la gente considere inservible, previo selección de los residuos, reaprovechan para

la reutilización y reciclaje generando así una fuente de economía e ingreso para sus familias pero exponiéndose su salud física integral a la contaminación en algunos casos irreversibles.

Es evidente que nuestro país aún está atrasado en términos de tratamiento, disposición final y procesamiento e industrialización del reciclaje de los residuos sólidos urbanos, más que por el interés por las autoridades competentes que por los limitantes económicos.

De ahí nace la importancia de realizar este proyecto que buscara interrelacionar los aspectos, urbanísticos, arquitectónicos, tecnológicos, sociales, económicos, medio ambientales, industrialización, y entre otros, todo esto bajo un enfoque sostenible. Un proyecto que contemplará la intervención en la zona de Viñani del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa delimitado geográficamente por los cerros Arunta y la Mesada, una infraestructura cuyo objetivo será el tratamiento e industrialización, de los residuos sólidos urbanos con un enfoque sostenible.

Este proyecto, buscara dar importancia al reciclaje e introducir en el ciclo de vida un residuo considerado inservible, mediante el proceso de transformación, así como, generar conciencia en el tema de reducción, reutilización y reciclaje.

## **CAPÍTULO I. GENERALIDADES.**

### **1.1. MARCO SITUACIONAL.**

En la actualidad no existe un adecuado manejo y/o gestión integral de los residuos sólidos urbanos en la provincia de Tacna, debido al crecimiento poblacional, falta de cultura del reciclaje de la población, el consumo desmedido de productos, deficientes decisiones políticas, el crecimiento de actividades comerciales y turísticas, entre otros, ha ocasionado en la ciudad de Tacna, el incrementando de la generación de los residuos sólidos urbanos.

Según fuentes del Municipalidad Provincial Tacna, la provincia de Tacna, arroja 285 t de residuos aproximadamente, pero se estima que habría más.

Según la OEFA (organismo de evaluación y fiscalización ambiental) la ciudad Tacna es considera una de las cinco ciudades con mayores índices de contaminación y arrojado de residuos.

En un breve recorrido por la ciudad Tacna en borde perimetrales de cada distrito se puede observar los diferentes botaderos clandestinos

que arrojan residuos de todo tipo sin ningún control por las autoridades competentes.

## **1.2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.**

### **1.2.1. ESPACIO.**

El proyecto está ubicado en la región de Tacna, provincia de Tacna, distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, con los límites:

Por el norte: Cerro Arunta

Por el sur: Cerro la Mesada

Por el este: quebrada

Por el oeste: Asociaciones Pecuarias

### **1.2.2. TIEMPO.**

El estudio de investigación se desarrolló en el año 2016 en los meses de enero a diciembre.

### **1.2.3. CIRCUNSTANCIA.**

Ante la necesidad de contar con una infraestructura de este nivel para una correcta gestión integral de los residuos sólidos urbanos en la provincia de Tacna.

La presente investigación comprende como ámbito de influencia general a la provincia de Tacna en sus 6 distritos como, Tacna, Gregorio Albarracín Lanchipa, Alto de la Alianza, Ciudad Nueva, Pocollay y Calana. Estos seis distritos tienen en común la disposición final de sus residuos sólidos urbanos en el denominado botadero municipal, donde son arrojados de manera irresponsable a cielo abierto.

Se realizará el diagnóstico correspondiente y afrontar la problemática de la gestión integral de residuos sólidos urbanos.

### **1.3. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Uno de los problemas principales en la provincia de Tacna, es mala gestión integral de residuos sólidos, desde su generación hasta su disposición final.

Entre todo esto hay varios factores que influyen:

##### **1.3.1.1. Aspecto Físico Ambiental.**

Considerado por la OEFA (organización de evaluación, fiscalización ambiental), que en el año 2015 después haber hecho estudios se llegó a la conclusión: Tacna es la quinta

ciudad con mayor riesgo ambiental por el mal manejo de los residuos sólidos urbanos, según el reporte de esta entidad, en el botadero municipal de Tacna, denominado "Alto Intiorko", se vierten diariamente 280 t de basura, sin embargo, no se hace un tratamiento adecuado a esta. Después de realizada estas aclaraciones se quedó en compromisos, pero hasta el momento no se hizo nada ya que también la OEFA tiene competencia para denunciar por el presunto delito de omisión de funciones ante la Contraloría General de la República o la fiscalía, a las instituciones públicas que no cumplan con el buen manejo de los residuos sólidos urbanos.

Otra entidad que salió a reconocer sobre la contaminación ambiental fue la DIRESA (Dirección Regional de Salud Tacna), manifestó que existen problemas para el tratamiento de los residuos sólidos hospitalarios, este tipo de residuos necesita tratamiento especial, también aclaro que solo el 20% de la basura generada es declarada peligrosa, un 15% infecciosa, 4% farmacéutica y química, el 80% son consideradas normales. De acuerdo a la data se produce al día 300 kg de desechos hospitalarios en

ESSALUD, 250 kg en el Hospital Unanue, 71 kg en los 71 establecimientos de salud, 15 kg en el sector privado. Todo este residuo es arrojado de manera irresponsable en el botadero municipal, que posteriormente son manipulados por los recicladores de la zona que están expuestos a esta contaminación, y un grave riesgo para su salud.

#### **1.3.1.2. Aspecto Socio Cultural.**

La cultura del reciclaje en la población es alarmante, y la carencia de responsabilidad social de la población, desinformada sobre el grave problema de la incorrecta disposición de la basura, porque somos al fin al cabo nosotros los mega-generadores de basura en la ciudad, y no existen iniciativa propia de la población para dar solución a este problema.

#### **1.3.1.3. Aspecto Técnico.**

La provincia de Tacna carece de una planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos y relleno sanitario regulados por la normativa vigente, hoy en día existe el Botadero municipal mal llamado relleno sanitario por los municipios, ubicado en el kilómetro 7 de la carretera Tacna a Tarata,

dentro de la jurisdicción de ciudad nueva, donde llegan todos los días las compactadoras o camiones repletos de residuos orgánicos e inorgánicos y desechos que posteriormente son quemados a cielo abierto, produciendo altos índices de contaminación ambiental, administrados por la municipalidad provincial de Tacna desde el año 2009.

#### **1.3.1.4. Aspecto Institucional.**

Muchas de las instituciones públicas, el gobierno central y las municipalidades han hecho poco o nada para mejorar esta situación más que por lo económico es la falta de interés. El ministerio del ambiente (MINAM), creó en el 2008 el programa nacional denominado "Segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios", sin embargo, no todos los municipios se han afiliado, en algunos casos con poco éxito.

En el año 2009 se declaró viable el proyecto "mejora del sistema integral del manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Tacna" con un presupuesto de 21 millones 901 mil 292 nuevos soles. El proyecto planteaba desde

sensibilización hasta la disposición final de los residuos sólidos, pero hasta el momento ya se han gastado más de 10 millones de los cuales se hizo sensibilizaciones con poco éxito, de la planta solo se levantó el cerco perimétrico y aún falta culminar. Es lamentable que ya hayan pasado 7 años y no se hayan logrado nada.

La falta de comunicación y establecer mesa de diálogo entre las entidades públicas, gobierno central, gobierno regional, provincial y sus distritos para solucionar esta problemática que cada año avanza sin ningún control.

#### **1.3.1.5. Aspecto Legal.**

Pese a existir normativas nacionales la Ley General de Residuos Sólidos N° 27314, ley que establece derechos y responsabilidades de la sociedad en conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana. El cual hace caso omiso a esta ley tanto para las instituciones públicas y la población y recae más

responsabilidad a las autoridades locales. En estos años las entidades públicas como municipios están empezando esta iniciativa con poco éxito.

#### **1.3.1.6. Aspecto Económico.**

El reciclaje más allá de ser una forma de controlar y reducir la cantidad de desechos que se acumula diario en la ciudad también es una fuente de economía, que Tacna no está aprovechando, los recicladores de la ciudad según el presidente de la asociación de recicladores y acopiadores del botadero municipal Jacinto Laura Laura, informo que en Tacna solo se aprovechan el 3%, se acopian y venden una mínima cantidad de lo que se arroja al botadero, muchas de estas personas se dedican a tiempo completo ingreso que mantienen a sus familias, también acoto el presidente de la asociación de recicladores que son una asociación conformada por 80 personas aproximadamente y 30 recicladores informales un total de 110 familias cuyo sustento depende de los residuos urbanos.

Sin contar en la misma ciudad que hay cantidad de recicladores informales que buscan en las esquinas, botes de basura.

#### **1.3.1.7. Aspecto Reciclaje Industrializado.**

Si bien es cierto hay muchas personas que se dedican a la clasificación de los residuos sólidos urbanos de manera informal y puntos de acopio de estos residuos clasificados, pero donde se procesa y transforma, la materia prima del reciclaje de la ciudad de Tacna, también la provincia de Tacna carece de este tipo de infraestructura, donde la materia de prima del reciclaje ingrese a un procesamiento listo para ser usado como materia prima de fabricación de nuevos productos.

Al igual que también carece de un parque industrial dedicado netamente al reaprovechamiento de los residuos sólidos urbanos como, reutilización, reciclaje, procesamiento y fabricación de nuevos productos.

### **1.3.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.3.2.1. Pregunta General.**

¿De qué manera el proyecto de un centro sostenible de gestión integral y de reciclaje industrializado, permitirá contribuir al tratamiento integral de los residuos sólidos urbanos en la provincia de Tacna?

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.**

Las razones, la importancia y del porque se realiza la presente investigación se detalla en estos aspectos:

##### **1.4.1. MEDIO AMBIENTAL.**

La investigación se lleva a cabo por la problemática de la mala gestión de los residuos sólidos urbanos y que, en consecuencia, genera contaminación ambiental. Según la OEFA, Tacna, es una de las cinco ciudades que más basura arrojan al día, 280 t por día, esta cifra es alarmante y necesita una intervención urgente.<sup>1</sup> El ser humano siempre ha interactuado en mayor o menor grado con el medio ambiente ya que es de él de donde obtiene todos los recursos para su subsistencia. Sin embargo, en los últimos tiempos, el crecimiento de la población mundial a niveles desmedidos y el aumento con ella de las necesidades de

---

<sup>1</sup> Fuente: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)

alimentos y diversos tipos de recursos ha llevado al ser humano a generar severos daños en el medio ambiente planetario, algunos irreversibles, como el agotamiento de recursos no renovables, la contaminación de cursos de agua o del aire, la generación de gases del famoso efecto invernadero, etc.

La importancia del medio ambiente estriba en el hecho de que todas las formas de vida toman lugar en él y no en otro lugar, por lo cual su cuidado y preservación debería ser uno de los elementos primordiales de la acción humana. Hoy en día existe una conciencia cada vez más notoria sobre la relevancia de estas acciones y no sólo los individuos si no también los gobiernos y las empresas han comenzado a desarrollar actividades que tiendan a preservar o a limitar el daño sobre el medio ambiente<sup>2</sup>.

Cambio climático y emisiones de efecto invernadero: El cambio climático y emisiones de efecto invernadero nos afecta a todos. Las empresas responsables ponen en práctica acciones más allá de sus obligaciones legales para adaptarse al cambio climático y reducir sus emisiones de efecto invernadero.

---

<sup>2</sup> Fuente: Importancia, una guía de ayuda. Recuperado de: <http://www.importancia.org/medio-ambiente.php>

#### **1.4.2. SOCIAL.**

Este es un aspecto muy importante, por la relevancia que tiene la persona en el inicio del mal manejo de los residuos sólidos urbanos, su falta cultura educativa sobre el tratamiento de dichos residuos.

La misma población provoca impactos negativos, cuando su actividad produzca la generación de residuos sólidos descontrolada. Las personas responsables son aquellas que minimizan el consumo de productos, y que, los residuos producidos son reutilizados y finalmente reciclados.

#### **1.4.3. ECONÓMICO.**

Los residuos sólidos no solamente constituyen un problema de gestión integral, sino que también son un recurso que no se debe dejar de aprovechar, el desafío del futuro consiste en una explotación aún más eficaz de recurso procedentes de los residuos sólidos, y en consecuencia, en un menor impacto ambiental, lo que implica aumentar también la calidad del tratamiento de los residuos y generación de empleo<sup>3</sup>. El reciclaje es una parte muy importante el proceso de la gestión integral de

---

<sup>3</sup> Fuente: Universidad Nacional Abierta y a Distancia

residuos sólidos, ya que representa la generación de ingresos económicos, ya que es a partir de él que se puede contribuir a generar desarrollo, además, reutilizar los diferentes recursos de manera continua.

Hoy en día Tacna no aprovecha este recurso, Tacna solo aprovecha el 3%, se acopian y venden una mínima cantidad de lo que se arroja al botadero, muchas de estas personas se dedican a tiempo completo al trabajo del reciclaje, ingreso que mantiene a sus familias.

Los expertos en la materia consideran que casi todos los elementos que nos rodean pueden ser reciclados o reutilizados en diferentes situaciones, aunque algunos de ellos, por ser extremadamente descartables o por ser tóxicos no pueden ser guardados<sup>4</sup>.

#### **1.4.4. RECICLAJE INDUSTRIALIZADO.**

El reciclaje industrial es un proceso cuyo objetivo es transformar los residuos en insumos para la elaboración de nuevos productos.

---

<sup>4</sup> Fuente: Diario Correo

Esta es la última etapa para cerrar el ciclo de vida de los residuos sólidos urbanos el cual contribuiría al desarrollo económico y social de la provincia de Tacna.

Pero, además, el reciclado industrial tiene otros objetivos, tales como: optimizar el uso de materiales potencialmente útiles, realizar un uso más racional de las materias primas, reducir el uso de energía, reducir la contaminación del aire y del agua, disminuir las emisiones de gases, etc.

En un sentido más estricto, el reciclaje es un componente clave en la reducción de desechos, constituyendo el tercer componente de las denominadas 3R (Reducir, Reutilizar, Reciclar). En tal sentido, reciclar implica recuperar desechos que luego sufrirán algún tipo de transformación para, finalmente, reingresar en el proceso industrial<sup>5</sup>.

## **1.5. LIMITACIONES.**

Durante el proceso de recopilación de información para la presente investigación, surgieron las siguientes limitaciones:

---

<sup>5</sup> Fuente: Las tres R (reducir, reutilizar, reciclar) de la ecología en el ámbito del reciclado industrial. Recuperado de: <http://www.recicladoindustrial.com/>

#### **1.5.1. INSTITUCIONAL.**

La falta de apoyo y disponibilidad por parte de las entidades públicas como la municipalidad provincial de Tacna, y las distritales, en brindar información para tener un mejor alcance de análisis.

#### **1.5.2. TIEMPO.**

El tiempo destinado para la presente tesis, se estima que se culminará en un plazo de cuatro meses, pero por la magnitud de la intervención del análisis, probablemente tome más tiempo.

#### **1.5.3. EN LA ZONA DE INTERVENCIÓN.**

Lo difícil que es ingresar a la zona de prácticas de maniobras militares y limite comprende la zona de intervención por zonas pecuarias que restringen en ciertos puntos para el acceso de la intervención.

#### **1.5.4. NORMATIVO.**

El incumplimiento de las leyes y normativas establecidas, por las instancias correspondientes como gobiernos locales, gobiernos regionales y la deficiente fiscalización de las instituciones

competentes al respecto de la gestión integral y sostenible de los residuos sólidos urbanos.

## **1.6. OBJETIVOS.**

### **1.6.1. OBJETIVO GENERAL.**

Proyectar un centro sostenible de gestión integral y de reciclaje industrializado, que permitirá contribuir al tratamiento integral de los residuos sólidos urbanos en la provincia de Tacna.

### **1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Proyectar un equipamiento urbano – arquitectónico y sostenible, para el tratamiento integral de los residuos sólidos urbanos orgánicos e inorgánicos.
- Gestionar integralmente el tratamiento de los residuos sólidos urbanos, desde su generación hasta su disposición final.
- Reciclar industrialmente los residuos sólidos urbanos, para su reutilización y reaprovechamiento.
- Determinar las características y generación de los residuos sólidos urbanos en la provincia de Tacna.

- Evaluar la gestión integral actual en materia de manejo y control de los residuos sólidos urbanos en la provincia de Tacna.

## **1.7. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.**

### **1.7.1. HIPÓTESIS GENERAL.**

Si se proyecta el centro sostenible de gestión integral y de reciclaje industrializado, entonces se contribuirá al tratamiento integral de los residuos sólidos urbanos en la provincia de Tacna.

## **1.8. VARIABLES E INDICADORES.**

### **1.8.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.**

Centro sostenible de gestión integral y de reciclaje industrializado.

#### **1.8.1.1. Conceptualización de variable.**

Establecimiento o infraestructura técnica que brinda, servicio de tratamiento integral y reciclaje industrializado de los residuos sólidos, fundamentada en la actividad industrial, que comprende espacios para la separación y clasificación, procesamiento industrial, conversión biológica y almacenamiento, aptos ambientes para la

sensibilización y capacitación de los usuarios, así como para actividades de administración y monitoreo, contando con los ambientes y áreas sustentadas según la normatividad y seguridad y que responde a un partido arquitectónico.

#### **1.8.1.2. Indicadores de la variable independiente.**

- Infraestructura de gestión integral y de reciclaje industrializado.
- Espacios de separación y clasificación.
- Espacios de procesamiento industrial.
- Espacios de conversión biológica.
- Espacios de almacenamiento.
- Ambientes de sensibilización y capacitación.
- Ambientes de administración y monitoreo.
- Ambientes y áreas de infraestructura.
- Normatividad y seguridad.

#### **1.8.2. VARIABLE DEPENDIENTE.**

Residuos sólidos urbanos.

##### **1.8.2.1. Conceptualización de variable.**

Identificar y reconocer los residuos sólidos urbanos en la provincia de Tacna, determinando sus características, tanto por su fuente generadora como por su composición biológica, así como la cantidad de generación de dichos residuos, garantizando su posterior tratamiento y calidad de servicio.

#### **1.8.2.2. Indicadores de la variable dependiente.**

- Residuos sólidos según fuente generadora.
- Residuos sólidos según composición biológica.
- Generación de residuos sólidos.
- Residuos sólidos tratados.
- Calidad de servicio.

### **1.9. METODOLOGÍA E INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN.**

#### **1.9.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

El tipo de investigación a emplearse es la APLICADA, pues se busca confrontar la teoría con la realidad, apoyándose de los descubrimientos y avances de la investigación pura para su utilización práctica, de tal forma que, la investigación aplicada

busca conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar.

El diseño de investigación a utilizarse será la DESCRIPTIVA TRANSVERSAL NO EXPERIMENTAL, puesto que, se tiene como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población. Así, con tal descripción, nos permitirá generar una imagen de la situación actual de la realidad existente.

#### **1.9.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.**

Es aquel conjunto de casos que concuerdan con determinadas especificaciones. Dicho lo anterior, la población está comprendida por los habitantes de la Provincia de Tacna, principalmente aquellos involucrados con el manejo de los residuos sólidos urbanos, conformado por vendedores (recicladores), compradores, autoridades y personal del gobierno local, instituciones con competencia al manejo de residuos sólidos. Para la presente investigación, se hará uso de la tabla de Fisher – Arkin – Coltón, por tanto, se tiene una población de 316 964 habitantes (INEI, 2015).

La muestra es el subgrupo extraído de la población ya establecida, así, tenemos como muestra probabilística al subgrupo seleccionado aleatoria o mecánicamente de acuerdo a las características de esta (manejo de residuos urbanos) y que sea representativa de la misma. Definido el universo de la población y aplicando la tabla de Fisher – Arkin – Coltón, nos da como resultado 100 muestras con un margen de error de +-10%.

Posteriormente se identifican los actores que conforman la muestra:

- Los recicladores.
- La industria.
- La comunidad.
- Los comerciantes.
- El Estado.
- El aparato educativo.

### **1.9.3. TÉCNICA E INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN.**

Las técnicas a emplearse para abordar y dar solución a la problemática planteada son:

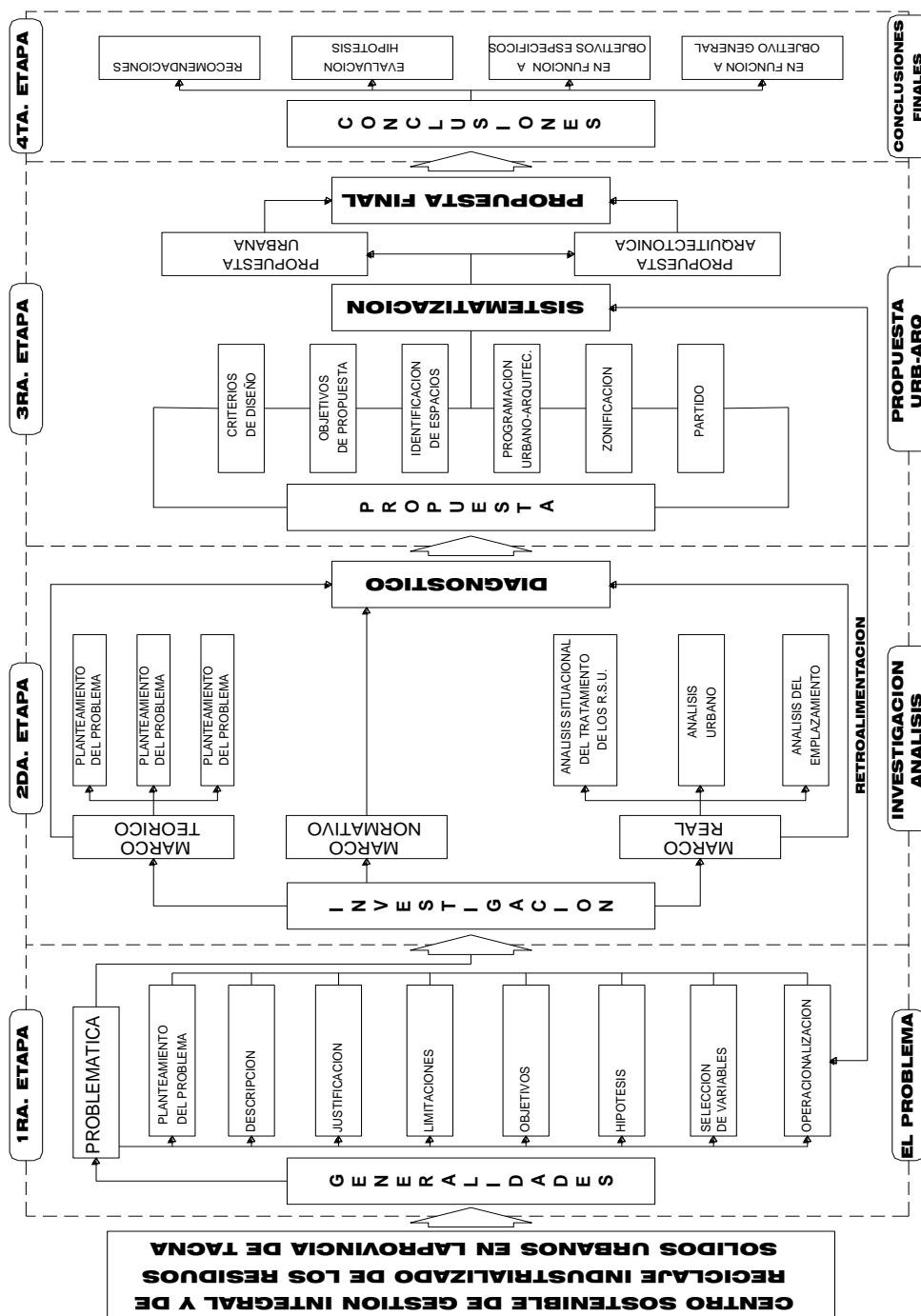
- La inspección y observación de campo in situ en el contexto físico de estudio.
- Recolección de datos.
- La entrevista estructurada.
- La encuesta realizada a la muestra determinada.

Para la medición de las variables se dispondrá de los siguientes instrumentos:

- Fichas Técnicas.
- Banco de datos.
- Planes Urbanos.
- Indicadores estadísticos.
- Planos.
- Imágenes satelitales.
- Imágenes en campo.

## 1.10. ESQUEMA METODOLÓGICO

Imagen 1. Esquema metodológico



Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.**

### **2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.**

Son todos aquellos trabajos de investigación que preceden al que se está realizando, pero que además guarda relación con los objetivos del estudio que se aborda.

2.1.1. TÍTULO: tesis “Reciclaje Sistémico – Instalaciones de tratamiento y disposición final de los residuos urbanos de Arequipa Metropolitana”.

AUTOR: Bach. Arq. Carlos Antonio Alonso Bartesaghi Koc

FECHA: 2011

UBICACIÓN: El proyecto se ubica en el departamento de Arequipa, provincia de Arequipa, distrito de Yura, a la altura del kilómetro 20, margen derecha de la carretera Arequipa Yura. El área se ubica en una planicie bordeada por la naciente de la quebrada buena vista Quebrada Honda, rodeada por elevaciones pertenecientes al cerro cortaderas.

Resumen del proyecto:

El proyecto consiste en determinar la ubicación de las instalaciones de tratamiento y disposición final de los residuos urbanos, además programar las fases de desarrollo durante su tiempo de vida, definiendo los métodos de cobertura, instalaciones de recuperación de gases y lixiviados, así como futuras actividades que habrán de desarrollarse en estas grandes extensiones de terreno.

Estas actividades involucran la creación campos feriales, zonas de recreación pasiva el aire libre, museos, exhibiciones de maquinaria o tecnología usada en las propias instalaciones industriales deportes de aventura, y/o otras actividades que van acompañadas de una propuesta específica de flora y fauna, estratégicamente localizadas según las condiciones presentes en el área. Todo esto acompañado de un paisaje ecológicamente sostenible y reparador.

PLANIMETRÍA GENERAL DE LA PROPUESTA

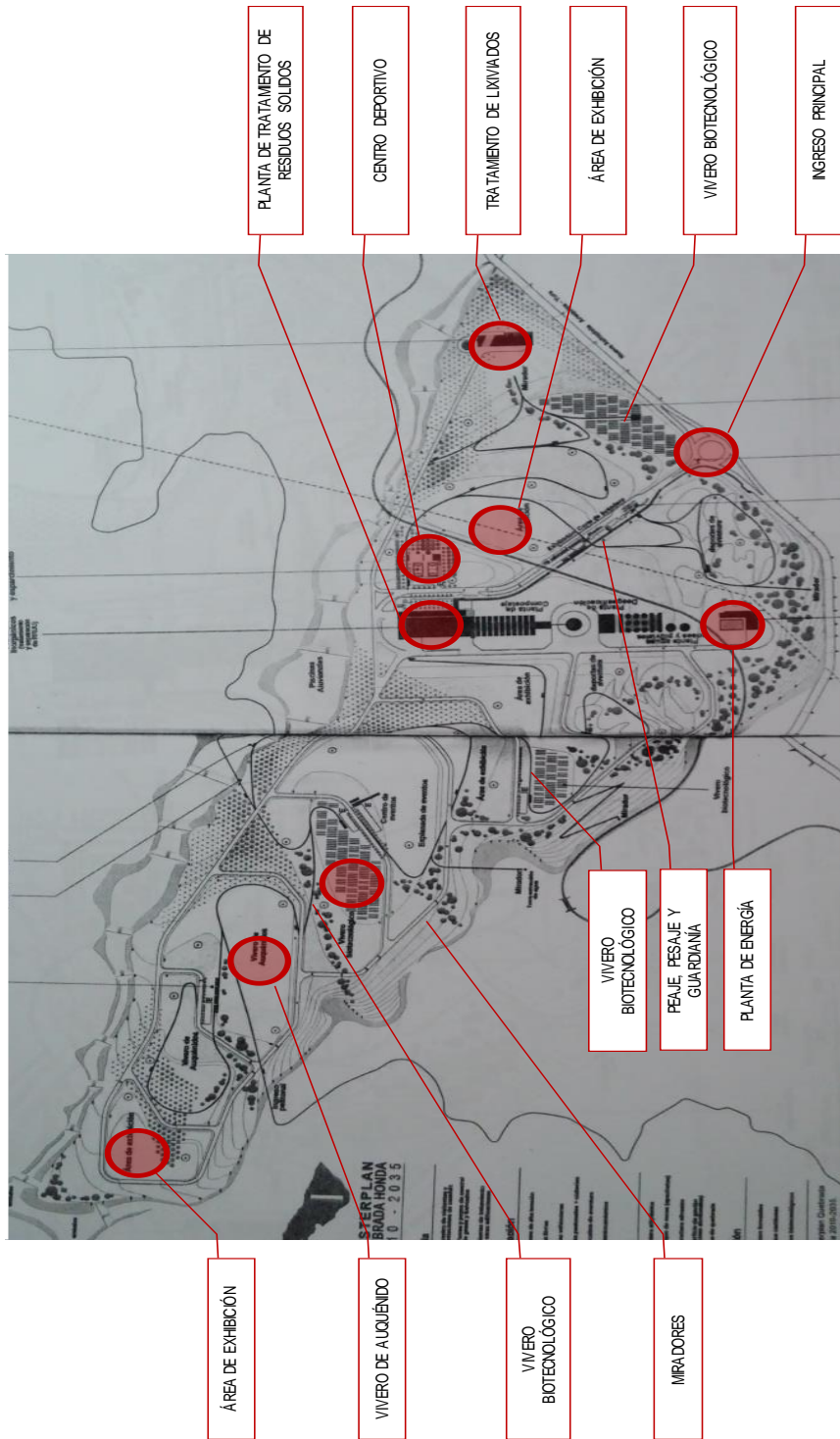
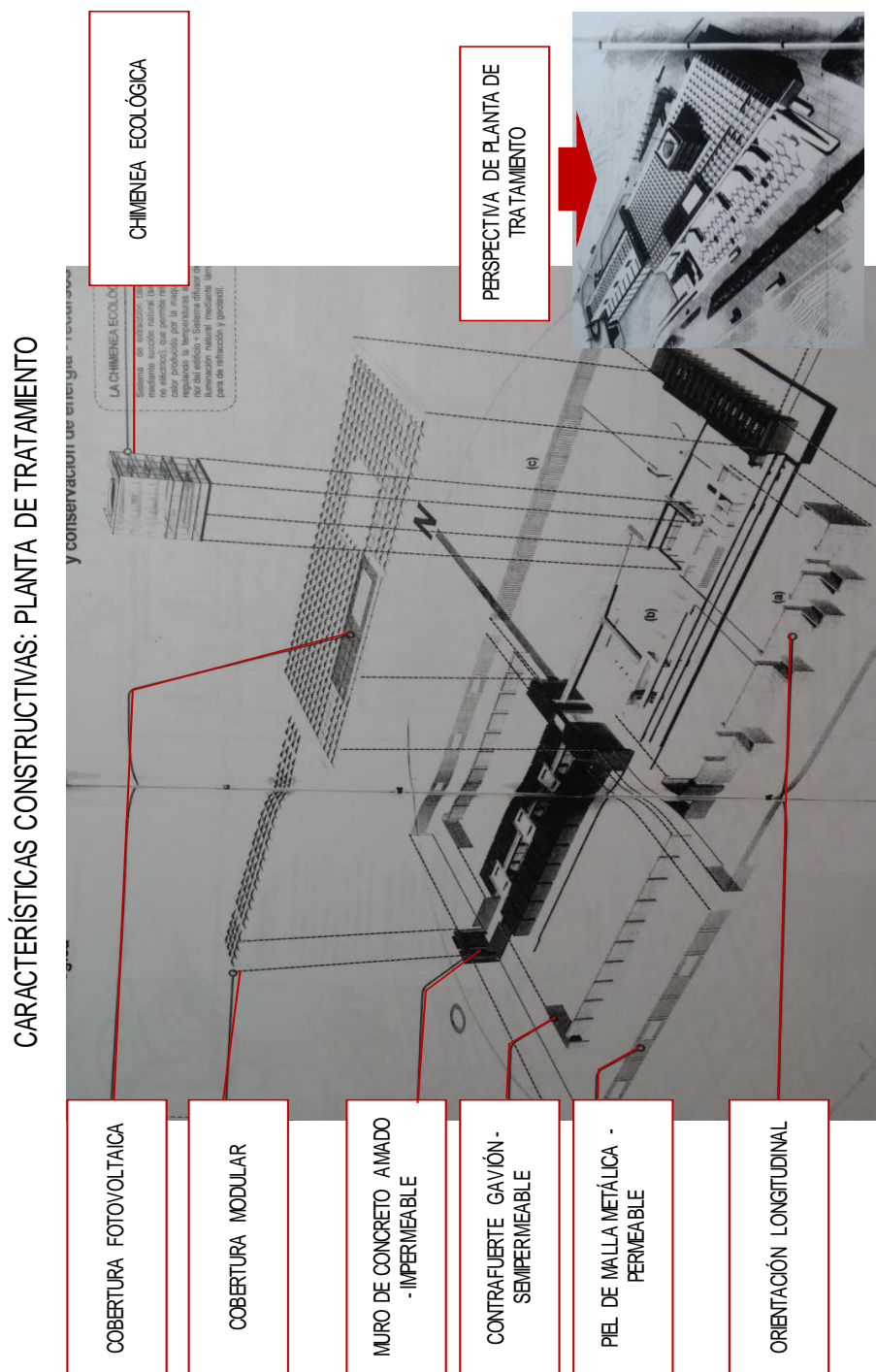


Imagen 2. Esquema de planimetría general

Fuente: UNSA

Imagen 3. Esquema de propuesta arquitectónica



Fuente: UNSA

2.1.2. TÍTULO: tesis “Planta de Reciclaje y Procesamiento para Residuos Sólidos Urbanos en la Provincia de Tacna – 2016”.

Autor: Nieves Esmeralda Limache Quispe

Fecha: 2016.

Síntesis de la investigación:

Tesis desarrollada en la universidad privada de Tacna UPT facultad de arquitectura y urbanismo, donde propone una planta de tratamiento selección del material orgánico e inorgánico ubicado en el sector norte de la ciudad de Tacna, aledaña con la carretera panamericana sur, con un retiro de 500 m . Emplazado en la zona desértica del nor-este de la ciudad de Tacna.

2.1.3. TÍTULO: “Plan director año 2001-2010”.

Autor: Equipo técnico de la de la municipalidad provincial de Tacna.

Fecha: año 2001.

Síntesis de la investigación:

Hicieron una breve investigación sobre el tema gestión integral de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Tacna, llegando

como diagnóstico de elaboración de un proyecto donde contemple planes sociales y construcción del relleno sanitario.

2.1.4. TÍTULO: Estudios de pre inversión a nivel perfil “Mejoramiento de la gestión integral de los residuos sólidos municipales en el distrito de Tacna y la disposición final de los residuos municipales en la ciudad de Tacna, provincia de Tacna, departamento de Tacna”.

Autor: Equipo Técnico de la Unidad Formuladora de la Municipalidad Provincial de Tacna.

Fecha: octubre 2007.

Síntesis de la investigación:

Se hizo un análisis de investigación detallado de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos llegando a la conclusión de que debería ejecutarse un proyecto que contemple desde sensibilización a población en relación del manejo de los residuos sólidos hasta la ejecución del proyecto del relleno sanitario.

2.1.5. TÍTULO: Aprobación de proyecto “Mejora del sistema integral del manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Tacna”.

Autor: Equipo técnico de municipalidad provincial de Tacna.

Fecha: aprobación año 2010.

Síntesis de la investigación:

Actualmente se encuentra delimitada por un cerco perimétrico donde se efectuará el Proyecto de Inversión “Mejora del Sistema Integral del Manejo de los Residuos Sólidos en la ciudad de Tacna”, PIP con código SNIP 27 105 en estado de factibilidad. Aprobada y un presupuesto de S/. 21 901 292,00<sup>6</sup>.

2.1.6. TÍTULO: Proyecto mejoramiento del servicio de ordenamiento territorial en la provincia de Tacna. Convenio de asistencia técnica para la formulación del plan de acondicionamiento territorial y del plan de desarrollo urbano.

Título: “Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Tacna 2015-2025”.

Autor: asistencia técnica PAT-PDU/MPT.

Fecha: año 2015.

Síntesis de la investigación:

Se hace breve análisis situacional del actual manejo de los residuos sólidos urbanos diagnosticando la recuperación de la zona destinada como relleno sanitario.

---

<sup>6</sup> Fuente: Plan de Desarrollo Urbano de Tacna, 2014-2023

## **2.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.**

La situación del manejo de los residuos sólidos – urbanos en el Perú es uno de los problemas principales de sus ciudades. Esta problemática está asociada al aumento del volumen de estos, al desarrollo de las zonas urbanas, la escasez de recursos para financiar los servicios públicos y fundamentalmente al avance tecnológico, el cual se debe en gran parte a la actividad empresarial que se encuentra concentrada en las ciudades.

En el Perú, desde el año de 1998, se inició el proceso de ordenamiento y actualización de su legislación ambiental, esto ha permitido la elaboración y aprobación de normas legales que permitan generar los lineamientos programáticos para la solución de la problemática generada por el crecimiento y acumulación de residuos sólidos urbanos, es así, que el 20 de julio de 2000 se aprueba la primera Ley General de Residuos Sólidos la ley 27314, cuatro años después el 24 de julio de 2004 se aprueba su reglamento según D.S. 057-2004/PCM, luego el 28 de junio de 2008 se publicó el D.L. 1065, que modifica la ley 27314<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Perú. Ministerio del Ambiente (2009). Informe Anual de Residuos Sólidos Municipales en el Perú, Gestión 2008. Lima.

Finalmente, a nivel local, en Tacna, se aprobó la Política Ambiental Local mediante Ordenanza Municipal O.M. N° 038-06, que tiene entre sus lineamientos, ejecutar, implementar y monitorear el cumplimiento del Plan Integral de Gestión Integral Ambiental de los Residuos Sólidos<sup>8</sup>.

## **2.3. BASES TEÓRICAS.**

### **2.3.1. CENTRO SOSTENIBLE DE GESTIÓN INTEGRAL Y DE RECICLAJE INDUSTRIALIZADO.**

#### **2.3.1.1. Planta de tratamiento y procesamiento de residuos sólidos.**

Son instalaciones que permiten realizar una eficiente separación, tratamiento y transformación de los residuos sólidos urbanos, tanto por su fuente generadora como por su composición biológica, extrayendo y recuperando de ella los materiales reciclables para su procesamiento y comercialización, así como la utilización de los residuos orgánicos seleccionados como abono para la agricultura.

---

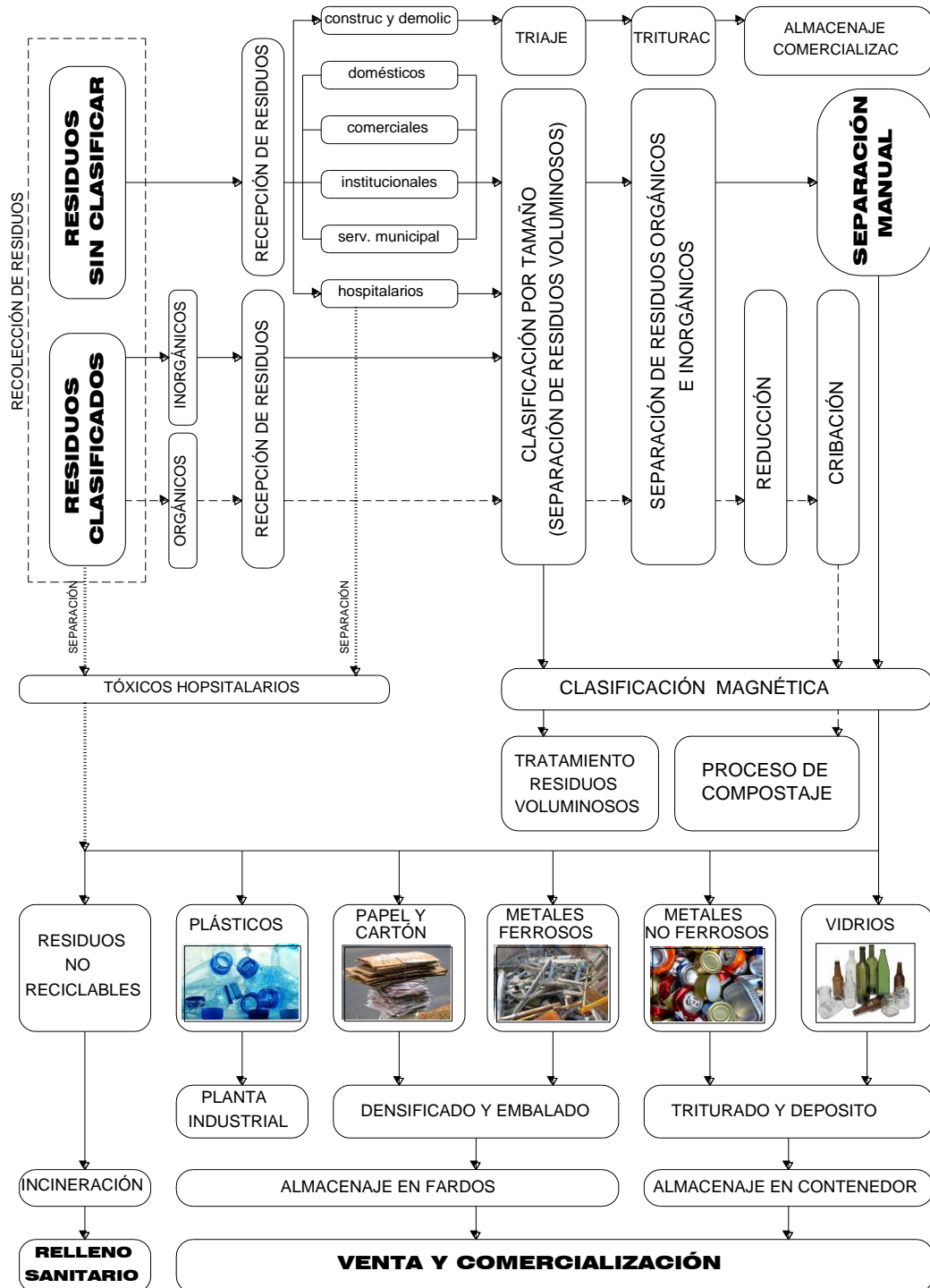
<sup>8</sup> Perú. Municipalidad Provincial de Tacna (2006). Ordenanza Municipal 0038-06 Política Ambiental Local de la Provincia de Tacna. Tacna.

Todo el procedimiento que ejecuta la planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos se clasifica en los siguientes niveles:

- Sistema de recojo de los residuos sólidos.
- Separación y clasificación de residuos sólidos.
- Procesamiento industrial de residuos clasificados.
- Conversión biológica de residuos orgánicos.
- Conversión térmica de residuos no reciclables.
- Almacenamiento y comercialización de materiales recuperados.

Diagrama de flujo del proceso de tratamiento de residuos sólidos.

Gráfico 1. Diagrama modelo del proceso de clasificación de residuos sólidos



Fuente: Elaboración Propia

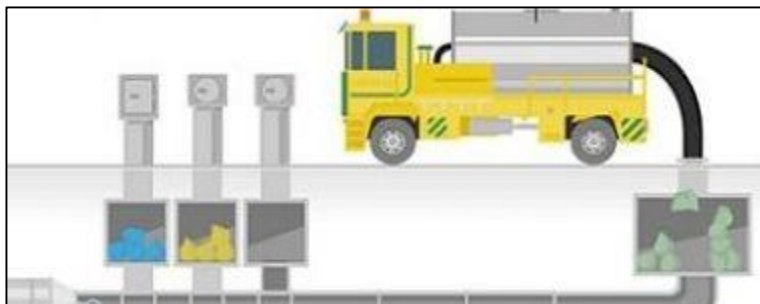
#### **2.3.1.2. Sistema de recolección de residuos sólidos.**

Es la fase en la cual los camiones contenedores se encargan del transporte de los residuos sólidos desde los puntos de acopio públicos, hasta las instalaciones de tratamiento o centros de disposición final. Es un proceso complejo, dado porque, la expansión urbana, implica un incremento de la generación de residuos sólidos, sumado al poco respeto de los puntos de acopio para el despisto de los desechos o a la inexistencia de estos. Se describen las modalidades de acopio.

- Acopio selectivo por transporte neumático.

Disposición y recojo de los residuos o materiales In Situ, por tanto, su recogida se realiza en el mismo lugar de generación y en contenedores especiales. Por otro lado, se emplea transporte neumático para trasladar los residuos a contenedores más amplios para luego ser transportados por camiones especiales a las instalaciones de tratamiento.

Imagen 4. Sistema neumático de disposición de residuos sólidos



Fuente: EROSKI CONSUMER

- Acopio selectivo en puntos de acopio común.

El depósito de los residuos sólidos se realiza en contenedores diseñados y emplazados convenientemente en puntos críticos para uso público. Luego, estos residuos son recogidos por camiones especiales y son transportados hasta las instalaciones de tratamiento y disposición final<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Bartesaghi, C. (2011). Reciclaje Sistémico – Instalaciones de tratamiento y disposición final de los residuos urbanos de Arequipa Metropolitana (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. Pág. 75

Imagen 5. Vehículo de recolección selectiva



Fuente: San Juan, reciclados y demoliciones

- Acopio selectivo en puntos de acopio común.

Este tipo de acopio se diferencia de los anteriores, porque no existe ningún tipo de clasificación de los residuos sólidos, implica que los desechos son almacenados en bolsas o recipientes de reducida capacidad y en cualquier punto de las calles.

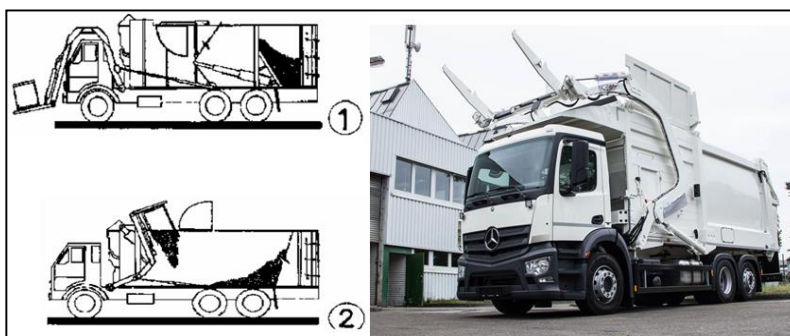
### **Transporte de los residuos sólidos.**

Son aquellos medios, mecanismos, accesorios empleados para el traslado de los residuos sólidos desde su acopio hasta su destino, ya sea las instalaciones de tratamiento o disposición final. Algunos sistemas de transporte son:

- Transporte desde puntos de acopio.

El sistema de contenedores, son enviados al lugar mismo de la evacuación de los residuos, se vacían y regresan a otras localizaciones, ideal para recolección en lugares de alta generación de residuos, ya que utilizan contenedores grandes, ahorrando tiempo de manipulación y almacenamiento.

Imagen 6. Camión eleva - compactador



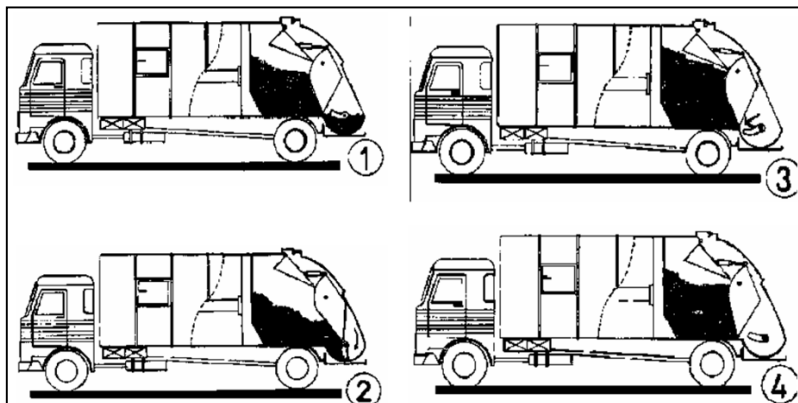
Fuente: Municipal, Trucks & Equipment

El sistema de caja fija, en el cual, los contenedores permanecen en los mismos puntos de generación. Generalmente se emplean camiones compactadores de alimentación manual, el más utilizado en el Perú, la mayoría de estos camiones tienen incorporado en su interior un sistema de compactación<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Bartesaghi, C. (2011). Reciclaje Sistémico – Instalaciones de tratamiento y disposición final de los residuos urbanos de Arequipa Metropolitana (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. Pág. 76

Imagen 7. Fases de compactación



Fuente: Estructplan

Imagen 8. Camiones compactadores de residuos sólidos



Fuente: municipal, Trucks & Equipment

### 2.3.1.3. Separación y clasificación de residuos sólidos.

La separación propiamente dicha de los residuos sólidos urbanos puede llevarse a cabo de manera mecánica o manual, según la cantidad de residuos a tratar, se instala el equipo especializado requerido y contrata el personal operario calificado para manejar el equipo con que cuenta la planta de tratamiento.

En ellas se ubican las instalaciones que cumplen las siguientes funciones:

- Recepción de residuos.

Son fosas en los cuales se depositan los residuos sólidos urbanos por parte de los camiones de recojo de basura desde los puntos de acopio, posteriormente son recogidos por una grúa que las transportara por fajas hacia la etapa siguiente del proceso.

- Disminución de tamaño.

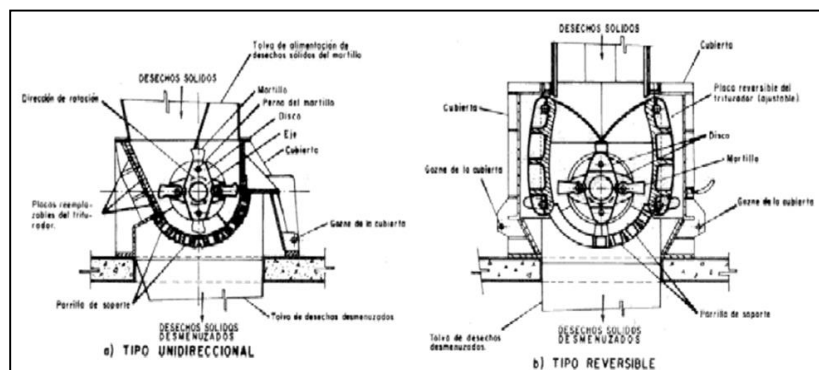
En esta etapa se reduce el tamaño de los residuos sólidos urbanos por medio de operaciones mecánicas de trituración, en este punto se pretende conseguir la reducción razonable y uniforme de los materiales en comparación a su composición original.

Algunos de los equipos requeridos son:

- Molinos de martillo.

Equipo compuesto por martillos mediante un eje que gira a velocidad, los residuos son golpeados hasta aplastarlos y se obtiene la materia reducida<sup>11</sup>.

Imagen 9. Corte esquemático de molino de martillo



Fuente: Desechos sólidos, principios de ingeniería y administración

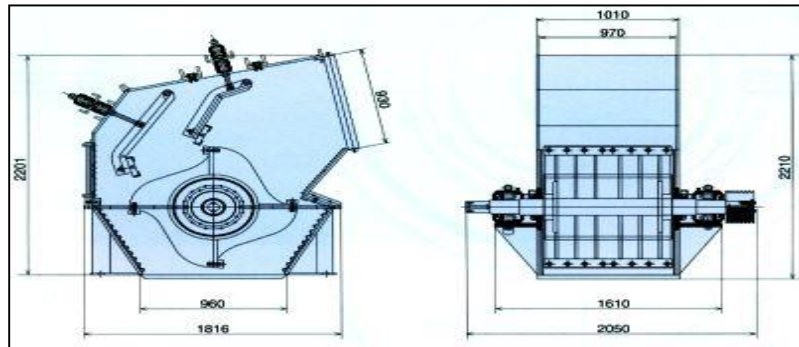
- Molinos batientes

Este tipo de molino produce trituración gruesa al estar sus martillos más separados<sup>12</sup>.

<sup>11</sup> TYMSA. (2012). Molinos. Hidalgo, México. Trituración y Molienda S.A. Recuperado de: <http://www.trituracionymolienda.com/Molinos.html>

<sup>12</sup> Bartesaghi, C. (2011). Reciclaje Sistémico – Instalaciones de tratamiento y disposición final de los residuos urbanos de Arequipa Metropolitana (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. Pág. 87

Imagen 10. Corte esquemático de molino batiente

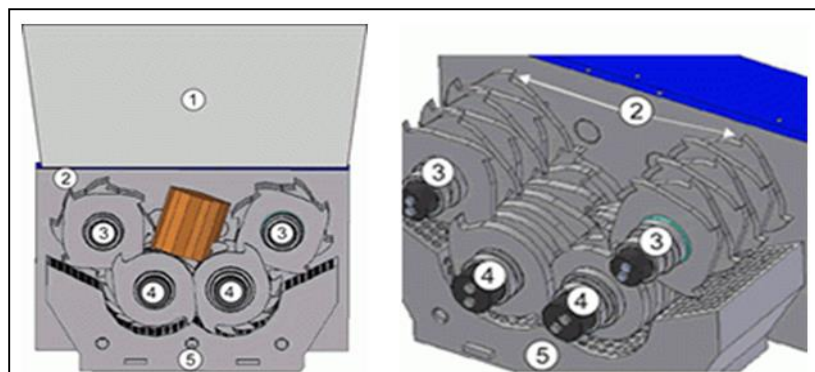


Fuente: Manfredini & Schianchi

- Trituradoras cortantes.

Realizan acciones de tijera para su operación, las cuchillas giran en sentido contrario, son dispositivos de baja velocidad<sup>13</sup>.

Imagen 11. Cuchillas para la trituración



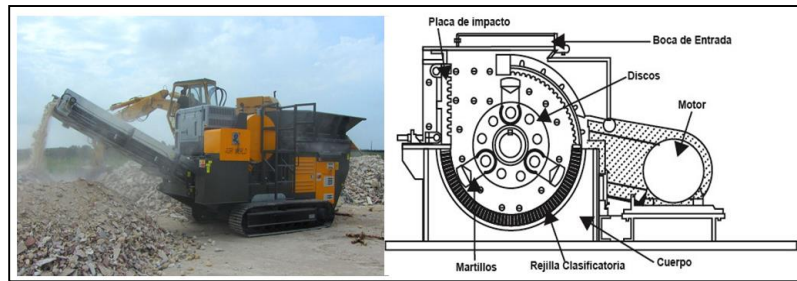
Fuente: Reciclar.biz

<sup>13</sup> UNAD-Universidad Nacional Abierta y a Distancia (2011). Lección 19. Triturado y Molido. Bogotá, Colombia Recuperado de: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358012/ContLin/leccin\\_19\\_triturado\\_y\\_molido.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358012/ContLin/leccin_19_triturado_y_molido.html)

- Cubas trituradoras.

Presenta las mismas características que los molinos de martillo con la diferencia de que es móvil, puede desplazarse de lugar<sup>14</sup>.

Imagen 12. Trituración In Situ de residuos



Fuente: Agriworld

- Clasificación por tamaño.

La clasificación por tamaño o cribado implica la separación de una mezcla de materiales de tamaños distintos en dos o más fracciones de tamaños semejantes y homogéneos mediante el uso de una o más superficies de criba (coladores), que se utilizan como tamaños de selección. Puede emplearse antes o después de la trituración de los residuos, así como

<sup>14</sup> EUETI – Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial. (2005). Tratamiento de Residuos. Gestión de residuos, separación y reciclaje. Recuperado de: [http://eueti.uvigo.es/files/material\\_docente/1862/tema2separacionyreciclaje2parte.pdf](http://eueti.uvigo.es/files/material_docente/1862/tema2separacionyreciclaje2parte.pdf)

también para procesos de compostaje. Dentro de sus aplicaciones tenemos:

- Separación de materiales grandes y pequeños.
- Separación de residuos en combustibles ligeros y pesados.
- Recuperación de papel, plásticos y otros materiales como vidrios y metales.
- Separación de rocas y otros escombros grandes a partir de tierra excavada.
- Separación de materiales gruesos a partir de cenizas de incineración.

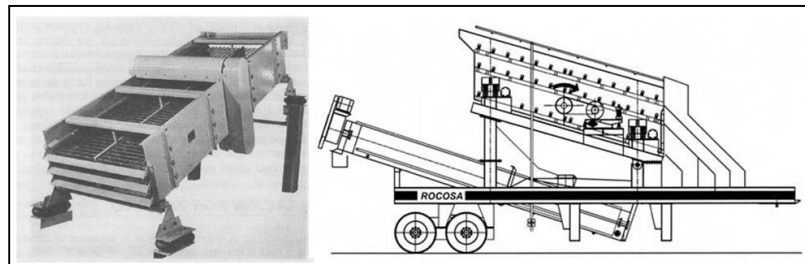
Para la operatividad de la clasificación de residuos se necesitan equipos como:

- Cribas vibratorias.

En él se separan los residuos pequeños una vez clasificados en origen y no seleccionados, pueden ser vibratorias de forma vertical o longitudinal. Para los

residuos se emplean cribas vibratorias inclinadas con movimiento vertical<sup>15</sup>.

Imagen 13. Vista y esquema de criba vibratoria



Fuente: Rocosa.com

- Cribas giratorias.

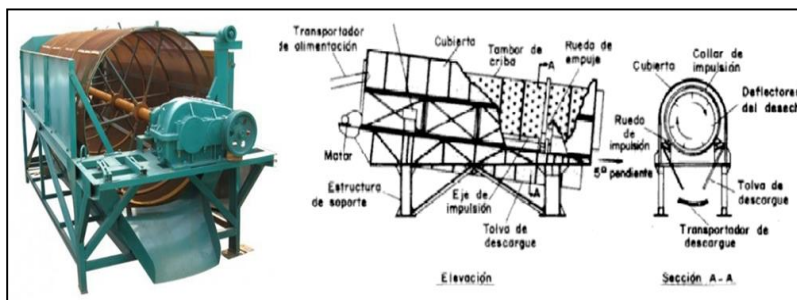
De uso más común, también llamado trómel, presentan una estructura de tambor giratorio y se emplea para fraccionar materiales en tamaños distintos<sup>16</sup>.

---

<sup>15</sup> Tchobanoglous, G., Theissen, H., Eliassen, R. (1982). Desechos Sólidos, Principios de Ingeniería y Administración. Recuperado de: <http://www.bvsde.paho.org/acrobat/desecho2.pdf>

<sup>16</sup> Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2010). Limpieza de granos. Recuperado de: [http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/Limp-granos\\_tcm7-342509.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/Limp-granos_tcm7-342509.pdf)

Imagen 14. Modelo de criba giratoria

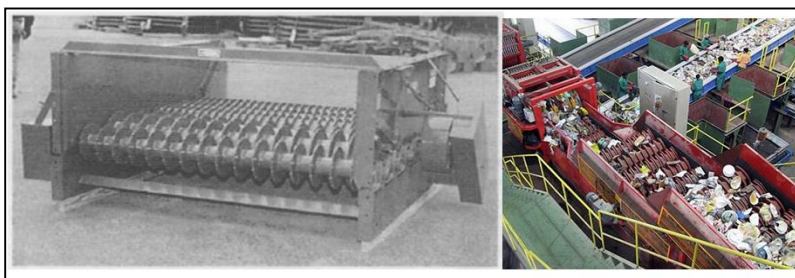


Fuente: Desechos sólidos, principios de ingeniería y administración

- Cribas de disco.

Se compone por ejes horizontales paralelos con disco dentados. Los residuos pequeños recorren el espacio entre discos y los materiales gruesos por encima de estos<sup>17</sup>.

Imagen 15. Funcionamiento de cribas de disco



Fuente: Ritorna Medio Ambiente

- Clasificación por densidad.

<sup>17</sup> Bartesaghi, C. (2011). Reciclaje Sistémico – Instalaciones de tratamiento y disposición final de los residuos urbanos de Arequipa Metropolitana (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. Pág. 91

En función al peso de los residuos a través de corrientes de aire, se separan los materiales ligeros como los plásticos y papeles de los materiales pesados como los metales. Su uso también se emplea para la clasificación de residuos orgánicos de los inorgánicos, así mismo, para separar vidrios y plásticos<sup>18</sup>.

Para el funcionamiento de este sistema se requiere:

- Clasificador neumático.

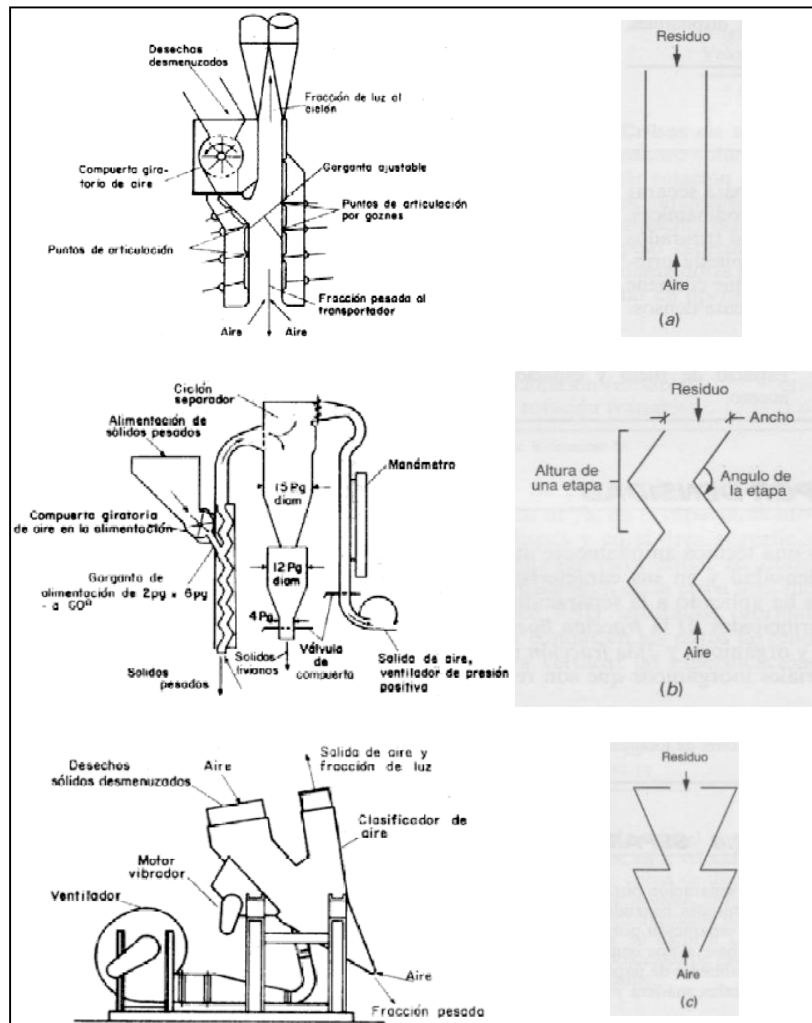
Los residuos caen por un conducto vertical, a través de ella sube al aire que se emplea para el transporte de materiales más ligeros hacia arriba y los materiales más pesados hacia abajo<sup>19</sup>.

---

<sup>18</sup> SmartCrush. (2010). Clasificación Neumática. Boadilla del Monte. Madrid, España. Recuperado de: <http://www.smartcrush.es/clasificacion-neumatica/>

<sup>19</sup> UNAD-Universidad Nacional Abierta y a Distancia (2011). Lección 17. Separación por densidad. Bogotá, Colombia Recuperado de: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358012/ContLin/leccin\\_17\\_separacin\\_por\\_densidad.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358012/ContLin/leccin_17_separacin_por_densidad.html)

Gráfico 2. Modalidades de clasificadores neumáticos

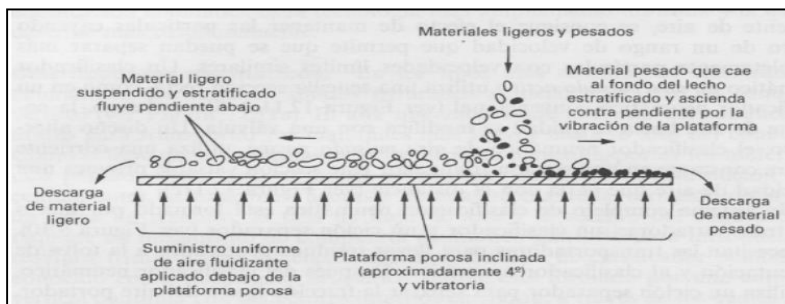


Fuente: Desechos sólidos, principios de ingeniería y administración

- Stoner.

Se usan para separar la grava pesada de los residuos orgánicos para luego fraccionarlas en menor tamaño en el trómel.

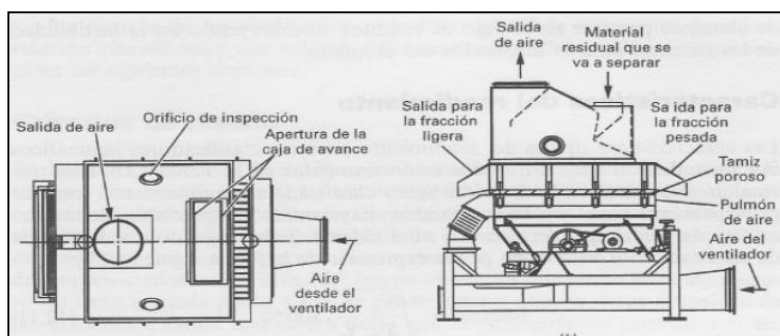
Gráfico 3. Esquema típico de funcionamiento de un stoner



Fuente: Desechos sólidos, principios de ingeniería y administración

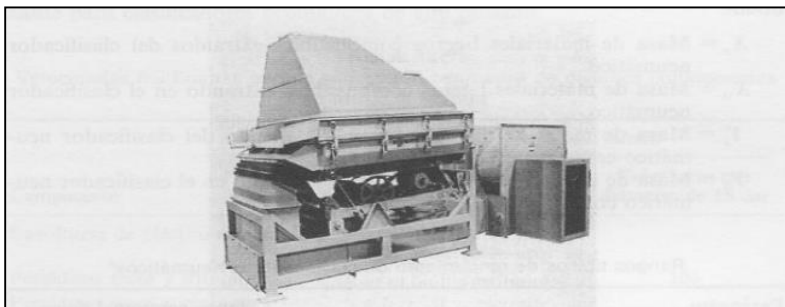
Generalmente se compone por una parrilla porosa vibratoria que por medio de ella se sopla el aire, esta parrilla realiza la acción vibratoria en sentido ascendente y el line recta.

Gráfico 4. Estructura de un stoner



Fuente: Desechos sólidos, principios de ingeniería y administración

Imagen 16. Vista de modelo de stoner



Fuente: Triple/S Dynamics Systems, Inc.

- Clasificación magnética.

Este proceso se usa para separar los materiales féreos de los no féreos. Su funcionamiento está basado en las propiedades magnéticas de los residuos. En este tipo de procesos ingresan por ejemplo las latas de aluminio y hojalata, los cuales son separados<sup>20</sup>.

Modalidades de clasificación magnética:

- Clasificación magnética pura.

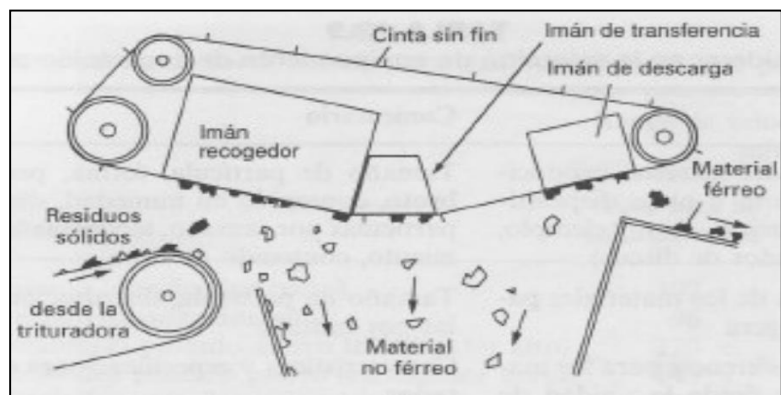
Sistema que usa variedades de imanes de configuración según el uso requerido. Consiste en la rotación de varias cintas y una faja transportadora al

---

<sup>20</sup> UNAD-Universidad Nacional Abierta y a Distancia (2011). Lección 18. Separación magnética y por campo eléctrico. Bogotá, Colombia Recuperado de: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358012/ContLin/leccin\\_18\\_separacin\\_magntica\\_y\\_por\\_cam\\_po\\_elctrico.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358012/ContLin/leccin_18_separacin_magntica_y_por_cam_po_elctrico.html)

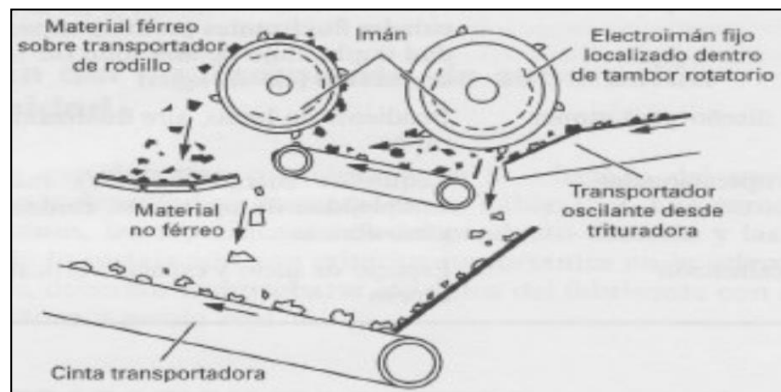
final. El imán atrae los metales y pasa a través de la cinta hacia una zona sin magnetismo, el material no metálico cae libremente en la cinta transportadora<sup>21</sup>.

Gráfico 5. Sistema de clasificación magnética tipo cinta



Fuente: Desechos sólidos, principios de ingeniería y administración

Gráfico 6. Sistema de clasificación magnética tipo dos tambores



Fuente: Desechos sólidos, principios de ingeniería y administración

- Clasificación electrostática.

<sup>21</sup> Soto, J. (2014). Alternativas de recogida, tratamiento y eliminación de residuos sólidos urbanos (tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Valencia, España. Pág. 72

Ideal para la clasificación de residuos no conductores de los conductores.

- Densificación.

La densificación es el proceso de compactación de los residuos sólidos que busca reducir los espacios vacíos entre estos, de esta manera se incrementa la densidad de estos para reducir su volumen y optimizar el espacio que ocupan. Con la densificación se facilitan los trabajos de almacenamiento y transporte de los materiales. Entre sus modalidades tenemos:

- Embaladoras.

Se encargan de reducir el volumen de los residuos para un fácil almacenamiento, al incrementar la densidad de los materiales reduce costos de transporte. Los residuos que son embalados con más frecuencia son: el papel, el cartón, plásticos, latas de hojalata y aluminio. Rinden aproximadamente por promedio 16 t/h .

Imagen 17. Embaladora para la densificación de residuos

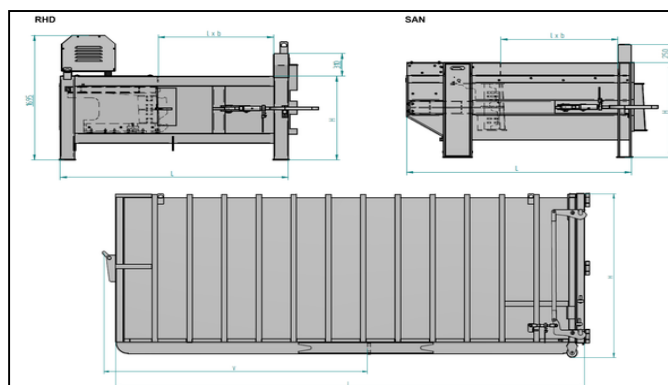


Fuente: Ambisont Recycling

- Compactadoras estacionarias.

Es una maquina compactadora fija al suelo, que permite compactar los residuos sólidos, reduciendo su volumen y almacenándolos en un contenedor cerrado, para luego ser evacuados a su destino según sea el caso<sup>22</sup>.

Gráfico 7. Estructura de compactadora estacionaria



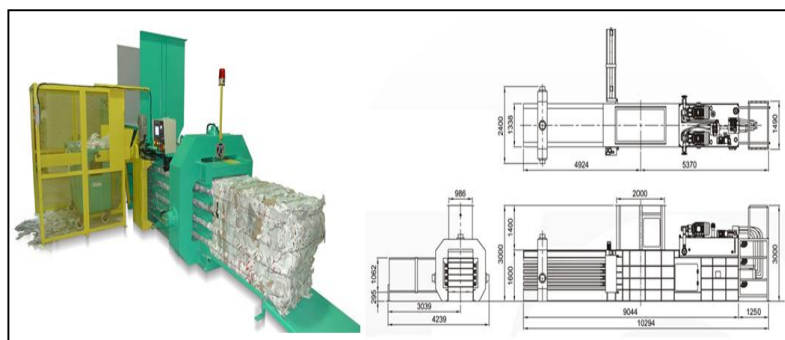
Fuente: Presto GmbH & Co. KG

<sup>22</sup> AVERMANN Maschinefabrik GmbH & Co KG (2012). Prensas compactadoras a tornillos estacionarias. Recuperado de: [http://www.avermann.com/es/waste\\_management\\_systems/screw\\_compactors/stationary/prensas-compactoras-tornillo-estacionarias.html](http://www.avermann.com/es/waste_management_systems/screw_compactors/stationary/prensas-compactoras-tornillo-estacionarias.html)

- Empacadoras.

Es una variante de compactación estacionaria. Producen balas compactadas con pesos que oscilan entre los 500 kg y 800 kg . La importancia de su uso se centra en el almacenaje en balas para su venta o traslado a plantas de reciclaje.

Imagen 18. Modelo y esquema de embaladora



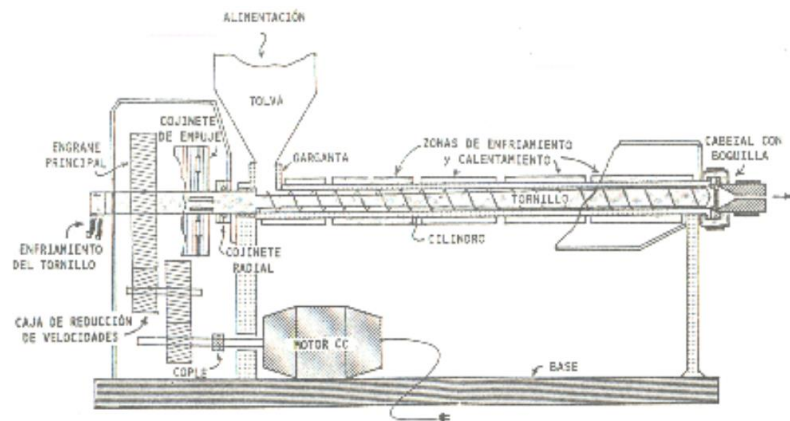
Fuente: Techgene Machine Co.

- Equipos de peletización.

Tiene como finalidad la producción de pellets finos o gruesos para ser eliminados en centros de incineración o servir de materia prima para ser destinado a la industria del reciclaje (plásticos, metales, vidrio, papel, etc.).

Funcionan bajo el principio de extrusión giratoria excéntrica por medio de moldes de extrusión (similar a coladores o prensado de papas). Este sistema requiere de una trituradora, una transportadora y un sistema para controlar la humedad. Los residuos ingresan a la máquina, se aglomeran por calor de fricción mientras se extruyen. Los pellets pueden ser almacenados por meses sin que se descompongan<sup>23</sup>.

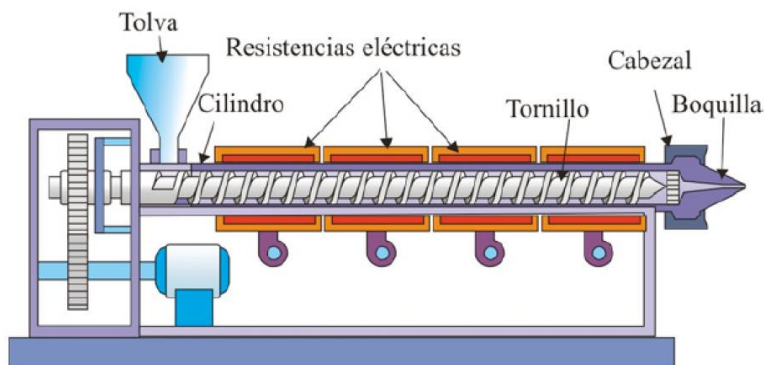
Gráfico 8. Estructura de un extrusor sin fin



Fuente: Escuela Superior Politécnica del Litoral

<sup>23</sup> Bartesaghi, C. (2011). Reciclaje Sistémico – Instalaciones de tratamiento y disposición final de los residuos urbanos de Arequipa Metropolitana (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. Pág. 95

Gráfico 9. Representación esquemática de una extrusora



Fuente: Universidad Politécnica Salesiana

Imagen 19. Salida de pellets por extrusión



Fuente: Plastic-recyclingmachines.com

- Manipulación, transporte y almacenamiento de materiales residuales.

Es el sistema encargado de un eficaz traslado de los residuos sólidos urbanos a lo largo de todas las etapas del tratamiento, su correcto funcionamiento es fundamental para evitar fallas de atasco que puedan

generar problemas de eficacia en el desarrollo de todo el proceso<sup>24</sup>. Entre los equipos requeridos para tal función podemos mencionar:

- Cintas transportadoras.

Son los equipos más utilizados para la manipulación de los residuos, se usan para el traslado de residuos sólidos no seleccionados, así como materiales reciclados. Es una cinta sin fin, apoyada sobre rodillos libres antifricción y conducida desde un extremo por un motor. Estas cintas están hechas de goma, lona o materiales reciclados. Se diseñan en base a la velocidad de la cinta, al rendimiento por peso (kg/h o t/h), potencia de caballos o al espesor de los materiales sobre la cinta.

Imagen 20. Cinta transportadora de materiales



Fuente: DAGA

<sup>24</sup> Soto, J. (2014). Alternativas de recogida, tratamiento y eliminación de residuos sólidos urbanos (tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Valencia, España. Pág. 76

- Mecanismos de transporte de selección manual.

Esta separación se lleva a cabo seleccionando los componentes individuales mientras estos pasan por la cinta transportadora. Generalmente se ubican en espacios elevados para dejar caer los residuos por medio de conductos que los llevaran a contenedores situados debajo de ellos. Los factores determinantes para su diseño son: la anchura de la cinta, velocidad de la cinta y el espesor promedio del material sobre la cinta<sup>25</sup>.

Imagen 21. Selección manual de residuos



Fuente: Recytrans.com

---

<sup>25</sup> Soto, J. (2014). Alternativas de recogida, tratamiento y eliminación de residuos sólidos urbanos (tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Valencia, España. Pág. 76

- Transportadoras neumáticas.

Es el traslado de residuos por medio de la utilización de presión de aire. Puede utilizarse para transportar materiales triturados como papeles, plásticos, etc. Estos sistemas están formados por un ventilador, dispositivo de alimentación, una tubería y un aparato de descarga, un ciclón generalmente.

Imagen 22. Maquinaria para el transporte neumático de residuos



Fuente: Kemex S.A.

- Equipo móvil para manipulación de residuos.

Entre el equipo móvil se tiene a las palas frontales; también es de necesidad el uso de elevadoras para la movilización de las balas de residuos sólidos que han

sido empacados y trasladados al área de almacenaje o área industrial.

- Contenedores de almacenamiento.

Pueden utilizarse grandes contenedores en espacios destinados a la muestra de estos hacia posibles compradores. También pueden instalarse edificaciones de almacenamiento cerrados para la protección de los productos de las lluvias y humedad.

- Instalaciones de pesaje.

Se utilizan basculas de varios tipos para pesar los residuos que ingresan a las instalaciones y así llevar un control y conteo de residuos sólidos generados, recuperados, vendidos y evacuados<sup>26</sup>.

- Sistema para el control de olores.

En la etapa de recepción de los residuos sólidos, estos son descargados en un foso. Se recomienda que su capacidad se calcule en función a la cantidad de

---

<sup>26</sup> Bartesaghi, C. (2011). Reciclaje Sistémico – Instalaciones de tratamiento y disposición final de los residuos urbanos de Arequipa Metropolitana (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. Pág. 98

recepción de más de un día (unos dos o tres días). Esta capacidad permite dotar a la planta de cierta flexibilidad. En condiciones normales, el foso de recepción contendrá los residuos recibidos durante el intervalo en el cual no se realice trituración.

Para evitar la propagación de olores hacia el exterior del edificio, así como el tránsito potencial de insectos, se recomienda:

- Una depresión en el interior del edificio, que se combina con el hecho de que el flujo de salida principal de aire del edificio es a través de un biofiltro. De esta manera se pretende minimizar la emisión de caudales de aire que no hayan sido depurados.
- Sistemas de rociado de agua micro – pulverizada, accionados automáticamente en la apertura de las puertas de descarga del pozo de recepción.

Los posibles lixiviados que se puedan producir en la zona de recepción se recogerán y enviarán

conjuntamente con el resto de lixiviados de la planta, al depósito de lixiviados<sup>27</sup>.

Imagen 23. Esquema de flujo de instalación de biofiltro



Fuente: ECODECO

#### **2.3.1.4. Procesamiento industrial de residuos clasificados.**

Son los espacios encargados de procesar y transformar los residuos reciclados una vez finalizado la etapa de separación y clasificación de estas.

En esta fase se desarrollan dos grandes procesos: Procesamiento de papel – cartón y Procesamiento de plásticos.

#### **Procesamiento del papel y cartón.**

<sup>27</sup> Teconma S.A. (2008). Tratamiento biológico mecánico y biorreactores. Pág. 6. Recuperado de: <http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/545919F5-9794-426B-BCD3-5AAFDA66B0E7/301003/MtnezCenteno.pdf>

Una vez separado y clasificado el papel, se procederá a su conversión para la obtención de pulpa reciclada y posterior reutilización de estos. Este proceso se detalla a continuación:

- Disgregación, disgrega los papeles viejos, separando lo plásticos y otros sin molerlos.
- Depuración de impurezas gruesas, separa partículas pequeñas, pero visibles, en un amplio rango de peso específico (clips, corchetes, arenas, plásticos pequeños, etc.).
- Depuración de impurezas livianas, separa partículas visibles, muy pequeñas, de alto peso y livianas pero flexibles (areniscas, astillas, pelos, stickers, etc.). se aplican depuraciones centrifugas<sup>28</sup>.
- Destintado por flotación, elimina partículas de tintas y stickers con alta eficiencia y bajo consumo de químicos. Se logra en dos celdas circulares las que hacen flotar las

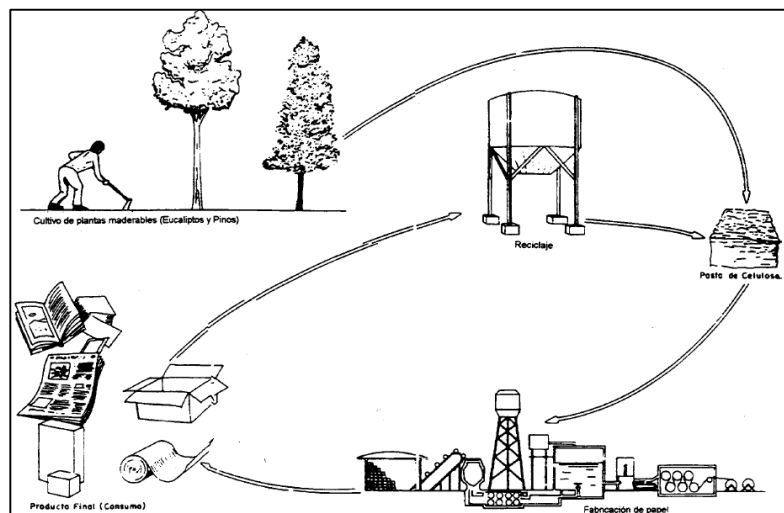
---

<sup>28</sup> Campodónico, J. (2002). Análisis del reciclaje de papel y cartón en la ciudad de Chiclayo (tesis de pregrado). Universidad de Piura, Perú. Pág. 16

partículas de tinta adheridas a burbujas que se forman con la adición de aire y jabón.

- Lavados de alta eficiencia, elimina partículas microscópicas de tintas, cenizas, etc.

Gráfico 10. Esquema del proceso de fabricación y reciclado del papel



Fuente: tratamiento del papel

- Homogenización en caliente, reduce el tamaño de contaminantes permanentes, tales como tintas, stickers y homogenizarlos con la pasta que los contiene.
- Blanqueo, para elevar la blancura de la pasta, tratada mediante la adición del agente FAS, un producto sin cloro, cuyos productos resultantes de la reacción son sulfato y urea.

- Post lavado y espesado, consiste en la recuperación de los productos químicos del blanqueo y el espesado permite el almacenamiento intermedio de las pastas tratadas ya sea en forma de fardos o en alta consistencia para alimentar directamente a las maquinas papeleras. Este proceso se logra con prensas de tornillo.
- Clarificación de aguas, elimina las cargas minerales y los finos de las aguas provenientes de la etapa de lavado. Se logra inyectando micro burbujas de aire al agua, las que arrastran hasta la superficie del clarificador los sólidos disueltos en el agua formando una capa de lodos. Se extrae mecánicamente para ser prensados y apilados en patio de lodos.

El proceso descrito corresponde a un proceso completo de tratamiento de papel, es decir, la pasta es completamente blanqueada.

Luego de obtener la pulpa de papel, se puede dar uso a este para la fabricación de derivados, como el mismo papel u otros (materiales de construcción, jabas de frutas, etc.).

- Batido, la pulpa es agitada mecánicamente por medio de un rodillo batidor. Se logra desglosar los paquetes fibrosos y a la vez hidratar las fibras. Se realizan en batidoras – refinadoras que aceleran el trabajo de deshacer la pasta<sup>29</sup>.
- Agitación y mezclado, la pulpa batida pasa al equipo mezclador, donde se agita, tratando de lograr una distribución uniforme del material de manera que la pulpa alimentada a la formación del pliego tenga una consistencia lo más uniforme posible, así mismo se logre la homogenización del material de carga con la pulpa.
- Regulación, una vez la pasta agitada y mezclada, es bombeada a las cajas de regulación, que cumplan: reglar la consistencia de pasta con adición de aguas, proveer la cantidad necesaria de material y asegurar un trabajo continuo de la maquina formadora del pliego.
- Formación de pliego u hoja, grado de dispersión alcanzado por las fibras en la hoja del pliego. Se utiliza

---

<sup>29</sup> Campodónico, J. (2002). Análisis del reciclaje de papel y cartón en la ciudad de Chiclayo (tesis de pregrado). Universidad de Piura, Perú. Pág. 18

una máquina de cilindro, que está constituida por un molde revestido con una malla fina. Todo el conjunto gira dentro de un recipiente, donde se deposita el material suspendido con la consistencia requerida.

- Prensado, se mejora la contextura y el presto natural de la hoja, obligando a las fibras a unirse con otras aplanando las rugosidades y uniformando el grueso, dando un papel más espeso, cerrado y corto. Se emplea prensas de rodillo, revestidos de caucho o goma.
- Secado, el agua se queda en el pliego de papel o cartón formado puede ser eliminada en el ambiente o en cámaras. Debe hacerse de manera gradual, se controla la temperatura de los rodillos secadores de la máquina. Al final del secado, el producto deberá contener un máximo de 8% de humedad.
- Cortado, luego del secado, el pliego de papel o cartón es cortado a los requerimientos del usuario.

- Embobinado, tanto el papel como el cartón serán embobinados para su distribución en el mercado<sup>30</sup>.

Los productos derivados del papel y cartón de descarte reciclado son: papel tissue, cartón corrugado, cartón gris y maples<sup>31</sup>.

### **Procesamiento de plásticos.**








Tras la etapa de separación y clasificación de los residuos plásticos, estos materiales ingresan a procesos de conversión para su transformación en nueva materia. Antes de ingresar al proceso de transformación de los plásticos reciclados, es importante tener conocimiento sobre los tipos de plásticos y sus características.

---

<sup>30</sup> Campodónico, J. (2002). Análisis del reciclaje de papel y cartón en la ciudad de Chiclayo (tesis de pregrado). Universidad de Piura, Perú. Pág. 20

<sup>31</sup> Barrenechea, P., Gonzales, I., Croce, C. (2003). Materiales reciclables de residuos sólidos urbanos (estudio de mercado). CEMPRE, Montevideo, Uruguay. Pág. 37

Cuadro 1. Código SPI de los residuos plásticos reciclables

CODIGO SPI	DESCRIPCION
	Polietileno tereftalato (PET)
	Polietileno de alta densidad (HDPE)
	Policloruro de vinilo (PVC)
	Polietileno de baja densidad (LDPE)
	Polipropileno (PP)
	Poliestireno (PS)
	Otros (ejemplo: ABS, SAN, PC)

Fuente: Universidad de Piura

El tipo de producto habitual en el reciclado de los plásticos tereftalato de polietileno (PET) es la escama de plástico que se destina a fabricar fleje, fibra o lámina. Por otro lado, la transformación de plásticos polietileno de alta densidad y polietileno de baja densidad (HDPE y LDPE), permite obtener granza de plástico, útil para la obtención de productos variados (envases tipo bidón, perfiles para carpintería plástica, pallets).

Cuadro 2. Resumen de las características de los plásticos más comúnmente reciclados

NOMBRE COMPLETO	POLIETILENO TEREFALATO	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	POLICLORURO DE VINILO	POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD	POLIPROPILENO	POLIESTIRENO
PUNTO DE FUSIÓN	250 - 270 °C	125 - 135 °C	150 - 200 °C	110 - 120 °C	160 - 170 °C	70 - 115 °C
DENSIDAD	1,37 - 1,40 g/cm <sup>3</sup>	0,95 - 0,97 g/cm <sup>3</sup>	1,16 - 1,45 g/cm <sup>3</sup>	0,91 - 0,94 g/cm <sup>3</sup>	0,90 - 0,91 g/cm <sup>3</sup>	1,04 - 1,09 g/cm <sup>3</sup>
USOS Y APLICACIONES	Envases para gaseosas, aceites, agua mineral, cosmética, películas transparentes, fibras textiles, laminados de barrera, productos alimenticios.	Envases para detergentes, aceites de motor, champú, lácteos, bolsas para supermercados, bazar y menaje, cajones para gaseosas, cervezas, baldes para pintura.	Botellas para aceites, agua mineral, yogurt, etc.	Bolsas de todo tipo, películas para agricultura, base para pañales descartables.	Película / Film, bolsas de rafia tejidos, envases industriales.	Envases para lácteos, helados, dulces.
VENTAJAS Y BENEFICIOS	Barrera a los gases, transparente, irrompible, liviano, impermeable, no tóxico.	Resistente a las bajas temperaturas, irrompible, liviano, impermeable, no tóxico.	Liviano, ignífugo, transparente, no tóxico, inerte al contenido, resistente al impacto	No tóxico, flexible, liviano, transparente, impermeable	Inerte al contenido, resistente a la temperatura, barrera de olores, impermeable, irrompible, brillo, liviano.	Brillo, ignífugo, liviano, irrompible, impermeable.

Fuente: Universidad de Piura

Las diferentes etapas del proceso pueden variar según la tecnología que se use. El proceso se describe a continuación:

- Clasificación de residuos plásticos reciclados, puede realizarse de manera manual, haciendo uso de fajas transportadoras y cajas colectoras; también puede ejecutarse a través de un proceso automático, mediante bandas transportadoras y dispositivos con sensores térmicos, espectroscopios, entre otros. La espectroscopia, analiza e identifica la naturaleza de la resina por medio de la luz IR reflejada en el material y trasmite la orden para la retirada mecánica o neumática del objeto al contenedor correspondiente<sup>32</sup>.

---

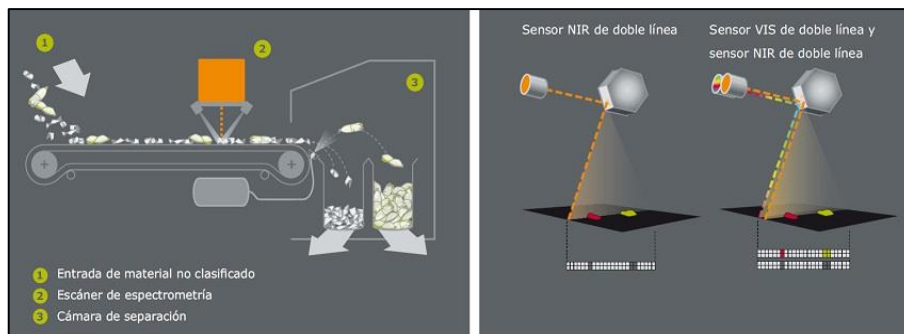
<sup>32</sup> Rivera, R. (2004). Propuesta de reciclaje mecánico de plásticos en la ciudad de Piura (tesis de pregrado). Universidad de Piura, Perú. Pág. 37

Imagen 24. Vista del proceso de selección manual de residuos plásticos



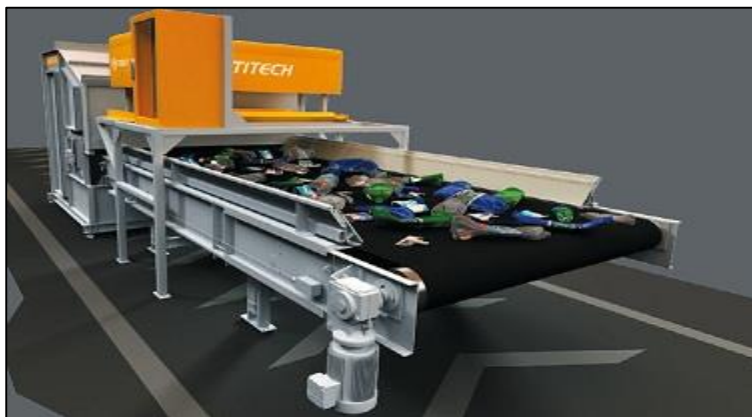
Fuente: [www.cogersa.es](http://www.cogersa.es)

Imagen 25. Estructura de un espectroscopio



Fuente: Tecnología de los plásticos

Imagen 26. Separador por espectroscopia de infrarrojo



Fuente: Tecnología de los plásticos

- Cortado y molido del plástico en pequeños trozos (scraps), los residuos son acondicionados para su molienda, se reducen de tamaño mediante cortes para facilitar su manipulación al momento de ingresar a la tolva del molino, este corte se realiza por maquinas provistas de bandas trasportadoras y guillotinas que son accionadas por un sistema de biela manivela con motor eléctrico. Otra forma es atreves del uso de sierras de cinta.

Los plásticos cortados son reducidos de tamaño en un molino, del cual se obtiene hojuelas de plástico conocido como scraps, de un centímetro aproximadamente. Al introducir el plástico cortado en la tolva de alimentación, es molido por el corte de tres cuchillas que giran en un eje axial impulsadas por un motor eléctrico y una banda de transmisión y la acción de cuchillas fijas que son las contrapartes de las rotatorias<sup>33</sup>.

---

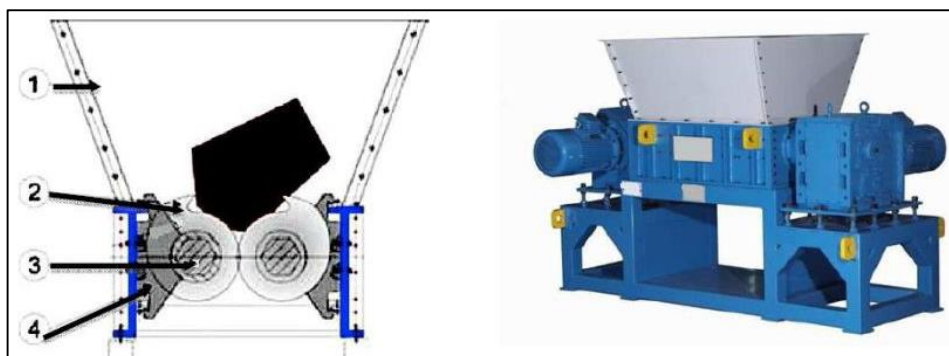
<sup>33</sup> Rivera, R. (2004). Propuesta de reciclaje mecánico de plásticos en la ciudad de Piura (tesis de pregrado). Universidad de Piura, Perú. Pág. 42

Imagen 27. Maquinaria para la molienda de residuos plásticos



Fuente: [www.gugaproductos.com](http://www.gugaproductos.com)

Imagen 28. Esquema de la molienda de plásticos



Fuente: [www.areadetecno.com](http://www.areadetecno.com)

Imagen 29. Salida de residuos plásticos del proceso de molienda



Fuente: [www.plastico.com](http://www.plastico.com)

- Lavado, se separan algunos residuos (orgánico, tierra, restos de etiquetas, etc.) del plástico molido. El scrap es lavado utilizando agua, detergente industrial y soda caustica en proporción 50/50. El agua y detergente industrial se usan para eliminar grasas y otros elementos físicos (etiquetas, pegamentos). La soda cáustica se usa para desinfectar, eliminando restos orgánicos si fuera el caso. Luego es enjuagado en agua fría para retirar los restos de detergentes y soda caustica<sup>34</sup>.

Imagen 30. Maquinaria para el lavado de plástico reciclado

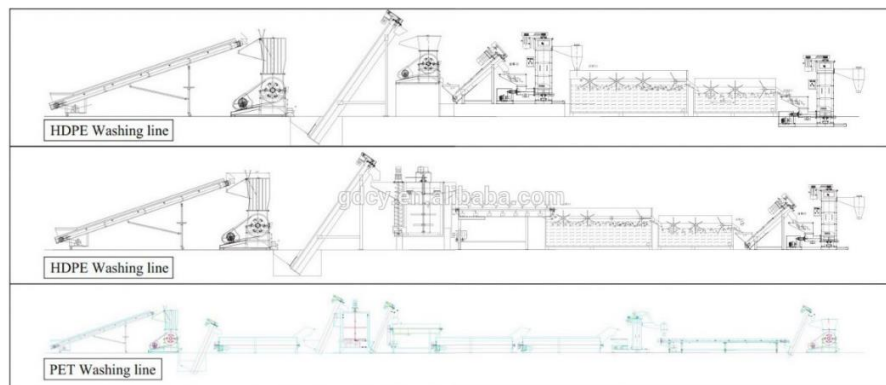


Fuente: [www.fursifexhenzhen.com](http://www.fursifexhenzhen.com)

---

<sup>34</sup> Rivera, R. (2004). Propuesta de reciclaje mecánico de plásticos en la ciudad de Piura (tesis de pregrado). Universidad de Piura, Perú. Pág. 43

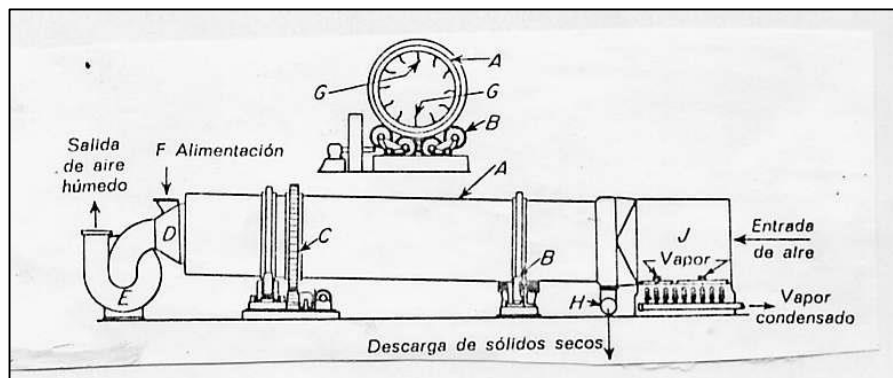
Imagen 31. Líneas de lavado y enjuague de plásticos reciclados



Fuente: [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com)

- Secado, una vez limpio, el scrap el secado con el fin de retirarle los restos de humedad. Esta labor se realiza generalmente utilizando un secador rotatorio de aire caliente generado por un quemador de gas propano o kerosene. La humedad final recomendada es de 0,5%. Consta de un cilindro hueco que gira sobre su eje, con una ligera inclinación, para permitir el desliz de los sólidos a secar hacia la boca de salida. Se alimentan los sólidos por la boca de entrada, y por la boca de salida se alimenta el gas caliente, que habrá de secar a contracorriente el sólido que se desliza despacio hacia la salida a medida que avanza.

Imagen 32. Esquema funcional de un secador rotatorio por vapor



Fuente: [www.unad.edu.co](http://www.unad.edu.co)

Imagen 33. Vista de un secador rotatorio



Fuente: [www.zzkysb.en](http://www.zzkysb.en)

- Aglomerado, se incrementa la densidad de material a reciclar (aplicable a bolsas de LDPE). La materia cortada y secada, es introducida en una máquina de forma cilíndrica, con cuchillas fijas en los lados y giratorias en el centro. El calor generado por la fricción de las cuchillas eleva la temperatura y determina el incremento

de la densidad del material por el encogimiento y parcial plastificación. El material es enfriado generalmente en agua solidificándose y tomado formas irregulares. El producto obtenido es conocido como aglomerado.

Imagen 34. Equipo para el aglomerado de plásticos



Fuente: [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com)

Imagen 35. Cuchillas del aglomerador y producto final



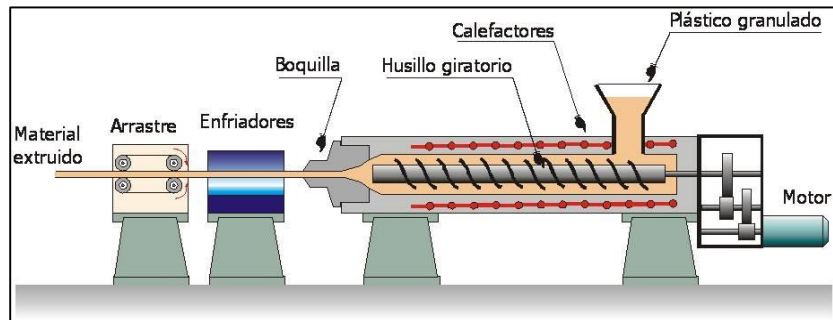
Fuente: [www.residuosprofesional.com](http://www.residuosprofesional.com)

- Peletizado, de él se obtiene los pellets mediante operaciones de extrusión. Se da fluidez al aglomerado utilizando un tornillo de extrusión, es decir, un tornillo sin fin dentro de un cilindro largo. El aglomerado es comprimido dentro de ella, el calor producto de la fricción provoca la fundición de la resina, esta mezcla fundida pasa a través de una malla fina que separa las impurezas solidas restantes (filtración de fundido). La temperatura del extrusor debe ser constante en cada tramo. A continuación, el plástico fundido pasa por un molde de orificios que ocasiona la salida de “fideos” de plástico, estos se solidifican por la temperatura ambiente, para acelerar el enfriamiento se le pasa por agua y luego por medio de rodillos, son transportados a cortadoras donde se obtienen los pellets con longitudes entre 0,008 m y 0,01 m<sup>35</sup> .

---

<sup>35</sup> Rivera, R. (2004). Propuesta de reciclaje mecánico de plásticos en la ciudad de Piura (tesis de pregrado). Universidad de Piura, Perú. Pág. 44

Imagen 36. Estructura y proceso de peletización del plástico



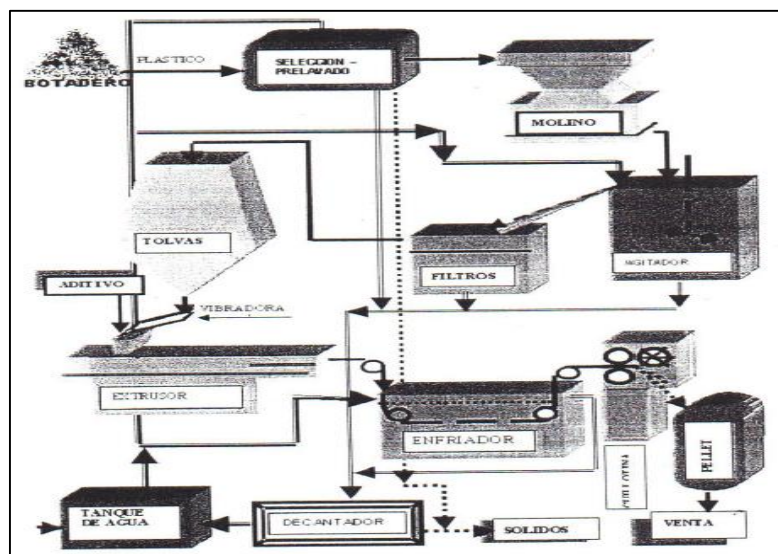
Fuente: [www.ahorroenergetico.com](http://www.ahorroenergetico.com)

Imagen 37. Acción de peletización y producto final



Fuente: [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com)

Gráfico 11. Esquema del proceso de transformación de plásticos



Fuente: tesina, planta de reciclado polietilentereftalato

La transformación de los residuos plásticos reciclados es habitualmente empleada para la fabricación de envases y embalajes, perfiles de carpintería plástica, parihuelas y rafia.

#### **2.3.1.5. Conversión biológica de residuos orgánicos.**

En esta fase del proceso, se pretende la transformación de la materia orgánica de los residuos sólidos en un producto biológicamente estable. Para este fin es de vital importancia la presencia de organismos quimio heterotróficos, ya que utilizarán los materiales orgánicos como fuente de energía y carbono.

Se diferencian dos grandes procesos:

- Proceso aerobio, para el funcionamiento de este proceso es importante el consumo de energía, puesto que, necesita oxígeno para llevar a cabo la conversión de los residuos orgánicos, que, a su vez, permite la disminución del volumen de la materia tratada.

Uno de los principales productos obtenidos a través de este proceso es el compost. Conocido también como

transformación aerobia de la materia orgánica. Es un proceso bio-oxidativo (fermentación), lo que exige un condicionante biológico para su funcionamiento y por tanto, como todo lo vivo, estará a factores diversos, que influirían en mayor o menor grado en la actividad de la actividad microbiana<sup>36</sup>.

- Proceso anaerobio, de mayor complejidad que el proceso aerobio, se diferencia principalmente de este por ser un recuperador de energía, por medio de él se obtiene el biogás que sirve como fuente energética. Se divide en:
  - Digestión anaerobia de alta concentración.
  - Digestión anaerobia de baja concentración.

### **Tratamiento aerobio de orgánicos (El Compostaje).**

El compost es un abono orgánico formada a partir de la degradación microbiana de materiales dispuestos en capas o expuestos a procesos de descomposición, los microorganismos llevan a cabo la descomposición de los

---

<sup>36</sup> Barradas, A. (2009). "Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales". Instituto de Tecnológico de Minatitlán. Veracruz. pág. 83.

residuos de manera natural en el ambiente, siendo así, económico y sencillo de implementar<sup>37</sup>.

Por otro lado, el proceso de compostaje es un proceso biológico intensivo de descomposición y estabilización en condiciones aeróbicas<sup>38</sup>.

El compostaje presenta la ventaja de ser utilizado como enmienda orgánica en la agricultura o para mejorar la calidad del suelo.

### **Clasificación del compost.**

De acuerdo a su nivel de calidad, el compost se clasifica en:

- Compost Clase A.

Producto de alto nivel de calidad. Este producto no presenta restricciones de uso, debido a que ha sido sometido a un proceso de humidificación. Puede ser aplicado a macetas directamente y sin necesidad que sea previamente mezclado con otros materiales.

---

<sup>37</sup> México, SAGARPA – secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. Elaboración de composta. Pág. 01

<sup>38</sup> ECOPARC (2008). Compostaje. Recuperado de: <http://ecoparcbcn.com/contenido.php?id=78>

- Compost Clase B.

Producto de nivel intermedio de calidad. Este producto presenta algunas restricciones de uso. Puede ser aplicado a macetas, requiere ser mezclado con otros elementos adecuados.

- Compost Clase C.

Producto inmaduro que ha pasado por las etapas mesofílica y termofílica del proceso de compostaje, donde ha sufrido una descomposición inicial, pero no ha alcanzado las etapas de enfriamiento y maduración necesarias para obtener un compost clase A o clase B. es un producto que se debe mezclar para ser aplicado para así no producir hambre de oxígeno<sup>39</sup>.

Según sus niveles de granulometría posterior al proceso de afino, se clasifica en:

- Compost afinado grueso.

---

<sup>39</sup> INGEA – Ingeniería y Gestión Ambiental (2003). Compost – Clasificación y requisitos. Santiago, Chile. Recuperado de: <http://www.ingeachile.cl/descargas/normativa/agricola/NCH2880.pdf>

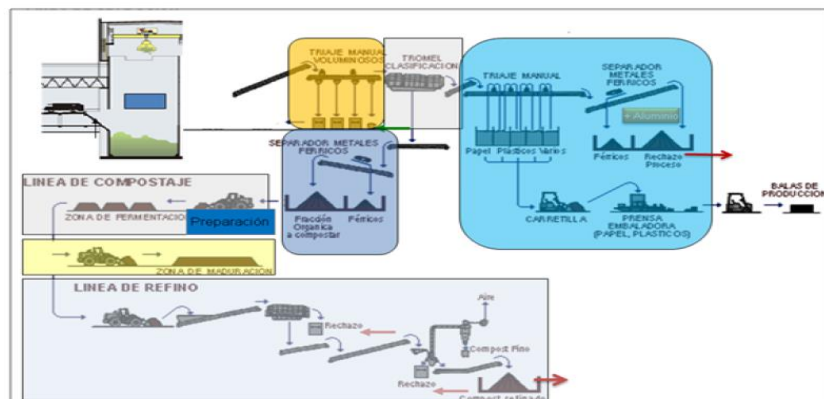
Es el producto obtenido tras un cribado grueso. La luz de malla está comprendida entre 0,012 m y 0,025 m con esta luz de malla, quedan en el compost, pequeños fragmentos de la parte leñosa que no ha llegado a descomponerse durante el proceso.

- Compost afinado fino.

Es el producto obtenido tras un criado fino. El diámetro de la malla es igual o inferior a 0,012 m , el producto se presenta muy fino y, en caso de estar muy seco, polvoriento<sup>40</sup>.

### Proceso de elaboración del Compost.

Gráfico 12. Esquema de las etapas del proceso de compostaje



Fuente: Ingeniería básica de una planta de compostaje en túneles

<sup>40</sup> Giménez, A., Soliva, M., Huerta, O. (2005). El mercado del compost en Cataluña, oferta y demanda (estudio de mercado). Escuela superior de agricultura de Barcelona, España. Pág. 27.

Se divide básicamente en: Preparación, Fermentación, Maduración y Afino<sup>41</sup>.

- Preparación, los residuos al llegar a la etapa de compostaje, generalmente no cumplen con los requisitos para iniciar el proceso, por lo que se realiza operaciones de: triaje, clasificación y separación. En ellas se verifica: tamaño de partículas, relación compostaje/nitrógeno, humedad.
- Fermentación, consiste en la degradación de la materia orgánica por medio de la acción de microorganismos presentes en los residuos.
- Maduración, finalizada la fermentación, el compost aún no está listo para su utilización, por ello, se coloca el material fermentado en pilas estáticas, sin que se volteen.
- Afino, es opcional en función a las condiciones de comercialización de este. Consiste en el cribado del

---

<sup>41</sup> Garrido, A. (2015). Ingeniería básica de una planta de compostaje en túneles (tesis de pregrado). Universidad de Sevilla, España. Pág. 20.

compost en trómel para su fraccionamiento y eliminación de impurezas.

### **La fermentación del compost.**

Seguidamente se describe los distintos tipos de fermentación en el proceso de compostaje.

#### - Sistemas Abiertos.

Presentan un menor coste de inversión y operación, de manejo y control sencillos.

- Compostaje en hileras

Uno de los sistemas más antiguos y sencillos de compostaje. En ellas, se establecen hileras de residuos orgánicos al aire libre y se dejan fermentar aproximadamente 8 semanas.

Las hileras se voltean las primeras semanas para la renovación de la mezcla y el oxígeno. Tiene la desventaja de liberar fuertes olores al volteo, así

como, generar lixiviados por lluvias al estar al aire libre<sup>42</sup>.

Gráfico 13. Disposición de compostaje en hileras

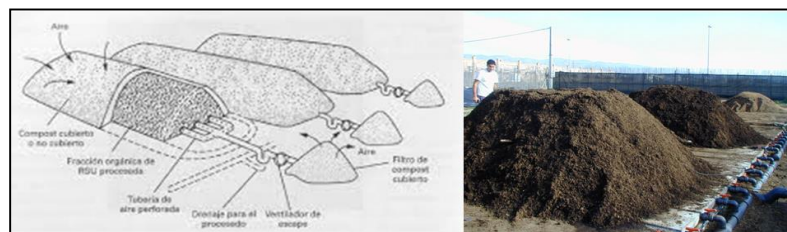


Fuente: Residuos sólidos urbanos, Manual de gestión integral

- Compostaje en pila estática aireada.

Consiste en disponer la masa de residuos sobre una red de tuberías perforadas conectadas a un ventilador que aspira o inyecta aire a través de ellas. Para el control de temperaturas y oxígeno en el interior de la pila se regula el caudal del ventilador.

Gráfico 14. Esquema del compostaje en pila estática



Fuente: CONAF – Corporación Nacional Forestal

<sup>42</sup> Garrido, A. (2015). Ingeniería básica de una planta de compostaje en túneles (tesis de pregrado). Universidad de Sevilla, España. Pág. 23.

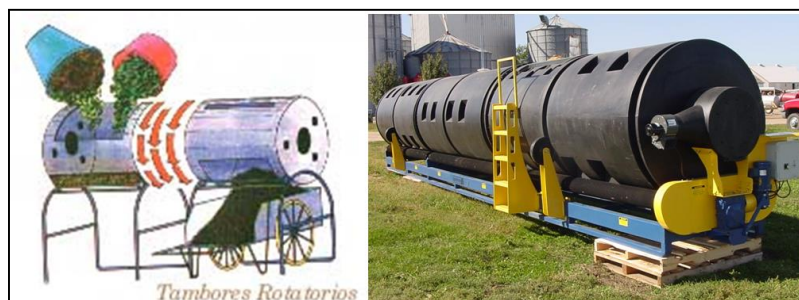
- Sistemas Abiertos.

Estos sistemas requieren una infraestructura más compleja, al tener que realizar la fermentación en instalaciones cerradas y utilizar maquinaria.

- Compostaje en tambor.

Tambor de rotación lenta, trabaja de forma constante o por cargas. Tiene la ventaja de conseguir una mezcla homogeneizada de los residuos, lo que significa que emplea menor tiempo de fermentación<sup>43</sup>. Como desventaja se podría mencionar el elevado consumo eléctrico para activar el girado de los tambores.

Imagen 38. Vista de reactores de compostaje en tambores



Fuente: Botánica Book

---

<sup>43</sup> Garrido, A. (2015). Ingeniería básica de una planta de compostaje en túneles (tesis de pregrado). Universidad de Sevilla, España. Pág. 25.

- Compostaje en contenedor.

El compostaje se realiza en contenedores de acero. En la mayoría de los casos es un proceso continuo mediante la carga de material a ser compostado en la parte anterior y descarga en la parte posterior. Tiene como ventaja su bajo costo, a comparación del compostaje en túneles, pero podría presentar la desventaja de elevado mantenimiento por corrosión y su baja capacidad.

Imagen 39. Contenedores para la fermentación del compost



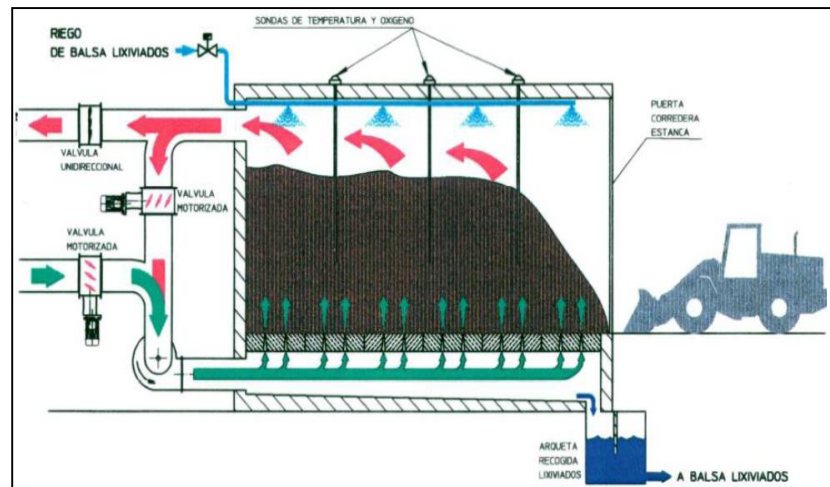
Fuente: Compost Systems

- Compostaje en túnel.

Es aquel proceso de compostaje que se da en un túnel cerrado construido en hormigón y se diferencia del compostaje en tambor en que los residuos se mantienen estáticos durante todo el proceso.

Este túnel presenta un falso piso, en donde se instala una red de tuberías de ventilación a lo largo de cada túnel. Luego, el aire es impulsado por ventiladores por medio de los materiales a compostar. En la cubierta se instala el sistema de rociado para regar la pila de residuos con el objetivo de mantener una adecuada humedad<sup>44</sup>.

Gráfico 15. Esquema del funcionamiento del túnel de fermentación



Fuente: Compostaje en túneles cerrados

<sup>44</sup> Garrido, A. (2015). Ingeniería básica de una planta de compostaje en túneles (tesis de pregrado). Universidad de Sevilla, España. Pág. 26.

Imagen 40. Vista interior de túneles de fermentación



Fuente: Interempresas.net

### **Control de olores en el proceso de compostaje.**

El control de los olores es uno de las principales preocupaciones en el tratamiento de los residuos orgánicos. Algunas de las causas de la generación de olores son:

- Baja relación carbono – nitrógeno en los residuos a compostar, siendo que, en los residuos se tienen gran cantidad de nitrógeno que los microorganismos no pueden metabolizar y es liberada como amoniaco, compuesto toxico y oloroso.

- Condiciones anaerobias en algún lugar de la pila, ya sea por exceso de humedad que impide la circulación de aire o bien por un bajo contenido en oxígeno por insuficiencia de aireación de la pila.

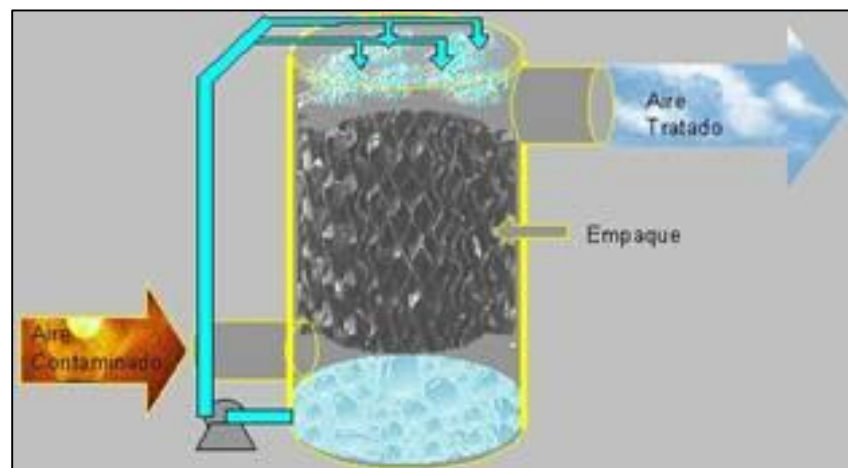
A pesar de mantener una buena gestión del proceso de compostaje, controlando los valores de carbono – nitrógeno, humedad y aireación, se requerirá de algún tipo de tratamiento de gases antes de ser liberados a la atmósfera. Pueden ser:

- En pilas aireadas se puede añadir una capa de compost maduro por encima de la pila, para que absorba los gases que se emiten e impida su llegada al exterior.
- En procesos de fermentación cerrados, se aspira los gases contaminados a la salida del reactor, y se traslada a equipos de control de olores, como torres de absorción, filtros de carbón activo o biofiltros.

El método más usado en las plantas de compostaje es la instalación de biofiltros, que usa materiales orgánicos donde viven determinados microorganismos. Una vez que el gas pasa a través del biofiltro, los microorganismos

absorben y/o eliminan los compuestos olorosos. El material orgánico suele ser una mezcla de compost maduro con otro material estructurante como corteza de árboles. El aire impulsado a través del biofiltro sale al exterior con una cantidad de compuestos olorosos aceptables y no producirán molestias<sup>45</sup>.

Imagen 41. Diagrama de flujo del biofiltro



Fuente: Emison.com

<sup>45</sup> Garrido, A. (2015). Ingeniería básica de una planta de compostaje en túneles (tesis de pregrado). Universidad de Sevilla, España. Pág. 28.

Imagen 42. Biofiltro instalado sobre la cubierta del edificio en túneles



Fuente: Tecnum.es

#### **2.3.1.6. Conversión térmica de residuos no reciclables.**

Es utilizado para la reducción del volumen de los residuos sólidos urbanos y la recuperación de energía. Existen varios tipos de sistemas térmicos de conversión.

El tratamiento térmico de los residuos sólidos urbanos, es la combustión controlada empleado para la reducción del volumen y la recuperación de energía, por tanto, tiene como objetivo la oxidación total de los residuos orgánicos para convertirlos en cenizas y gases.

La incineración puede ser con o sin recuperación de energía, ya que la combustión de los residuos genera calor y este puede ser empleado en la producción de energía eléctrica<sup>46</sup>.

- Sistema de incineración.

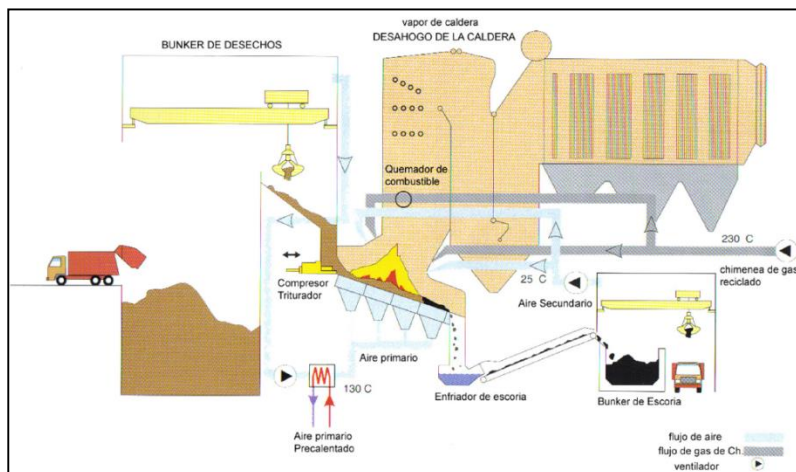
Es la combustión térmica de los residuos sólidos por medio de oxidación química con cantidades estequiométricas o en exceso de oxígeno. El producto final obtenido de este proceso puede ser gases calientes de combustión, compuesto básicamente por nitrógeno, dióxido de carbono, vapor de agua y rechazos no combustible (cenizas)<sup>47</sup>.

---

<sup>46</sup> Ormaza, E. (2015). Diseño de una planta clasificadora de residuos sólidos urbanos para la empresa pública municipal mancomunada del pueblo Cañari de los Cantones: Cañar, Biblian, El Tambo y Suscal en el año 2014 (tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador. Pág. 44.

<sup>47</sup> Bartesaghi, C. (2011). Reciclaje Sistémico – Instalaciones de tratamiento y disposición final de los residuos urbanos de Arequipa Metropolitana (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. Pág. 115.

Gráfico 16. Esquema del sistema de incineración



Fuente: Tesis. Planta de reciclaje de residuos sólidos domiciliarios mediante incineración

- Sistema de pirolisis.

Es el tratamiento térmico de los residuos sólidos en ausencia total de oxígeno, para tal propósito, utiliza una fuente de combustible externa para conducir las reacciones endotérmicas de pirolisis en un ambiente libre de oxígeno<sup>48</sup>.

Su utilidad sirve para la producción de líquidos y gases de alto contenido energético que provocan menos contaminación atmosférica<sup>49</sup>.

<sup>48</sup> Barradas, A. (2009). "Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales". Instituto Tecnológico de Minatitlán. Veracruz. pág. 107.

<sup>49</sup> Leite, G., Penido, J. (2006), Manual de Gestión Integrada de Residuos Sólidos Municipales en ciudades de América Latina y el Caribe (1ra. edición). Rio de Janeiro: IBAM. Pág. 165.

- Sistema de gasificación.

Este proceso implica la combustión parcial de un combustible carbonoso para generar un combustible rico en gas con altos contenidos de monóxido de carbono, hidrogeno y algunos hidrocarburos saturados, principalmente metano.

#### **2.3.1.7. Relleno sanitario.**

Es el espacio destinado a la disposición final de los residuos sólidos urbanos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud o seguridad pública, tampoco perjudica el medio ambiente durante su operación ni después de su clausura. Este método consiste en depositar en el suelo los desechos sólidos, los cuales se esparcen y compactan reduciéndoles al menor volumen posible para que así ocupen un área pequeña. Luego se cubren con una capa de tierra y se compactan nuevamente<sup>50</sup>.

---

<sup>50</sup> Informe: "El Relleno Sanitario", Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Pág. 42.

### **Ciclo de vida de un Relleno Sanitario.**

El ciclo de vida de un relleno sanitario es genérico, por tanto, hablar de su ciclo de vida en términos cuantitativos es relativo, esto depende según el tipo de residuos sólidos que se vierten en él, así como también de la configuración del relleno sanitario. A continuación, se presenta una breve descripción del proceso del ciclo de vida del relleno sanitario:

- Trazado y diseño preliminar.
- Preparación de la zona de vertido.
- Colocación de residuos.
- Clausura de celda diaria.
- Clausura final.
- Gestión Postclausura.
- Reacciones biológicas, químicas y estructurales.
- Monitoreo ambiental.
- Recuperación y explotación energética<sup>51</sup>.

### **Clasificación de los rellenos sanitarios.**

---

<sup>51</sup> Bartesaghi, C. (2011). Reciclaje Sistémico – Instalaciones de tratamiento y disposición final de los residuos urbanos de Arequipa Metropolitana (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. Pág. 127.

- Relleno Sanitario Mecanizado.

Destinado a poblaciones que generan más de 40 t diarias, por la cantidad y tipo de residuos, exige una cuidadosa planificación, selección del emplazamiento, la extensión del terreno, diseño y ejecución del relleno, así como también la infraestructura requerida.

Para la operación del relleno se utilizará compactadores de residuos sólidos, equipo especializado para el movimiento de tierras: tractor oruga, retroexcavadora, cargador, volquete, etc.

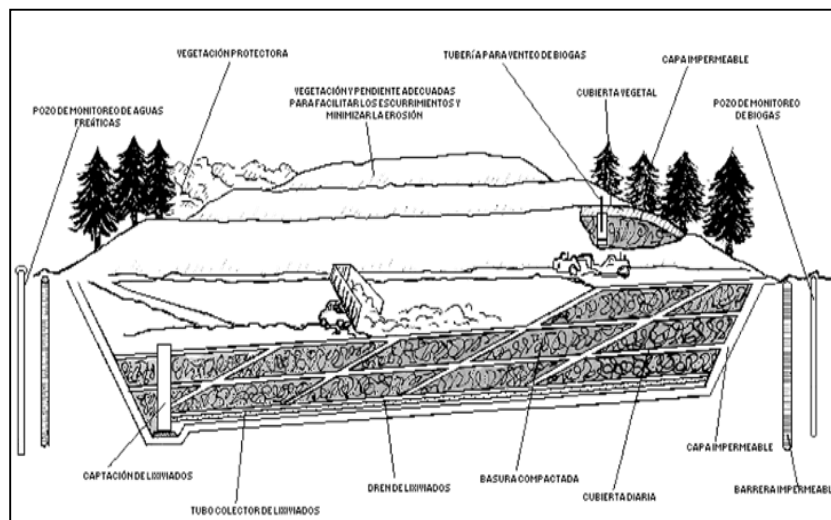
- Relleno Sanitario Semimecanizado.

Se emplea este tipo de relleno cuando su fuente generadora de residuos sólidos acumula entre 16 t y 40 t diarias, se recomienda usar maquinaria pesada para el apoyo al trabajo manual, con el objetivo de lograr una óptima compactación de la basura, estabilizar los terraplenes y aprovechar de forma apropiada la vida útil del relleno sanitario.

- Relleno Sanitario Manual.

Es utilizado para aquellas poblaciones que generan menos de 15 t diarias de residuos sólidos, por sus dimensiones, y en muchos casos por condiciones presupuestales, no están en capacidad de adquirir el equipamiento apropiado. Comúnmente el trabajo de compactación y confinamiento puede ser llevado a cabo por un grupo de hombres con el empleo de herramientas<sup>52</sup>.

Gráfico 17. Diagrama de relleno sanitario



Fuente: Browning-Ferris Industries, Mobius Curriculum, Understanding the Waste Cycle, 1991

### Tipologías de relleno sanitario.

<sup>52</sup> Informe: "El Relleno Sanitario", Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Pág. 45.

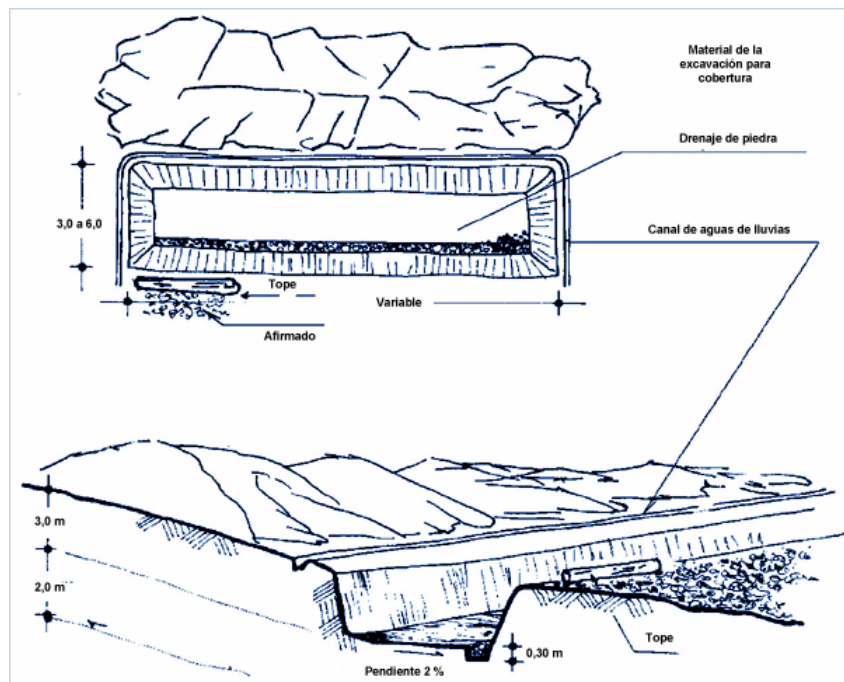
El volumen de residuos destinados al relleno sanitario constituye un parámetro fundamental para su diseño. Este depende del área cubierta, la profundidad a la cual los residuos son depositados y el radio de material de cobertura y residuo. Debido a que la tasa de generación de los residuos esta generalmente definida en unidades de masa, un parámetro adicional es la densidad in situ de los residuos y el material de cobertura.

- Método de trinchera o zanja

Utilizado preferentemente en superficies planas, consiste en excavar periódicamente zanjas de dos a tres metros de profundidad mediante el uso de retroexcavadoras o tractor oruga. El material excavado se coloca a un lado de la zanja para utilizarla posteriormente como cubierta. Los residuos sólidos se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos de tierra. Esta excavación debe reunir condiciones favorables respecto al nivel freático y al tipo de suelo. Los terrenos con nivel freático alto son inadecuados para la excavación, puesto que, pueden

contaminar los acuíferos, así también, los terrenos rocosos presentan dificultades para la excavación<sup>53</sup>.

Imagen 43. Método tipo trinchera o zanja para un relleno sanitario



Fuente: Organización Panamericana de la Salud

- Método de área.

En áreas de superficie relativamente llanas, donde no sea viable excavar trincheras para enterrar los residuos, estas pueden depositarse directamente sobre el suelo original, elevando el nivel algunos metros. De emplearse

<sup>53</sup> Barrios, J., Saab, F. (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 de pregrado). Universidad de Oriente, Sucre, Venezuela. Pág. 103.

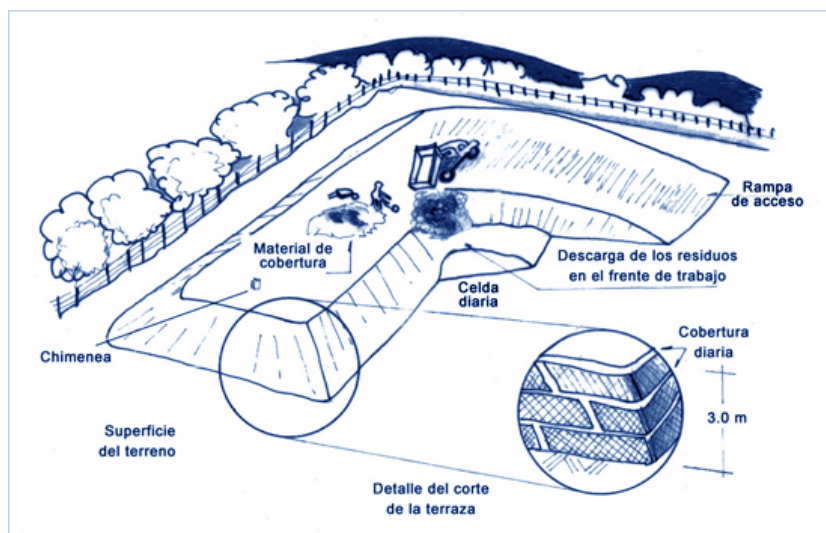
este método, será necesario la importación del material de cobertura de otro sitio, o de ser posible, extraído de la capa superficial. En todos los casos, las primeras celdas se construyen estableciendo una pendiente suave para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el terreno.

Su aplicación también puede adaptarse para rellenar depresiones naturales o canteras abandonadas de algunos metros de profundidad. El material para la cobertura puede extraerse de las laderas, o en su defecto los más cerca posible para reducir los costos por transporte. La construcción de las celdas debe iniciarse desde el fondo hacia arriba<sup>54</sup>.

---

<sup>54</sup> Barrios, J., Saab, F. (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 de pregrado). Universidad de Oriente, Sucre, Venezuela. Pág. 104.

Imagen 44. Método tipo área para un relleno sanitario



Fuente: Organización Panamericana para la Salud

### **Criterios básicos para construcción de relleno sanitario.**

Independientemente de optar por un relleno sanitario tipo trinchera o de área, se debe tener en cuenta la topografía del terreno previsto para ese uso.

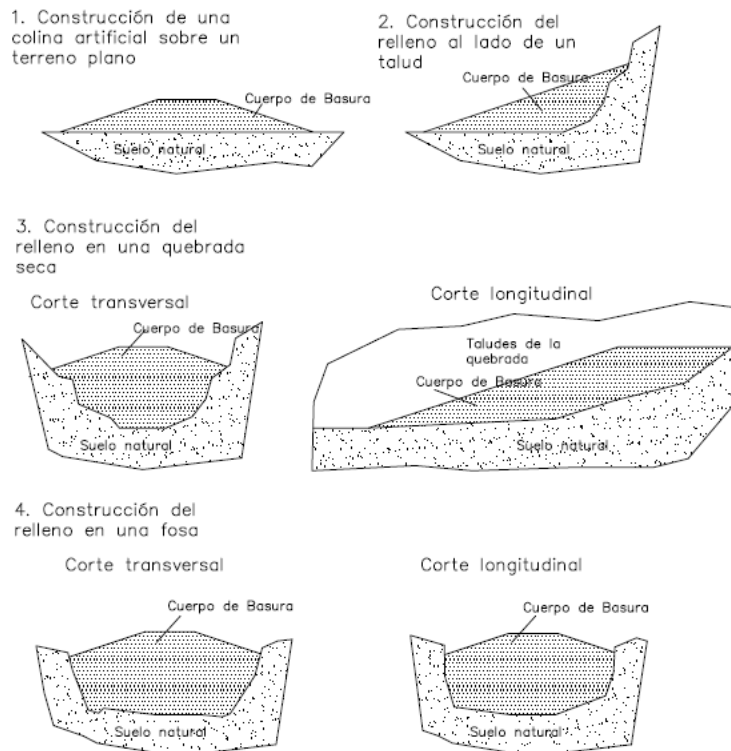
Cuadro 3. Formas comunes de relleno sanitario

RELLENO MANUAL	RELLENO CON COMPACTADORA
Excavación de celdas en un terreno plano	Colina artificial sobre un terreno plano
Construcción de celdas terrazadas sobre un talud	Relleno en una quebrada seca
	Relleno al lado de un talud
	Relleno de un hueco o una fosa

Fuente: Diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios municipales

Se identifican las formas topográficas diferentes para rellenos con uso de maquinaria.

Imagen 45. Formas posibles de cuerpo de residuos en relleno sanitario



Fuente: Diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios municipales

Una de las consideraciones para instalación de rellenos sanitarios, es el de disponer de fosas ya existentes causadas por alguna actividad anterior para la disposición de los residuos. Algunas de las desventajas de estas fosas son las siguientes:

- El acceso de los equipos (compactadoras, excavadoras, etc.) es difícil.
- Dificultad para evacuar los lixiviados; estos deben bombearse, lo que aumenta los costos operativos. Si no se bombean, generan contaminación en las capas freáticas y convierte el cuerpo de residuos en pantano.
- En caso de que el nivel más alto de la capa freática este cerca de la fosa, existe riesgo de que los lixiviados se mezclen con las aguas subterráneas y las contaminen.

La evacuación de lixiviados es más fácil en una fosa instalada en quebrada o talud, pero presenta problemas con la estabilidad del suelo por ser más complicada, de existir fuentes de agua cercanos, podrían ocasionar caídas de terreno (caídas de residuos). Si se toma en cuenta la seguridad, la más apropiada sería la topografía plana; solo se tendría que nivelar el terreno para asegurar una pendiente mínima a fin de evacuar los lixiviados, la desventaja sería la disposición de terrenos planos ya que

su uso se destina preferentemente a la agricultura o urbanizaciones<sup>55</sup>.

Respecto a la seguridad y estabilidad de los rellenos sanitarios, en caso de los rellenos tipo área (a nivel del suelo) o sobre un talud, se obtiene progresivamente una colina artificial. Es importante asegurar la estabilidad del suelo, dependiendo del tipo de residuo a depositarse se tomarán las medidas necesarias, una muy importante es la inclinación.

Para ello se toman dos tipos de inclinación: la inclinación del terreno, si se hace el relleno en un área inclinada (quebrada seca), y la inclinación del talud del cuerpo de residuos. Si el talud es muy inclinado, el volumen disponible crece proporcionalmente, pero baja la estabilidad del cuerpo de residuos, y, por tanto, hay riesgo de caída del material.

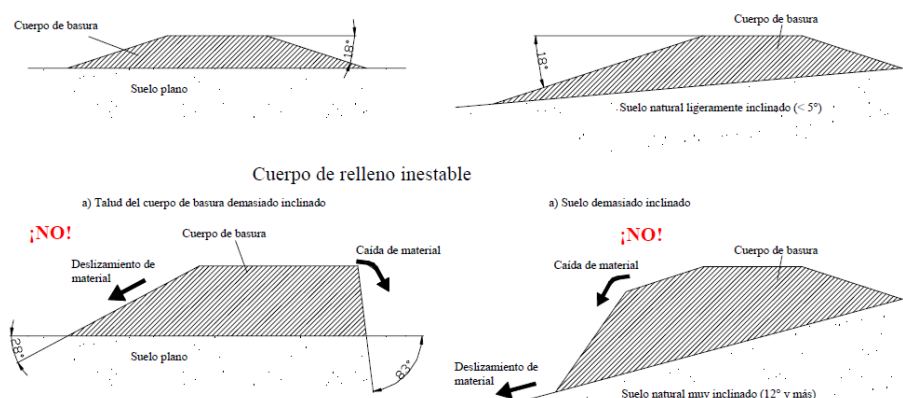
De igual forma, si se construye el relleno sobre un terreno inclinado, son válidos los mismos principios sobre la

---

<sup>55</sup> Municipalidad de Loja. (2002). Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales. Pág. 17. Recuperado de: [http://www.bvsde.paho.org/cursoa\\_rsm/e/fulltext/loja.pdf](http://www.bvsde.paho.org/cursoa_rsm/e/fulltext/loja.pdf)

estabilidad del cuerpo. No se debe usar un terreno demasiado inclinado para no arriesgar la seguridad estática del cuerpo de residuos que podría caerse o desprenderse completa o parcialmente, un sistema de drenaje deficiente bajo el cuerpo, podría aumentar ese riesgo, además de la casi imposible compactación adecuada en un terreno muy inclinado<sup>56</sup>.

Imagen 46. Casos de inestabilidad del suelo y cuerpo de residuos



Fuente: Diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios municipales

## Tratamiento de lixiviados.

Los lixiviados son líquidos que se generan a través de la liberación por exceso de agua en los residuos sólidos. El

<sup>56</sup> Municipalidad de Loja. (2002). Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales. Pág. 18. Recuperado de: [http://www.bvsde.paho.org/cursoa\\_rsm/e/fulltext/loja.pdf](http://www.bvsde.paho.org/cursoa_rsm/e/fulltext/loja.pdf)

lixiviado es considerado como el principal elemento contaminante generado en un relleno sanitario.

Los lixiviados en el relleno arrastran a su paso material disuelto, en suspensión, fijo o volátil, lo que provoca que tengan elevadas cargas orgánicas y un color que varía desde café-pardo-grisáceo cuando están frescos hasta un color negro viscoso cuando envejecen.

Respecto a su generación, Al depositarse los residuos en los rellenos, éstos comienzan a descomponerse mediante una serie de procesos químicos complejos. Los productos principales de la descomposición son los líquidos lixiviados. Los líquidos lixiviados se forman mediante el percolado de líquidos (agua de lluvia) a través de sustancias en proceso de descomposición. El líquido, al fluir, disuelve algunas sustancias y arrastra partículas con otros compuestos químicos. Los ácidos orgánicos formados durante la etapa de descomposición, disuelven los metales contenidos en los residuos, transportándolos con el lixiviado<sup>57</sup>.

---

<sup>57</sup> Corena, M. (2008). Sistemas de tratamiento para lixiviados generados en rellenos sanitarios (tesis de pregrado). Universidad de Sucre, Colombia. Pág. 19.

Los líquidos lixiviados generados en los rellenos sanitarios o en otro establecimiento, deben ser tratados antes de disponer su vertido en algún cuerpo de agua, superficial o subterráneo. Algunos aspectos que deben tomarse en cuenta durante el proceso de tratamiento:

- Toxicidad a microorganismos en caso de usarse procesos biológicos de tratamiento.
- Formación de precipitados en tuberías, canales, válvulas, bombas, tanques, y en general en toda la obra.
- Formación de espumas.
- Variabilidad de las características del lixiviado en el tiempo.
- El proceso debe cumplir con las calidades del agua al verter de tal forma que se garanticen los usos del agua en el cuerpo receptor.

#### **2.3.1.8. Instalaciones de promoción y capacitación.**

Los conjuntos destinados a la gestión integral de residuos sólidos, por su mismo carácter sanitario, tienen un importante compromiso social de salubridad para con la

sociedad y protección medioambiental con el espacio geográfico en donde se ubica. Asumiendo esta labor de carácter social, los centros de gestión de residuos sólidos urbanos, incluyen entre sus espacios áreas como talleres, aulas, áreas para el apoyo al trabajador informal y sensibilización a la comunidad.

#### **2.3.1.9. Instalaciones de administración y monitoreo**

Se refiere a los espacios que cumplirán funciones administrativas para la correcta gestión del recinto. También incluyen áreas para el monitoreo y control integral del complejo.

### **2.3.2. RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.**

#### **2.3.2.1. Residuos sólidos urbanos.**

Normalmente nos referimos al término de residuo, a todo lo que es generado, producto de una actividad y no es de nuestro interés, ya sea por la acción directa del hombre o por la actividad de otros organismos vivos, formándose una masa heterogénea que, en muchos casos, es difícil de reincorporar a los ciclos naturales.

Los residuos han existido siempre sobre la Tierra, pero desde el mismo momento en que comienzan a acumularse en el medio ambiente ya sea por la velocidad con la que se generan, como por la naturaleza química de estos; haciendo que se dificulte su descomposición e incorporación a los ciclos naturales, entonces comienzan a ser un problema ambiental.

Los residuos son originados por:

Cuadro 4. Origen de los residuos sólidos

<b>Los organismos vivos</b>	Este grupo incluye todos los residuos generados por los seres vivos como desechos de las funciones que estos realizan, por ejemplo; la caída de hojas, flores y frutos de las plantas, los residuos generados por las excretas de los animales, la descomposición de organismos muertos, etc.
<b>Los fenómenos naturales</b>	Aquí se incluyen todos los residuos derivados de los ciclos o fenómenos naturales, por ejemplo; la erupción de un volcán, la sedimentación y la erosión de suelos producto del viento o de la lluvia, entre otros.
<b>La acción directa del hombre</b>	En este grupo se encuentran los residuos más peligrosos para el medio ambiente pues muchos de ellos tienen un efecto negativo y prolongado en el entorno, lo cual viene dado en muchos casos por la propia naturaleza físico-química de los desechos; como ejemplo de esto tenemos los residuos domésticos, los hospitalarios, los constructivos, etc.

Fuente: Inforeciclaje.com

### 2.3.2.2. Clasificación de los residuos sólidos urbanos.

Los residuos sólidos urbanos se pueden clasificar de diversas formas y criterios, en dependencia de la importancia que revisten la utilidad, la peligrosidad, fuente

de producción, posibilidades de tratamiento, tipo de materiales, entre otros.

En el esquema siguiente, se resumen las distintas terminologías que se les aplican a los RSU, según el criterio de clasificación que se tome como referencia y la interconexión que existe entre ellos, pues para una mejor comprensión de su importancia en el manejo, se hace necesario integrar los distintos criterios de clasificación.

Cuadro 5. Clasificación de los residuos solidos

Por su composición química	Orgánicos
	Inorgánicos
Por su utilidad o punto de vista económico	Reciclables
	No reciclables
Por su origen	Domiciliarios
	Comerciales
	Constructivos
	Industriales
	Agrícolas
Por el riesgo	Peligrosos
	No inertes
	Inertes

Fuente: Inforeciclaje.com

Cuadro 6. Clasificación de los residuos sólidos según su origen

<b>Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos según su origen</b>	
<b>Domiciliarios</b>	Son originados por la actividad doméstica, como residuos de cocina, restos de alimentos, embalajes y otros. Se incluyen dentro de este grupo los procedentes de residencias colectivas como albergues, hoteles, etc. Por ejemplo: cáscaras, hojas, tallos, restos de comidas, huesos, carnes, pescados, vegetales cocidos y demás. Todo esto mezclado con restos de materiales usados como papel, trapos, maderas, cueros, etc., y con una pequeña proporción de objetos determinados, tales como: vidrios, frascos, trozos de loza, latas, pedazos de metal, juguetes rotos, etc.; constituyen los residuos domésticos. A este grupo se adicionan un conjunto de desechos voluminosos, también de origen doméstico, como grandes embalajes y muebles, que debido a sus dimensiones, no son adecuados para su recogida por los servicios municipales
<b>Comerciales</b>	Son generados por las actividades comerciales y del sector de servicios dentro del área urbana. En este grupo, por sus características especiales, no se incluyen los residuos de los hospitales.

<b>Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos según su origen</b>	
<b>Hospitalarios</b>	Son aquellos desechos producidos en centros de salud, generalmente contienen vectores patógenos de difícil control. El manejo de estos residuos debe ser muy controlado y va desde la clasificación de los mismos, hasta la disposición final de las cenizas pasando por el adecuado manejo de los incineradores y el correcto traslado de los residuos seleccionados para este fin.
<b>Constructivos</b>	Son originados por las construcciones, las remodelaciones, las excavaciones u otro tipo de actividad destinada a estos fines. Esta categoría incluye los grandes volúmenes de escombros y los restos de materiales en cada obra, que en ocasiones son depositados incorrectamente en lugares como cauces de ríos, generando daños a estos ecosistemas y sus respectivas consecuencias a los restantes componentes del medio ambiente.
<b>Industriales</b>	Son muy variados en dependencia del tipo de industria, pueden ser metalúrgicos, químicos, entre otros; y se pueden presentar en diversas formas como cenizas, lodos, plásticos y restos de minerales originales. El control de los depósitos de estos residuos, es muy importante ya que en ocasiones, en el proceso intervienen minerales como plomo, cadmio o mercurio, muy letales para los componentes vivos del medio ambiente.
<b>Agrícolas</b>	Por lo variado de su composición pueden ser clasificados como orgánicos o inorgánicos, puesto que mayormente son de origen animal o vegetal y son el resultado de la actividad agrícola. En este grupo se incluyen los restos de fertilizantes inorgánicos que se utilizan para los cultivos.

Fuente: Inforeciclaje.com

Muchos de los residuos mencionados pueden ser reutilizables en otras actividades económicas o sencillamente para la obtención de sustancias orgánicas

que se incorporan nuevamente a los ciclos naturales de ahí que por su utilidad los residuos urbanos puedan clasificarse en<sup>58</sup>:

Cuadro 7. Residuos sólidos reciclables y no reciclables

<b>Reciclables</b>	Pueden ser reutilizados como materia prima al incorporarlos a los procesos productivos.
<b>No reciclables</b>	Por su característica o por la no-disponibilidad de tecnologías de reciclaje, no se pueden reutilizar. El tratamiento, en ambos casos, es distinto, cuanto más recuperable pueda hacerse el procesamiento de los RSU, tanto mejor será su disposición sanitaria y cuanto más rentable sea o menos gastos implique el proceso, mayor habrá de ser el uso que podamos dar a sus componentes.

Fuente: Dirección provincial de servicios comunales de la ciudad de La Habana

### 2.3.2.3. Características de los residuos sólidos urbanos.

Las propiedades químicas de los componentes de los RSU, constituyen un elemento de significativa importancia para el uso y manejo que se haga de ellos. A partir de las características de los RSU, se toman las decisiones pertinentes relacionadas con el sistema de tratamiento más adecuado para cada caso. Valoremos a continuación:

<sup>58</sup> Fuente: Planetica. (2002). Clasificación de los residuos. Recuperado de: <http://www.planetica.org/clasificacion-de-los-residuos>

Cuadro 8. Relación propiedad/características/manejo de los residuos solidos

<b>Densidad</b>	Este parámetro influye sobre los medios de recogida y sobre las posibilidades de tratamiento. El peso específico de las sustancias que encontramos en los RSU, varía notablemente de unos a otros de ahí que existan diferentes técnicas para la separación y clasificación de los elementos, así como de los medios de transportación más idóneos para cada caso, según las dimensiones del volumen de recogida.
<b>Solubilidad</b>	Se debe tener en cuenta esta propiedad ya que puede considerarse una vía de ingreso de contaminantes al suelo y acuíferos, en dependencia de la solubilidad en agua de los productos que forman los RSU. Otros productos son liposolubles y se acumulan en el tejido adiposo de ciertos animales incluyendo el hombre, provocando efectos negativos en estos que pueden durar varios años pues quedan insertados en las cadenas de alimentación, provocando su acumulación y la generación de enfermedades.

Fuente: Dirección provincial de servicios comunales de la ciudad de La Habana

Cuadro 9. Relación propiedad/características/manejo de los residuos solidos

<b>Humedad</b>	El grado de humedad de los RSU depende, además del propio residuo, del clima y de las estaciones del año. Los residuos orgánicos, son los más húmedos y se descomponen con facilidad y por la cantidad de materiales que incorporan al medio se utilizan generalmente para tareas de compostaje. Los inorgánicos por el contrario, son generalmente secos aunque algunas sustancias químicas que los componen, tienen un alto poder higroscópico por lo que absorben la humedad, favoreciendo el proceso de descomposición de otros elementos que estén a su alrededor y provocando reacciones químicas colaterales en las que se pueden formar otros agentes contaminantes. Debido a esta propiedad de los RSU es que se requiere rapidez en su recogida.
<b>Poder calorífico</b>	Parámetro fundamental para decidir sobre el sistema de tratamiento a emplear para los RSU, especialmente si es factible o no emplear el proceso de incineración. Durante la descomposición de los RSU, el desprendimiento de energía en forma de calor es elevado y su valor depende de la cantidad y el tipo de sustancia que se descompone, este aumento de temperatura promueve otras reacciones colaterales en la que otros elementos, térmicamente inestables, también se descomponen, contribuyendo a la putrefacción de los residuos y generando condiciones de insalubridad. El poder calorífico inferior (PCI) de los RSU varía entre 800 y 1600 kcal/kg, elemento a tener en cuenta para la generación de energía eléctrica a partir de éstos.
<b>Relación Carbono/Nitrógeno (C/N)</b>	La materia orgánica está constituida fundamentalmente por carbono, hidrógeno y otros elementos como el nitrógeno y el oxígeno. En dependencia de la proporción en que se encuentren el carbono y el nitrógeno en los residuos, serán sus propiedades ácidas o básicas, esto definirá la calidad del compost que se produzca con estos residuos y su potencial uso en dependencia de los requerimientos del tipo de suelo o cultivo que se vaya a tratar. El valor óptimo de la relación Carbono/Nitrógeno para labores de compostaje está entre 25 y 30, puesto que con valores superiores a esta cifra, el compost resultante no es óptimo para el desarrollo de los cultivos.

Fuente: Dirección provincial de servicios comunales de la ciudad de La Habana

También es importante indicar que, la cantidad, la composición, y la densidad de los residuos sólidos vertidos al relleno sanitario son diferentes a los residuos generados a partir del tratamiento y recuperación de estos, tales como papeles, cartones, trapos, botellas y metales, y a la compactación y esponjamiento que se realizan en el transcurso del manejo de los residuos. Por ejemplo, la densidad de los desechos se altera a medida que avanza las etapas de su manejo<sup>59</sup>.

Cuadro 10. Alteración de densidad de los residuos solidos

<b>ALTERACION DE DENSIDAD EN LOS RESIDUOS SOLIDOS</b>	
ETAPA	DENSIDAD
basura suelta en recipientes	200 kg/m <sup>3</sup>
basura compactada en camiones compactadores	500 kg/m <sup>3</sup>
basura suelta descargada en relleno sanitario	400 kg/m <sup>3</sup>
basura recién rellenada	600 kg/m <sup>3</sup>
basura estabilizada en los rellenos (dos años después)	900 kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental

<sup>59</sup> BVSDE – Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental (2000). Tema 17. Método sencillo del análisis de residuos sólidos. Washington D.C., Estados Unidos. Recuperado de: <http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html>

Cuadro 11. Parámetros de los residuos sólidos para el compostaje

PARÁMETRO	RANGO IDEAL AL COMIENZO (2-5 DIAS)	RANGO IDEAL PARA COMPOST EN FASE TERMOFÍLICA II (2-5 SEMANAS)	RANGO IDEAL DE COMPOST MADURO (3-6 MESES)
C:N	25:1 - 35:1	15/20	10:1 - 15:1
Humedad	50% - 60%	45% - 55%	30% - 40%
Concentración de oxígeno	~10%	~10%	~10%
Tamaño de partícula	<25cm	~15cm	<1,6cm
pH	6,5 - 8,0	6,0 - 8,5	6,5 - 8,5
Temperatura	45°C - 60°C	45°C - temperatura ambiente	temperatura ambiente
Densidad	250 kg/m <sup>3</sup> - 400 kg/m <sup>3</sup>	<700 kg/m <sup>3</sup>	<700 kg/m <sup>3</sup>
Materia orgánica (base seca)	50% - 70%	>20%	>20%
Nitrógeno total (base seca)	2,5% - 3%	1% - 2%	~1%

Fuente: Manual de compostaje del agricultor

#### 2.3.2.4. Composición de los residuos sólidos urbanos.

La composición de los residuos sólidos urbanos es muy variada debida fundamentalmente a los diferentes factores relacionados con la actividad humana. En sentido general, la composición de los residuos sólidos urbanos puede:

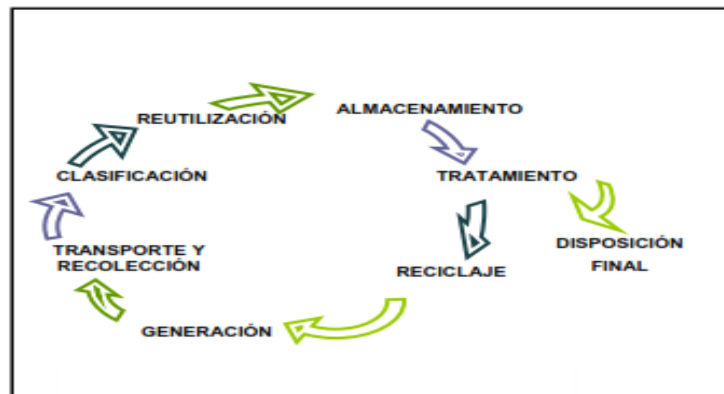
- Estar determinada por las características de la población que los genera: Así, por ejemplo, difieren grandemente según las particularidades poblacionales de las distintas áreas en las que se generan, como son la urbana, la rural, la turística, la industrial, etc.
- Estar determinada por la época del año en que se generan: En tal sentido, la influencia de las variaciones del clima en la agricultura, los cambios de actividad en períodos vacacionales, entre otros, inciden en la composición de los residuos.

- Estar determinada por el nivel cultural y económico de la población que los genera.

Lo anterior está muy relacionado con las características de los productos del primer grupo. Las características de los productos dependen de los hábitos de consumo y generación de residuos de los habitantes de las determinadas zonas.

#### 2.3.2.5. Ciclo de vida de los residuos sólidos urbanos.

Imagen 47. Ciclo de vida de los residuos sólidos urbanos



Fuente: Red Peruana Ciclo de Vida

Imagen 48. Etapas del manejo de los residuos sólidos



Fuente: SNIP – Inversión Pública de Calidad.

- 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. 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. 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. 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.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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 o 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.

#### **2.3.2.6. Residuos de origen de la construcción y/o demolición.**

La generación de residuos de Construcción y Demolición (en adelante RCD) está íntimamente ligada a la actividad del sector de la construcción, como consecuencia de la demolición de edificaciones e infraestructuras que han quedado obsoletas, así como de la construcción de otras nuevas. Se consideran residuos de construcción y demolición (en adelante RCDs) aquellos que se generan en el entorno urbano y no se encuentran dentro de los

comúnmente conocidos como Residuos Sólidos Urbanos (residuos domiciliarios y comerciales, fundamentalmente), ya que su composición es cuantitativa y cualitativamente distinta. Se trata de residuos, básicamente inertes, constituidos por: tierras y áridos mezclados, piedras, restos de hormigón, restos de pavimentos asfálticos, materiales refractarios, ladrillos, cristal, plásticos, yesos, ferrallas, maderas y, en general, todos los desechos que se producen por el movimiento de tierras y construcción de edificaciones nuevas y obras de infraestructura, así como los generados por la demolición o reparación de edificaciones antiguas.

### **Reciclaje en la construcción y demolición.**

Esta opción consiste en la reconversión de los residuos en nuevas materias primas que puedan ser utilizadas en la fabricación de nuevos productos para ser empleados en nuevas obras. Con respecto a la reutilización, presenta diferencias, ya que los productos originales son alterados en su forma original y en sus propiedades, por tanto, se trata de reutilizar después de transformar el residuo en otros productos. Las cantidades de RCD generadas,

especialmente, en las últimas décadas, hacen necesario plantear una gestión tendente hacia el reciclaje, evitando el relleno y vertido directo<sup>60</sup>.

El flujo que sigue el material una vez que llega a la planta de tratamiento es:

- En la entrada de la instalación, donde se encuentra la báscula y oficinas, se realiza un control visual del material antes de su admisión. Si el material es admitido, se procede al pesaje del mismo.
- Posteriormente, el vehículo que transporta los RCD's, deposita la carga en una superficie debidamente impermeabilizada, y con sus drenajes correspondientes, en donde se realiza una segunda inspección visual, para comprobar que el material es el permitido.
- Se realiza una selección positiva de elementos valorizables, como papel, plástico, metal, madera, y una selección negativa de impropios, como pueden ser colchones, botes.... Además, se atenderá

---

<sup>60</sup> Romero, E. (2006). Residuos de construcción y demolición. Master ingeniería ambiental 2006-07. Universidad de Huelva. España. Pág. 15.

especialmente aquellos impropios que se cataloguen como peligrosos, como latas de pintura, baterías, aislamientos. Cada una de las fracciones segregadas, se derivarán a un gestor autorizado.

- Mediante pala cargadora se alimenta la maquinaria de proceso, con triaje, pre cribado, machaqueo, separación de férricos, cribado y limpieza del material mediante soplado. Tras este proceso se obtienen de nuevo subproductos valorizables e impropios, que igualmente se derivan a un gestor autorizado para continuar su tratamiento específico.
- El producto final obtenido, es un árido con granulometría determinada, que tras los pertinentes ensayos estará listo para reintroducir en el mercado. Se acopiará en la zona destinada a tal efecto, conformada en zahorra.
- El rechazo, o material no útil, como son impropios inertes, tierras no adecuadas, pétreos no procesables (hormigón armado, grandes piedras...), e incluso el material excedente que no puede ser vendido, se depositará en el vertedero de apoyo adyacente. Dicho

vertedero estará equipado con sus respectivos drenajes, que conducirán los líquidos de percolación a un único punto de salida a través del dique de fondo, que desembocan en una balsa de lixiviados tras el dique. Todo el vaso de vertido está dotado de un camino perimetral de 30 m de ancho<sup>61</sup>.

Imagen 49. Diagrama de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición



Fuente: Resur – Consorcio Provincial de residuos sólidos urbanos de Granada

<sup>61</sup> Resurgranada (2011). Plantas de residuos de construcción y demolición. Granada, España. Recuperado de: [http://www.resurgranada.es/plantas\\_rcd.php](http://www.resurgranada.es/plantas_rcd.php)

### **2.3.2.7. Residuos sanitarios y/o hospitalarios.**

Desechos sólidos hospitalarios son desechos que provienen del uso de la medicina, también conocidos como residuos clínicos. Se refiere normalmente a los productos de desecho que no pueden considerarse residuos en general, producidos a partir de la atención sanitaria en locales, tales como los hospitales.

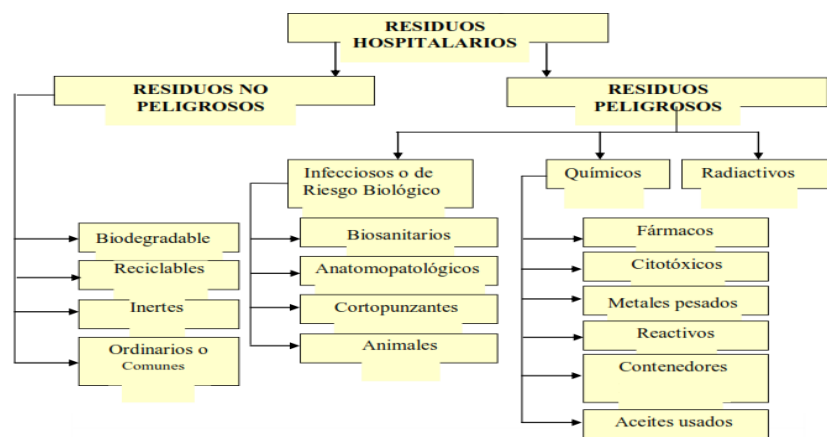
La eliminación de estos residuos es de una gran preocupación por parte del medio ambiente, ya que muchos desechos médicos están clasificados como infecciosos o peligrosos para la salud y podrían potencialmente llegar a la propagación de enfermedades infecciosas.

Además de los hospitales, médicos locales pueden producir una variedad de residuos peligrosos como productos químicos, incluidos los materiales radiactivos utilizados en las radiografías y otros procesos médicos. Si bien esos desechos normalmente no son infecciosos,

pueden ser clasificados como desechos peligrosos, y requieren su eliminación adecuada<sup>62</sup>.

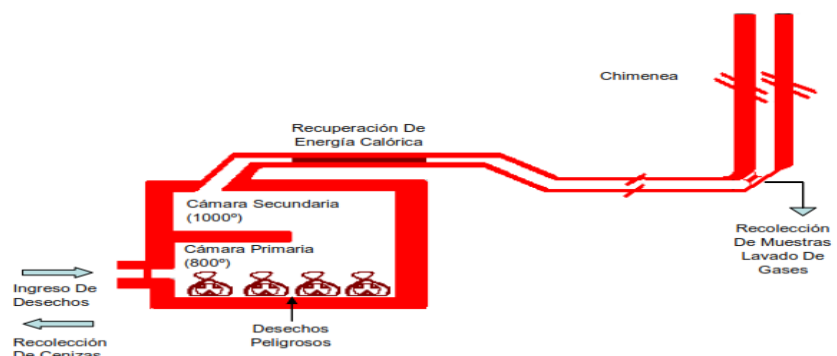
Clasificación de los residuos hospitalarios.

Gráfico 18. Estructura de los residuos hospitalarios



Fuente: Manual de procesamiento depara la gestión integral de los residuos sólidos hospitalarios de Bogotá

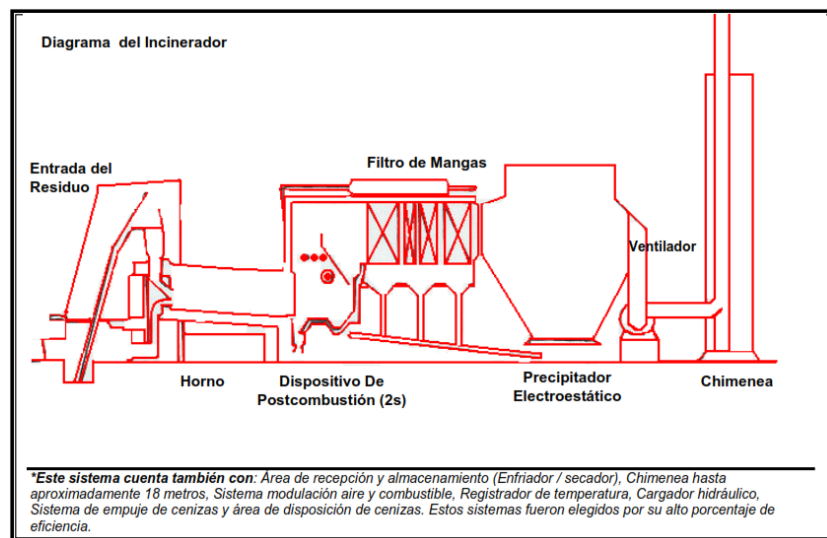
Imagen 50. Estructura básica de un horno incinerador de residuos sólidos hospitalarios



Fuente: Manual para el manejo de desechos en establecimientos hospitalarios.

<sup>62</sup> Desechos Sólidos (2008). Desechos sólidos hospitalarios. Recuperado de: <http://desechos-solidos.com/hospitalarios/>

Imagen 51. Esquema de los procesos de la planta de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios



Fuente: Universidad nacional de Colombia

### 2.3.2.8. Residuos de aparato eléctricos y electrónicos (RAEES).

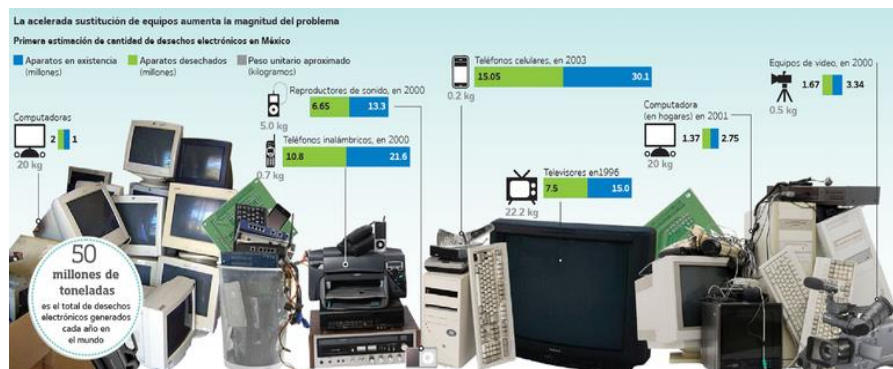
La chatarra electrónica, desechos electrónicos o basura tecnológica es conocida por el concepto RAEE (Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos). El tratamiento inadecuado de los RAEE puede ocasionar graves impactos al medio ambiente y poner en riesgo la salud humana.

Imagen 52. Residuos sólidos de aparatos electrónicos



Fuente: [www.elsiglodetorreon.com.mx](http://www.elsiglodetorreon.com.mx)

Imagen 53. Variedades de residuos sólidos electrónicos

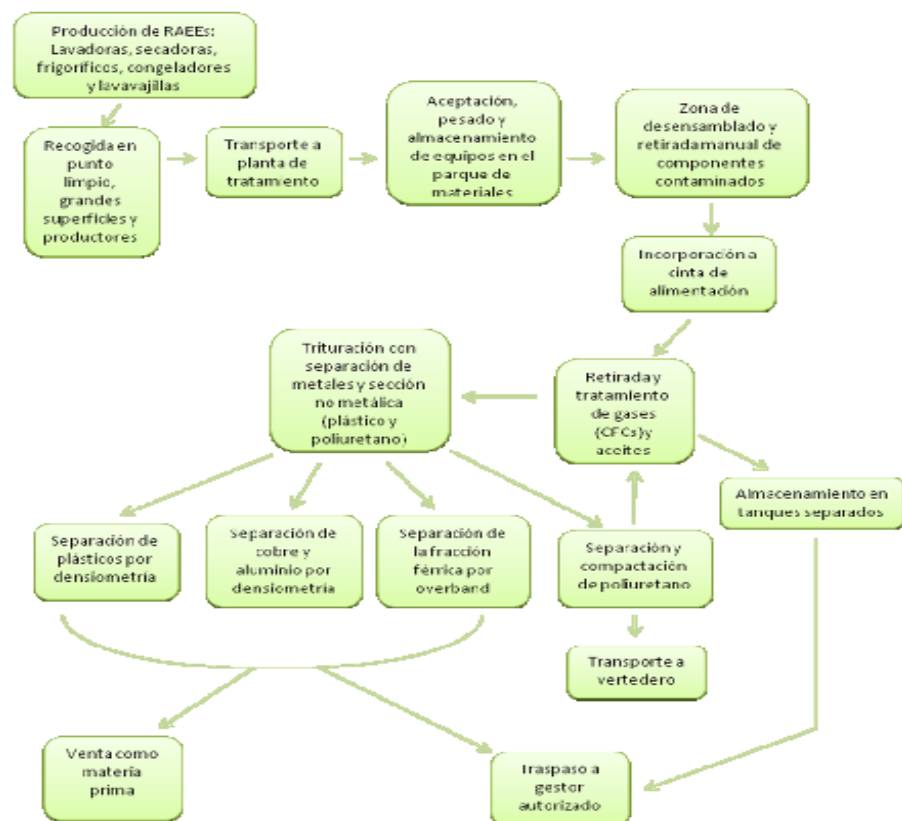


Fuente: [www.elsiglodetorreon.com.mx](http://www.elsiglodetorreon.com.mx)

Existen diversos daños para la salud y para el medio ambiente generado por varios de los elementos contaminantes presentes en los desechos electrónicos, en especial el mercurio, que produce daños al cerebro y el sistema nervioso; el plomo, que potencia el deterioro intelectual, ya que tiene efectos perjudiciales en el cerebro y todo el sistema circulatorio. Además, el cadmio, que

produce fallas en la reproducción y posibilidad incluso de infertilidad, entre otras cosas; y el cromo, que produce problemas en los riñones y los huesos. El plástico PVC es también muy utilizado. Un celular móvil, por ejemplo, contiene entre 500 a 1 000 compuestos diferentes<sup>63</sup>.

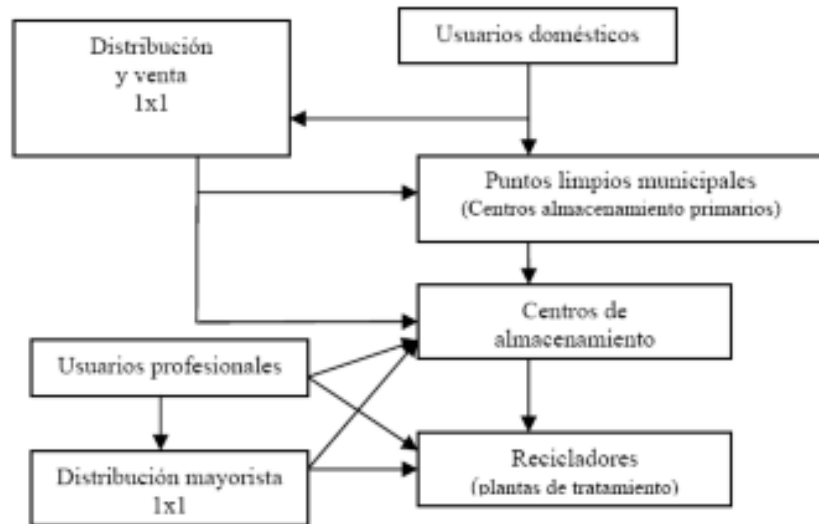
Gráfico 19. Diagrama general del proceso de reciclaje de residuos electrónicos y electrodomésticos



Fuente: Diseño de una planta para el tratamiento de RAEEs

<sup>63</sup> Fuente: Wikipedia (2016). Chatarra electrónica. Recuperado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Chatarra\\_electr%C3%B3nica](https://es.wikipedia.org/wiki/Chatarra_electr%C3%B3nica)

Gráfico 20. Esquema operativo de los flujos de los residuos de aparatos electrónicos y electrodomésticos

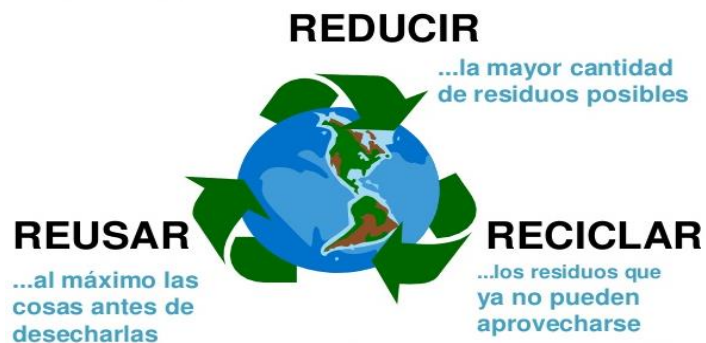


Fuente: Consumer.es

### 2.3.2.9. Principios básicos para una adecuada gestión de los residuos sólidos urbanos.

Imagen 54. Las tres erres de la gestión integral de residuos sólidos

#### LAS TRES ERRES



Fuente: Medio Ambiente. Reciclaje, La regla de las tres erres

#### Reducir.

La definición de este principio aparece en el primero de los puntos que resumen las bases que sustentan el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos, no obstante, no podemos ver la reducción solamente como el diseño de procesos y productos, nuestra actitud, nuestros esquemas o nuestras formas de vida y comportamiento, inciden grandemente en la reducción en la emisión de residuos y obliga a los productores a realizar producciones más limpias.

#### **Re-usar.**

Se recomienda la reutilización de todo producto o envase que lo admita, como, por ejemplo, el vidrio. Además, se requiere que estos resistan un mínimo de diez años. Por su parte, el papel y el cartón, también son materiales reciclables, es decir, se emplean como sustitutos de materia prima virgen para hacer nuevos productos, por ejemplo, es posible armar cuadernos con los restos útiles de otros ya usados, también, las hojas de papel utilizadas en informes u otro tipo de escritos por una de sus caras, pueden emplearse para notas o borradores, en la medida de lo posible.

## Reciclar.

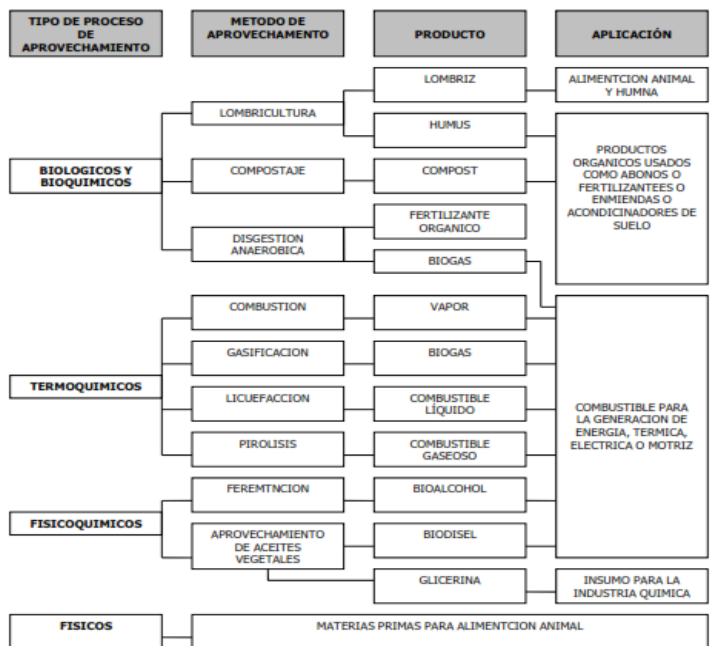
Reciclar tiene como objeto la recuperación de forma directa o indirecta de determinados componentes de los RSU. Permite por una parte el ahorro de recursos naturales y por otra, la disminución del volumen total de los residuos sólidos urbanos a eliminar con el consiguiente ahorro energético y beneficio ambiental. Es el proceso de recuperación y valorización de recursos y materias primas producidas y desechadas que se pueden volver a utilizar, representando una fuente importante de ahorro, de recursos, de energía y de materiales.

Cuadro 12. Reaprovechamiento de los residuos sólidos

<b>Compostaje:</b> Proceso de destrucción y consumo de los almidones, proteínas y grasas contenidas en la materia orgánica, en presencia de oxígeno para transformarlos en abono. (Glosario Eco-portal, 2003)
<b>Biometanización:</b> Proceso realizado por microorganismos en ausencia de oxígeno, para producir metano (CH <sub>4</sub> ), Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) y un producto orgánico (lodos) que una vez estabilizado se puede utilizar para el mejoramiento de los suelos principalmente para el cultivo de aquellos productos que no vayan a ser destinadas al consumo directo como productos alimentarios, tales como floricultura, madera, productos ornamentales, etc.
<b>Incineración con aprovechamiento energético:</b> Es un proceso de oxidación térmica que ocurre a altas temperaturas en el cual los residuos (peligrosos o no), son convertidos en presencia de oxígeno, en gases y residuos sólidos incombustibles. Los gases generados son emitidos a la atmósfera y los residuos sólidos son depositados en un relleno de seguridad. (Glosario Eco-portal, 2003)
<b>Vertederos:</b> Terrenos carentes de sistemas de protección y que se destinan para depositar RSU. Los líquidos residuales y los resultantes de la descomposición de los residuos sólidos pueden llegar hasta las aguas subterráneas y superficiales. Los vertederos no se tratan con capas de cobertura, lo que produce malos olores y contribuye a aumentar la presencia de vectores con el consecuente riesgo para la salud de la población.
<b>Rellenos sanitarios:</b> Son obras de ingeniería construidas normalmente sobre tierra, en la que los RSU son depositados en celdas provistas de capas de impermeabilización y capas de cobertura con tierra para evitar malos olores o la proliferación de vectores. Cuentan además con sistemas de evacuación de líquidos residuales y gases.

Fuente: Inforeciclaje.com

Gráfico 21. Proceso del reaprovechamiento de los residuos sólidos



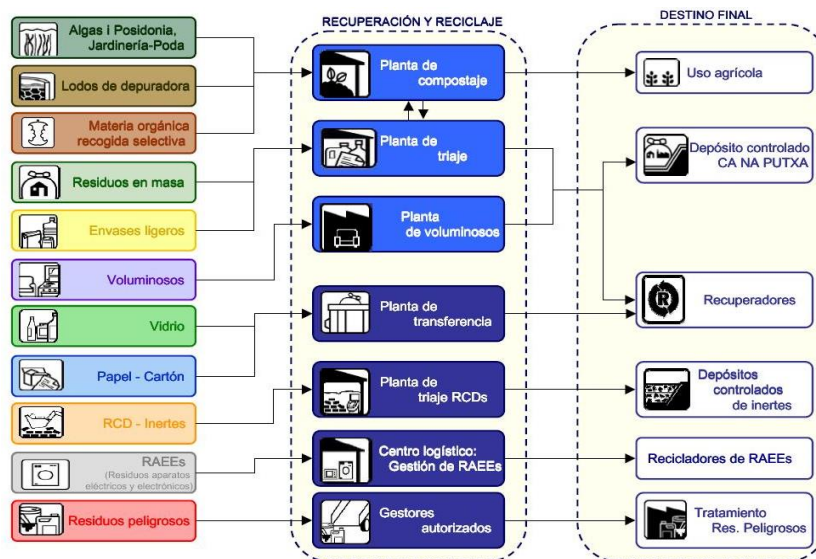
Fuente: Manual de gestión integral de los residuos sólidos

Gráfico 22. Diagrama del reaprovechamiento del material reciclable



Fuente: Manual de gestión integral de los residuos sólidos

Gráfico 23. Esquema del reciclaje y su destino final



Fuente: Gestión de residuos de Eivissa - Consell

### 2.3.2.10. Desarrollo sostenible de residuos sólidos urbanos.

La capacidad de satisfacer las necesidades de las actuales generaciones sin disminuir el potencial de las generaciones futuras para satisfacer las suyas propias.

Imagen 55. Esquema del desarrollo sostenible aplicado a la gestión de residuos sólidos



Fuente: gestión de residuos en un desarrollo sostenible

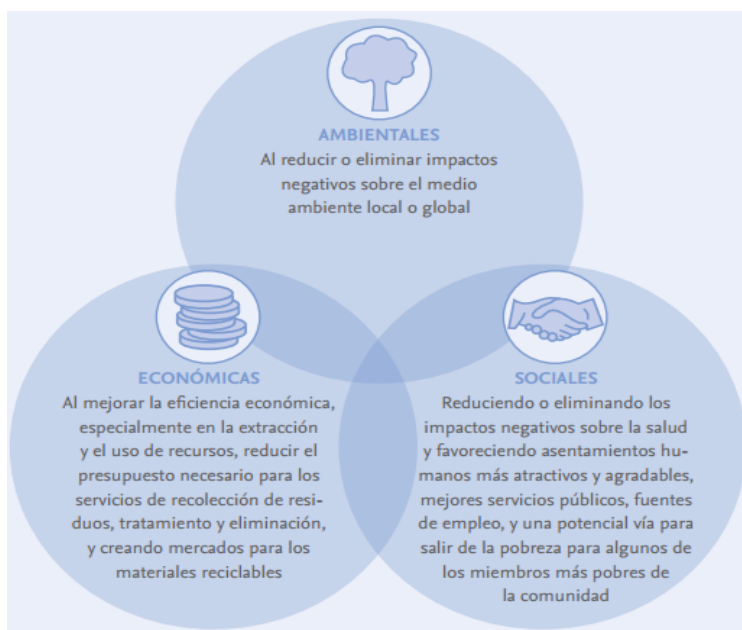
### Principios del desarrollo sostenible.

- Minimización en el consumo de recursos naturales.
- Selección de materiales respetuosos con el medio ambiente, tanto con el análisis de ciclo de vida como promoviendo la compra sostenible.
- Gestión sostenible de los residuos fomentando la minimización, segregación, reutilización, reciclaje y valorización.
- Investigación e incorporación de materiales y tecnologías de reutilización y valorización novedosos y medioambientalmente más respetuosos.
- Establecimiento de objetivos de mejora continua en los centros de tratamiento de residuos que gestiona<sup>64</sup>.

---

<sup>64</sup> ACCIONA (2012). Uso sostenible de recursos y gestión de residuos. Galicia, España.  
Recuperado de: <http://www.accionacom.es/sostenibilidad/medio-ambiente/uso-sostenible-recursos-gestion-residuos/#>

Imagen 56. Esquema explicativo de políticas de gestión de residuos al desarrollo sostenible



Fuente: Wikipedia.com

Imagen 57. Esquema del Desarrollo Sostenible



Fuente: Unep.org

### **2.3.2.11. Gestión integral residuos sólidos urbanos.**

Por Gestión Integral de Residuos se entiende al conjunto articulado e interrelacionado de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y evaluación para el manejo de los residuos, desde su generación hasta la disposición final.

Se entiende por gestión integral de residuos a los aspectos relacionados con la generación, separación y tratamiento en la fuente de origen de los residuos, así como su recolección, transferencia y transporte, tratamiento, reciclaje y disposición final de los residuos<sup>65</sup>.

#### **Importancia del manejo integral de los residuos sólidos urbanos.**

La problemática del manejo integral de los residuos sólidos urbanos, está acompañada de oportunidades para el desarrollo sostenible, no sólo por el ahorro de los pasivos ambientales y los gastos en salud mencionados, sino por las ventajas económicas y sociales producidas por la

---

<sup>65</sup> Fuente: Wikipedia (2016). Gestión de residuos. Recuperado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n\\_de\\_residuos#gesti.c3.b3n\\_integral\\_de\\_residuos\\_.28gir.29](https://es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n_de_residuos#gesti.c3.b3n_integral_de_residuos_.28gir.29)

recuperación de materiales comerciales, la generación de nuevas fuentes de empleo y el aumento de la gobernabilidad.

Se debe modificar el concepto de "... tanto consumes tanto vales". Se ha tergiversado el concepto de calidad de vida; asociándolo al consumismo y al poder adquisitivo. Sin embargo, los ciudadanos que más consumen no necesariamente disfrutan de una mayor calidad de vida, esta actitud irresponsable promueve un desarrollo insostenible.

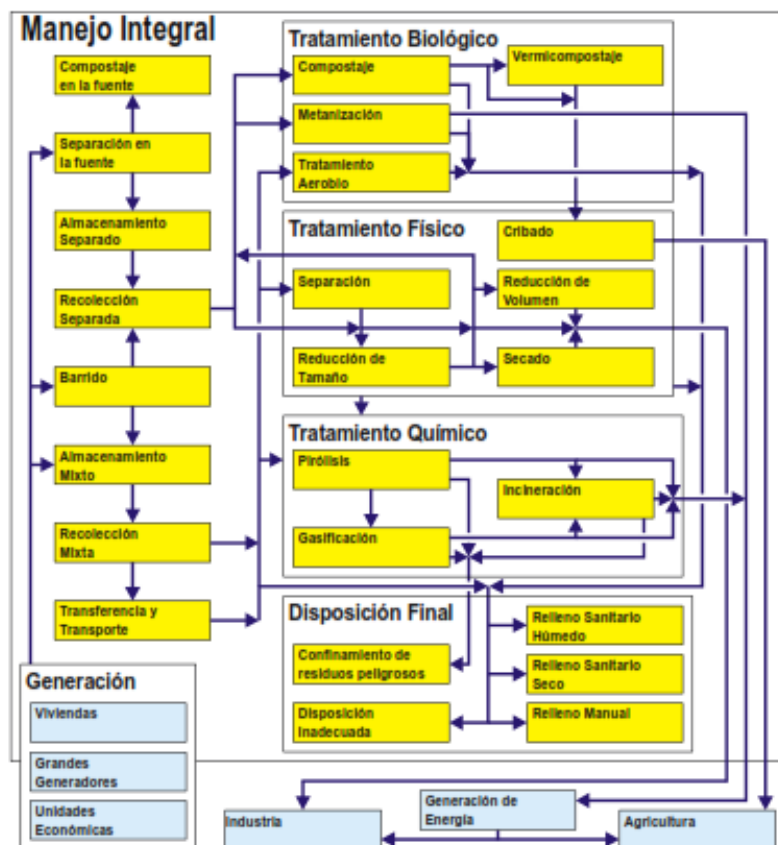
Paradójicamente, la inequívoca interpretación del concepto de desarrollo y calidad de vida, ha convertido las ciudades más grandes e industriales en colosales fábricas de desechos; aumentando en las mismas proporciones las consecuencias negativas a la salud, al medio ambiente y el acelerado agotamiento de los recursos naturales. Este "progreso industrial" ha impuesto el consumo de productos con empaques o envases desechables, llegando a índices de producción de desechos domésticos superiores a 2 kg por habitante al día. Aproximadamente el 75% de la población mundial, reside en ciudades con tendencia al

crecimiento, y por consiguiente también repercute en el aumento de los RSU; siendo estos uno de los factores que influyen negativamente en el deterioro del medio ambiente. Debido a la generación de gases y otras sustancias derivadas del proceso de descomposición de las fracciones orgánicas y a la combustión espontánea de estos gases, se producen sustancias altamente nocivas para la salud y el medio ambiente. Los RSU contribuyen también a la contaminación de los ríos y acuíferos subterráneos -por la infiltración en el suelo de los lixiviados y por el arrastre de las lluvias-, llegando a incidir en la calidad de las aguas marítimas, contaminando las reservas disponibles de agua y provocando el agotamiento de los espacios para disponer los residuos, así como el encarecimiento de los costos de tratamiento, entre otros efectos. A modo de resumen podemos plantear que las opciones identificadas para el establecimiento de prioridades en la gestión de los RSU se concretan en la:

- Prevención y minimización.
- Reutilización (especialmente para envases).
- Reciclado (papel, vidrio, plásticos, etc.).

- Valorización de la materia orgánica.
- Valorización energética.
- Eliminación de vertederos, cumpliendo los requisitos técnicos establecidos.

Imagen 58. Diagrama del manejo integral de los residuos sólidos urbanos



Fuente: Unidad profesional interdisciplinaria de biotecnología, Instituto Politécnico Nacional

Imagen 59. Modelo de gestión integral de residuos sólidos urbanos



Fuente: Unidad profesional interdisciplinaria de biotecnología, Instituto Politécnico Nacional

## 2.4. DEFINICIONES.

### 2.4.1. BOTADERO.

Sitio donde los residuos sólidos se abandonan sin separación ni tratamiento alguno. Este lugar suele funcionar sin criterios técnicos en una zona de recarga situada junto a un cuerpo de agua, un drenaje natural, etc. allí no existe ningún tipo de control sanitario ni se impide la contaminación del ambiente, el aire, el agua y el suelo son deteriorados por la formación de gases y líquidos lixiviados, quemas y humos, polvo y olores nauseabundos<sup>66</sup>.

<sup>66</sup> Informe: "El Relleno Sanitario", Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Pág. 41.

#### **2.4.2. COMPOSTAJE.**

El compostaje es el proceso biológico más empleado para la transformación de una fracción orgánica de los residuos sólidos a un producto húmico estable conocido como compost, entre las fuentes para la elaboración del compost se encuentran: residuos de jardín, residuos separados, residuos no seleccionados, compostaje con fangos de aguas residuales<sup>67</sup>.

#### **2.4.3. CRIBACIÓN.**

Es la separación de una mezcla de materiales de tamaños distintos en dos o más fracciones de tamaños semejantes y homogéneos mediante el uso de una o más superficies de criba (coladores), que se utilizan como tamaño de selección<sup>68</sup>.

#### **2.4.4. DESARROLLO SOSTENIBLE.**

El desarrollo sostenible es aquel desarrollo que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades<sup>69</sup>.

---

<sup>67</sup> Compostadores, Sostenibilidad en estado puro (2010). Que es el compostaje. Recuperado de: <http://www.compostadores.com/descubre-el-compostaje/que-es-el-compostaje.html>

<sup>68</sup> Ecured (2012). Cribado. Recuperado de: <http://www.ecured.cu/Cribado>

<sup>69</sup> Comisión Bruntland (1987). Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002167/216756s.pdf>

#### **2.4.5. ECOSISTEMA.**

Es la unidad biológica funcional que abarca los organismos en un área dada y el medio ambiente físico correspondiente<sup>70</sup>.

#### **2.4.6. GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.**

Por gestión integral de residuos se entiende al conjunto articulado e interrelacionado de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y evaluación para el manejo de los residuos, desde su generación hasta su disposición final<sup>71</sup>.

También se define como, el conjunto de acciones normativas, financieras y de planeamiento que se aplica a todas las etapas de la gestión y manejo de residuos sólidos desde su generación, basándose en criterios sanitarios, ambientales y de viabilidad técnica y económica para la reducción en la fuente, aprovechamiento, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos<sup>72</sup>.

#### **2.4.7. GESTIÓN SOSTENIBLE.**

---

<sup>70</sup> Martínez, M. (2015). "Ecosistemas". Universidad Nacional de San Luis. San Luis. pág. 02.

<sup>71</sup> Fuente: [www.ifam.go.cr/docs/ley\\_comentadafinal.pdf](http://www.ifam.go.cr/docs/ley_comentadafinal.pdf)

<sup>72</sup> Perú. Congreso de la Republica (2000). Ley 27314 Ley General de Residuos Sólidos. Lima.

Se entiende por gestión sostenible al conjunto de medidas que busca reintegrar los residuos que generamos a procesos ambientales y cadenas económicas para valorizarlos y beneficiar tanto a la población como a nuestro entorno. Se orienta a la gestión adecuada de los residuos que generamos para transformarlos en recursos e impactar en el ahorro de materias primas a través de prácticas de reuso y reciclado; así, también es importante la conservación de los recursos naturales para favorecer la reducción del impacto ambiental que provoca la generación de residuos y promover el desarrollo sostenible<sup>73</sup>.

#### **2.4.8. LIXIVIADO.**

Es un líquido maloliente de color negro producto de la descomposición o putrefacción natural de los residuos sólidos, es parecido a las aguas residuales domésticas pero mucho más concentrado<sup>74</sup>.

#### **2.4.9. PROCESO AEROBIA.**

---

<sup>73</sup> Cruz, S.; Ojeda, S. (2013). "Gestión Sostenible de los Residuos Sólidos Urbanos". Revista Internacional de Contaminación Ambiental. Núm. 3, pp. 7-8.

<sup>74</sup> Informe: "El Relleno Sanitario", Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Pág. 51.

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.

#### **2.4.10. PROCESO ANAEROBIA.**

Es la que predomina en el relleno sanitario porque no pasa el aire y no existe circulación de oxígeno, por tal motivo se producen grandes cantidades de metano y dióxido de carbono, así como trazas de gases de olor punzante, como el ácido sulfúrico, amoníaco, etc<sup>75</sup>.

#### **2.4.11. RECICLAJE INDUSTRIALIZADO.**

Es el proceso mediante el cual se transforma la materia reciclada para dar paso a una nueva materia prima que puede ser empleado para la manufactura de productos variados, con el objetivo de ahorrar recursos, energía y proteger el medio ambiente<sup>76</sup>.

#### **2.4.12. RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.**

---

<sup>75</sup> Bartesaghi, C. (2011). Reciclaje Sistémico – Instalaciones de tratamiento y disposición final de los residuos urbanos de Arequipa Metropolitana (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. Pág. 114.

<sup>76</sup> “reciclaje artístico – transformación de desechos”. Pág. 06. Recuperado de: [http://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/blog/images/trabajos/10775\\_41496.pdf](http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/blog/images/trabajos/10775_41496.pdf)

Es aquel producto, materia o sustancia, resultante de la actividad humana o de la naturaleza, que ya no tiene función para la actividad que lo genero.

Según la Ley 27314 Ley General de Residuos Sólidos, son 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<sup>77</sup>.

#### **2.4.13. SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL.**

Es el proceso educativo que tiene como objetivo impartir conciencia ambiental, conocimiento ecológico, actitudes y valores hacia el medio ambiente para tomar un compromiso de acciones y responsabilidades que tengan por fin el uso racional de los recursos y poder lograr así un desarrollo adecuado y sostenible<sup>78</sup>.

#### **2.4.14. SISTEMA AIREACIÓN.**

Sistema utilizado para crear de forma constante el flujo de aire adecuado a través del material a ser compostado. La temperatura del compost puede ser controlada mediante la regulación del caudal de aire.

#### **2.4.15. SISTEMA DE GASIFICACIÓN.**

Proceso de combustión parcial en el que el combustible es quemado intencionalmente con menos aire que el

---

<sup>77</sup> Perú. Congreso de la Republica (2000). Ley 27314 Ley General de Residuos Sólidos. Lima.

<sup>78</sup> Ayuntamiento de Huelva (2016). "La educación Ambiental – Sensibilización y concienciación ambiental". Recuperado de:<http://www.lineaverdehuelva.com/lv/consejos-ambientales/educacion-ambiental/sensibilizacion-y-concienciacion-ambiental.asp>

estequiométrico. Es una técnica eficaz para reducir el volumen de los residuos sólidos y recuperar energía.

#### **2.4.16. SISTEMA DE INCINERACIÓN.**

Procesamiento térmico de los residuos sólidos mediante oxidación química con cantidades estequiométricas o en exceso de oxígeno.

#### **2.4.17. SISTEMA PIROLISIS.**

Es el procesamiento térmico de los residuos en ausencia completa de oxígeno. Se usan para convertir residuos en combustibles gaseosos, líquidos y sólidos. Utiliza una fuente de combustible externa para conducir las reacciones endotérmicas de pirolisis en un ambiente libre de oxígeno<sup>79</sup>.

#### **2.4.18. TRITURACIÓN.**

Proceso en el cual el objetivo es reducir el tamaño de los residuos urbanos, se realiza mediante molinos o trituradoras<sup>80</sup>.

---

<sup>79</sup> Bartesaghi, C. (2011). Reciclaje Sistémico – Instalaciones de tratamiento y disposición final de los residuos urbanos de Arequipa Metropolitana (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. Pág. 119.

<sup>80</sup> UNAD-Universidad Nacional Abierta y a Distancia (2011). Lección 19. Triturado y molino. Recuperado de:  
[http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358012/ContLin/leccin\\_19\\_triturado\\_y\\_molido.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358012/ContLin/leccin_19_triturado_y_molido.html)

## **CAPÍTULO III. MARCO CONTEXTUAL.**

### **3.1. ANÁLISIS DE CASOS SIMILARES.**

Aquí se va analizar casos o estudios de investigación similares con proyección a la propuesta y también experiencias confiables construidas.

#### **3.1.1. A NIVEL NACIONAL.**

##### **3.1.1.1. Empresa concesionaria: Green Care del Perú S.A.**

GREEN CARE DEL PERU S.A. es una empresa EPS-RS y EC-RS (Empresa Prestadora y Comercializadora de Servicios de Residuos Sólidos) debidamente registrada y autorizada por DIGESA. La empresa se dedica a la recolección, transporte, tratamiento, comercialización y disposición final de residuos sólidos y líquidos, peligrosos y no peligrosos. Actualmente presta servicios de gestión de residuos, tanto interna (al interior de las locaciones mineras, energéticas, industriales, etc.) Como externamente (recojo, transporte y disposición de

residuos), a numerosas empresas e instituciones ubicadas tanto en el sector público como en el privado.

Sedes de la empresa en el Perú.

Empresa: BEFESA PERU S.A.,

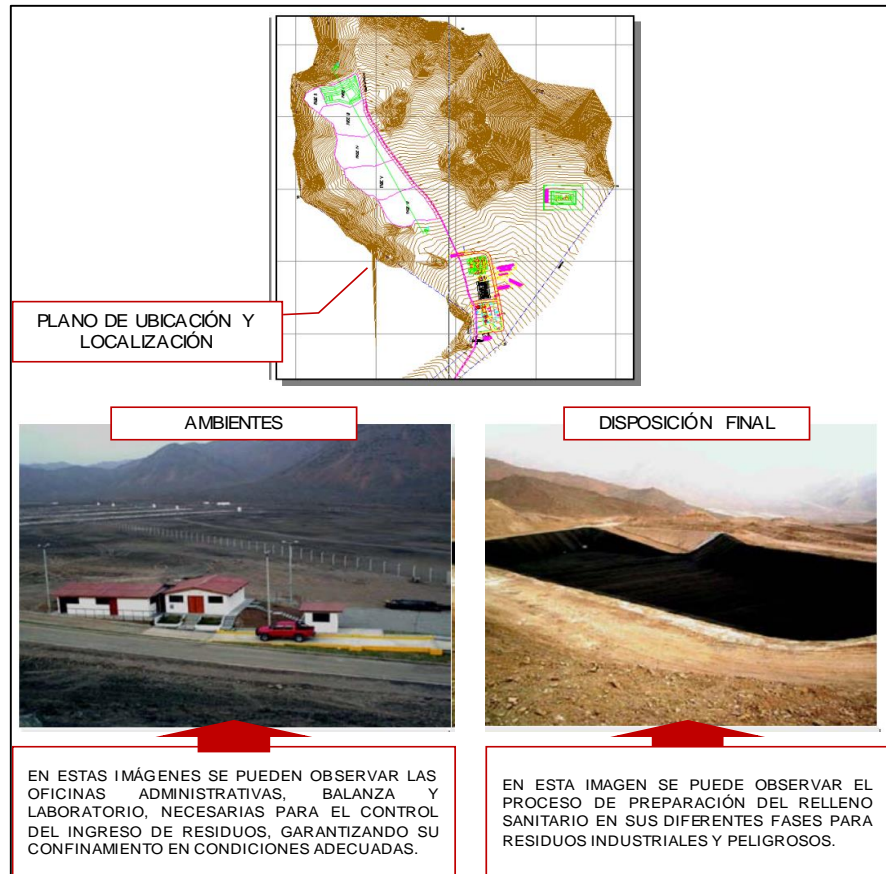
Ubicado:

Panamericana Sur Km 59, Quebrada Chutana Km 4,5

Distrito de Chilca, provincia de Cañete, Dpto. de Lima.

Tratamiento que realiza:

Método de disposición final, depósito de Seguridad para la disposición final de residuos industriales peligrosos.



Fuente: Befesa Perú S.A.

Empresa: RELIMA AMBIENTAL S.A.

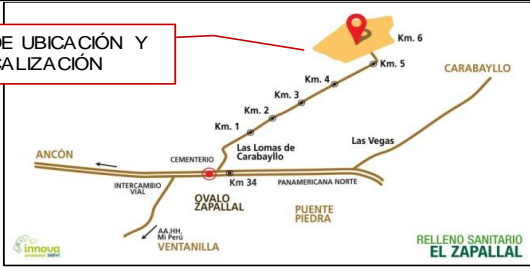




Ubicado:

Relleno sito a la altura del Km 39 de la Panamericana Sur, distrito de Lurín, provincia de Lima, y relleno sito altura Km 34 Panamericana Norte, distrito de Carabayllo, Provincia de Lima.

Tratamiento que realiza:

Método de disposición final de Relleno de Seguridad para la disposición final de residuos industriales peligrosos y Relleno Sanitario para la disposición final de residuos no peligrosos.

Imagen 60. Relleno sanitario Relima Ambiental S.A.

<p><b>PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN</b></p> 	
<p><b>IMÁGENES DEL ESTABLECIMIENTO 01</b></p> 	<p><b>IMÁGENES DEL ESTABLECIMIENTO 02</b></p> 
	
<p>EN ESTAS IMÁGENES SE PUEDEN OBSERVAR QUE RECIÉN ESTÁN IMPLEMENTANDO PARA EL MANEJO DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS, PERO YA ESTA EN FUNCIONAMIENTO Y DANDO SERVICIO A DIFERENTES MUNICIPIOS.</p>	<p>EN ESTAS IMÁGENES SE PUEDEN OBSERVAR EL CONTROL DE LOS CAMIONES COMPACTADORES DE LAS DIFERENTES MUNICIPALIDADES.</p>

Fuente: Relima Ambiental S.A.

Empresa: PETRAMAS

Ubicado:

Relleno Sanitario de Huaycoloro, ubicado en Quebrada de Huaycoloro, Km 7, distrito de San Antonio, provincia de Huarochirí, Dpto. de Lima.

Tratamiento que realiza:

Relleno de Seguridad para la disposición final de residuos industriales peligrosos y Relleno Sanitario para la disposición final de residuos no peligrosos.

Para fines de Informe Mensual y de Auditoría, se solicita al Relleno utilizado que nos alcance el respectivo Certificado de Disposición Final de Residuos, el cual se remite al cliente.

Imagen 61. Vistas del relleno sanitario de Petramas



Fuente: PETRAMAS

### **3.1.2. A NIVEL INTERNACIONAL.**

#### **3.1.2.1. Proyecto denominado: Complejo para Tratamiento de Residuos Urbanos de Zaragoza (CTRUZ).**

Ubicación:

Municipio de Zaragoza-España

Breve resumen del proyecto:

Ubicado en el Polígono denominado Parque Tecnológico del Reciclaje (PTR), y en funcionamiento desde el uno de febrero de 2009, tiene capacidad para procesar de forma separada de hasta 450 000 t/año de fracción todo uno y hasta 15 000 t/año de la fracción envases ligeros procedentes de la recogida selectiva. La nueva instalación presta servicio a más de 750 000 ciudadanos del Municipio de Zaragoza y de 61 municipios de la denominada Agrupación nº 6, de acuerdo con la planificación autonómica sobre residuos urbanos.

El Complejo cuenta con la última tecnología para el tratamiento de residuos y cumple con todas las normativas aplicables materia de gestión de residuos, ambiental, etc. Ha supuesto una inversión de más de 100 millones de

euros, financiados por los Fondos de Cohesión de la Unión Europea y, vía certificaciones mensuales, por el Ayuntamiento de Zaragoza. Su construcción fue adjudicada a la UTE Ebro, integrada por las empresas Urbaser y Vertresa.

Imagen 62. Complejo para el tratamiento de residuos urbanos de Zaragoza



Fuente: Zaragozarecicla.org

**3.1.2.2. Proyecto denominado: Parque tecnológico de reciclado López soriano.**

Ubicación: Situado en la Carretera de Torrecilla Valmadrid Km 1,9 de Zaragoza, Aragón, España.

Breve resumen del proyecto:

Parque Tecnológico de Reciclado López Soriano, S.L (PTR). Constituido el 27 de mayo del año 2002 por Industrias López Soriano, S.A. (ILSSA). Es un polígono industrial dedicado fundamentalmente a los materiales férricos.

El Parque Tecnológico de Reciclado López Soriano está equipado con las infraestructuras necesarias para que el funcionamiento de las industrias y los servicios sea excelente. Por lo tanto, se ha tratado con especial cuidado todo lo relativo a la subestación eléctrica que garantiza el suministro, bombas de presión y depósitos de agua, gas, red de telefonía, mantenimiento de los propios servicios.

Imagen 63. Parque tecnológico de reciclado López soriano



Fuente: Zaragozarecicla.org

Imagen 64. Vistas del proyecto parque tecnológico de reciclado López soriano

**IMÁGENES DEL PROYECTO: PARQUE TECNOLÓGICO DE RECICLADO LÓPEZ SORIANO**




**INVESTIGACION Y DESARROLLO**

LOS NUEVOS PROCESOS DE I+D+I APLICADOS EN ESTE SECTOR, Y EL EXCELENTE CAPITAL HUMANO QUE POSEE ESTA COMUNIDAD AUTÓNOMA A LA HORA DE APLICARLOS, HACEN POSIBLE EL ABARATAMIENTO DE COSTES Y PERMITEN OBTENER NUEVAS MATERIAS PRIMAS PROCEDENTES DEL RECICLADO QUE SE VOLVERÁN A INTRODUCIR EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS.

ASÍ, EL PARQUE TECNOLÓGICO DE RECICLADO APLICARÁ LAS TECNOLOGÍAS MÁS AVANZADAS EN EL CAMPO DE LA GESTIÓN Y REUTILIZACIÓN DE LAS MATERIAS DE SEGUNDA GENERACIÓN. EL OBJETIVO ES HACER RENTABLES, Y FÁCILMENTE ACCESIBLES, PRODUCTOS QUE, HASTA AHORA, NECESITABAN DE FUERTES INVERSIONES, PARA HACERLOS VIABLES COMO NUEVAS MATERIAS PRIMAS. SE PROPONEN ADEMÁS ACCIONES EN LA FORMACIÓN DE TODAS LAS PARTES IMPLICADAS, EN LA GESTIÓN DE LA CALIDAD Y EN LAS ACCIONES DESTINADAS A CONOCER LAS TENDENCIAS A LARGO PLAZO DE LA INVESTIGACIÓN, LA INNOVACIÓN Y LA OFERTA Y DEMANDA DE LOS RESIDUOS RECICLABLES.



**SERVICIOS**

EN LAS OFICINAS Y LOCALES COMERCIALES PUEDEN INSTALARSE SERVICIOS PROFESIONALES COMO:

- ASESORÍAS.
- BUFETES DE ABOGADOS.
- GESTORÍAS.
- CONSULTORAS.
- COMPAÑÍAS DE SEGURO.
- AGENCIAS DE PUBLICIDAD.
- PATENTES Y MARCAS.
- EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.
- EMPRESAS DE SEGURIDAD.
- EMPRESAS DE LIMPIEZA.
- INFORMÁTICA Y SERVICIOS DIGITALES.
- ENTIDADES BANCARIAS.
- AGENCIAS DE VIAJE.
- LIBRERÍAS.
- PAPELERÍAS.
- COPISTERÍAS.
- SERVICIO TÉCNICO.

Fuente: Zaragozarecicla.org

**3.1.2.3. Proyecto denominado: Parque tecnológico de Valdemingómez.**

Ubicación: Distrito Villa de Vallecas-España

Breve resumen del proyecto:

Es uno de los mayores complejos europeos de educación ambiental de este tipo aquí se tratan cada día las 4 000 t de residuos que se generan en Madrid. Valdemingómez.

El Parque Tecnológico de Valdemingómez enseña cada año a 22 000 madrileños de todas las edades a reciclar mejor, contando para ello con talleres, cursos y juegos diseñados para que los visitantes aprendan más sobre el proceso de reciclaje y sobre lo que cada uno puede hacer en casa para que este proceso sea más eficiente.

Este parque tecnológico pretende sensibilizar a la población sobre el reciclaje, orientándolo hacia una correcta separación de los residuos y empezando a hacer hincapié en la importancia de generar menos desechos. Por este motivo, lo primero que se encuentra el visitante cuando va a Valdemingómez es un vídeo que muestra que una familia de cuatro miembros genera 1 460 kg de basura al año y todos los madrileños juntos más de 1 200 millones de kilogramos. La totalidad de los residuos urbanos de la ciudad de Madrid, representan al año alrededor de 1,6

millones de toneladas, una cantidad con la que podría llenarse más de 5 veces el estadio Santiago Bernabéu.

El parque consta de tres plantas:

- Planta de La Paloma (capacidad 850 t/día).
- Planta de Las Lomas (capacidad 1 200 t/día).
- Planta Las Dehesas (capacidad 2 000 t/día).

En ellas los residuos se someten con el objetivo de:

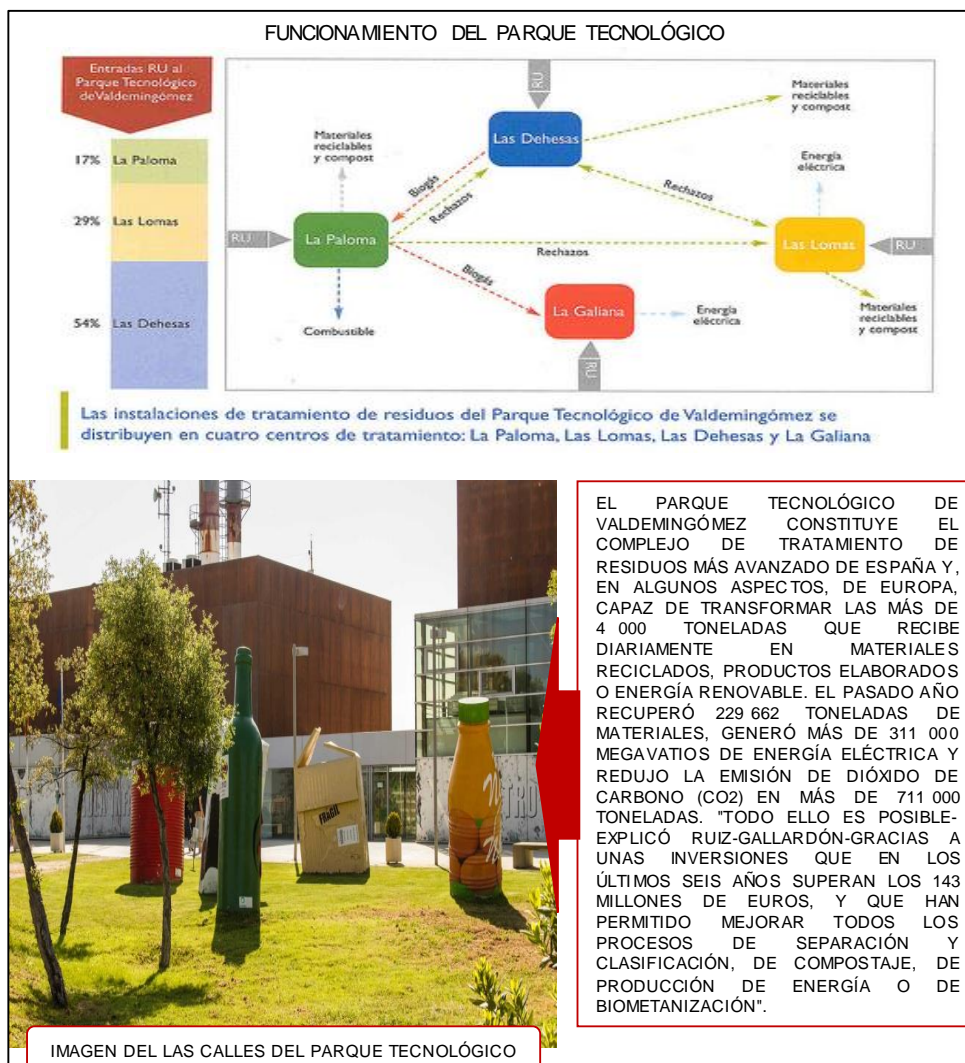
- Separar y recuperar materiales reciclables.
- Transformar la materia orgánica en compost (fertilizante) y en biogás (combustible).
- Generar energía eléctrica mediante la incineración de residuos no reciclables.
- Almacenar de forma segura en el vertedero los residuos restantes que no pudieron aprovecharse de ninguna de las anteriores formas.

Imagen 65. Zonificación del parque de reciclaje



Fuente: experimentemos.wordpress.com

Imagen 66. Funcionamiento del parque tecnológico



Fuente: experimentemos.wordpress.com

Desarrollo de algunos proyectos del parque tecnológico del reciclaje- el complejo de biometanización de Valdemingómez.

Objetivo de los proyectos.

El complejo de Biometanización de Valdemingómez esté a pleno rendimiento podrá gestionar unas 295 000 t de residuos orgánicos, el 70% de la materia orgánica procedente de los residuos domiciliarios que se convertirán en 240 000 t de biomasa. Eso se traduce en una producción anual de 34 millones de metros cúbicos de biogás-equivalentes a 18,7 millones de metros cúbicos de gas natural, con los que se podría satisfacer el consumo anual de 405 autobuses de la EMT (el 25% de la flota) y que generarían al Ayuntamiento unos ingresos aproximados de 3 millones de euros.

Producción de energía eléctrica.

La producción de energía eléctrica se generaría 85 000 MW que, sumados al resto de los que ya produce la planta de Valdemingómez alcanzaría una potencia conjunta de 400 000 MW anuales".

De la transformación de residuos en biogás.

Esta transformación de residuos urbanos en biogás supone reducir la emisión a la atmósfera de 300 000 t de dióxido de carbono. "De esta forma avanzamos en el objetivo marcado por la Unión Europea para 2020 de reducir en un 20% tanto la emisión de CO2 como el consumo de energía, al mismo tiempo que se incrementa en un 20% la producción de energías renovables".

Reto medioambiental.

La puesta en marcha del Parque Tecnológico y de las dos plantas de biometanización -La Paloma y Las Dehesas- se inscribe dentro del reto asumido por el Gobierno municipal de reducir el impacto y la huella ambiental de los 4,8 millones de habitantes -entre residentes y población flotante- que convierten a Madrid en la ciudad más grande de España y su principal motor económico y social. "Lejos de desbordarnos esa responsabilidad, -constató el alcalde-, en el Gobierno de la ciudad hemos dado los pasos necesarios para favorecer un proceso inaplazable: la adopción de un nuevo modelo energético. De esta forma

nos anticipamos a la estrategia marcada por la Unión Europea, que tiene como principal objetivo el aprovechamiento energético de los residuos urbanos".

La puesta en funcionamiento de este complejo de biometanización tiene otro efecto positivo para el conjunto de la ciudad y, en especial, para las zonas urbanas más próximas al parque tecnológico: acabar con el único proceso de compostaje al aire libre que actualmente se realizaba en Valdemingómez, evitando la producción de malos olores. A partir de ahora, esa materia se tratará en estas plantas de biometanización, espacios cerrados dotados de sistemas de extracción de aire y biofiltros.

Imagen 67. Vista superior del parque tecnológico



Fuente: Dirección general Parque Tecnológico Valdemingomez

Imagen 68. Planta de biometización Las Dehesas

**PLANTA DE BIOMETIZACIÓN LAS DEHESAS**

DATOS GENERALES

La biometización es un proceso biológico de digestión anaerobia, cuyo objetivo es transformar la fracción orgánica seleccionada en las plantas de separación en dos productos: biogás y digesto. El biogás es una valiosa fuente de energía, mientras que el digesto constituye una excelente materia prima para la fabricación de abono (compost).

DATOS TÉCNICOS

Superficie total ocupada: 32 000 m<sup>2</sup>  
 Superficie total urbanizada: 19 900 m<sup>2</sup>  
 Pretratamiento: 218 000 t/año  
 Biometización: 161 000 t/año  
 Depuración de aire: 48 210 t/año  
 Depuración de aguas: 193 m<sup>3</sup>/día

Fuente: Dirección general Parque Tecnológico Valdemingomez

Imagen 69. Planta de Biometización de La Paloma



Fuente: Dirección general Parque Tecnológico Valdemingomez

Imagen 70. Planta de producción de biometano de residuos



Fuente: Dirección general Parque Tecnológico Valdemingomez

### **3.2. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO VARIABLE 1.**

Se procede a realizar el análisis de la variable independiente CENTRO SOSTENIBLE DE GESTIÓN INTEGRAL Y RECICLAJE INDUSTRIALIZADO.

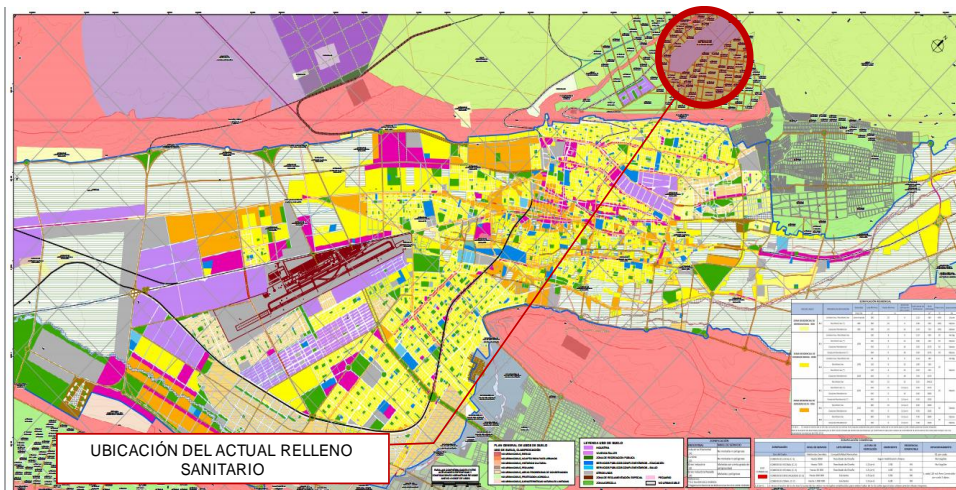
#### **3.2.1. GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.**

**Análisis situacional del manejo de los residuos sólidos urbanos.**

La provincia de Tacna no cuenta con este tipo de infraestructura para el tratamiento e industrialización de los residuos sólidos urbanos.

Los residuos sólidos urbanos son arrojados en el botadero municipal que está ubicado en el Cerro Intiorko km 7 carretera Tacna a Tarata dentro de la jurisdicción del distrito de Ciudad Nueva.

Gráfico 24. Ubicación del actual terreno para relleno sanitario



Fuente: PAT-PDU 2015-2025

Arrojo de basura de manera inadecuada y clandestina.

Imagen 71. Arrojo de residuos sólidos de manera inadecuada y clandestina



Fuente: Elaboración propia

Zona destinada para el relleno sanitario actualmente cercado, pero los residuos se arrojan fuera del perímetro el cual afecta a las asociaciones de crianza de animales menores según

información de la MPT están en construcción del relleno sanitario se hizo la inspección se observó trabajo de movimiento de tierras en el interior.

Arrojo de basura de las municipalidades.

Imagen 72. Arrojo de residuos sólidos de las municipalidades



Fuente: Diario Correo de Tacna

Compactadoras y volquetes de diferentes municipalidades arrojan residuos sólidos de todo tipo sin un debido control contaminando el entorno mediato e inmediato.

Recicladores informales.

Imagen 73. Recicladores informales seleccionando residuos



Fuente: diario Correo de Tacna

Los trabajadores que se dedican a este oficio trabajan en condiciones insalubres, inhumanas. Expuestas a los residuos peligrosos como son los residuos sanitarios, estos residuos reciben un especial tratamiento y no deberían ser arrojados como un residuo común.

Cerros de basura a la intemperie.

Imagen 74. Acumulación de residuos sólidos a la intemperie



Fuente: Elaboración propia

Imagen tomada agosto 2016, donde se observa los cerros de basura sin un debido tratamiento arrojado sin una medida de seguridad a la intemperie de otras asociaciones de crianza de animales menores, por lo general se quejan los malos olores insoportables, la quema de basura a cielo abierto, causando otros problemas como daños al medio ambiente.

Botadero con asociaciones pecuarias (crianza de animales menores).

Imagen 75. Presencia de asociaciones pecuarias



Fuente: Elaboración propia

Zona destinada para relleno sanitario está inmersa dentro de las asociaciones de crianza de animales menores de la jurisdicción del distrito de ciudad nueva que están en proceso de saneamiento con el gobierno regional de Tacna el cual sigue creciendo estas asociaciones de forma improvisada sin planificación y que tiene el reconocimiento del municipio y la región.

### **Empresas comercializadoras o centros de acopio de los residuos sólidos urbanos.**

La ciudad de Tacna cuenta con muchos establecimientos de acopio y comercializadoras de residuos sólidos urbanos dentro los cuales están los formales y los informales.

La DIGESA dirección general de salud ambiental tiene registrado empresas comercializadoras de residuos urbanos (EC-RS) y empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos (EPS-RS).

Empresas comercializadoras de residuos sólidos (EC-RS).

Persona jurídica que está registrado ante la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), que desarrolla actividades de comercialización de residuos sólidos para su aprovechamiento.

También son empresas que demandan principalmente los residuos sólidos reciclables acondicionados ofertados por los intermediarios. Legalmente se encuentran constituidas como Empresas comercializadoras de residuos sólidos (EC-RS) registradas ante DIGESA y la mayor parte de ellas se ubican en la costa peruana para aprovechar la cercanía al mar y poder realizar la exportación con mayor facilidad.

Registro de empresas comercializadoras de residuos sólidos (EC-RS)-Tacna.

Cuadro 13. Registro de empresas comercializadoras de residuos sólidos (EC-RS) Tacna

N°	RAZON SOCIAL	DIRECCIÓN DE PLANTA				FECHA DE REGISTRO	VIGENTE HASTA
		Dirección	Distrito	Provincia	Departamento		
1	COMERCIALIZADORA FRAD SAC.	Asociacion Huerta Agropecuaria Miramar Mz 09 Lote 13	Crnel. Gregorio Albarracin	Tacna	Tacna	2014-09-18	2018-09-18
2	COTOMETALES INVERSIONES EIRL.	Zona Auxiliar Parque Industrial Mz D1 Lote 18A	Alto de la Alianza	Tacna	Tacna	2013-10-22	2017-10-22
3	EMPRESA COMERCIALIZADORA IMPORT EXPORT PALOMINO EIRL.	Asociacion Buena Vista Mz M Lote 20	Alto de la Alianza	Tacna	Tacna	2015-08-24	2019-08-24
4	EPS FLORES EIRL.	Asociacion de Vivienda El Terminal Mz C Lt 15	Crnel. Gregorio Albarracin	Tacna	Tacna	2015-06-26	2019-06-26
5	IMPORT EXPORT Y SERVICIOS GENERALES M Y M EIRL.	Av. Emancipacion N° 1230	Alto de la Alianza	Tacna	Tacna	2014-06-13	2018-06-13
6	IMPORTACIONES E INVERSIONES WILYAS EIRL.	Asociacion Aapitac Mz B Lote 06	Pocollay	Tacna	Tacna	2016-01-05	2020-01-05
7	IMPORTACIONES EXPORTACIONES ROH. SAC.	Asociacion Francisco A. de Zela Mz A Lote 03	Ciudad Nueva	Tacna	Tacna	2013-01-11	2017-01-11
8	IMPORTADORA Y EXPORTADORA LUZ EIRL.	Av. Aapitac Mz C Lote 03	Pocollay	Tacna	Tacna	2015-05-07	2019-05-07
9	MERCOMIN EIRL.	Urb. Santa Rosa, Calle Bella Tacna N° 142	Tacna	Tacna	Tacna	2015-05-12	2019-05-12
10	MUNDO SCRAP SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	Parque Industrial Mz C Lote 8A	Pocollay	Tacna	Tacna	2013-12-19	2017-12-19
11	QOMER SAC.	Parque Industrial Mz H Lote 27	Tacna	Tacna	Tacna	2015-05-15	2019-05-15
12	RECICLADORA SANCHEZ HERMANOS SRCRL.	Asociacion AIAT Mz J Lote 19	Crnel. Gregorio Albarracin	Tacna	Tacna	2013-09-20	2017-09-20
13	RECISUR PERU EIRL.	Asoc. Vivienda Pequeños Mineros Mz B Lote 01	Ciudad Nueva	Tacna	Tacna	2015-08-31	2019-08-31
14	REPRESENTACIONES Y SERVICIOS LUBICAR SAC.	Zona Auxiliar Parque Industrial Mz A Lote 01	Alto de la Alianza	Tacna	Tacna	2013-05-31	2017-05-31
15	RESISUR SRL.	Zona Auxiliar Parque Industrial Mz D Lote 16 y 17	Alto de la Alianza	Tacna	Tacna	2015-08-31	2020-08-31
16	SERVICIOS DE RECICLAJE LA CASA DE MARCOS DIAZ EIRL.	Asociacion La Florida Mz L Lote 02	Alto de la Alianza	Tacna	Tacna	2015-05-20	2020-05-20

Fuente: DIGESA – Ministerio de Salud

Empresa prestadora de servicios de residuos sólidos (EPS-RS)- Tacna.

Persona jurídica que está registrado ante la dirección general de salud ambiental (DIGESA), que presta servicios de residuos sólidos mediante una o varias de las siguientes actividades: limpieza de vías y espacios públicos, recolección y transporte, transferencia, tratamiento o disposición final de residuos sólidos.

Registro de empresas de servicios de residuos sólidos (EPS-RS)-  
Tacna

Cuadro 14. Registro de empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos (EPS-RS)  
Tacna

N°	RAZON SOCIAL	DIRECCIÓN DE PLANTA				FECHA DE REGISTRO	VIGENTE HASTA
		Dirección	Distrito	Provincia	Departamento		
1	ADONAY JDIL IMPORT SAC.	Asociación de Pequeños y Medianos Industriales Francisco A. de Zela Mz B Lote 08	Ciudad Nueva	Tacna	Tacna	2014-09-18	2018-09-18
2	COMERCIALIZADORA FRAD SAC.	Asociación Huerta Agropecuaria Miramar Mz 09 Lote 13	Cnel. Gregorio Albarracín	Tacna	Tacna	2013-10-22	2017-10-22
3	CORPORACION R & V SAC.	Asociación de Pequeños y Medianos Industriales Francisco A. de Zela Mz C Lote 03	Ciudad Nueva	Tacna	Tacna	2015-08-24	2019-08-24

Fuente: DIGESA – Ministerio de Salud

Registro de empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos (eps-rs) - origen: residuos de las actividades de la construcción – Tacna.

Cuadro 15. Registro de empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos (EPS-RS)  
de origen: residuos de construcción y demolición

N°	RAZON SOCIAL	DIRECCION DE PLANTA				FECHA DE REGISTRO	VIGENTE HASTA
		Direccion	Distrito	Provincia	Departamento		
1	COMERCIALIZADORA FRAD SAC.	Asociación Huerta Agropecuaria Miramar Mz 09 Lote 13	Cnel. Gregorio Albarracín	Tacna	Tacna	2014-09-18	2018-09-18

Fuente: DIGESA – Ministerio de Salud

Empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos - RAEE (EPS-RS)-Tacna.

Cuadro 16. Empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos RAEE (EPS-RS) Tacna

N°	RAZON SOCIAL	DIRECCIÓN DE PLANTA				FECHA DE REGISTRO	VIGENTE HASTA
		Dirección	Distrito	Provincia	Departamento		
1	EPS FLORES EIRL.	Asociación de Vivienda El Terminal Mz C Lt 15	Crnel. Gregorio Albarracín	Tacna	Tacna	2015-05-06	2019-05-06
2	COMERCIALIZADORA FRAD S.A.C.	Asociación Huerta Agropecuaria Miramar Mz 09 Lote 13	Crnel. Gregorio Albarracín	Tacna	Tacna	2014-09-18	2018-09-18

Fuente: DIGESA – Ministerio de Salud

Muchos de estos establecimientos de comercialización y acopia de material de reciclaje no están en operación, o en algunos casos trabaja en diferente rubro.

Y alguno que están en operación no trabajan en buenas condiciones, sin implementos EPP (Equipo de Protección Personal). Y peor los establecimientos informales en condiciones no reglamentadas.

Botaderos clandestinos no reconocidos por la municipalidad.

Los basureros clandestinos de residuos urbanos, industriales y agropecuarios, que se ubican en las áreas aledañas a las carreteras y zonas urbanas periféricas de la ciudad de Tacna sin ningún control por las municipalidades.

### 3.2.2. RECICLAJE INDUSTRIALIZADO EN TACNA.

Actualmente la ciudad de Tacna no cuenta con una zona industrial para el procesamiento material reciclado, los muchos centros de

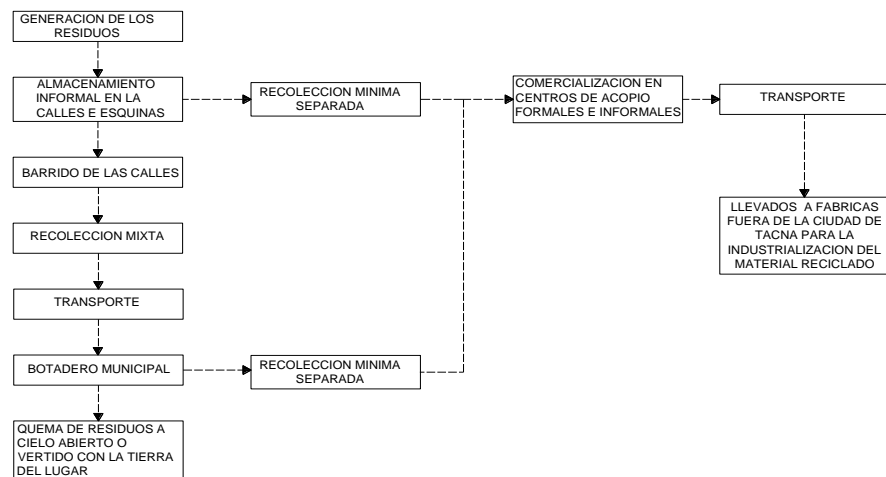
acopio y comercialización que cuenta la ciudad de Tacna es llevado a otras ciudades que cuenta con este tipo de infraestructura.

### **La industrialización del reciclaje.**

Son empresas que reutilizan o transforman los residuos reciclables para obtener productos intermedios como residuos molidos, o para conseguir productos finales como papel de escritorio (hojas bond), papel toalla, alfombras, poli aluminio, escobas, entre otros. En el país se cuenta con 78 industrias, 43 de ellas se ubican en Lima, en los siguientes rubros: reciclaje de plástico, papel, cartón, chatarra, metales y vidrio.

Flujograma del manejo de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Tacna.

Gráfico 25. Flujograma del manejo de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Tacna



Fuente: Elaboración propia

### 3.3. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO VARIABLE 2.

En esta parte se va desarrollar la variable dependiente: Los residuos sólidos urbanos.

#### 3.3.1. RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA PROVINCIA DE TACNA.

Donde se va tomar en cuenta los índices de generación de residuos sólidos que producen en la provincia de Tacna.

Según el organismo de evaluación y fiscalización ambiental (OEFA)

La región de Tacna considerada dentro de las cinco regiones con mayores problemas de tratamiento de los residuos sólidos urbanos, y como consecuencia, está ocasionando contaminación ambiental, contaminación de suelo, exposiciones de los recolectores de material reciclable en condiciones no saludable, entre otras.

Gráfico 26. Las cinco regiones con botaderos más críticos



Fuente: OEFA – Organismo de evaluación y fiscalización ambiental

Botadero municipal elimina incorrectamente de basura a diario de la ciudad de Tacna.

Según manifestaciones e informes hecho por el organismo de evaluación y fiscalización ambiental (OEFA) con su representante o jefa de la oficina desconcentrada de OEFA Tacna, Eddy Huarachi, que la ciudad de Tacna arroja basura 280 t diarias que se depositan en el botadero municipal, con presencia de quemas y residuos peligrosos, que crean un grave foco infeccioso para Tacna, convirtiendo este sector uno de los más críticos a nivel nacional, datos fueron dados en el foro denominado "gestión de los residuos sólidos en la ciudad de Tacna" promovido por el organismo de evaluación y fiscalización ambiental el gobierno regional de Tacna y el MIM (Mejorando la Inversión Municipal) de Tacna.

También manifestó el jefe de la OEFA-TACNA Eddy Huarachi, sostuvo que, de no solucionarse este grave problema por parte de las autoridades correspondientes, podría ser derivado a la Contraloría General de la República, por el delito de omisión de funciones<sup>81</sup>.

---

<sup>81</sup> Fuente: entrevista de Radio Uno

También en otras manifestaciones, instó al gobierno regional de Tacna y los municipios provinciales y distritales a implementar relleno sanitario o plantas de tratamiento ya que solo existen botaderos municipales en las cuatro provincias de la región<sup>82</sup>.

Arrojo de residuos de los diferentes distritos de Tacna al botadero municipal.

Cuadro 17. Cantidad diaria de residuos sólidos por toneladas depositados en botadero municipal

<b>N°</b>	<b>DISTRITO</b>	<b>t/día</b>
1	Tacna	138
2	Crnel. Gregorio Albarracin	61
3	Alto de la Alianza	40
4	Ciudad Nueva	20
5	Pocollay	19
6	Calana	3

Elaboración: Propia

Fuente: datos extraídos de la Municipalidad Provincial de Tacna

Municipalidades que informaron sobre la cantidad promedio diario de basura recolectada, según departamento, 2013-2015.

---

<sup>82</sup> Fuente: Diario Correo de Tacna

Cuadro 18. Municipalidades que informaron sobre la cantidad promedio diario de basura recolectada, según departamento, 2013-2015

Departamento	2015		
	Municipalidades que realizaron recojo de basura	Cantidad promedio diario de recojo de residuos sólidos (Kilogramos)	Municipalidades que no realizaron recojo de basura
Tacna	27	283,193	-

Fuente: INEI – Registro nacional de municipalidades

Municipalidades que informaron sobre la frecuencia de recojo de basura, según departamento, 2014-2015.

Cuadro 19. Municipalidades que informaron sobre la frecuencia de recojo de basura, según departamento, 2014-2015

Departamento	Municipalidades que realizaron recojo de basura	Frecuencia de recojo de basura				Municipalidades que no realizaron recojo de basura
		Diaria	Interdiaria	Dos veces por semana	Semanal	
<b>2014</b>						
Tacna	27	9	5	5	8	-
<b>2015</b>						
Tacna	27	9	5	7	6	-

Fuente: INEI – registro nacional de municipalidades

Municipalidades que informaron sobre el destino final de la basura recolectada, según departamento, 2014-2015.

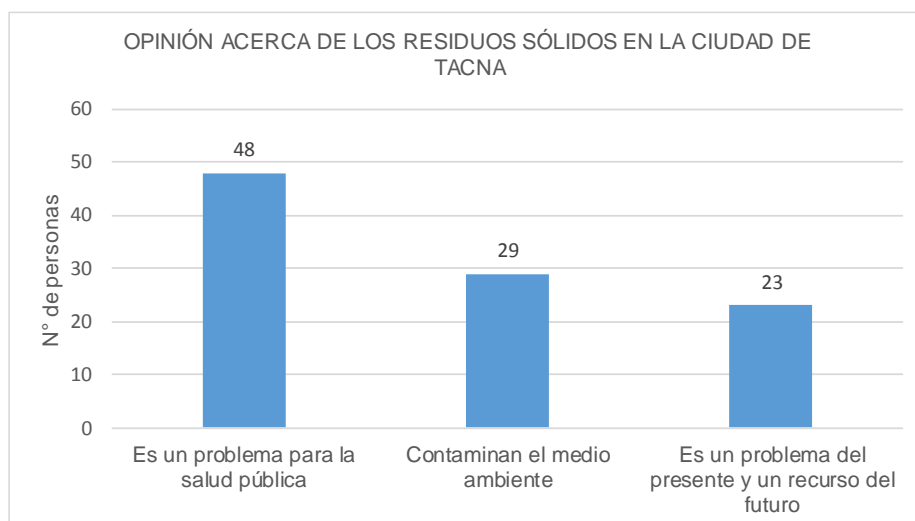
Cuadro 20. Municipalidades que informaron sobre el destino final de la basura recolectada, según departamento, 2014-2015

Departamento	Municipalidades informantes <sup>1/</sup>	Destino de la basura recolectada					
		Relleno sanitario	Botadero a cielo abierto	Vertidos en el río, laguna o al mar	Reciclaje	Quemados/ Incinerados	Otro <sup>2/</sup>
<b>2014</b>							
Tacna	27	2	22	-	8	7	-
<b>2015</b>							
Tacna	27	4	22	-	2	5	-

Fuente: INEI – registro nacional de municipalidades

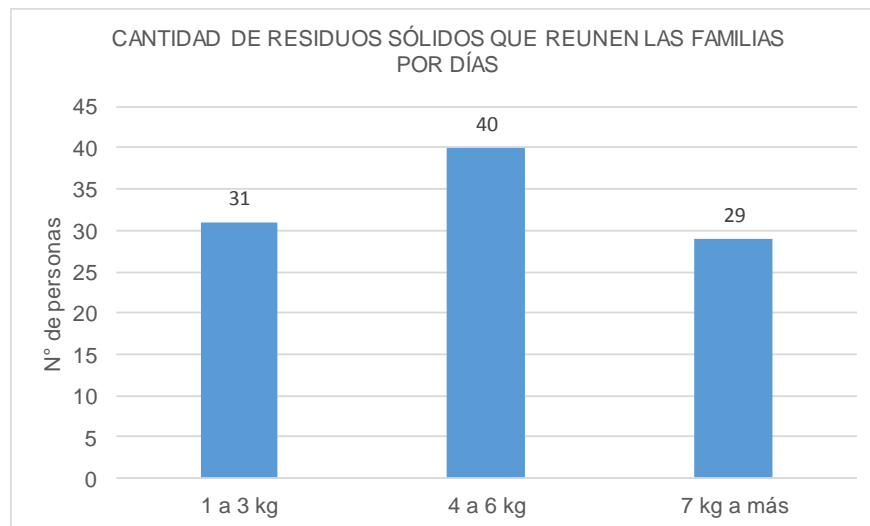
Encuesta a la población sobre residuos urbano de la ciudad de Tacna.

Gráfico 27. Opinión acerca de los residuos sólidos en la ciudad de Tacna



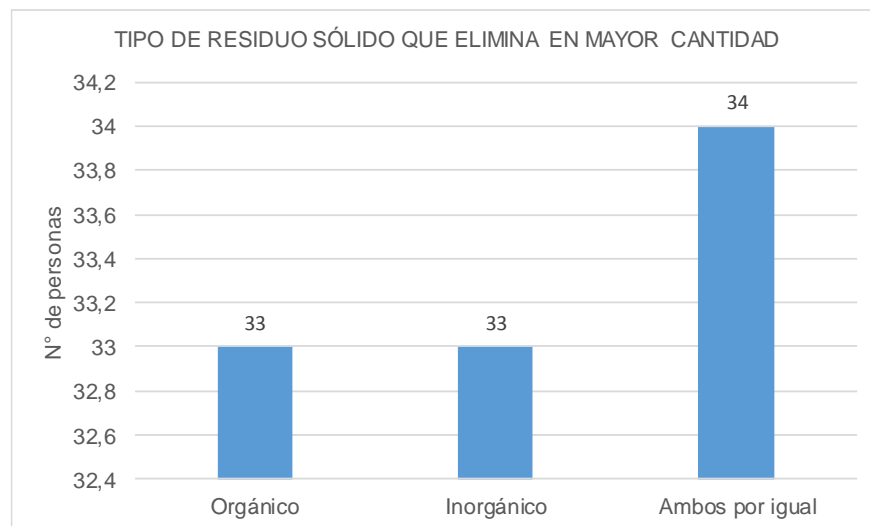
Fuente: Publicación ciencia y desarrollo

Gráfico 28. Cantidad de residuos sólidos que reúnen las familias por día



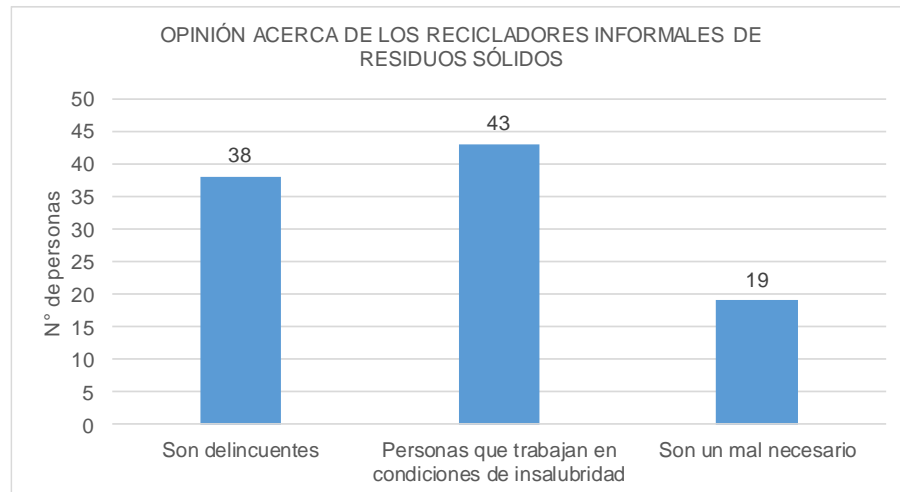
Fuente: Publicación ciencia y desarrollo

Gráfico 29. Tipo de residuo sólido que elimina en mayor cantidad



Fuente: Publicación ciencia y desarrollo

Gráfico 30. Opinión acerca de los recicladores informales de residuos sólidos

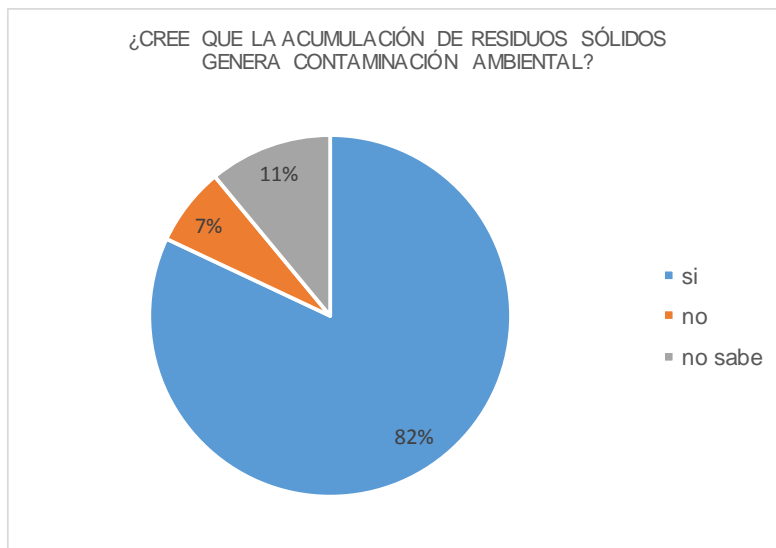


Fuente: Publicación ciencia y desarrollo

### 3.4. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE RESULTADOS DE ENCUESTAS.

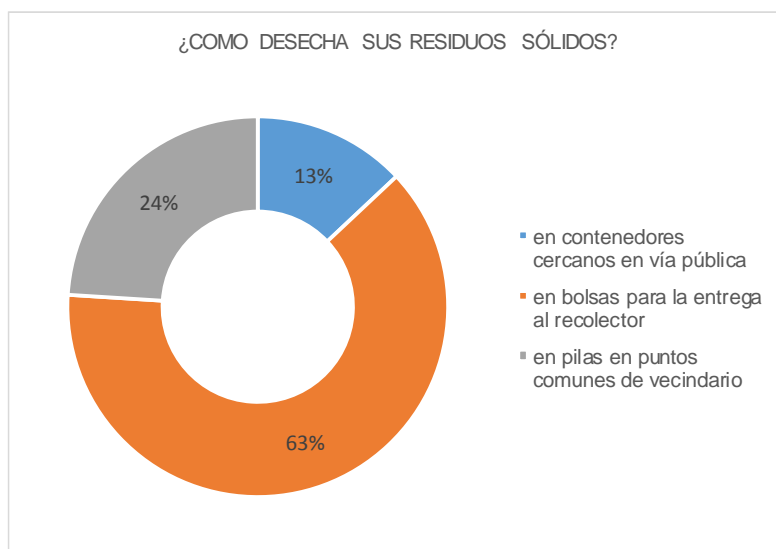
El presente análisis realizó una encuesta en campo, teniendo como base a la muestra seleccionada de la población. Tiene como finalidad, el tomar conocimiento de las necesidades e inquietudes de la muestra para reforzar la comprobación de la hipótesis planteada. Se tomó la muestra de diferentes zonas del área urbana de la ciudad, priorizando las zonas de mayor generación de residuos sólidos.

Gráfico 31. Consulta de encuesta N° 01



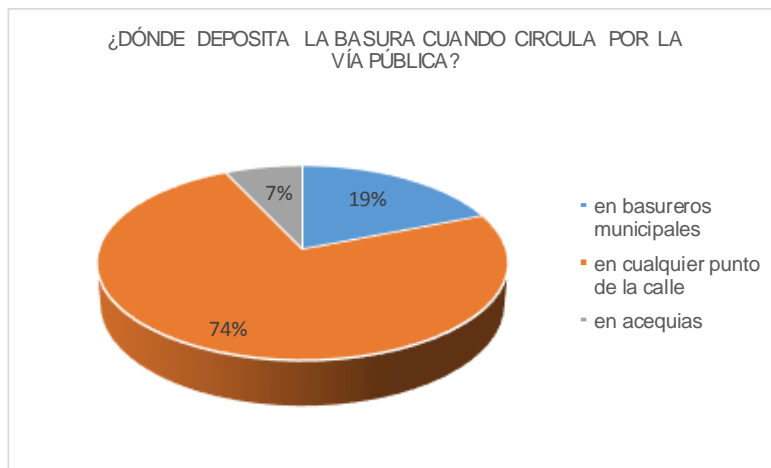
Fuente: elaboración propia

Gráfico 32. Consulta de encuesta N° 02



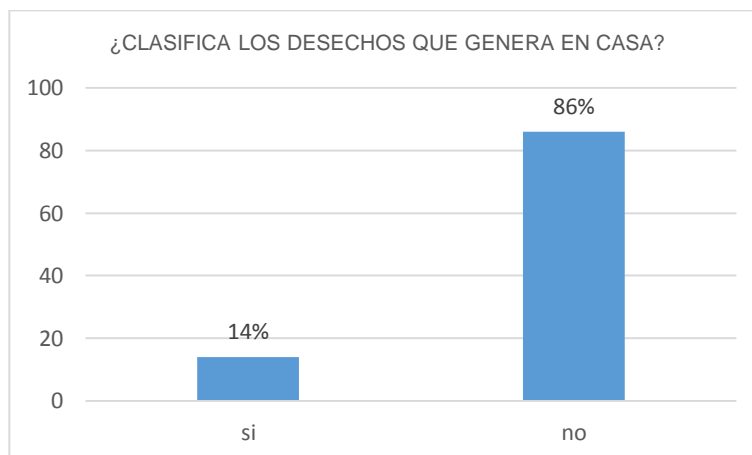
Fuente: elaboración propia

Gráfico 33. Consulta de encuesta N° 03



Fuente: elaboración propia

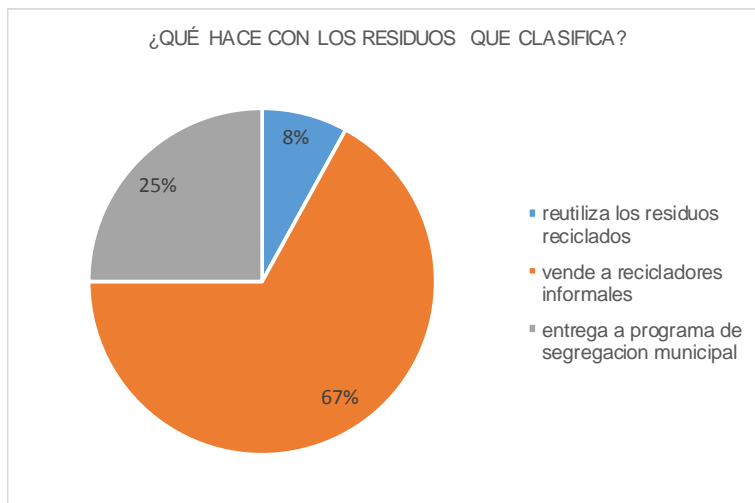
Gráfico 34. Consulta de encuesta N° 04



Fuente: elaboración propia

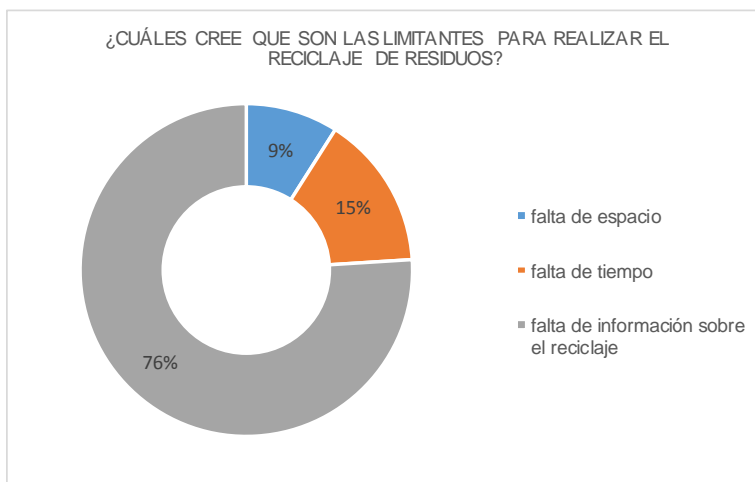
En función al 14% de la consulta N° 04 se efectuará la siguiente consulta, puesto que, solo este porcentaje puede responder.

Gráfico 35. Consulta de encuesta N° 05



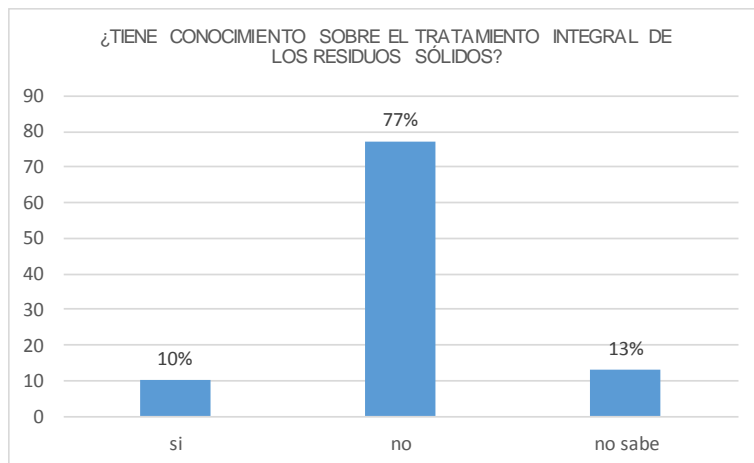
Fuente: elaboración propia

Gráfico 36. Consulta de encuesta N° 06



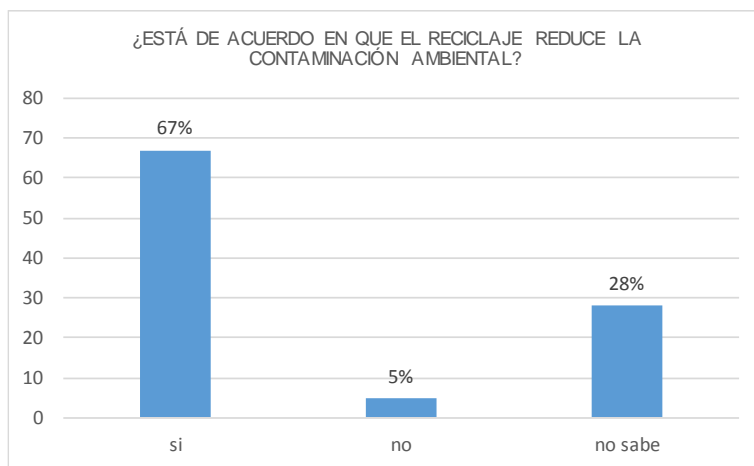
Fuente: elaboración propia

Gráfico 37. Consulta de encuesta N° 07



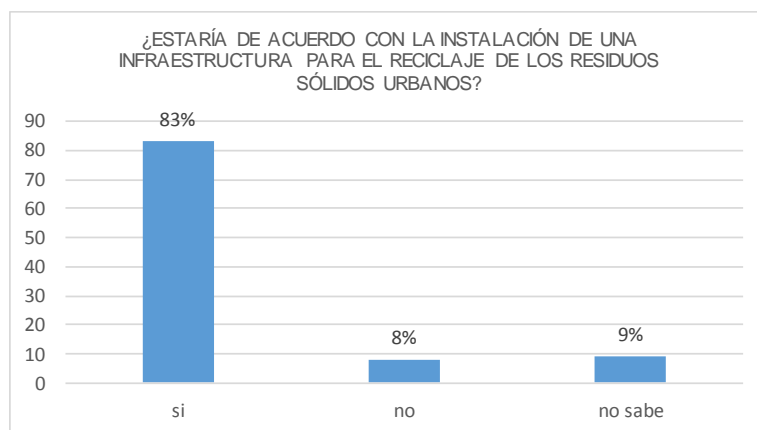
Fuente: elaboración propia

Gráfico 38. Consulta de encuesta N° 08



Fuente: elaboración propia

Gráfico 39. Consulta de encuesta N° 09



Fuente: elaboración propia

Podemos ver que la muestra (encuestados) se muestran a favor de proponer una correcta gestión integral de tratamiento de los residuos sólidos, ya que, consideran que se reducirá la contaminación ambiental generados por estos, así mismo, observamos que también, existe un elevado grado de desinformación y falta de sensibilización respecto al tratamiento de los residuos sólidos, por lo que se concluye que existe la necesidad de proponer espacios para la capacitación y concientización de la población para promover la cultura del reciclaje.

### **3.5. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL ÁMBITO GENERAL DE ESTUDIO.**

El propósito de la presente investigación está orientado a contribuir al mejoramiento del manejo de los residuos sólidos urbanos, a través del

centro de gestión integral de residuos sólidos a nivel de provincia, por tanto, se tomará a esta como ámbito general de estudio.

### 3.5.1. ASPECTO SOCIO DEMOGRÁFICO.

#### 3.5.1.1. Crecimiento Poblacional.

La población de Tacna ha ido en aumento en los últimos años, dado por, el fenómeno migratorio de las zonas alto andinas hacia la zona urbana. Este fenómeno es causado, básicamente, por la búsqueda de mejores oportunidades laborales como el comercio.

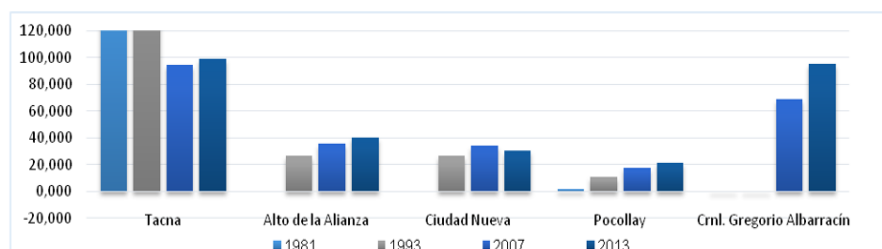
Cuadro 21. Crecimiento poblacional en la ciudad de Tacna

DISTRITOS	POBLACIÓN POR AÑOS			
	1981	1993	2007	2013(2)
Tacna	97 173	117 168	94 428	93 818
Alto de la Alianza	(1)	26 872	35 439	36 906
Ciudad nueva	(1)	26 178	34 231	38 400
Pocollay	1 359	10 445	17 113	19 836
Crnl. Gregorio Albarracín L.	(1)	(1)	68 989	90 789
<b>TOTAL</b>	<b>98 532</b>	<b>180 663</b>	<b>250 200</b>	<b>293 784</b>

Fuente: INEI, Censos nacionales de población y vivienda 1993 y 2007

El distrito de Crnl. Gregorio Albarracín Lanchipa se constituye como el segundo más poblado después del distrito de Tacna, esto es importante indicarlo, puesto que, el terreno a intervenir colinda con los límites de tal distrito.

Gráfico 40. Tendencias de crecimiento poblacional 1981-2013



Fuente: PAT – PDU 2014-2023

Hacia el año 2023, se estima un crecimiento poblacional que alcanzaría los 339 357 habitantes en la provincia de Tacna. Esto indica que, al incrementarse la población, es lógico suponer que también se presente un aumento en la cantidad de generación de residuos sólidos.

Cuadro 22. Proyecciones de crecimiento poblacional al 2023

Distrito	Tacna		Alto de la Alianza		Ciudad Nueva		Pocollay		Crnl. G. Albarracín		PDU
	Total	Urbano	Total	Urbano	Total	Urbano	Total	Urbano	Total	Urbano	
2007	94 428	88 358	35 439	34 817	34 231	34 225	17 113	16 193	68 989	68 858	242 451
2013	93 818	87 787	36 906	36 258	38 400	38 394	19 836	18 770	90 789	90 617	271 826
2014	93 717	87 692	37 156	36 504	39 143	39 136	20 331	19 238	95 041	94 860	277 430
2023	92 810	86 844	39 488	38 795	46 509	46 501	25 374	24 009	143 480	143 208	339 357

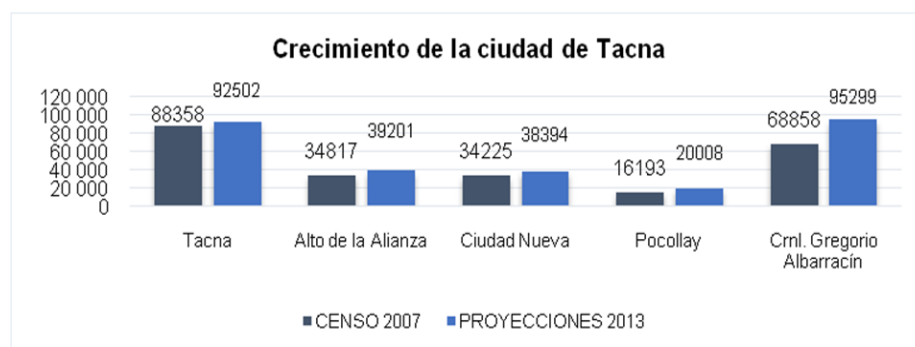
Fuente: PAT – PDU 2014-2023

### 3.5.1.2. Distribución poblacional.

La población de Tacna, está distribuida básicamente en dos distritos que aglomeran la mayor población: distrito de Tacna (32,30%), distrito de Crnel. Gregorio Albarracín Lanchipa (33,34%)<sup>83</sup>.

<sup>83</sup> Fuente: Plan de Acondicionamiento Territorial y Plan de Desarrollo Urbano de Tacna 2014-2023

Gráfico 41. Distribución poblacional de Tacna por distritos



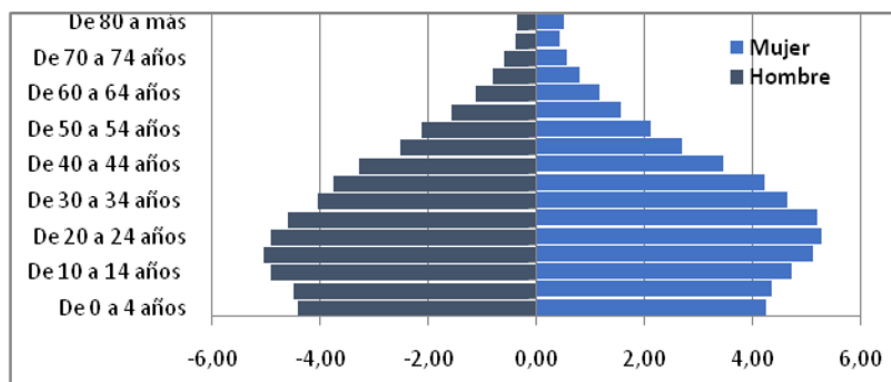
Fuente: INEI – PAT y PDU de Tacna 2014-2023

Vemos claramente como los distritos de Tacna y Crnel. Gregorio Albarracín Lanchipa, constituyen más del 60% de la población, siendo un factor importante a tomar en cuenta, ya que el terreno se articula directamente con estos dos distritos.

### 3.5.1.3. Población según género y edad.

Es relativamente equitativo, teniendo una población masculina de 119 055 hombres, y población femenina de 123 396 mujeres, que representan al 49% y 51% respectivamente de la población de Tacna.

Gráfico 42. Composición de población según género y edad



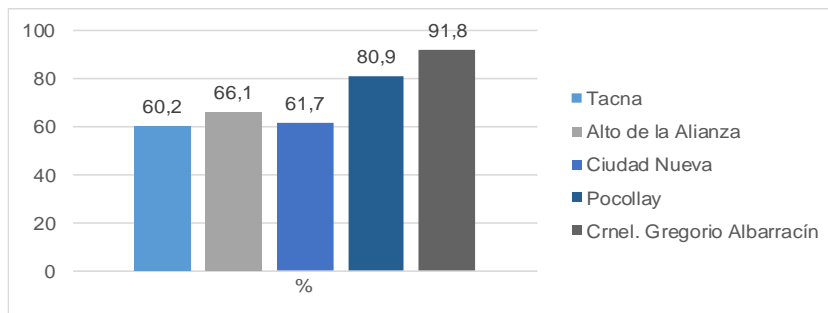
Fuente: INEI, censos nacionales de población y vivienda de 2007

#### 3.5.1.4. Migración.

En la provincia de Tacna, se tiene una población migrante compuesta por 174 564 habitantes que representa el 71,6% del total y dentro del cual se muestra al distrito de Crnel. Gregorio Albarracín Lanchipa como el distrito con mayor número de migrantes, siendo, un 91,8% de su población total<sup>84</sup>.

<sup>84</sup> Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, Censo Nacional de población y vivienda de 2007

Gráfico 43. Población migrante de Tacna según distritos

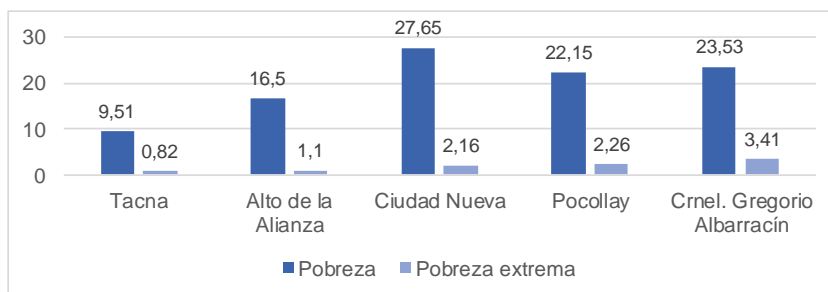


Fuente: INEI, censo nacional de 2007

### 3.5.1.5. Población en situación de pobreza y extrema pobreza por distritos.

En el distrito de Ciudad Nueva, se verifica los mayores índices de pobreza (9 498 habitantes) y extrema pobreza (738 habitantes). A nivel de Tacna, se tiene 48 994 habitantes considerados como pobres (19,58%) y 201 206 habitantes considerados no pobres (80,42%)<sup>85</sup>.

Gráfico 44. Índices de pobreza y extrema pobreza en Tacna por distritos



Fuente: PAT- PDU 2014-2023

<sup>85</sup> Fuente: Plan de Acondicionamiento Territorial y Plan de Desarrollo Urbano de Tacna 2014-2023

Es importante también indicar la distribución de hogares según el quintil de riqueza, en el cual se resalta que más del 60% de hogares del área urbana se ubican entre el quintil intermedio y cuarto quintil, 34,7% y 38,7% respectivamente. Los datos también revelan que en el área urbana la pobreza es reducida (0,5%) en comparación a la rural (24,6%)<sup>86</sup>.

Cuadro 23. Distribución de los hogares, por área de residencia, según quintil de riqueza 2012, Tacna

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL			
QUINTIL DE RIQUEZA	TOTAL	ÁREA DE RESIDENCIA	
		URBANA	RURAL
Quintil inferior	4,90	0,50	24,60
Segundo quintil	11,80	6,90	33,80
Quintil intermedio	33,60	34,70	28,60
Cuarto quintil	33,30	38,70	8,90
Quintil superior	16,40	19,20	4,00
<b>total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Número de hogares	353	289	64

Fuente: INEI, Encuesta demográfica y de salud familiar

### 3.5.1.6. Población según niveles socioeconómicos.

Tacna, en comparación con otras ciudades, se encuentra en una posición relativamente favorable al presentar un

<sup>86</sup> Fuente: INEI, Encuesta demográfica y de salud familiar 2012

17,6% de su población en el estrato socioeconómico AB. Predomina la población ubicada en el estrato socioeconómico C y D con más del 70%. El sector E es el más bajo con 9,7%<sup>87</sup>, este escenario nos muestra que en Tacna existe un poder adquisitivo de nivel medio.

Cuadro 24. Distribución de hogares según nivel socioeconómico 2015

DEPARTAMENTO	HOGARES - NIVEL SOCIOECONÓMICO - URBANO (%)						
	TOTAL	AB	C	D	E	MUESTRA	ERROR (%)
Lambayeque	100%	12,00	28,80	35,50	22,80	990	3,10
Loreto	100%	8,90	22,80	22,50	45,80	839	3,40
Madre de Dios	100%	7,80	26,10	33,30	32,80	387	5,00
Moquegua	100%	26,00	37,70	25,50	10,90	616	3,90
Pasco	100%	3,80	23,90	35,50	36,90	502	4,40
Piura	100%	9,50	24,00	32,30	34,20	959	3,20
Puno	100%	9,60	19,20	30,50	40,80	407	4,90
San Martín	100%	8,10	28,30	30,60	33,10	732	3,60
Tacna	100%	17,60	36,90	35,80	9,70	699	3,70
Tumbes	100%	8,40	24,80	28,80	38,10	657	3,80
Ucayali	100%	4,50	15,50	38,60	41,40	775	3,50

Fuente: APEIM – ENAHO 2014

### 3.5.2. ASPECTO ECONÓMICO PRODUCTIVO.

#### 3.5.2.1. Dinámica Económica.

Las actividades como el comercio y prestación de servicios presentan un escenario favorable para el crecimiento, de igual modo el sector de construcción, transportes y

<sup>87</sup> Fuente: Asociación peruana de empresas de investigación de mercados, Niveles socioeconómicos 2015

comunicaciones (principalmente por la afluencia de visitantes chilenos).

Cuadro 25. Crecimiento de sectores económicos de Tacna

	TACNA					NACIONAL
	2002-04	2005-07	2008-10	2011	2002-11	2002-11
Pesca	30,3	-67,6	-44,3	111,0	-30,2	5,0
Minería	11,0	-4,2	-5,3	8,2	-0,6	4,3
Manufactura	2,4	10,2	6,3	5,1	6,1	6,3
Construcción	1,7	15,9	3,3	3,6	6,5	9,8
Comercio	3,1	6,6	6,5	7,7	5,6	7,0
Transportes y Comunicaciones	5,0	9,5	6,0	6,3	6,8	7,9
Otros Servicios	4,5	6,0	7,0	5,4	5,8	6,3
Valor Agregado Bruto Tacna	5,5	4,7	4,1	4,1	4,7	
Valor Agregado Bruto Perú	4,6	7,9	6,3	6,8		6,3

Fuente: INEI

### 3.5.2.2. Informalidad.

Tacna se considera una de las ciudades con más altos índices de informalidad, que proceden fundamentalmente de los años 80 con el fenómeno del contrabando.

Cuadro 26. Tasa de informalidad en Tacna

AÑO	INFORMALIDAD (%)
2004	74,9
2005	75,6
2006	73,5
2007	72,7
2008	71,5
2009	74,1
2010	66,2
2011	72,0

Fuente: INEI, Plan Basadre 2013-2023

### 3.5.2.3. Producción sectorial.

En el sector de manufactura, se tiene empresas dedicadas principalmente a actividades de fabricación de alimentos y bebidas (24%), muebles (17%), prendas de vestir (15%), edición – impresión y productos de metal (12%)<sup>88</sup>.

Cuadro 27. Empresas manufactureras en Tacna

ACTIVIDAD	MICRO EMPRESAS	PEQUEÑAS EMPRESAS	MEDIANAS Y GRANDES EMPRESAS	TOTAL	
				EMPRESAS	PARTICIPACIÓN
Alimentos y bebidas	304	37	6	347	24,4
Muebles y otras industrias	236	3	0	239	16,8
Prendas de vestir	216	2	1	219	15,4
Edición e impresión	169	3	0	172	12,1
Productos de metal	166	4	0	170	12,0
Productos textiles	74	1	0	75	5,3
Manufacturas de madera y productos de madera	61	3	0	64	4,5
Otros minerales no metálicos	31	3	1	35	2,5
Otras	97	4	0	101	7,1
Total	1 354	60	8	1 422	100,0

Fuente: Dirección Regional de la Producción

#### 3.5.2.4. Comercio del reciclaje.

La Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), dispone de un registro de empresas que se dedican a la comercialización de residuos sólidos. Es importante tomar en cuenta estos datos por que nos da una idea de cuanta demanda existe a nivel local sobre los materiales reciclados y las dimensiones aproximadas respecto a la infraestructura que se pretende diseñar.

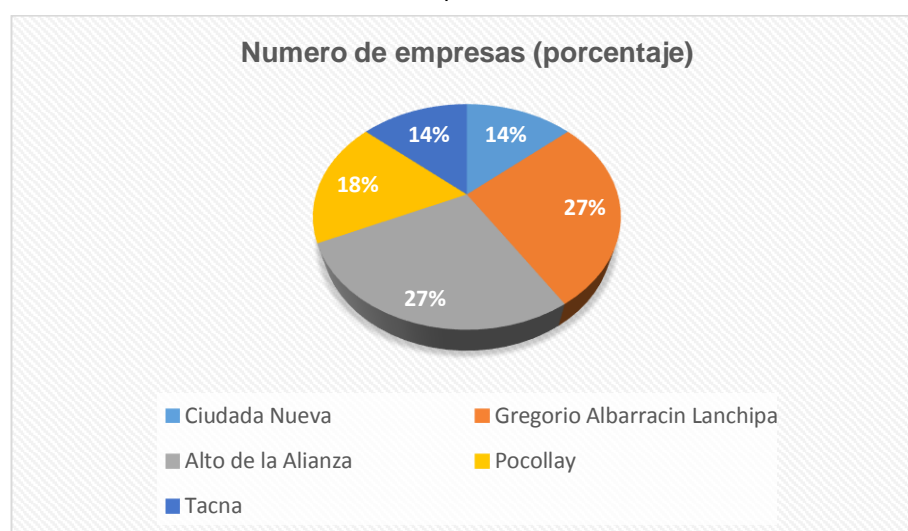
<sup>88</sup> Fuente: Plan de Acondicionamiento Territorial y Plan de Desarrollo Urbano de Tacna 2014-2023

Cuadro 28. Registro de empresas comercializadoras de residuos sólidos en Tacna

N°	RAZON SOCIAL	DISTRITO	FECHA DE REGISTRO	VIGENCIA
1	ADONAY JDIL IMPORT SAC.	Ciudad Nueva	2012-12-04	2016-12-04
2	COMERCIAL FAUSTO ANIBAL LUJAN MENGOA E HIJOS EIRL.	Cnel. Gregorio Albarracin	2015-06-02	2019-06-02
3	COMERCIALIZADORA FRAD SAC.	Cnel. Gregorio Albarracin	2014-09-18	2014-09-18
4	COTOMETALES INVERSIONES EIRL.	Alto de la Alianza	2013-10-22	2017-10-22
5	EMPRESA COMERCIALIZADORA IMPORT EXPORT PALOMINO EIRL.	Alto de la Alianza	2015-08-24	2019-08-24
6	EPS FLORES EIRL.	Cnel. Gregorio Albarracin	2015-06-26	2019-06-26
7	IMPORT EXPORT Y SERVICIOS GENERALES M Y M EIRL.	Alto de la Alianza	2014-06-13	2018-06-13
8	IMPORTACIONES E INVERSIONES WILYAS EIRL.	Pocollay	2011-10-06	2015-10-06
9	IMPORTACIONES EXPORTACIONES RQH. SAC.	Ciudad Nueva	2013-01-11	2017-01-11
10	IMPORTACIONES FELTIM EIRL.	Tacna	2012-02-24	2016-02-24
11	IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES ERGUPESCA EIRL.	Pocollay	2011-12-02	2015-12-02
12	IMPORTADORA Y EXPORTADORA LUZ EIRL.	Pocollay	2015-05-07	2019-05-07
13	INVERSIONES ERNESTO EIRL.	Cnel. Gregorio Albarracin	2014-07-17	2018-07-17
14	MERCOMIN EIRL.	Tacna	2015-05-12	2019-05-12
15	MUNDO SCRAP SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	Pocollay	2013-12-19	2017-12-19
16	PRESTIGE IMPEX EIRL.	Cnel. Gregorio Albarracin	2011-11-28	2015-11-28
17	Q'OMER SAC.	Tacna	2015-05-15	2019-05-15
18	RECICLADORA SANCHEZ HERMANOS SRCRL.	Cnel. Gregorio Albarracin	2013-09-20	2017-09-20
19	RECISUR PERU EIRL.	Ciudad Nueva	2015-08-31	2019-08-31
20	REPRESENTACIONES Y SERVICIOS LUBICAR SAC.	Alto de la Alianza	2013-05-31	2017-05-31
21	RESISUR SRL.	Alto de la Alianza	2015-08-31	2019-08-31
22	SERVICIOS DE RECICLAJE LA CASA DE MARCOS DIAZ EIRL.	Alto de la Alianza	2015-05-20	2019-05-20

Fuente: Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA

Gráfico 45. Distribución en porcentaje de empresas comercializadoras de residuos sólidos por distritos



Fuente: Elaboración propia

### 3.5.2.5. Composición física de los residuos sólidos.

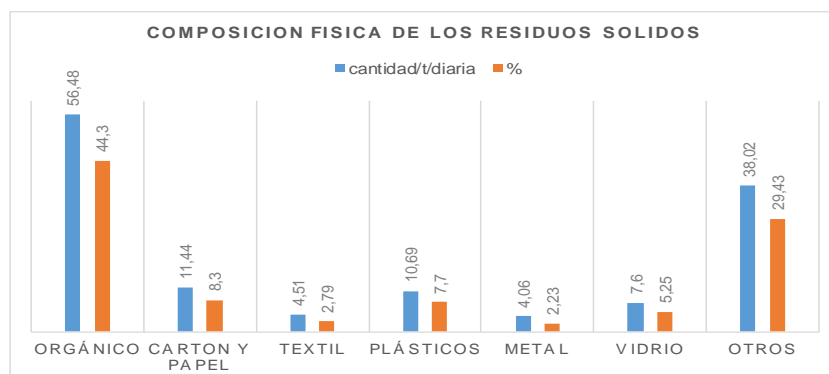
La información revela que los residuos predominantes son aquellos de origen orgánico con el 44,10%. Tomando conocimiento de este dato, se dará énfasis a su tratamiento y posterior reaprovechamiento. Seguidamente, los papeles y cartones constituyen un porcentaje importante al sumar entre ambas el 16%.

Cuadro 29. Composición física de los residuos sólidos de generación domiciliaria - Tacna

MATERIAL	CANTIDAD/TN/DIARIA	%
Orgánico	56,48	44,30
Cartón y Papel	11,44	8,30
Textil	4,51	2,79
Plástico	10,69	7,70
Metal	4,06	2,23
Vidrio	7,60	5,25
Otros	38,02	29,43
<b>Total</b>	<b>132,80</b>	<b>100</b>

Fuente: Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos – PIGARS 2013

Gráfico 46. Comparación cantidad / porcentaje de los residuos sólidos domiciliarios por toneladas – Tacna



Fuente: Municipalidad Provincial de Tacna

### 3.5.2.6. Costo de residuos reciclables en el mercado.

Según los datos recabados, se muestra que los residuos reciclables más costosos son los papeles y plásticos con S/0,70 y S/0,60 por kilogramo respectivamente. Constituye un dato relevante, dado que, se pretende priorizar los materiales reciclables para su procesamiento y recuperación de estos.

Cuadro 30. Precios promedio de materiales reciclables en el mercado

N°	RESIDUO	SOLES/Kg
1	Chatarra	0,50
2	Vidrio botellas grandes	0,50
3	Vidrio botellas pequeñas	0,10
4	Botellas plásticas	0,60
5	Papel blanco	0,70

Fuente: Universidad Privada de Tacna

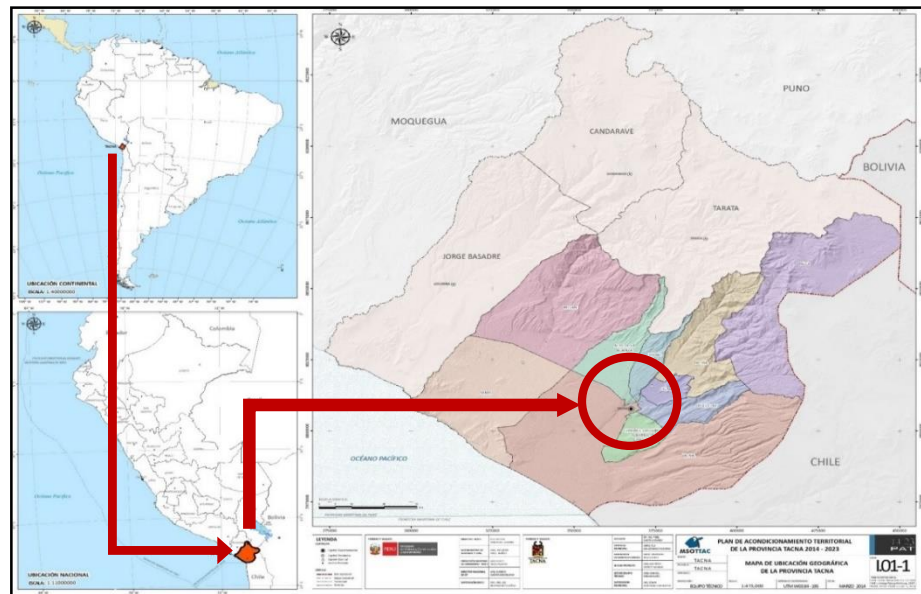
### 3.5.3. ASPECTO FÍSICO ESPACIAL.

#### 3.5.3.1. Ubicación y localización.

El ámbito general de estudio (provincia de Tacna), se ubica en el extremo sur del Perú, en la región de Tacna. Esta abarca los distritos que conforman el área urbana de la ciudad: Tacna, Alto de la Alianza, Calana, Ciudad Nueva, Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa y Pocollay; y los

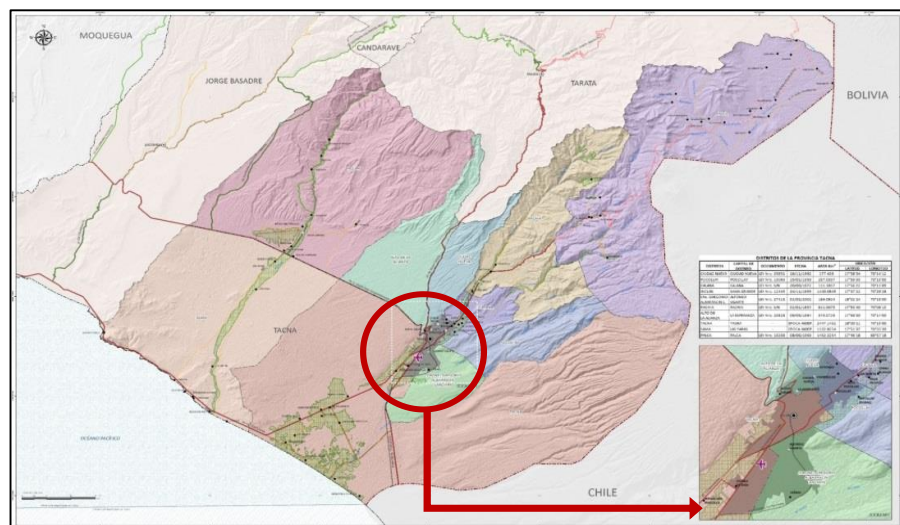
distritos fuera del área urbana: Inclán, Pachia, Palca y Sama.

Gráfico 47. Ubicación geográfica de la provincia de Tacna



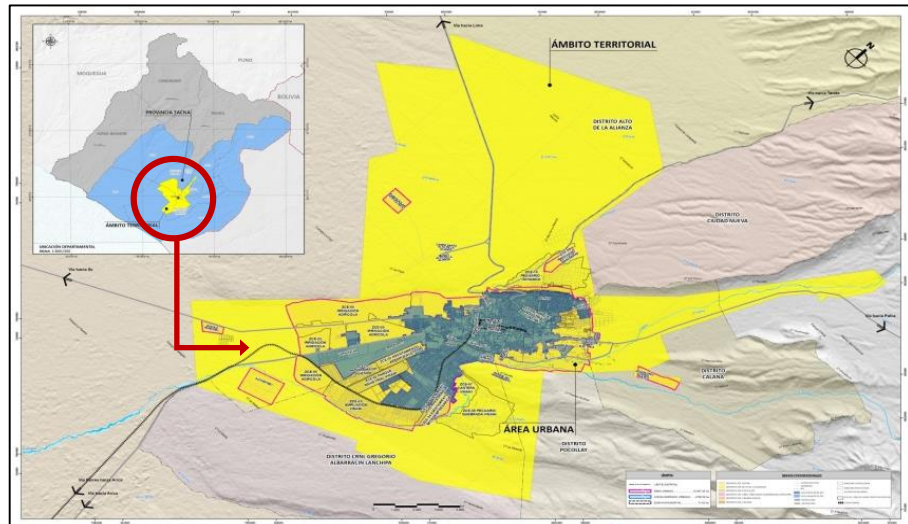
Fuente: PAT-PDU 2014-2023

Gráfico 48. Ubicación geográfica de la ciudad de Tacna



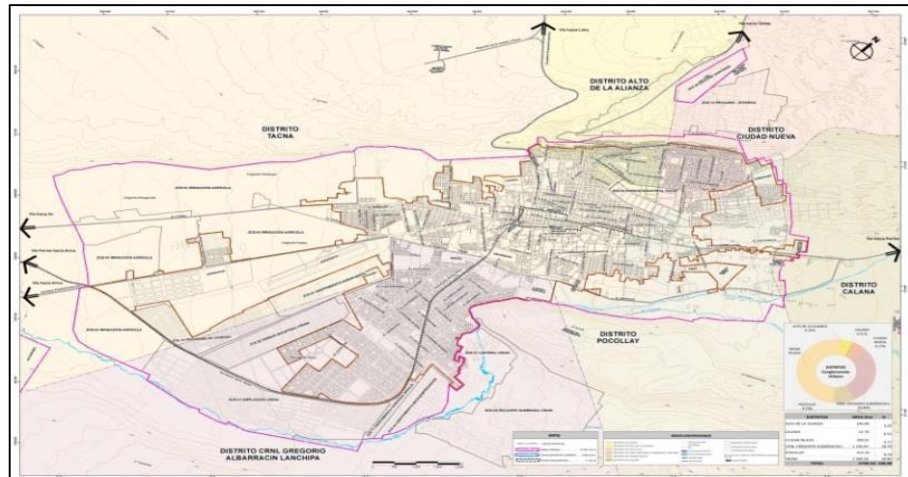
Fuente: PAT-PDU 2014-2023

Imagen 76. Ámbito territorial de la ciudad de Tacna



Fuente: PAT-PDU 2014-2023

Imagen 77. Ámbito general del estudio



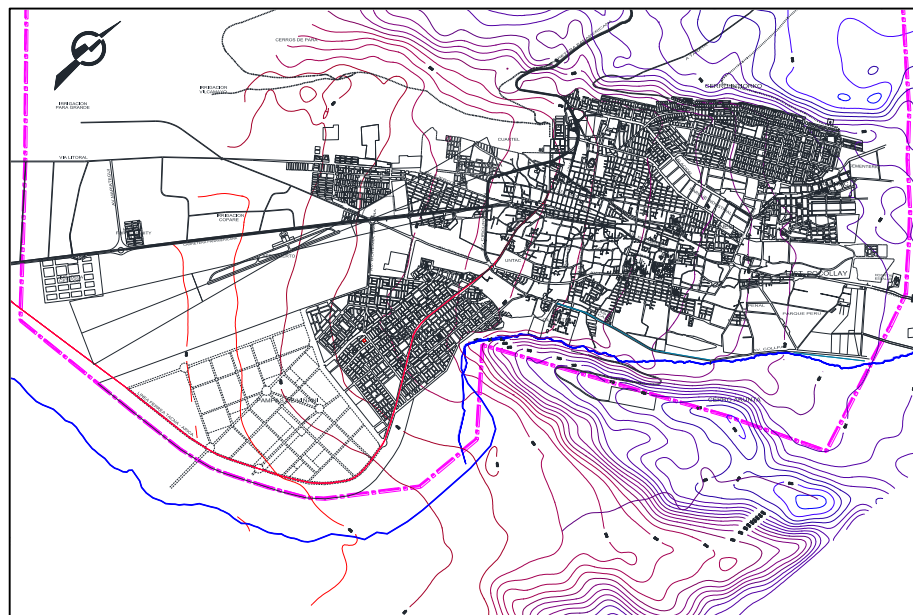
Fuente: PAT-PDU 2014-2023

### 3.5.3.2. Topografía.

La ciudad de Tacna como ámbito general de estudio presenta una topografía relativamente llana, con una

pendiente suave. La pendiente se incrementa hacia el este y oeste causado por la presencia de los cerros Intiorko y Arunta.

Imagen 78. Plano topográfico del área urbana de Tacna



Fuente: Plan Director de Tacna 2001

### 3.5.3.3. Estructura urbana.

Usos de suelo, Tacna como conglomerado urbano ocupa un área de 4 700,50 ha , el cual está inmerso dentro de un área urbana de 10 007,33 ha<sup>89</sup> . Delimitada de forma longitudinal por limitantes naturales como lo son los cerros Intiorko y Arunta.

<sup>89</sup> Fuente: Plan de Desarrollo Urbano de Tacna 2014-2023

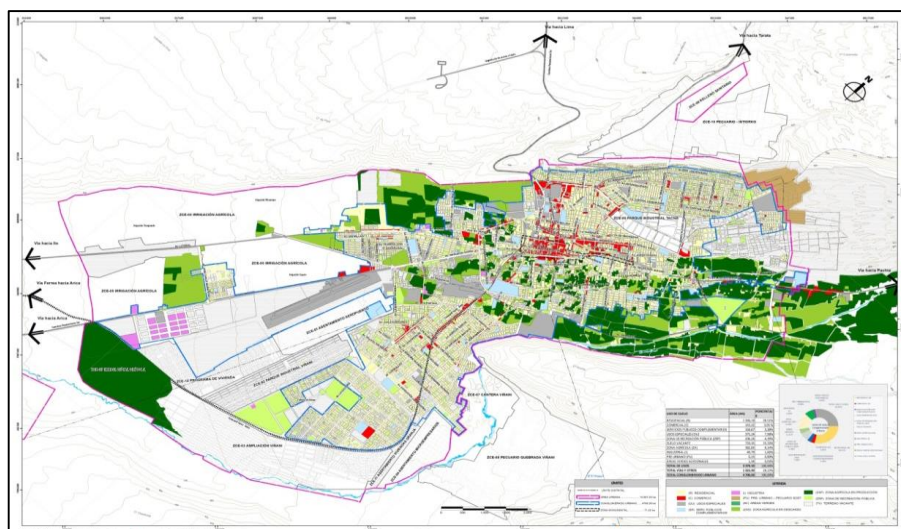
Cuadro 31. Usos de suelo en el conglomerado urbano de la ciudad de Tacna

Uso de Suelo	Área (ha)	Porcentaje
Residencial (R)	1 340,19	28,51%
Comercial (C)	143,22	3,05%
Servicios Públicos Complementarios	158,67	3,38%
Usos Especiales (OU)	375,24	7,98%
Zona de Recreación Pública (ZRP)	206,24	4,39%
Suelo Vacante	720,35	15,33%
Zona Agrícola (ZA)	382,83	8,14%
Industrial (I)	49,79	1,06%
Pre Urbano (PU)	0,23	0,00%
Áreas Verdes Adicionales	1,34	0,03%
<b>Total de Usos</b>	<b>3 378,10</b>	<b>100,00%</b>
<b>Total Vías y Otros</b>	<b>1 322,40</b>	<b>28,13%</b>
<b>Total Conglomerado Urbano</b>	<b>4 700,50</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: PAT-PDU 2014-2023

Como casi en toda ciudad, el uso predominante es el residencial (uno de las principales fuentes de generación de residuos sólidos) con 28,51% del área del conglomerado urbano. Al contrario del uso residencial, el uso industrial, constituye apenas el 1,06% del total.

Imagen 79. Plano de usos de suelo del área urbana de Tacna



Fuente: PAT-PDU 2014-2023

### **3.5.4. ASPECTO FÍSICO BIÓTICO.**

#### **3.5.4.1. Fisiografía.**

La ciudad de Tacna como ámbito general de estudio, muestra unidades morfológicas de la Provincia geográfica de la costa, conformada por colinas y cerros, pampas y una amplia llanura aluvial. En cuanto al relieve es relativamente moderada con ondulaciones en la cual la vegetación es escasa<sup>90</sup>.

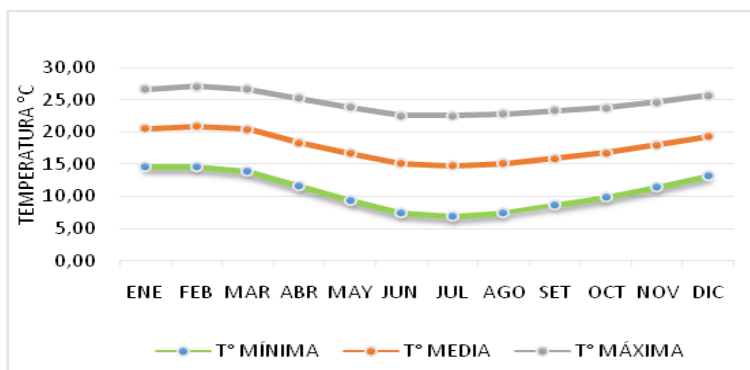
#### **3.5.4.2. Clima.**

La ciudad de Tacna por ubicarse en una zona climática subtropical, posee características propias de un clima templado cálido, en el cual las lluvias son escasas e irregulares con alta nubosidad.

---

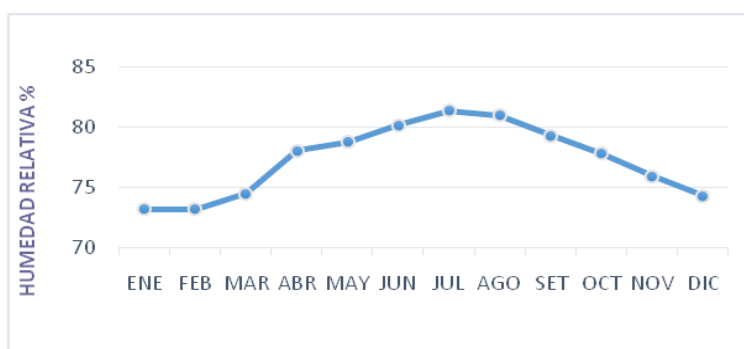
<sup>90</sup> Fuente: Plan de Desarrollo Urbano de Tacna 2015-2025

Gráfico 49. Niveles de temperatura anual



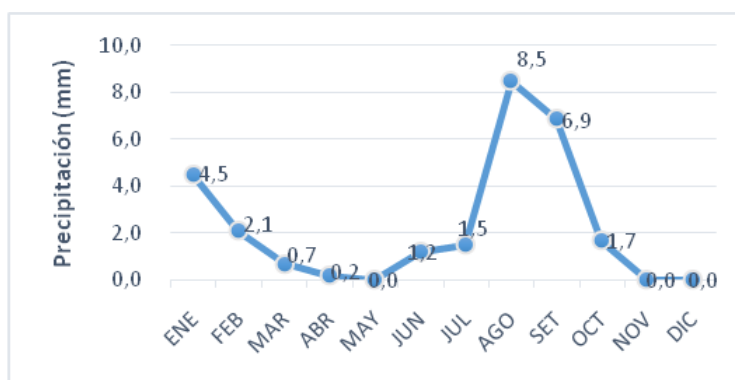
Fuente: Gobierno Regional de Tacna

Gráfico 50. Niveles de humedad relativa



Fuente: Gobierno regional de Tacna

Gráfico 51. Niveles de precipitaciones



Fuente: Gobierno regional de Tacna

### **3.5.4.3. Hidrología.**

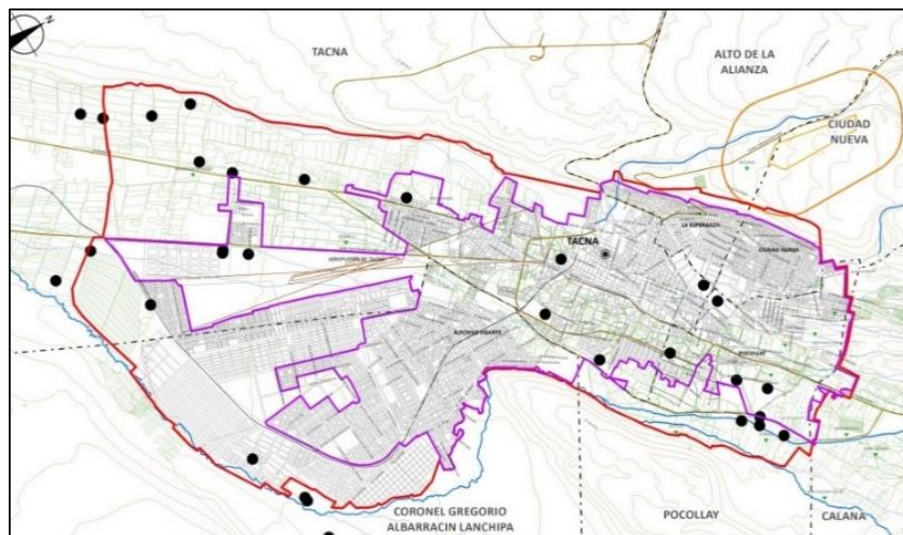
Se tiene a la cuenca del río Caplina, que dispone de dos sistemas independientes de suministro de aguas superficiales, Caplina y Uchusuma. Las características que presenta el Caplina son: extensión pequeña, régimen estacional de lluvias, descargas irregulares de sus ríos.

En cuanto a las aguas subterráneas, hacia el año 1976 existían 116 pozos ubicados entre Calana y el litoral. Por causa de la sobreexplotación de estos, el gobierno central ha declarado su intangibilidad para su resguardo y protección. También se tiene los pozos de Viñani, en el cual se implementaron un sistema de bombeo con pozos denominados PV1 y PV2. Actualmente existen dos nuevos pozos PV3 y PV4 con caudales de 90 l/s y 92 l/s<sup>91</sup> respectivamente, los cuales dan cobertura de agua al sector de Viñani.

---

<sup>91</sup> Fuente: Plan de Desarrollo Urbano de Tacna 2015-2025

Imagen 80. Ubicación de los principales pozos subterráneos en Tacna

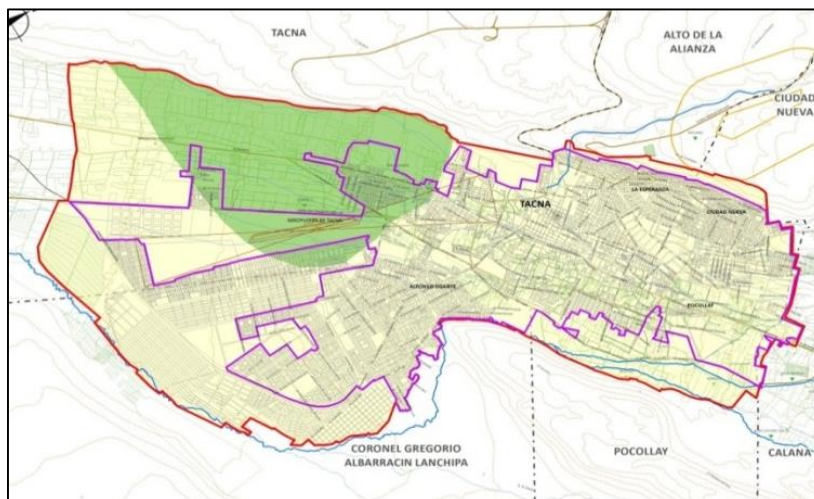


Fuente: Gobierno regional de Tacna

#### 3.5.4.4. Ecosistema.

Se identifican claramente dos tipos de ecosistemas (zonas de vida), el desierto desecado, que se caracteriza por un clima desecado con temperaturas semi-calidas entre 17°C y 22°C.; así mismo, por su carácter desértico no posee potencial agropecuario o forestal. También se identifica el ecosistema desierto súper árido, con temperaturas moderadas entre 13°C y 17°C; de superficie suave sin pendientes bruscas y sin presencia de pedregosidad; aquí prospera el cultivo si se cuenta con riego permanente.

Imagen 81. Ecosistemas o zonas de vida



Fuente: gobierno regional de Tacna

### **3.6. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL LUGAR – ÁMBITO ESPECÍFICO.**

#### **3.6.1. ANÁLISIS Y CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL LUGAR ESPECÍFICO.**

Para determinar el terreno específico, se debe tomar en cuenta ciertos criterios basados en aspectos tales como: localización, accesibilidad, situación legal, caracterización física, factores climáticos.

Dicho lo anterior, se propone un terreno ubicado en la parte exterior del Sector 15 Arunta, Zona ZCE 08 Quebrada de Viñani, dentro de la jurisdicción del distrito de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, inmerso en un área de 141,19 ha (1 411 867,83 m<sup>2</sup>),

dentro del cual se delimitará un área específica en el cual se intervendrá según requiera el proyecto.

Los criterios para la elección del lugar se describen a continuación.

#### **3.6.1.1. Aspecto de localización.**

En el reglamento de la Ley N° 27314 – Ley General de Residuos Sólidos, Título V, Capítulo I, artículo 67, indica como un criterio para la elección de espacio para planta de tratamiento de residuos sólidos: “Compatibilización con el uso de suelo y planes de expansión urbana”.

Actualmente está contemplada como tierras eriazas según el PDU 2015-2025.

#### **3.6.1.2. Aspecto de situación legal.**

El terreno se encuentra debidamente saneado y registrado en Registros Públicos (SUNARP) bajo partida electrónica N° 11046493, siendo propiedad del Estado y utilizado para maniobras militares de tiro.

#### **3.6.1.3. Aspecto de caracterización física.**

La ubicación específica busca básicamente, un emplazamiento fuera de la zona urbana, para evitar cualquier tipo de contaminación que se pudiera generar en el entorno urbano y genere problemas al medio ambiente y salud de las personas, puesto que se dará tratamiento a gran cantidad de residuos sólidos.

La zona en específico, presenta el carácter de remate natural espacial, es decir, ya no sería posible planificar una expansión urbana más allá del terreno elegido para el proyecto.

#### **3.6.1.4. Aspecto normativo.**

El artículo N° 69 del Decreto Supremo N° 057-2004-PCM, Reglamento de la Ley N° 27314 Ley General de Residuos Sólidos, menciona que, las plantas de transferencia y tratamiento no se ubicaran en áreas de zona residencial, comercial o recreacional. Seguidamente, expresa que, los rellenos sanitarios deberán ubicarse a una distancia no menor de mil metros de poblaciones, así como de granjas porcinas, avícola, entre otros.

Tomando conocimiento de lo dicho anteriormente, se justifica el emplazamiento elegido por encontrarse fuera del área urbana.

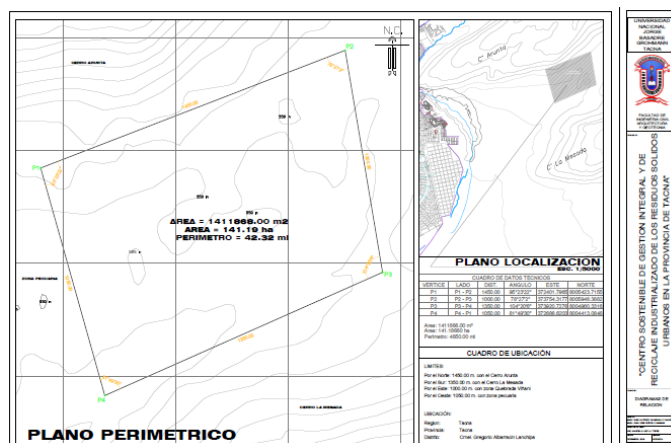
### 3.6.2. ASPECTO FÍSICO ESPACIAL.

#### 3.6.2.1. Ubicación y localización.

El terreno elegido para la propuesta, se ubica al sureste del Sector 15 denominado Arunta (según PDU de Tacna 2015-2025), Quebrada Viñani, entre los cerros Arunta y Malos Nombres, en el Distrito de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, provincia y región de Tacna.

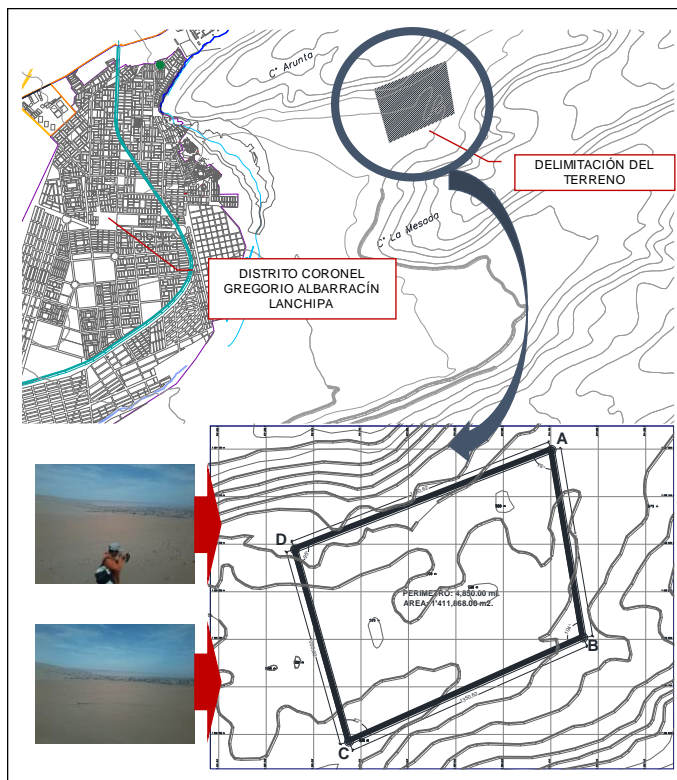
Se encuentra emplazado en zona desértica al sureste de la ciudad de Tacna, distante del área urbana.

Imagen 82. Plano de ubicación del terreno



Fuente: elaboración propia

Imagen 83. Ubicación del terreno



Fuente: Elaboración propia

Imagen 84. Vista satelital del terreno



Fuente: Google Earth

Imágenes tomadas de norte a sur.

Imagen 85. Vistas panorámicas del sitio



Imágenes tomadas de norte a sur

Fuente: elaboración propia

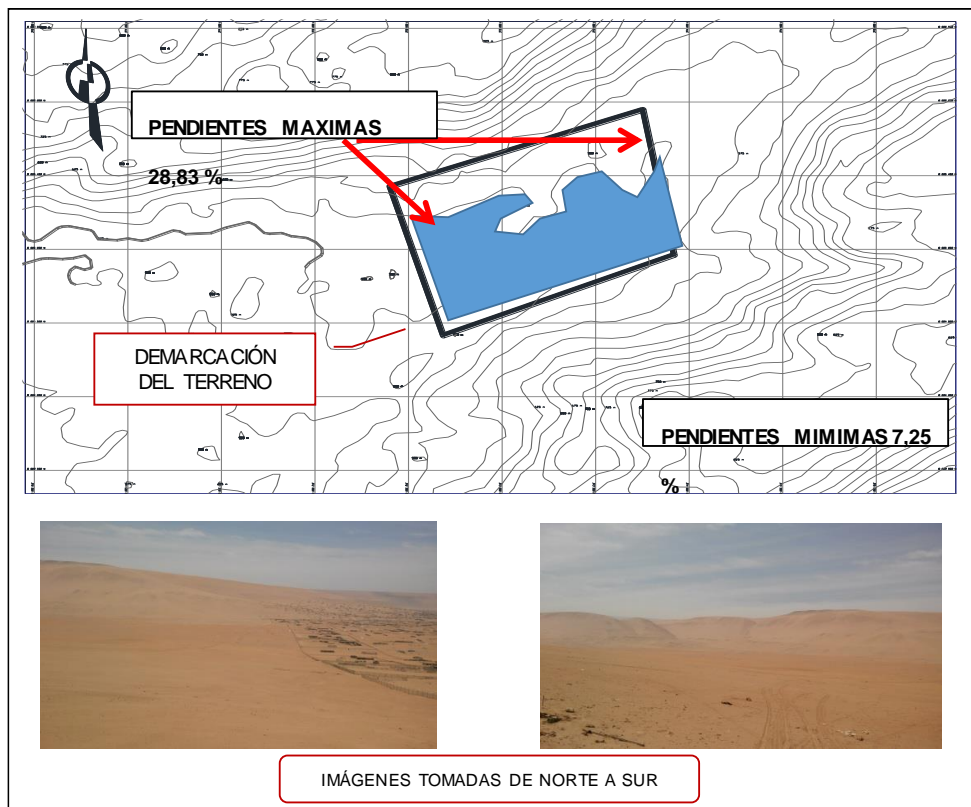
### **3.6.2.2. Topografía.**

La topografía existente presenta un pendiente promedio máximo de 28,83% y de mínima 7,25%.

En sus extremos lado del perímetro del terreno norte y sur presentan pendiente bien pronunciadas de los cerros denominados como, cerros Arunta y Malos Nombres.

La topografía existente en el emplazamiento es relativamente llana y regular, dado que, presenta una pendiente suave, lo que hace poco probable una alta cantidad de movimiento de tierras. Solo a sus extremos norte y sur empieza a incrementarse su pendiente por la presencia de las laderas de los cerros.

Imagen 86. Plano topográfico del terreno



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 87. Vista de pendiente suave en el terreno



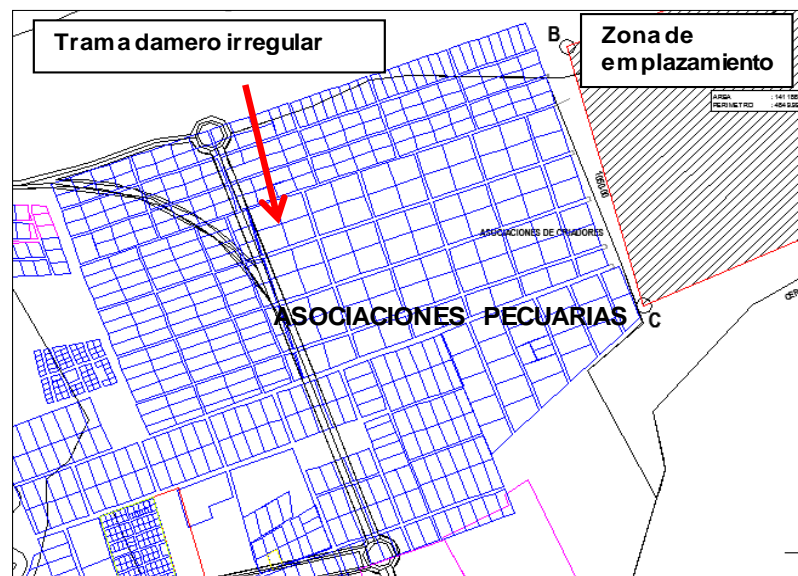
Fuente: elaboración propia

### 3.6.2.3. Estructura urbana.

El terreno estudiado se encuentra en una zona exterior al área urbana, es decir, alejado de la ciudad, que según el Plan de Desarrollo Urbano de Tacna 2015 – 2025, le otorga zonificación de Otros Usos. Actualmente se encuentra actividad pecuaria que se caracteriza por su pobre estado de consolidación.

En cuanto a la trama urbana, la instalación informal de actividades pecuarias ha originado la presencia de una morfología urbana damero irregular el cual influirá en el diseño de la propuesta urbana en definir la accesibilidad.

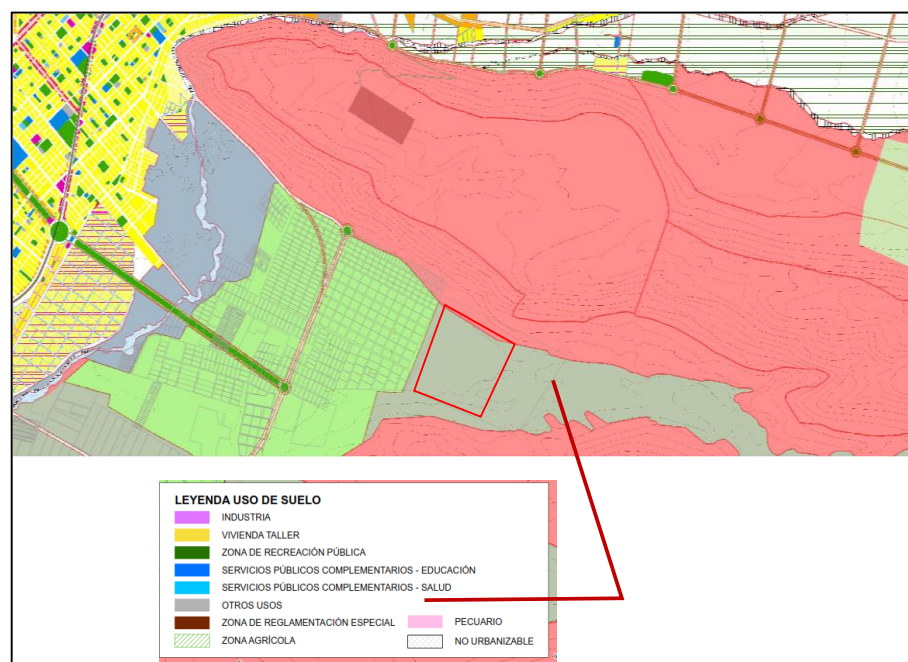
Imagen 88. Estructura y trama urbana



Fuente: elaboración propia

Se verifica que el Plan de Desarrollo Urbano (2014-2023), muestra el terreno en estudio con la zonificación de otros USOS.

Imagen 89. Zonificación del terreno en estudio



Fuente: PDU 2014-2023

#### 3.6.2.4. Expediente urbano.

Al encontrarse el terreno al exterior de la ciudad y ser colindante a áreas pecuarias informales en vías de regularización, con un estado de consolidación muy pobre, el perfil urbano es prácticamente nulo, ya que no hay presencia de edificaciones. Solo se presenta un perfil natural formado por la presencia de los cerros Arunta y

Malos Nombres. Algunas de estas características se detallan a continuación:

- Perfil Urbano: Posee un perfil irregular porque las asociaciones pecuarias están en pleno consolidación y está en medio un entorno desértico.
- Imagen Urbana: Lo más sobresaliente es el paisaje natural desértico, formado por la presencia de los cerros Arunta y Malos Nombres.
- Altura: Altura máxima de construcciones de galpones llegan como máximo 4,00 m de altura.
- Grado de consolidación: Están en pleno estado de consolidación con construcciones momentáneas e improvisadas.
- Características constructivas: Actualmente las parcelas tienen cerco perimétrico de malla de pescar, galpones de estructura de madera (puntales) y sacos y cuartos de material noble pero precarios y algunas parcelas en abandono.

Imagen 90. Vista de galpones y estado de consolidación de construcciones aledañas



Fuente: elaboración propia

### **3.6.3. VIABILIDAD.**

#### **3.6.3.1. Infraestructura vial.**

La existencia de infraestructura vial es prácticamente nula, en el sitio se detecta la presencia de dos vías principales, las cuales son trochas carrosables formados por causa de la disposición de los lotes informalmente instalados a sus alrededores. De las cuales tienen secciones viales de 10,00 m a 17,00 m de las principales vías de acceso.

Imagen 91. Esquema de la infraestructura vial



Fuente: elaboración propia

Imagen 92. Vista de accesos viales

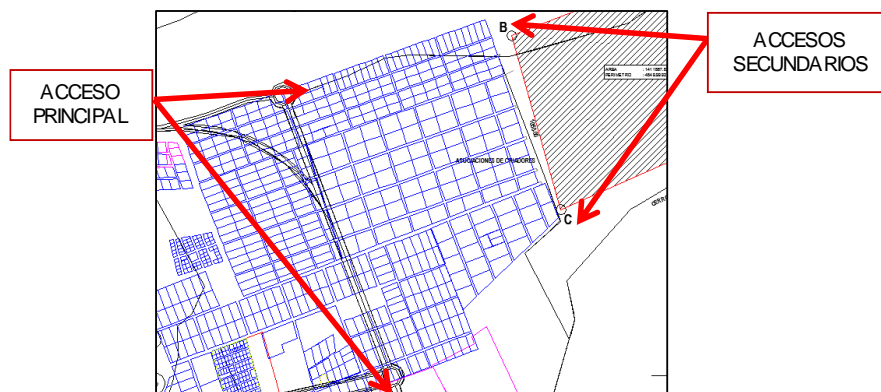


Fuente: elaboración propia

### 3.6.3.2. Accesibilidad vial.

Para definir los accesos tenemos que tener dos accesos principales desde el área urbana y que después se va ramificando hasta llegar a la zona de intervención.

Imagen 93. Esquema de accesibilidad vial



Fuente: elaboración propia

### 3.6.3.3. Transporte.

Actualmente el sistema de transporte del entorno a la zona de emplazamiento (asociaciones pecuarias), está dada por un transporte publico informal el cual consta de 5 flota de autos el cual es insuficiente en horas puntas, y no es un transporte fluido solo en las mañanas y tardes. El cual tiene su paradero al ingreso en unos de los ingresos principales del área urbana en el cruce de av. Humboldt y av. Violetas.

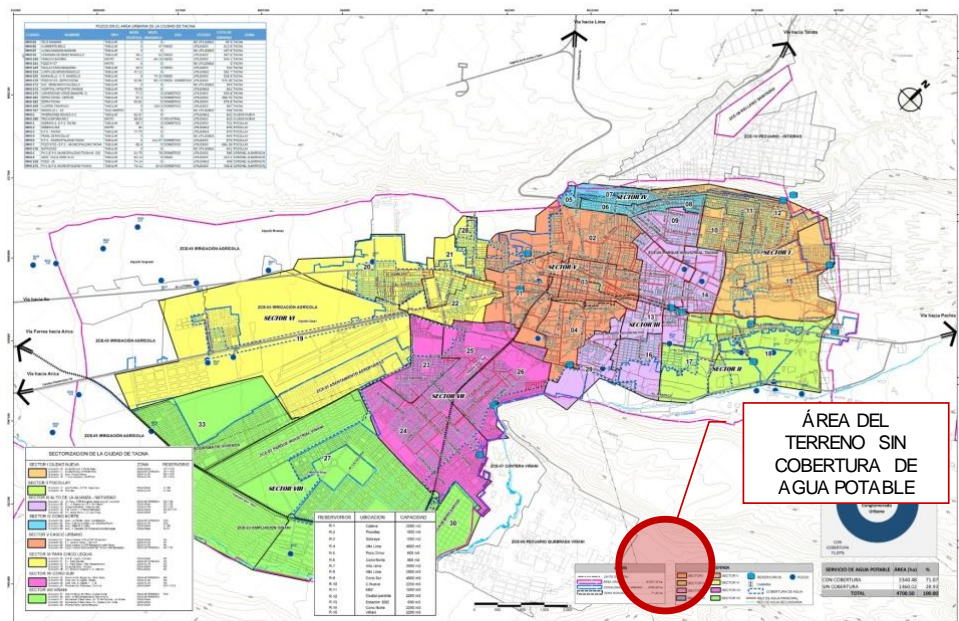
### 3.6.4. INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS.

#### 3.6.4.1. Agua.

En la zona de intervención no existe la infraestructura para el servicio de suministro de agua, por lo que se buscara

alternativas como la instalación de redes de agua o pozos como reservorio de agua.

Imagen 94. Cobertura del servicio de agua potable en la ciudad de Tacna



Fuente: PAT-PDU 2014 – 2023

Es importante también mencionar la presencia de reservorios para el almacenaje de agua potable en casos de emergencia. En el entorno mediano o inmediato se tienen dos reservorios: R-9 Cono Sur, con capacidad de 4 000 m<sup>3</sup> y el reservorio R-15 Viñani, con capacidad de 2 250 m<sup>3</sup>.

Cuadro 32. Reservorios en la ciudad de Tacna

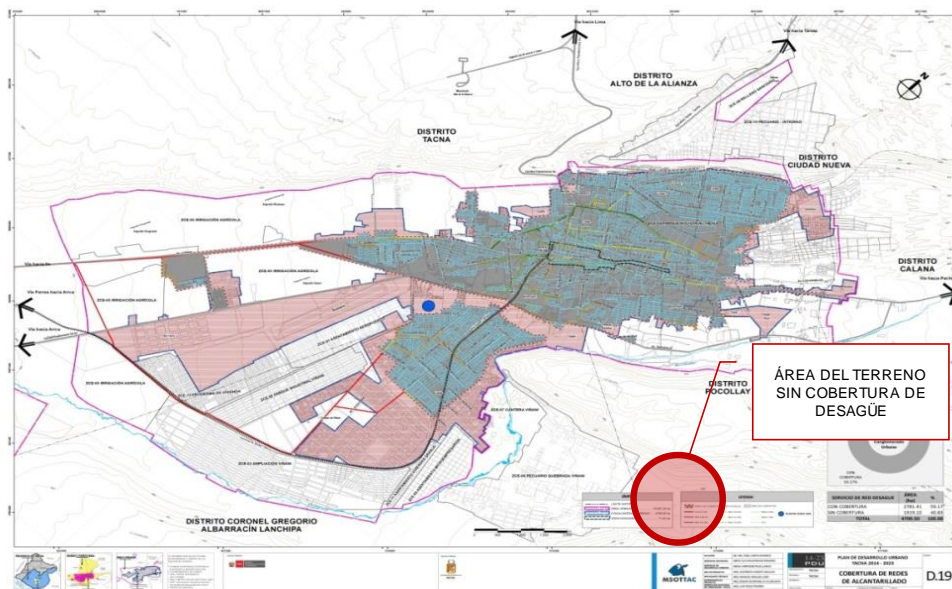
RESERVORIOS	UBICACIÓN	CAPACIDAD (m3)
R-1	Calana	2 000
R-2	Pocollay	1 500
R-3	Sobraya	1 000
R-4	Alto Lima	4 000
R-5	Para Chico	600
R-6	Cono Norte	800
R-7	Alto Lima	3 500
R-8	Alto Lima	3 500
R-9	Cono Sur	4 000
R-10	Ciudad Nueva	2 250
R-11	EB2	1 250
R-12	Ciudad Perdida (n.o.)	2 250
R-13	Estación EB2	600
R-14	Cono Norte	2 250
R-15	Viñani	2 250

Fuente: EPS – Memoria anual 2013

#### 3.6.4.2. Desagüe.

Al igual que con el servicio de agua, el sistema de alcantarillado es inexistente, por lo que, de no ser viable la instalación de redes de desagüe, se buscara soluciones como pozos sépticos y/o pozos percoladores por bloques, según los requerimientos para el funcionamiento de la planta.

Imagen 95. Cobertura del servicio de desagüe y alcantarillado en Tacna

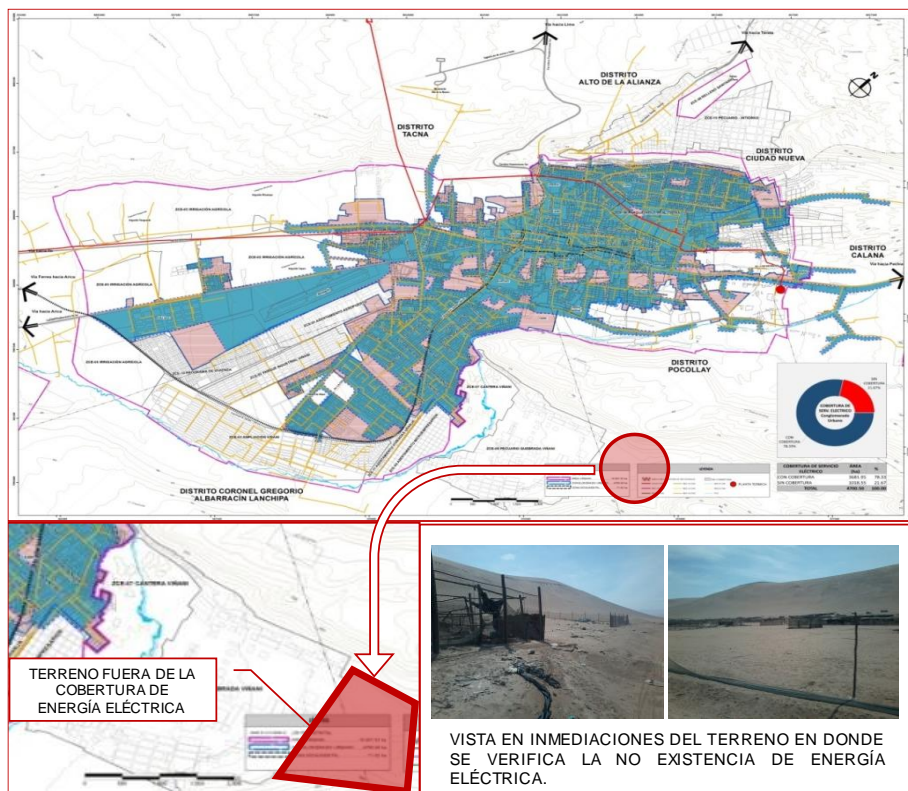


Fuente: PAT – PDU 2014-2023

### 3.6.4.3. Energía eléctrica.

No existe presencia de redes de energía eléctrica, estas instalaciones terminan en el Sector de Viñani, por lo que se deberá implementar la instalación de este servicio o se buscará soluciones alternativas como el uso de energías renovables.

Imagen 96. Cobertura de energía eléctrica en Tacna



Elaboración: Propia  
Fuente: PAT-PDU 2014-2023

Imagen 97. No presencia de redes de energía eléctrica



Fuente: elaboración propia

Los servicios básicos están a una distancia de 3,5 km desde el área de intervención hasta la zona urbana del distrito de Crnel. Gregorio Albarracín Lanchipa.

Imagen 98. Plano de distancia de cobertura de servicios básicos a área de intervención

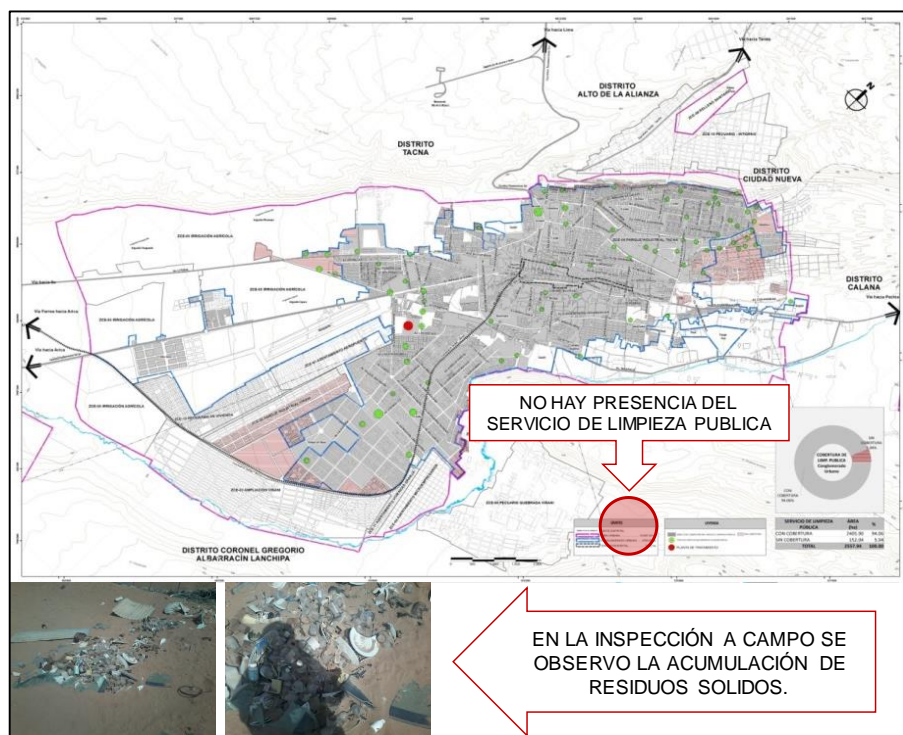


Fuente: elaboración propia

#### 3.6.4.4. Limpieza pública.

No hay presencia de servicio de limpieza pública, al haberse instalado informalmente sin respetar los planes urbanos, por lo que actualmente se verifica la presencia de acumulación de residuos a sus alrededores.

Imagen 99. Cobertura del servicio de limpieza pública en Tacna



Elaboración: Propia  
Fuente: PAT-PDU 2014-2023

### 3.6.5. CARACTERÍSTICAS FÍSICO NATURALES.

#### 3.6.5.1. Fisiografía.

En el contexto a intervenir se detecta un entorno desértico, constituida por llanuras y pampas con leves ondulaciones orientadas de forma descendente de noreste a suroeste (interior de la quebrada), y cerros hacia el noreste y suroeste que delimita naturalmente el sector. Hacia su

entorno mediato se tiene pampas aluviales por la presencia del Rio Seco. La vegetación es prácticamente nula.

#### **3.6.5.2. Clima.**

El entorno específico estudiado, así como en su área de influencia inmediata (distrito Gregorio Albarracín), presenta un clima templado cálido, en el cual, la temperatura llega a alcanzar niveles promedio que van desde los 24°C (en verano) y 13,68°C (en invierno)<sup>92</sup>.

Asoleamiento: La ciudad de Tacna recibe incidencia solar en verano de 10 horas sol por día y en el invierno 6 horas de sol por día, la dirección del sol es de este a oeste teniendo mayor captación en las mañanas, siendo el punto cumbre al medio día.

Viento: Los vientos en la zona de estudio tienen una dirección del sur oeste a noreste y la velocidad de este oscila entre 6 a 7 km/s . En verano la dirección de vientos es sur a norte.

---

<sup>92</sup> Fuente: Datos recuperados de SENAMIH

Precipitaciones: Las precipitaciones pluviales son mínimas variados de finas garuas en la costa durante el invierno hasta máximas de 0.08 m, en verano como por ejemplo lluvia, llovizna y a veces niebla.

Humedad: El distrito de Tacna tiene una humedad entre 18°C a 22°C el promedio anual relativa alcanza el 71%, al 76% Mínima 13°C, Máxima 23°C.

Temperatura: La temperatura promedio del sector es de 22°C. Llegando a una mínima de 9 °C.

El grado de temperatura mencionada anteriormente, está sujeta a modificaciones por causa de fenómenos climatológicos, por ejemplo, el Fenómeno del Niño, en donde, se detectaron temperaturas promedio máximas de 24,8°C (año 2006) y mínimas de 12,4°C (año 2007).

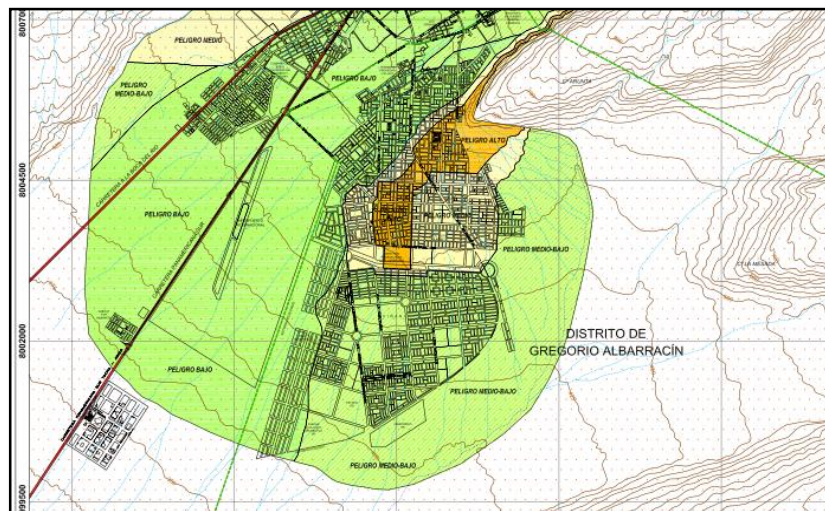
### **3.6.5.3. Geología.**

La zona de emplazamiento es considerada según INDECI como Zona de Peligro Medio:

Son las áreas donde encontramos suelos areno limosos de clasificación SM, denominados geotécnicamente como

ZONA II Y ZONA III que presentan valores de capacidades de carga mínima del suelo de 0,58 kg/cm y 0,76 kg/cm sus valores de potencial de colapso están en el rango de sin problemas a problemas severos y asentamientos que no serían aceptados por el Registro Nacional de Construcciones. Estos valores se detallan a continuación por zonas geotécnicas para su mejor comprensión.

Imagen 100. Plano de zonificación de peligros



Fuente: INDECI

#### 3.6.5.4. Geomorfología.

La ciudad de Tacna a nivel global está localizada en un escenario dominado por la morfología de planicie costanera del sistema fluvial, formado por planicies y valles

desérticos. Específicamente en el terreno, se tiene la unidad morfológica de terrazas aluviales, conformado por taludes formados por desgaste y encajamiento fluvial entre las pampas.

Cuadro 33. Unidades geomorfológicas

SISTEMA	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
Fluvial	Río y Lecho Fluvial	Medio fluvial seco, con crecidas y flujos de barro en épocas de lluvia, zona de alto riesgo.
		Lechos secos, con flujo de huaycos muy excepcionales, zona de riesgo.
		Abanico aluvial formado por el río Uchusuma, invade la quebrada Viñani.
	Lecho de Huayco	Llanuras aluviales formadas por acumulación y relleno de valles antiguos.
	Abanico Aluvial	Pampas formadas por acumulación y relleno fluvial de la depresión costanera entre las cordilleras costaneras y los andes.
	Terrazas Aluviales	Taludes formados por desgaste y encajamiento fluvial entre las pampas.
Repisa Continental	Planicies Costanera	Taludes formados por desgaste y encajamiento fluvial entre las pampas. Relieve colinoso formado por desgaste hídrico en derrames volcánicos.
	Taludes	Taludes formados por desgaste y encajamiento fluvial entre las pampas.
Montañoso	Taludes Colinas Bajas	Relieve colinoso formado por desgaste hídrico en derrames volcánicos. Terrazas fluviales irrigadas.
	Colinas Bajas Tierras de Cultivo	Medio urbano metropolitano Medio Agrícola en proceso de urbanización (Huertos campestres)
Antrópico	Medio Urbano	
	Medio Agro-Urbano	

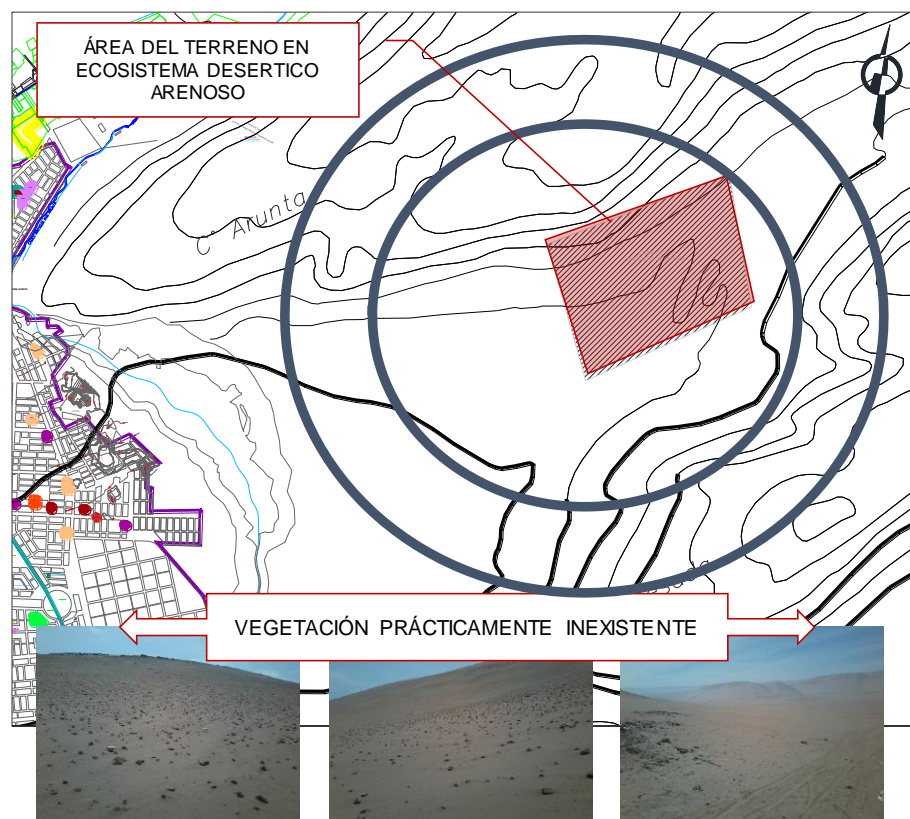
Fuente: Plan Director de Tacna 2001

### 3.6.5.5. Ecosistema.

El área de intervención se ubica en una unidad ambiental llamada Terrazas Áridas<sup>93</sup> con característica desértica arenosa no consolidada.

<sup>93</sup> Fuente: Plan Director de la provincia de Tacna 2001

Imagen 101. Entorno inmediato del ecosistema



Fuente: Elaboración Propia

Fauna: fauna natural es inexistente pero los más cercanos al encontrar alguna especie de animales sería la crianza de animales menores que realizan las asociaciones pecuarias como porcinos, pollos, gallinas, patos, cuyes, pavos, gansos, entre otros animales menores.

Imagen 102. Galpón para la crianza de porcinos

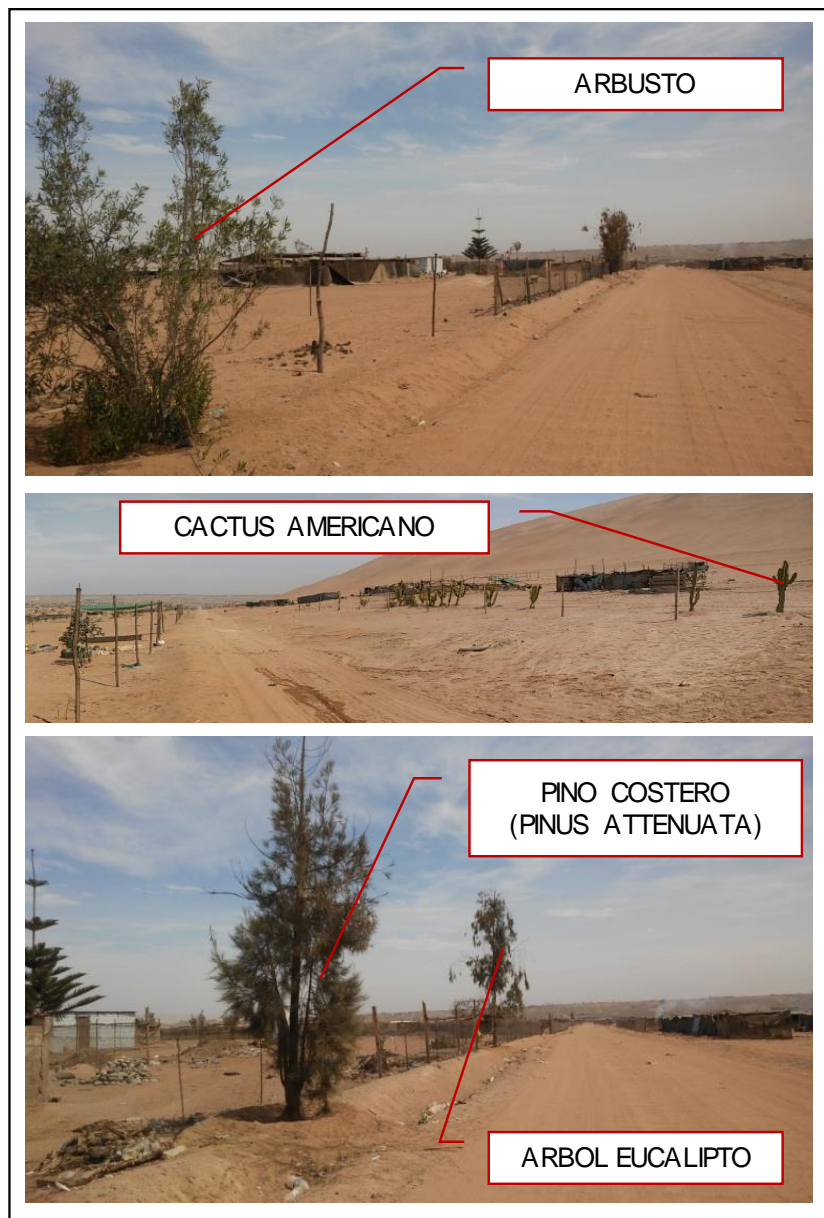


Fuente: elaboración propia

Flora: El entorno inmediato es inexistente naturalmente, pero las asociaciones de pecuarias en algunas parcelas plantan cuentan con escasa vegetación, pero en su mayoría con gran éxito el cactus americano se debe gracias a su poco consumo de agua para subsistir en el desierto.

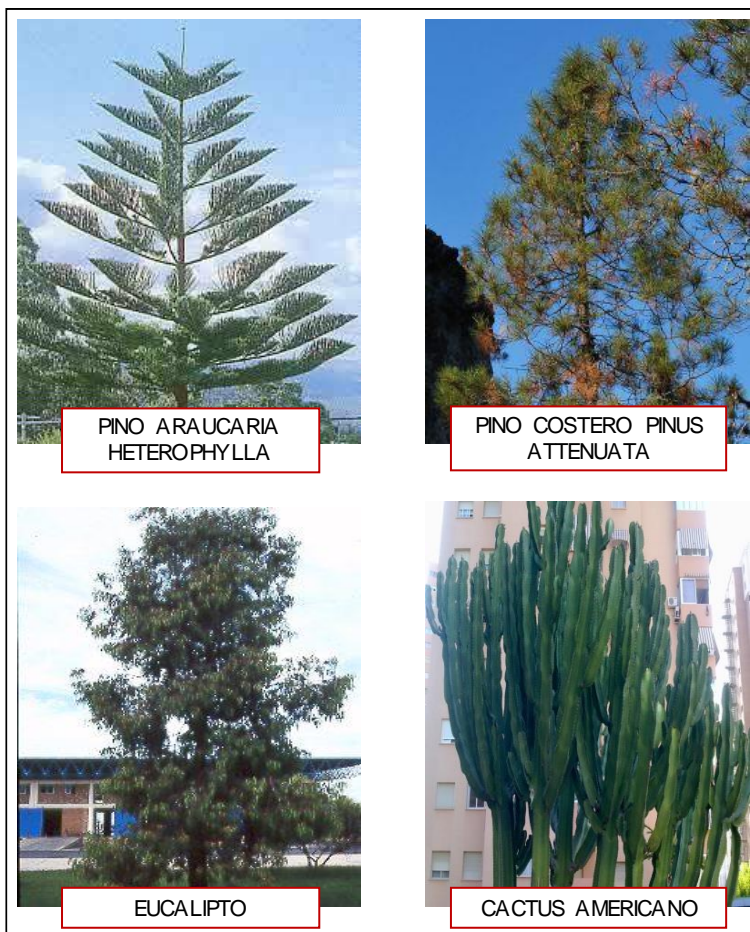
También se puede apreciar la facilidad del suelo para adaptarse a ciertos tipos de vegetación como se puede mostrar en las imágenes.

Imagen 103. Especies de flora en el entorno inmediato



Fuente: elaboración propia

Imagen 104. Especies de flora



Fuente: elaboración propia

### 3.7. NORMATIVIDAD.

El tratamiento de los residuos sólidos urbanos en el Perú está sujeto a las leyes, reglamentos y normas en los tres niveles de gobierno. Los mecanismos legales involucran una serie de instituciones que buscan el bienestar a través de la reducción o eliminación de los efectos

nocivos que pueda causar un deficiente manejo de los residuos sólidos urbanos.

### **3.7.1. AUTORIDADES COMPETENTES.**

- Ministerio del Ambiente, aprueba la política nacional de residuos sólidos y coordina con las autoridades sectoriales y municipios para garantizar su cumplimiento.
- Gobiernos Locales, son responsables de la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a estos, en todo el ámbito de su jurisdicción territorial.
- Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), es el organismo rector de la política nacional ambiental. Tiene por finalidad planificar, promover, coordinar, controlar y velar por el ambiente y el patrimonio natural de la Nación.
- Policía Ecológica, tiene por misión planear, organizar, dirigir, controlar y ejecutar las actividades referidas a la protección y conservación de los recursos naturales y del medio ambiente.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), es la encargada de supervisar que las municipalidades cumplan con

desarrollar sus funciones de fiscalización ambiental en materia de residuos sólidos.

- Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), es competente para aprobar los estudios ambientales y emitir opinión técnica favorable de los proyectos de infraestructura de residuos sólidos del ámbito municipal.

### **3.7.2. NORMATIVIDAD INTERNACIONAL REFERENTE A LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.**

- La Declaración de Río (1992), busca alcanzar acuerdos internacionales en los que se respeten los intereses de todos y se proteja la integridad del sistema ambiental y el desarrollo mundial.
- La Agenda 21 Local (1992), documento que desarrolla un plan estratégico municipal basado en la integración, con criterios sostenibles, de las políticas ambientales, económicas y sociales del municipio.
- La Carta Panamericana (1995), tiene como principio la protección y promoción de la salud de todas las personas, en un ambiente que propicie su bienestar.

- El Convenio de Basilea (1993), establece normas destinadas a controlar a nivel internacional los movimientos transfronterizos y la eliminación de residuos peligrosos para la salud humana y el medio ambiente.
- El Protocolo de Kioto (1997), acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global.

### **3.7.3. NORMATIVIDAD NACIONAL REFERENTE A LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.**

- Ley N° 28611 Ley General del Ambiente.
- Ley N° 26821 Ley Orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.
- Ley N° 28245 Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.
- Ley N° 17752 Ley General de Aguas.
- Ley N° 27314 Ley General de Residuos Sólidos.
- Ley N° 27972 Ley Orgánica de Municipalidades.
- Decreto Supremo N° 057-2004-PCM Reglamento de la Ley N° 27314 Ley General de Residuos Sólidos.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

- Plan de Desarrollo Urbano de Tacna 2015 – 2025.
- O.M. 0038-06 Política Ambiental Local de la Provincia de Tacna.
- O.M. 0008-14 Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuo Sólidos.

#### **3.7.4. ANÁLISIS DE LA LEY N° 27314 LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y SU REGLAMENTO.**

En la presente ley de referencia, se establecen los actores y sus responsabilidades respecto a la gestión y manejo de los residuos sólidos. En ella indica sobre la autoridad municipal: “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 estos, en todo el ámbito de su jurisdicción” (Ley 27314, 2000). En ella se establece que es competencia de las municipalidades municipales la gestión integral de los residuos desde su generación hasta su disposición final, para ello dispone las obligaciones que deben cumplir, siendo una de ellas el artículo 9, numeral 4<sup>94</sup>; sin embargo, se detecta que esta función es parcialmente cumplida, debido a, la presencia

---

<sup>94</sup> Ley N° 27314, artículo 9, numeral 4: asegurar la adecuada limpieza de vías, espacios y monumentos públicos, la recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito del Cercado de las ciudades capitales correspondientes.

de acumulación de los residuos sólidos, esto puede ser causado por un ineficaz planificación, ejecución y falta de presupuesto o también por la falta de sensibilización de la sociedad que no contribuye al adecuado manejo de los residuos sólidos.

Así mismo, se dispone en la presente ley: “Aprobar los proyectos de infraestructura de transferencia, tratamiento y disposición final de residuos sólidos, así como autorizar su funcionamiento” (Ley 27314, artículo 9, numeral 5, 2000). En la actualidad no se cuenta con la infraestructura para la transferencia y tratamiento de residuos sólidos necesarios para su tratamiento adecuado; la municipalidad provincial dispone de un proyecto para un relleno sanitario que se encuentra aprobado, financiado y en etapa de ejecución, sin embargo, dicha obra esta inconclusa (paralizada), verificándose In Situ, solo la fosa excavada para el relleno sanitario y el cerco perimétrico también inconclusa.

El artículo 10, numeral 9<sup>95</sup>, norma sobre la formalización de los agentes que intervienen en el manejo de los residuos sólidos de carácter no municipal, vemos que en la actualidad este proceso

---

<sup>95</sup> Ley N° 27314, artículo 10, numeral 12: Las municipalidades deben ejecutar programas para la progresiva formalización de las personas, operadores y demás entidades que intervienen en el manejo de los residuos sólidos sin las autorizaciones correspondientes.

de formalización es muy precaria, dada la presencia de recicladores en varios puntos de acumulación de residuos y en especial en el área contigua al relleno sanitario, conocido como “botadero municipal”, el cual es un vertedero a cielo abierto en donde se depositan la gran mayoría de los residuos sólidos provenientes del área urbana de la provincia; esto puede deberse a la falta de una infraestructura dedicada no solo al tratamiento de los residuos, sino también, a la sensibilización social el cual incluya programas de formalización y capacitación.

Es importante también, la presencia de una barrera sanitaria como se indica: “Destinar en toda infraestructura de disposición final un área perimetral que actúe exclusivamente como barrera sanitaria. En dicha área se implantarán barreras naturales o artificiales que contribuyan a reducir los impactos negativos y proteger a la población de posibles riesgos sanitarios y ambientales” (Ley 27314, artículo 33, numeral 33.1, 2000). El relleno sanitario inconcluso, no presenta ningún tipo de barrera sanitaria, se verifica que al acercarse a sus inmediaciones el olor se siente cada vez más fuerte.

## **CAPÍTULO IV. PROPUESTA.**

### **4.1. CONSIDERACIONES PARA LA PROPUESTA.**

#### **4.1.1. PREMISAS DE DISEÑO.**

El desarrollo de las premisas de diseño se mostrará al final del documento de investigación (ver anexos CP-01, CP-02, CP-03, CP-04, CP-05, CP-06, CP-07, CP-08).

### **4.2. PROGRAMACIÓN.**

#### **4.2.1. PROGRAMACIÓN URBANA.**

##### **4.2.1.1. Selección de usuario a servir.**

Se hace mención a los distritos para los cuales se brindará atención a la acumulación de los residuos sólidos urbanos, para determinar estos se siguieron ciertos criterios:

- Distritos con mayores niveles de generación de residuos sólidos urbanos.
- Distritos con mayores índices de producción per cápita de residuos sólidos urbanos.
- Distritos con mayores números de población.

Una vez aplicado los criterios indicados anteriormente, se identifican los siguientes distritos:

Cuadro 34. Número de habitantes y producción de residuos sólidos según distritos

<b>DISTRITOS SEGÚN POBLACIÓN Y PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>		
<b>DISTRITO</b>	<b>N° POBLACIÓN (estimado al 2016)</b>	<b>PRODUCCIÓN RSU (t/día)</b>
Tacna	114 368,43	139,96
Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa	83 548,96	61,87
Alto de la Alianza	42 910,89	40,56
Ciudad Nueva	41 456,28	22,32
Pocollay	20 758,44	20,29
<b>total</b>	<b>303 043,00</b>	<b>285,00</b>

Elaboración: Propia

Fuente: Datos recuperados de PDU 2015-2025 y MPT

#### **4.2.1.2. Proyecciones demográficas.**

En este punto se calcula la proyección de la cantidad de población a servir, se propone un periodo aproximado de vida útil de 30 años. Esta proyección de es vital importancia porque nos permitirá determinar el área para los espacios destinados al tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos.

Cuadro 35. Proyección demográfica según distritos

<b>PROYECCIÓN DEMOGRÁFICA POR DISTRITOS</b>							
<b>DISTRITO</b>	<b>2016</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>	<b>2035</b>	<b>2040</b>	<b>2046</b>
Tacna	114 368	122 828	134 287	146 816	160 514	175 490	195 316
Crnel. Gregorio Albarracín L.	83 549	89 729	98 101	107 253	117 260	128 200	142 684
Alto de la Alianza	42 911	46 085	50 385	55 086	60 225	65 844	73 283
Ciudad Nueva	41 456	44 522	48 676	53 218	58 183	63 611	70 798
Pocollay	20 758	22 293	24 373	26 647	29 134	31 852	35 450
<b>total</b>	<b>303 042</b>	<b>325 457</b>	<b>355 822</b>	<b>389 020</b>	<b>425 315</b>	<b>464 996</b>	<b>517 531</b>

Elaboración: Propia

Fuente: PDU 2015-2025

#### 4.2.1.3. Proyección de producción per cápita de residuos sólidos.

Nos permitirá tomar conocimiento sobre la producción por habitante de residuos sólidos urbanos en los distritos indicados durante los próximos 30 años. Se estima que la producción per cápita aumentara en 0,5% anual. Entonces se tienen los siguientes resultados.

Cuadro 36. Proyección de producción per cápita de residuos sólidos

<b>PROYECCIÓN PRODUCCIÓN PER CÁPITA DE RSU - (Kg/Hab/Día)</b>							
<b>DISTRITO</b>	<b>2016</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>	<b>2035</b>	<b>2040</b>	<b>2046</b>
Tacna	1,22	1,25	1,28	1,31	1,35	1,38	1,42
Crnel. Gregorio Albarracín L.	0,74	0,76	0,77	0,79	0,81	0,83	0,86
Alto de la Alianza	0,95	0,96	0,99	1,01	1,04	1,07	1,10
Ciudad Nueva	0,54	0,55	0,56	0,58	0,59	0,61	0,63
Pocollay	0,98	1,00	1,02	1,05	1,07	1,10	1,14
<b>total (promedio)</b>	<b>0,89</b>	<b>0,90</b>	<b>0,93</b>	<b>0,95</b>	<b>0,97</b>	<b>1,00</b>	<b>1,03</b>

Elaboración: Propia

#### 4.2.1.4. Proyecciones de producción de residuos sólidos.

Obtenemos las proyecciones de crecimiento de la generación de los residuos sólidos urbanos, a partir de, la multiplicación entre la producción per cápita de residuos sólidos y el número total de la población a servir.

Cuadro 37. Proyecciones de generación de residuos sólidos

<b>PROYECCIÓN GENERACIÓN DE RSU - (t/día)</b>							
<b>DISTRITO</b>	<b>2016</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>	<b>2035</b>	<b>2040</b>	<b>2046</b>
Tacna	101,22	110,90	124,31	139,34	156,19	175,07	200,77
Crnel. Gregorio Albarracín L.	73,95	81,02	90,81	101,79	114,10	127,89	146,67
Alto de la Alianza	37,98	41,61	46,64	52,28	58,60	65,69	75,33
Ciudad Nueva	36,69	40,20	45,06	50,51	56,61	63,46	72,77
Pocollay	18,37	20,13	22,56	25,29	28,35	31,78	36,44
<b>total</b>	<b>268,21</b>	<b>293,85</b>	<b>329,38</b>	<b>369,21</b>	<b>413,85</b>	<b>463,88</b>	<b>531,98</b>

Elaboración: Propia

Fuente: Municipalidad Provincial de Tacna

Cuadro 38. Resumen de proyecciones de generación de residuos sólidos

<b>RESUMEN PROYECCIÓN GENERACIÓN DE RSU</b>							
<b>TOTAL</b>	<b>2016</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>	<b>2035</b>	<b>2040</b>	<b>2046</b>
<b>total (t/día)</b>	268,21	293,85	329,38	369,21	413,85	463,88	531,98
<b>total (t/mes)</b>	8 046,34	8 815,64	9 881,50	11 076,24	12 415,42	13 916,52	15 959,29
<b>total (t/año)</b>	97 897,15	107 256,94	120 224,95	134 760,87	151 054,26	169 317,63	194 171,39

Elaboración: Propia

Fuente: Municipalidad Provincial de Tacna

#### 4.2.1.5. Volumen y área requerida para relleno sanitario.

Tomando en consideración los valores calculados anteriormente, se determina las características dimensionales requeridas para el diseño del relleno sanitario.

Cuadro 39. Resumen de volumen/área para relleno sanitario

DESCRIPCIÓN		CÁLCULO VOLUMEN / ÁREA PARA RELLENO SANITARIO									
		2016	2020	2025	2030	2035	2040	2046			
CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS	RSU diario (t/día)	268,21	293,85	329,38	369,21	413,85	463,88	531,98			
	RSU anual (t/año)	97 897,15	107 256,94	120 224,95	134 760,87	151 054,26	169 317,63	194 171,39			
	RSU acumulado (t)										
	RSU compactado diario (m <sup>3</sup> /día)	536,42	587,71	658,77	738,42	827,69	927,77	1 063,95			
VOLUMEN DE RESIDUOS SÓLIDOS	RSU compactado anual (m <sup>3</sup> /año)	195 794,29	214 513,88	240 449,89	269 521,73	302 108,53	338 635,27	388 342,77			
	RSU estabilizado diario (m <sup>3</sup> /día)	447,02	489,76	548,97	615,35	689,75	773,14	886,63			
	RSU estabilizado anual (m <sup>3</sup> /año)	163 161,91	178 761,56	200 374,91	224 601,44	251 757,11	282 196,06	323 619,98			
	material cobertura anual (m <sup>3</sup> /año)	39 159,86	42 902,78	48 089,98	53 904,35	60 421,71	67 727,05	77 686,55			
VOLUMEN DE RELLENO SANITARIO	volumen anual (m <sup>3</sup> /año)	202 320,77	221 664,34	248 464,89	278 505,79	312 178,81	349 923,11	401 287,53			
	volumen acumulado (m <sup>3</sup> )										
ÁREA RELLENO SANITARIO	área para RSU (ha)	3,37	3,69	4,14	4,64	5,20	5,83	6,69			
	área total (ha)	4,38	4,80	5,38	6,03	6,76	7,58	8,69			

Elaboración: Propia

#### 4.2.1.6. Capacidad volumétrica y vida útil del sitio.

Una vez obtenido los cálculos correspondientes al volumen y área requeridos para depositar los residuos sólidos

urbanos de los distritos incluidos en el estudio, se tiene como síntesis:

- Área total para vertido de residuos sólidos al inicio: 4,38h
- Área total para vertido de residuos sólidos al final: 8,69h
- Tipo de vertido: trinchera
- Altura promedio del relleno sanitario: 6 m
- Capacidad volumétrica del lugar al inicio: 202 320,77 m<sup>3</sup>
- Capacidad volumétrica del lugar al final: 401 287,53 m<sup>3</sup>
- Vida útil de relleno sanitario: 30 años.

Es importante indicar que, los cálculos referentes al volumen y área requeridos para el relleno sanitario, fueron realizados en base a las cantidades totales de generación de residuos sólidos urbanos, sin excluir a los residuos tratados y reciclados en las instalaciones de tratamiento y procesamiento, por tanto, se dará un incremento adicional a la capacidad de vertido en el relleno sanitario.

#### **4.2.1.7. Características técnicas del relleno sanitario.**

Algunas especificaciones técnicas para la instalación del relleno sanitario.

Cuadro 40. Características técnicas para relleno sanitario

<b>CARACTERÍSTICAS DEL RELLENO SANITARIO</b>		
<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	
<b>CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>	Residuos NO peligrosos	Rechazos de plantas de tratamiento, Rs. Voluminosos triturados, cenizas de incineración no peligrosos, etc.
<b>TIPO COMPACTACIÓN</b>	Relleno Sanitario Mecanizado	Residuos sólidos compactado con maquinaria de 500 Kg/m <sup>3</sup>
<b>MÉTODO VERTIDO</b>	Método de vertido por Trinchera	

Elaboración: Propia

## 4.2.2. PROGRAMACIÓN ARQUITECTÓNICA.

### 4.2.2.1. El usuario.

#### **Análisis cualitativo.**

Se identifican tres tipos de usuarios:

- Personal administrativo.

Son los usuarios encargados del manejo administrativo de las instalaciones, como la logística de funcionamiento. No requiere espacios con tratamiento especial para el desarrollo de sus labores, ya que, no entraran en contacto directo con la materia a tratar (residuos sólidos).

Algunas de las necesidades básicas que deberán cubrirse son: capacitación (aulas), cultura (salas de exhibición), atención médica (tópico), necesidades

fisiológicas (aseo y alimentación) y recreativas (áreas deportivas).

- Personal de áreas industriales y de servicio.

Son aquellos usuarios que se encargaran del funcionamiento operativo de las instalaciones de separación y clasificación, procesamiento de orgánicos e inorgánicos y la disposición final de los residuos sólidos. Del mismo modo, están incluidos en este grupo, los usuarios encargados del mantenimiento y limpieza de las instalaciones del centro de gestión; a diferencia del personal administrativo, estos usuarios tendrán contacto directo e indirecto con los residuos sólidos, en tal sentido, se contemplará espacios destinados para su limpieza, así como, ingresos y salidas diferenciadas del resto.

Cubrirán espacios necesarios aparte de las instalaciones de procesamiento como: capacitación (aulas), cultura (salas de exhibición), atención médica (tópico), logística (oficina sindical), necesidades

fisiológicas (aseo y alimentación) y recreativas (áreas deportivas).

- Visitantes externos.

Constituyen los usuarios que solo tendrán acceso libre a los espacios que no tengan contacto directo con las áreas industriales de las instalaciones por medio de ingresos independientes y diferenciados. Únicamente podrán acceder a las zonas industriales bajo supervisión y por medio de circulaciones independientes que permitan la visualización de los procesos industriales, mas no, su contacto directo.

Los visitantes podrán concientizarse a través de la observación y aprendizaje de las actividades que se realizan en las instalaciones con la presencia de un guía y con espacios complementarios como: aulas de capacitación, salas de exhibición, laboratorios, cafetería, auditorio, oficinas, miradores.

Uno de los usuarios principales será la población escolar, de los cuales se muestran los siguientes datos.

Cuadro 41. Distribución de la población escolar en la UGEL Tacna por distritos

DISTRITOS	POBLACIÓN ESCOLAR	PORCENTAJE (%)
Alto de la Alianza	5 347	6,94
Calana	317	0,41
Ciudad Nueva	5 847	7,59
Gregorio Albarracin	13 881	18,01
Inclan	592	0,77
Pachia	475	0,62
Palca	211	0,27
Pocollay	2 145	2,78
Sama	346	0,44
Tacna	47 920	62,17
<b>total</b>	<b>77 081</b>	<b>100</b>

Fuente: SIEMED, Censo escolar 2014

Así mismo, se muestra los indicadores de la concentración de centros y programas educativos, los cuales nos dan referencia sobre la proximidad de estas concentraciones a las instalaciones de tratamiento, en donde destaca los distritos de Tacna y Crnel. Gregorio Albarracín Lanchipa.

Cuadro 42. Distribución de los centros y programas en la UGEL Tacna por distritos

DISTRITO	CENTROS Y PROGRAMAS EDUCATIVOS	PORCENTAJE (%)
Alto de la Alianza	79	9,60
Calana	9	1,09
Ciudad Nueva	60	7,29
Gregorio Albarracín	145	17,62
Inclán	8	0,97
Pachia	14	1,70
Palca	22	2,68
Pocollay	46	5,59
Sama	12	1,46
Tacna	428	52,00
<b>total</b>	<b>823</b>	<b>100</b>

Fuente: SIEMED, Censo escolar 2014

En función a la cantidad de la población escolar, se calcula la cantidad de usuario visitante. El año cuenta con 365 días, restando los días sábados y domingos, resulta 263 días, en año bisiesto es 264 días. Se excluirá de esta población escolar a aquellos con edades entre 3 y 0 años, para estar dirigido a escolares entre edades de 9 y 17 años. El usuario visitante también incluirá estudiantes de universidades, institutos tecnológicos y público en general. Dicho lo anterior, se espera recibir de entre 100 a 120 visitantes por día.

### **Análisis cuantitativo**

Número de trabajadores administrativos: 60 personas

Número de trabajadores de áreas industriales: 180  
trabajadores

Número de trabajadores de servicio: 40 empleados

Número de visitantes: 100 – 120 personas

#### **4.2.2.2. La materia prima.**

Los residuos sólidos constituyen la materia prima a tratar dentro de las instalaciones industriales a proponer, ellos serán apropiadamente recepcionadas, separadas, procesadas y finalmente almacenadas. Es necesario identificar el tipo y cantidad de residuos sólidos a tratar, ya que, nos permitirá desarrollar el programa cualitativo y cuantitativo con precisión, para así, dimensionar los espacios y maquinaria requeridos adecuadamente.

Es importante aclarar el tipo de residuos sólidos que ingresarán a la fase de tratamiento. Ingresaran a la fase de tratamiento los siguientes residuos sólidos:

- Residuos sólidos domiciliarios (generados en viviendas, albergues, hoteles).

- Residuos sólidos comerciales (generados en centros comerciales y mercados).

No tomarán parte del tratamiento, tan solo serán confinados para su posterior traslado, los siguientes residuos sólidos:

- Residuos sólidos hospitalarios (generados en hospitales y centros médicos).
- Residuos sólidos constructivos (generados en obras civiles y demoliciones).
- Residuos sólidos peligrosos (generados por procesos industriales y que pueden ser químicos y radiactivos).

Dentro de los residuos peligrosos también se incluyen: residuos tóxicos (plaguicidas, raticidas, arsénico, anticongelantes, etc.), residuos corrosivos (baterías de autos, baterías alcalinas, cloro, lejía, etc.), residuos que contengan asbesto, residuos electrónicos (computadoras, televisores, celulares, etc.).

Para evitar el ingreso de estos residuos a la etapa de tratamiento y puedan contaminar el procesado, pasaran

por una fase de control previa a la fase de separación por tamaño, para de ese modo, separarlos y almacenarlos para su transferencia.

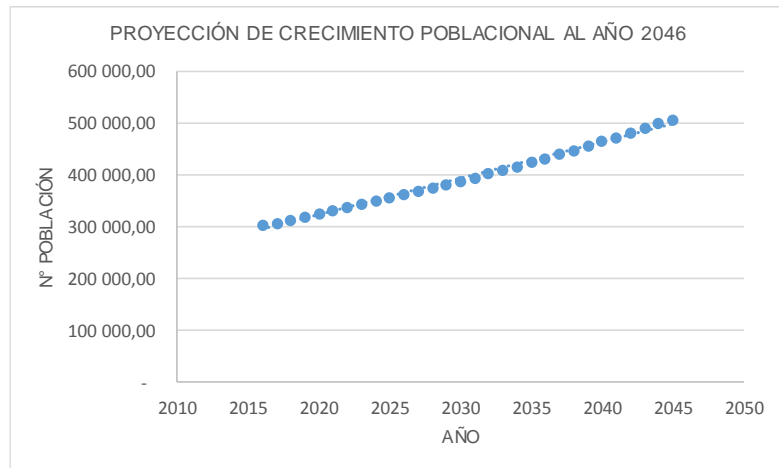
Cuadro 43. Proyecciones de población, PPC y generación de residuos sólidos

<b>PROYECCIONES DE POBLACIÓN, PPC Y GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>						
<b>VIDA ÚTIL DEL PROYECTO</b>	<b>AÑO</b>	<b>POBLACIÓN (hab)</b>	<b>PROD. PER CÁPITA (Kg/hab/día)</b>	<b>GENERACIÓN TOTAL DE RSU (t/día)</b>	<b>TOTAL GENERADO POR MES (t/mes)</b>	<b>TOTAL GENERADO POR AÑO (t/año)</b>
	2015					
	2016	303 042	0,89	268,21	8 046,34	97 897,15
1	2017	308 497	0,89	274,40	8 232,13	100 157,59
2	2018	314 050	0,89	280,74	8 422,21	102 470,23
3	2019	319 703	0,90	287,22	8 616,68	104 836,27
4	2020	325 457	0,90	293,85	8 815,64	107 256,94
5	2021	331 315	0,91	300,64	9 019,19	109 733,50
6	2022	337 279	0,91	307,58	9 227,44	112 267,25
7	2023	343 350	0,92	314,68	9 440,51	114 859,50
8	2024	349 530	0,92	321,95	9 658,49	117 511,60
9	2025	355 822	0,93	329,38	9 881,50	120 224,95
10	2026	362 227	0,93	336,99	10 109,67	123 000,94
11	2027	368 747	0,93	344,77	10 343,10	125 841,03
12	2028	375 384	0,94	352,73	10 581,92	128 746,70
13	2029	382 141	0,94	360,88	10 826,26	131 719,46
14	2030	389 020	0,95	369,21	11 076,24	134 760,87
15	2031	396 022	0,95	377,73	11 331,99	137 872,49
16	2032	403 151	0,96	386,45	11 593,64	141 055,97
17	2033	410 407	0,96	395,38	11 861,34	144 312,95
18	2034	417 795	0,97	404,51	12 135,22	147 645,14
19	2035	425 315	0,97	413,85	12 415,42	151 054,26
20	2036	432 971	0,98	423,40	12 702,09	154 542,11
21	2037	440 764	0,98	433,18	12 995,38	158 110,49
22	2038	448 698	0,99	443,18	13 295,45	161 761,26
23	2039	456 774	0,99	453,41	13 602,44	165 496,32
24	2040	464 996	1,00	463,88	13 916,52	169 317,63
25	2041	473 366	1,00	474,60	14 237,85	173 227,18
26	2042	481 887	1,01	485,55	14 566,60	177 226,99
27	2043	490 561	1,01	496,76	14 902,95	181 319,16
28	2044	499 391	1,02	508,24	15 247,05	185 505,82
29	2045	508 380	1,02	519,97	15 599,11	189 789,15
30	2046	517 531	1,03	531,98	15 959,29	194 171,39

Elaboración: Propia

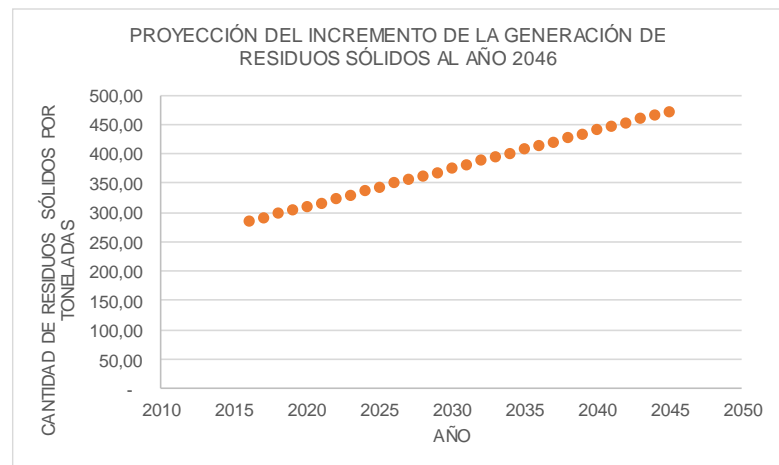
Como vemos en el cuadro anterior, se ha calculado una proyección del crecimiento poblacional y el crecimiento de la generación de los residuos sólidos dentro de 30 años, tiempo promedio también de vida útil de la infraestructura a proponer.

Gráfico 52. Línea de proyección de crecimiento poblacional



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 53. Línea de crecimiento de la generación de residuos sólidos



Fuente: Elaboración Propia

Una vez proyectada el incremento de la generación de residuos sólidos, se calculará que cantidad de residuos orgánicos e inorgánicos se recepcionaran, tomando en cuenta la tendencia del porcentaje de estos en la actualidad.

Cuadro 44. Distribución de residuos sólidos por composición biológica

<b>DISTRIBUCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS POR COMPOSICIÓN BIOLÓGICA</b>			
RESIDUOS SÓLIDOS POR COMPOSICIÓN BIOLÓGICA	PORCENTAJE (%)	2016 (285 t/día)	2046 (531,98 t/día)
		cantidad	cantidad
orgánico	44,30	126,26	235,67
inorgánico reciclable	26,34	75,07	140,12
inorgánico otros	29,36	83,68	156,19
<b>total</b>	<b>100,00</b>	<b>285,01</b>	<b>531,98</b>

Elaboración: Propia

Cuadro 45. Distribución de residuos sólidos por tipo de material

<b>DISTRIBUCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS POR COMPONENTE</b>			
MATERIA	PORCENTAJE (%)	CANTIDAD 2016 (285 t/día)	CANTIDAD 2046 (531,98 t/día)
orgánico	44,30	126,26	235,67
cartón y papel	8,30	23,66	44,15
textil	2,79	7,95	14,84
plástico	7,70	21,95	40,96
metales	2,30	6,56	12,24
vidrio	5,25	14,96	27,93
otros	29,36	83,68	156,19
<b>total</b>	<b>100,00</b>	<b>285,00</b>	<b>531,98</b>

Elaboración: Propia

Fuente: Datos extraídos de la MPT

En resumen, como se muestra en el cuadro, el proyecto, al año 2046, tratará una cantidad de residuos sólidos equivalentes a 375,79 t/día, de los cuales, 235,67 t/día son residuos orgánicos y 140,12 t/día son residuos inorgánicos reciclables.

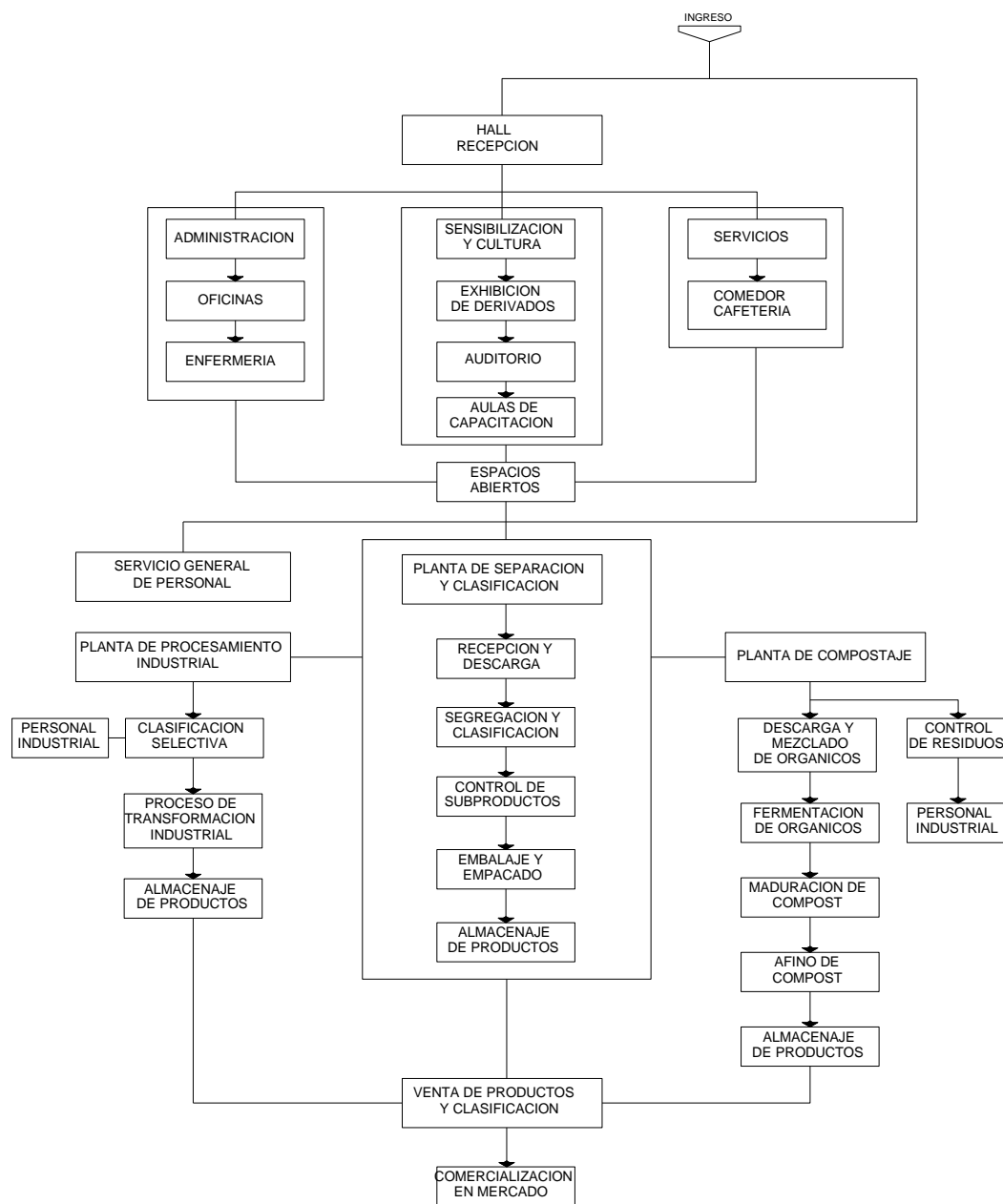
#### **4.2.2.3. Programación arquitectónica.**

El desarrollo del cuadro de programación arquitectónica, dada sus dimensiones y detalles, se muestra al final del documento de investigación, en la sección anexos (ver anexos PG-01, PG-02, PG-03, PG-04).

### 4.3. DIAGRAMAS DE INTERRELACIÓN.

#### 4.3.1. ORGANIGRAMA.

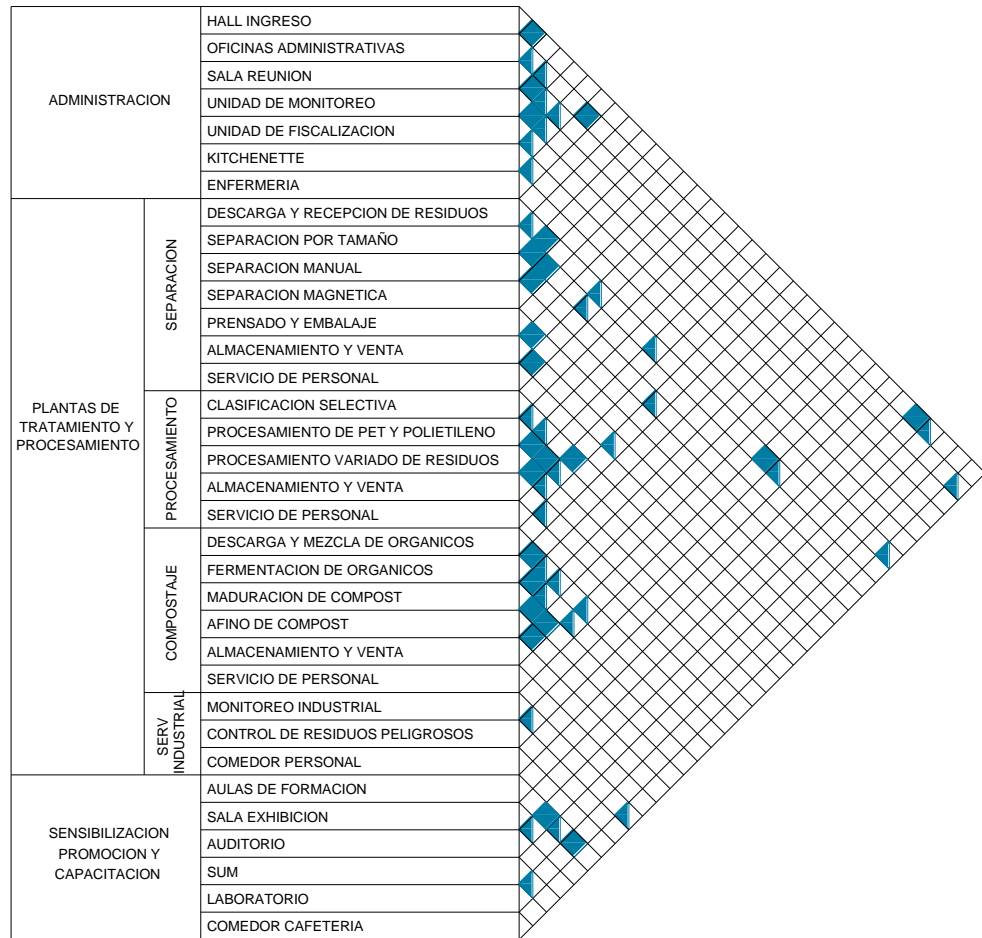
Gráfico 54. Organigrama General



Fuente: Elaboración Propia

### 4.3.2. CUADRO DE CORRELACIONES.

Gráfico 55. Cuadro de correlaciones funcional

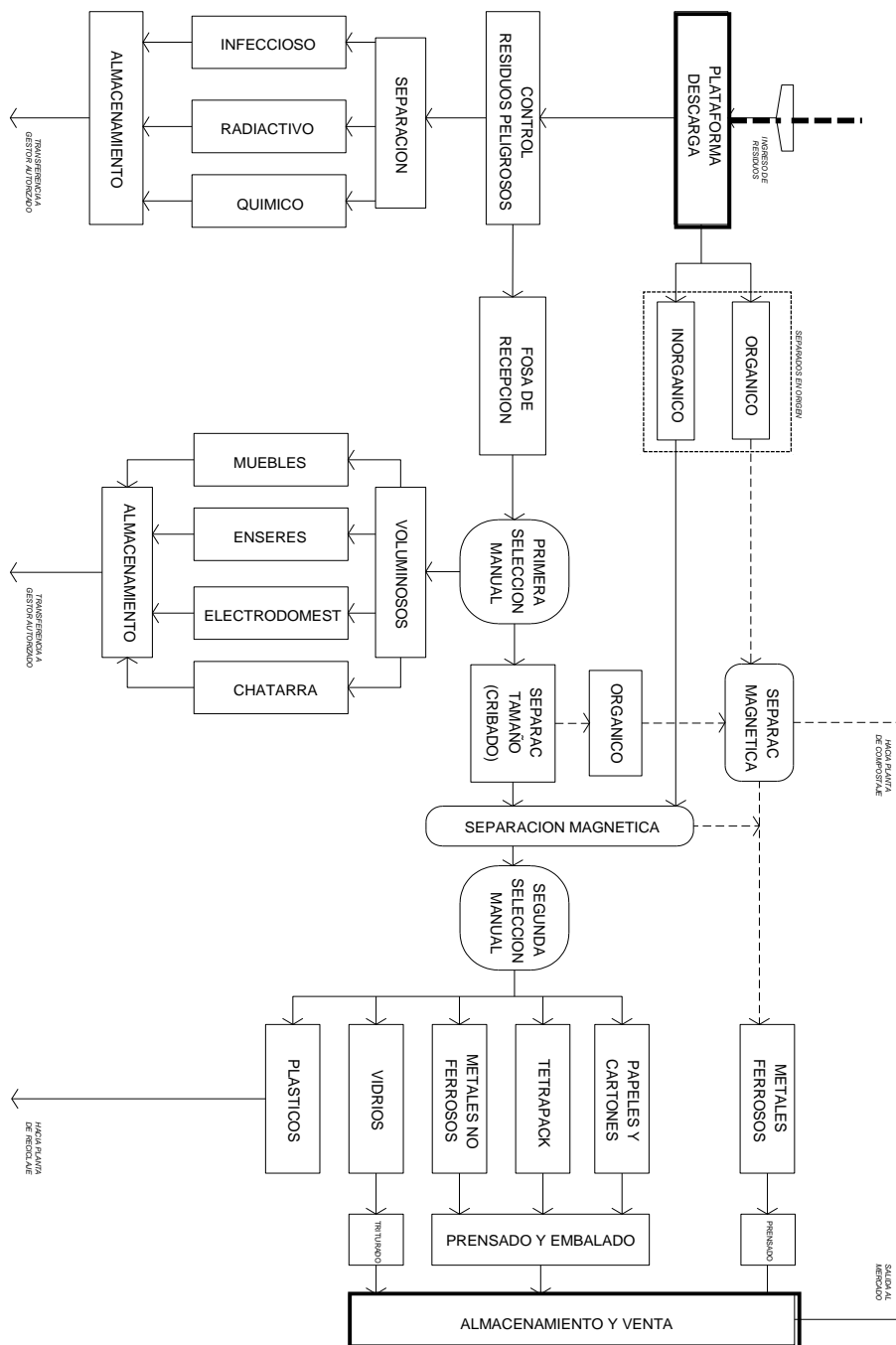


LEYENDA	
NOMBRE	SIMBOLO
RELACION DIRECTA	◆
RELACION INDIRECTA	◀▶
RELACION NULA	

Fuente: elaboración propia

### 4.3.3. DIAGRAMA BÁSICO DE FLUJO FUNCIONAL.

Gráfico 56. Diagrama funcional de funcionamiento del proceso



Fuente: elaboración propia

#### **4.4. CONCEPTUALIZACIÓN Y PARTIDO.**

El desarrollo del concepto y partido se muestra al final del documento de investigación, en los anexos (ver anexos C-01, C-02).

#### **4.5. ZONIFICACIÓN.**

El desarrollo de la zonificación se muestra al final del documento de investigación, en los anexos (ver anexos Z-01, Z-02).

#### **4.6. SISTEMATIZACIÓN.**

El desarrollo de los sistemas que incluyen: sistema funcional, sistema de movimiento y articulación, sistema formal, sistema espacial, sistema edilicio, se muestran al final del documento de investigación, en anexos (ver anexos S-01, S-02, S-03, S-04, S-05).

#### **4.7. ANTEPROYECTO.**

El desarrollo del anteproyecto se muestra en el Tomo II de la presente Tesis.

#### **4.8. PROYECTO.**

El desarrollo del proyecto se muestra en el Tomo II de la presente Tesis.

## **4.9. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**

### **4.9.1. MEMORIA DESCRIPTIVA.**

#### **4.9.1.1. Resumen general.**

Uno de los problemas de la ciudad de Tacna, es el deficiente manejo y/o gestión integral de los residuos sólidos urbanos desde que se genera hasta la disposición final.

Considerado por la OEFA (organización de evaluación, fiscalización ambiental), que en el año 2015 después haber hecho estudios se llegó a la conclusión: Tacna es la quinta ciudad a nivel nacional, con mayor riesgo ambiental por el mal manejo de los residuos sólidos urbanos, según el reporte de esta entidad, en el botadero municipal de Tacna, denominado "alto intiorko", se vierten diariamente 285 t de basura, sin embargo, no se hace un tratamiento adecuado a esta. Después de realizada estas aclaraciones se quedó en compromisos, pero hasta el momento poco o nada se hizo.

Ante esta situación la ciudad de Tacna, necesita de suma urgencia una intervención que contribuya a mejorar la gestión integral de los residuos sólidos urbanos con enfoque al desarrollo sostenible.

El presente proyecto plantea la construcción de un equipamiento industrial con enfoque sostenible y donde no solo se van a desarrollar actividades de gestión integral de residuos sólidos urbanos si no también actividades administrativas, socio-culturales, investigación, industrialización de los residuos que se pueden reutilizar y reciclar.

Actividades Recreativas pasivas y activas y esparcimiento en referencia a la importancia del tratamiento de los residuos sólidos urbanos.

El proyecto comprende en dos etapas:

- Proyecto urbano.
- Proyecto arquitectónico.

#### **4.9.1.2. El proyecto urbano.**

- Ubicación.

En la periferia de la ciudad de Tacna, zona denominada ZCE-08 Quebrada de Viñani, delimitado geográficamente entre los cerros, Arunta y La Mesada, pertenecientes a la jurisdicción del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, Departamento y Región de Tacna.

- Área y perímetros colindantes.

El terreno a intervenir consta de un área total de 141,19 ha . Y el perímetro de 4849,99 m . Se encuentra delimitada de la siguiente manera:

Por el norte : Cerró Arunta

Por el sur : Cerró la Mesada

Por el este : Quebrada Viñani

Por el oeste : asociaciones pecuarias

- Cantidad de residuos tratados y depositados.

Los volúmenes de residuos son de 285 t/día hoy en día datos tomados de la MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA en el año 2016 y que el proyecto contemplara el crecimiento de los residuos orgánicos e inorgánicos con una proyección de vida útil de 30 años.

Los distritos que va a ser atendidos para ser tratados los residuos son:

- Tacna
  - Gregorio Albarracín Lanchipa
  - Alto de la Alianza
  - Ciudad Nueva
  - Pocollay
  - Calana
- Características técnicas.

Usuarios servidos al 2046: 517,531 usuarios

Vida útil de la infraestructura: 30 años

Cantidad de residuos a tratar al año 2046: 531,98 t

Altura máxima de las edificaciones: 16 m

Tipo de residuos a tratar: tipo II-residuos singulares

Tipo II-residuos no peligrosos

Tipo de compactación: relleno sanitario mecanizado

Método de vertido: trinchera.

- Conceptualización.

El concepto que se utilizó para el proyecto tanto urbano y arquitectónico es de los tres símbolos de 3R de la ecología, es una propuesta sobre hábitos de consumo, popularizada por la organización ecologista Greenpeace, que pretende desarrollar hábitos como el consumo responsable, y se tomara la estructura formal del árbol.

Estos elementos simbólicos utilizados a nivel mundial creando conciencia sobre la reducción, reutilización y reciclaje de los residuos sólidos urbanos.

- Zonificación urbana.

- Zona Infraestructura de tratamiento e industrialización de los residuos.

Donde se van realizar actividades de administración, educación cultura, tratamiento y procesamiento de los residuos sólidos urbanos.

- Zona de servicios complementarios.
  - Caseta de control de residuos peligrosos y pesaje.

Zona donde se va controlar el ingreso de los vehículos menores, buses y compactadoras de diferentes distritos, también el pesaje de las compactadoras para ver la cantidad de residuos que va ingresar al equipamiento con una balanza de soporte 50 t , también se va controlar el ingreso residuos peligrosos con escáner.

- Mantenimiento y equipo mecánico.

Zona donde se va realizar mantenimiento de los vehículos compactadoras.

- Tanque elevado.

Almacenamiento de agua y mantener la presión constante del caudal del agua.

- Reservorio de agua y Tanques cisternas.

Almacenamiento de agua, de tratamiento de aguas pluviales, grises, lixiviados y también agua potable.

- Subestación eléctrica.

Área de control sistema eléctrico abastecida por entidad prestadora de servicios ELECTROSUR y también control de los paneles fotovoltaicos.

- Tratamiento de lixiviados y aguas grises y pluviales.

En esta área se va realizar tratamiento de líquidos lixiviados extraídos de las zonas de compostaje, tratamiento de aguas grises provenientes de lavabos y duchas del equipamiento, tratamiento de aguas pluviales provenientes de los techos de la infraestructura.

- Tratamiento de aguas residuales-pozo séptico.

En esta área se va tratar las aguas grises utilizando el sistema pozo séptico.

- Zona de expansión de futuras construcciones de equipamiento industriales.

Zona destinada para futuros equipamiento de procesamiento de residuos sólidos como cartón, papel, plástico, ya que la ciudad de Tacna tiene mayor

índice estos residuos, generar industria y nuevos puestos de trabajo.

- Zona de expansión de futuras plantas de tratamiento de residuos urbanos no consideradas en la infraestructura principal.
- Zona de relleno sanitario y de seguridad.

Donde se van depositar residuos que no se pueden reutilizar ni reciclar para su posterior tratamiento y sellado.

- Zona de investigación de energías renovables.
  - Explanada de paneles fotovoltaicos.

Zona donde se va instalar los paneles fotovoltaicos que abastecerá de energía a la infraestructura que permita un ahorro de energía considerable.

- Atrapa niebla.

Se investigara la posibilidad de instalación del sistema WARKA WATER un tipo de sistema de gran ahorro de agua potable, para diferentes usos

este sistema tiene característica de 10 m de altura y recoge la capacidad de 100 l de agua potable de aire, Diseñado por Architecture and Visión, el concepto ha sido implementado en los últimos 2 años a través de varios prototipos experimentales construidos.

- Zona de recreación, esparcimiento.
  - Explanada de eventos educación y cultura ambiental.

Se van realizar actividades de exposiciones al aire libre, como productos reutilizables, reciclables de gran tamaño y las maquinarias para realizar este tipo de actividades.

Actividades de educación y cultura del reciclaje de gran magnitud.

- Esparcimiento y deporte.

Áreas de diversión o distracción, en especial para descansar o alejarse por un tiempo del trabajo o de las preocupaciones.

- Zona de amortiguamiento ecológico.

Es una barrera ecológica que divide la habilitación industrial y las zonas pecuarias.

Buscar la manera de no combinar estas actividades y buscar una diferenciación clara.

- Zona de incineración ecológico.

Donde se van incinerar residuos de hospitalarios y otros para reducir el volumen y su posterior depósito al relleno sanitario.

#### **4.9.1.3. El proyecto arquitectónico.**

- Ubicación.

El proyecto arquitectónico se ubica dentro de la propuesta urbana integral al nor-este desde el punto centro del terreno de la propuesta urbana.

- Sectores y áreas.

Dentro del proyecto arquitectónico se ha considerado 4 sectores:

Sector 01: Zona administrativa, Zona de educación y cultura, Zona de servicios complementarios.

Sector 02: Zona de clasificación y separación-segregación, Zona de compactado y almacenaje.

Sector 03: Zona de procesamiento.

Sector 04: Zona de compostaje.

Resumen de áreas.

Cuadro 46. Cuadro de resumen de áreas

<b>CUADRO DE ÁREAS</b>			
<b>ZONAS</b>	<b>PRIMER PISO (m2)</b>	<b>SEGUNDO PISO (m2)</b>	<b>TOTAL ÁREA(m2)</b>
Zona administrativa	1 368,64	1 368,64	2 737,28
Zona de educación y cultura	1 968,17	1 014,33	2 982,50
Zona de servicio complementarios	750,49		750,49
Zona de clasificación y separación - segregación	5 319,39		5 319,39
Zona de compactado y almacenaje	4 246,43		4 246,43
Zona de procesamiento industrial	5 391,10		5 391,10
Zona de compostaje	7 487,74	1 469,00	8 956,74
		<b>ÁREA TOTAL TECHADA</b>	30 383,93
		<b>ÁREA LIBRE</b>	1 381 483,81
		<b>ÁREA TERRENO</b>	1 411 867,73

Fuente: Elaboración propia

- Características técnicas.

Planta de inorgánicos.

- Tiempo de vida útil: 30 años.
- Tiempo máximo de almacenamiento en fosos: 3 días.

- N° líneas de trabajo: 2 líneas.
- Capacidad de línea de trabajo: 46,55 t/h .
- Capacidad de procesamiento total de planta: 500 t .
- Capacidad de selección manual: 2 t/h .

Planta de orgánicos.

- Tiempo de vida útil: 30 años.
- N° de túneles de fermentación: 14.
- N° de salas de maduración: 2 salas.
- N° de biofiltros de aire: 1 biofiltro.
- Entrada total de orgánicos a fermentación: 235 t/día.
- Entrada total de orgánicos a maduración: 180 t/día.
- Cantidad de rechazos orgánicos: 70 t/día.
- Producción total de compost anual: 51 092,70 t/año.

- Conceptualización.

El diseño se tomó el símbolo representativo reciclaje que tiene forma de retroalimentación se trató de plasmar más del 50% de la forma, en el proceso seccionando e intersectando volúmenes.

Que todo el conjunto del proyecto arquitectónico buscare unidad, direccionalidad, proporción y que las zonas tengan una comunicación.

- Residuos sólidos urbanos a tratar en el proyecto.

- Residuos Inorgánicos-por clasificación

Residuos domiciliarios, comerciales, municipales, dentro de los cuales están:

- Cartón-papel.
- Plástico polietileno.
- Plástico PET.
- Metales ferrosos.
- Hierro, Acero.
- Metales no ferrosos.

Aluminio, cobre, plomo, níquel, estaño, titanio y zinc y aleaciones como el latón.

- Tetrapak
- Madera
- Vidrio
- Textil

- Residuos Orgánicos.
  - Residuos que sufren proceso de biodegradación.
- Residuos que no se va tratar.
  - Residuos hospitalarios.
  - Residuos peligrosos-radioactivos.
  - Residuos electrónicos-electrodomésticos.
  - Residuos de construcción-desmontes.
  - Residuos de vehículos-neumáticos.
  - Residuos de Animales muertos.
  - Residuos industriales.
- Zonificación y funciones a realizar.
  - Zona administrativa.
 

Donde van realizar actividades de control y monitoreo del equipamiento en general y también monitoreo de gestión integral de los residuos sólidos urbanos de los 6 distritos que comprende Tacna, Gregorio Albarracín Lanchipa, Alto de la Alianza, ciudad Nueva, Pocollay, Calana.
  - Zona de educación y cultura.

En esta zona se van realizar actividades de educación y cultura sobre la gestión de residuos sólidos urbanos a nivel local, nacional e internacional.

- Zona de servicios complementarios.

En esta zona se van realizar actividades de alimentación para el personal administrativo e visitantes.

- Zona separación y clasificación de los residuos orgánicos e inorgánicos – segregación.

En esta zona se van realizar actividades de recepción, separación y clasificación de los residuos orgánicos e inorgánicos, tanto en el proceso mecánico y manual.

- Zona de compactado y almacenaje de los residuos inorgánicos.

En esta zona se van realizar actividades de control, compactado y almacenaje dependiendo del tipo de residuos se va almacenar, y si es empacado en balas pasara de almacenaje y su posterior venta de productos.

- Zona de procesamiento de los residuos inorgánicos.

En esta zona se van procesar los residuos inorgánicos como la trituración del PET, plásticos, papel, cartón, vidrio, textil y también ciertos productos voluminosos.

- Zona de tratamiento e industrialización de residuos orgánicos-compostaje.

En esta zona se va procesar los residuos orgánicos previa selección mecánica y manual de los residuos, el procesamiento consta fermentación y maduración de los residuos orgánicos con sistema tecnológico-electrónico de control de la humedad, temperatura, y extracción de gases mediante biofiltro y su remoción diaria.

Para después pasado el tiempo de maduración pasa por el tamizado del producto final y su posterior venta.

- Zona recreación pasiva y educación.

En zona se van realizar actividades de creativas de socialización, descanso, y exposición al aire libre.

- Recorridos educacionales, visitante y de supervisión

Son circuitos de comunicación directa de los diferentes sectores desde la administración hasta la zona de compostaje.

#### **4.9.1.4. Características constructivas no convencionales.**

- Envolvente o piel de la infraestructura.

Va trabajar de manera funcional y estética, fachada deja de ser un elemento pesado y estructural de un edificio, para transformarse en una envolvente, piel o membrana, capaz de proteger su interior, actuar como filtro del sol o el viento, mejorar las condiciones térmicas interiores, ser vegetal e incluso, ser móvil y tecnológica.

En lo funcional va servir como dispositivo solar contra los rayos solares que caen en los ventanales en las zonas de administración, zonas de educación y cultura y servicios complementarios.

- Cobertura de metálica.

Se va utilizar las tridilosa es una estructura mixta de concreto y acero que se compone de elementos

tubulares soldados u atornillados a placas o nodos de conexión. Lo anterior permite la construcción de estructuras mucho más ligeras, resistentes y económicas en tiempos mucho menores que los sistemas convencionales. Su utilización de mayor relevancia va hacer en las zonas de planta de separación y clasificación, compactación y almacenaje, procesamiento, composteras.

- Sistema de enfriamiento pasivo.

Consiste la ventilación natural de las naves industriales, vientos que ingresa en la parte inferior de la edificación y que son extraídos por extractores eólicos en la parte superior de los techos.

- Sistema de biofiltros de extracción malos olores.

Es un sistema de tubos y extractores mecánicos que van extraer los malos olores efecto de la degradación de los residuos.

#### **4.9.1.5. Rentabilidad y financiamiento económico.**

- Rentabilidad.

- Ingresos directos.
  - Cobro a los diferentes distritos por el tratamiento de los residuos S/ 24,00 soles por tonelada.
  - Venta y comercialización de residuos inorgánicos clasificados compactadas y embaladas.
  - Venta y comercialización de residuos inorgánicos procesados en algunos casos materia prima listos para elaboración de nuevos productos.
  - Venta y comercialización de compost de residuos orgánicos procesado a abono orgánico, fertilizante natural de suelos.
  - Venta y comercialización de productos elaborados a partir del reciclaje, en las áreas de talleres.
  - Cobro por el uso de laboratorios para análisis de residuos peligrosos y no peligrosos.
  - Cobro de uso sala de exposiciones, auditorio y salones de usos múltiple.
  - Cobro de uso explanada de eventos para realización de eventos de gran de magnitud.
  - Cobro del uso de mantenimiento de las compactadoras de residuos.

- Ingresos indirectos.
  - Ganancias generadas a recicladores por la compra de residuos clasificados.
  - Ganancias generadas a empresas por la compra de residuos clasificados.
  - Ganancias generadas por la construcción de esta infraestructura.
- Financiamiento económico del proyecto.
  - Concesión privada y pago de regalías.
  - Financiamiento obras por impuesto.
  - Financiamiento de canon minero.
  - Financiamiento con recursos propios de gobiernos regionales y locales.
  - Financiamiento por el gobierno central mediante el MEF.

#### **4.9.1.6. Abastecimiento de servicios básicos.**

- Dotación de agua potable y alcantarillado.

Para el almacenamiento de agua se tomará en cuenta la construcción de:

- Reservoirio de agua. - según el cálculo referencial de consumo de agua del equipamiento principal el cual ameritaba una construcción de esta envergadura.
- Tanque elevado. - la construcción de esta infraestructura para almacenar y mantener la presión constante del agua.
- Reservoirio de aguas reutilizadas. - se plantea zona de tratamiento de aguas grises y lixiviados el cual necesitaría una infraestructura de almacenamiento de estas aguas para su posterior reutilización en riego de áreas verdes, sistema de humidificación de la planta de compostaje.

Sistema de reaprovechamiento de aguas.

- Recolección de aguas pluviales. Se construirá un sistema de recolección de aguas pluviales ya que en los meses de invierno hay precipitaciones considerables para el aprovechamiento.

- Recolección de aguas grises. Se construirá un sistema de recolección de aguas grises producto de residuos de lavamanos y duchas.
  - Atrapa nieblas. Hay posibilidades de reaprovechamiento de atrapa nieblas el según experiencias confiables hechos en el distrito de Calana, se necesita más estudios para dar factible esta posibilidad.
  - Tratamiento de aguas grises y lixiviados. Se construirá planta de tratamiento de aguas grises y lixiviados para el reaprovechamiento de las mismas aguas para el riego de las áreas verdes.
  - Sistema de tratamiento aguas negras o residuales. El sistema de utilización para el tratamiento es de pozo séptico. La posibilidad que llegue la red troncal de agua potable el cual emplazamiento se encuentra a 3,5 km de la zona urbana.
- Dotación de energía eléctrica.
- Primera opción red principal electro sur.

Realizar conexiones a la zona urbana que está a 3,5 km del emplazamiento mediante postes y cables aéreos.

- Segunda opción uso de energía renovable.

Uso de paneles fotovoltaicos para el funcionamiento de toda la habilitación industrial el cual con este sistema ahorraría significativamente al del uso convencional.

#### **4.9.2. MEMORIA JUSTIFICATIVA.**

En este apartado se sustenta las características técnicas de las instalaciones de la planta de tratamiento de residuos sólidos, que incluye, cálculo de dimensiones, cálculo de volumetrías, rendimiento, periodos de operatividad, etc., de los espacios y equipos que conforman dichas instalaciones. Para la muestra de los cálculos y proyecciones, se tomará como referencia los datos actuales (al 2016) y su máxima proyección (al 2046).

##### **4.9.2.1. Ingreso de RSU a las instalaciones de tratamiento.**

Teniendo en cuenta que la generación de residuos sólidos se da los siete días de la semana, podríamos decir que la cantidad de residuos sólidos que ingresan a la planta son:

Cuadro 47. Distribución de residuos sólidos por composición biológica al día

<b>DISTRIBUCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS POR COMPOSICIÓN BIOLÓGICA</b>			
RESIDUOS SÓLIDOS POR COMPOSICIÓN BIOLÓGICA	PORCENTAJE (%)	2016 (285 t/día)	2046 (531,98 t/día)
		cantidad	cantidad
orgánico	44,30	126,26	235,67
inorgánico reciclable	26,34	75,07	140,12
inorgánico otros	29,36	83,68	156,19
<b>total</b>	100,00	285,01	531,98

Fuente: elaboración propia

Con estas cifras obtenemos la cantidad de residuos que ingresan por semana:

Cuadro 48. Distribución de residuos sólidos por composición biológica a la semana

<b>DISTRIBUCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS POR COMPOSICIÓN BIOLÓGICA</b>			
RESIDUOS SÓLIDOS POR COMPOSICIÓN BIOLÓGICA	PORCENTAJE (%)	2016 (t/semana)	2046 (t/semana)
		cantidad	cantidad
orgánico	44,30	883,82	1 649,67
inorgánico reciclable	26,34	525,49	980,86
inorgánico otros	29,36	585,76	1 093,33
<b>total</b>	100,00	1 995,07	3 723,86

Fuente: elaboración propia

Como resultado tenemos que:

- Cantidad de RSU que ingresan al año n° 01: 1 995,07 t/semana.
- Cantidad de RSU que ingresan al año n° 30: 3 723,86 t/semana.

#### 4.9.2.2. Tratamiento de RSU en plantas.

Se asume que la planta de tratamiento tendrá una operatividad de cinco (05) días a la semana, de lunes a viernes, en jornadas laborales de ocho (08) horas, por otro lado, la generación y recolección de residuos sólidos se realiza durante toda la semana, en consecuencia, la acumulación total de residuos sólidos en una semana se repartirá en los cinco días que la planta entrará en funcionamiento, dicho esto, tenemos:

Cuadro 49. Residuos sólidos tratados durante cinco días

<b>RSU TOTAL TRATADOS DURANTE CINCO DÍAS</b>			
RESIDUOS SÓLIDOS POR COMPOSICIÓN BIOLÓGICA	PORCENTAJE (%)	2016 (t/día)	2046 (t/día)
		cantidad	cantidad
orgánico	44,30	176,76	329,93
inorgánico reciclable	26,34	105,10	196,17
inorgánico otros	29,36	117,15	218,67
<b>total</b>	100,00	399,01	744,77

Fuente: elaboración propia

En resumen:

- Se procesa en una jornada laboral al año 01: 399,01 t/día.
- Se procesa en una jornada laboral al año 30: 744,77 t/día.

Así mismo, calculamos la cantidad de residuos sólidos tratados por hora durante una jornada laboral (8 horas). Se tiene:

Cuadro 50. Residuos sólidos tratados en cinco días por hora

<b>RSU TOTAL TRATADOS DURANTE CINCO DÍAS</b>			
RESIDUOS SÓLIDOS POR COMPOSICIÓN BIOLÓGICA	PORCENTAJE (%)	2016 (t/h)	2046 (t/h)
		cantidad	cantidad
orgánico	44,30	22,10	41,24
inorgánico reciclable	26,34	13,14	24,52
inorgánico otros	29,36	14,64	27,33
<b>total</b>	100,00	49,88	93,10

Fuente: elaboración propia

Se obtiene:

- Se procesa por hora al año 01: 49,88 t/h .
- Se procesa por hora al año 30: 93,10 t/h .

#### **4.9.2.3. Dimensionamiento de fosa de descarga.**

Para el cálculo de las dimensiones del foso de descarga de residuos sólidos, se tomará la cantidad de residuos que

ingresan a las instalaciones de tratamiento durante los siete días de la semana, puesto que, el sistema de recolección de desechos funciona todos los días. Ver cuadro 45.

Se asume como densidad de RSU:  $0,5 \text{ t/m}^3 = 500 \text{ kg/m}^3$

Se tiene:

- Al año 01:  $285,01 \text{ t} * 1\text{m}^3 / 0,5 \text{ t} = 570,02 \text{ m}^3/\text{día}$ .
- Al año 30:  $531,98 \text{ t} * 1\text{m}^3 / 0,5 \text{ t} = 1\ 063,96 \text{ m}^3/\text{día}$ .

Cuadro 51. Generación de residuos sólidos expresado en volumen

<b>VOLUMEN DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>				
RESIDUOS SÓLIDOS POR COMPOSICIÓN BIOLÓGICA	RSU		RSU	
	2016 (t/día)	2046 (t/día)	2016 (m <sup>3</sup> /día)	2046 (m <sup>3</sup> /día)
orgánico	126,26	235,67	252,52	471,33
inorgánico reciclable	75,07	140,12	150,14	280,25
inorgánico otros	83,68	156,19	167,36	312,38
total	285,01	531,98	570,02	1 063,96

Fuente: elaboración propia

Se tomará en consideración la máxima capacidad proyectada (año 30) para calcular las dimensiones de los espacios. Siendo así se tiene  $1063,96 \text{ m}^3/\text{día}$ .

Teniendo conocimiento que la planta de tratamiento operara durante cinco días a la semana, se debe prever que la fosa de descarga tenga la capacidad de almacenar

los residuos sólidos recolectados durante al menos un periodo de tres días (dos días restantes).

Por tanto:

- Volumen total requerido para la fosa de descarga:  
 $1\,063,96\text{ m}^3/\text{día} * 3\text{ días} = 3\,191,88\text{ m}^3$ .
- Si se pretende proyectar dos fosas:  $1\,595,94\text{ m}^3\text{ c/u}$ .

Calculado los volúmenes para el depósito de los residuos sólidos, se propone dos fosas con las siguientes dimensiones:

- Dimensiones de la fosa de descarga: ancho: 8,50 m; largo: 13,00 m; profundidad: 15,00 m .
- Volumen total de la fosa:  $8,50\text{ m} * 13,00\text{ m} * 15,00\text{ m} = 1\,657,50\text{ m}^3$ .

#### **4.9.2.4. Viajes de compactadoras.**

Se proyecta que ingresarán a la planta al año 2046 la cantidad de 531,98 t/día. Se considera como capacidad de los camiones compactadores el valor de 10 t , sabiendo esto, se calcula el número de viajes que se deben realizar

para cubrir la totalidad de los residuos que deben ingresar al día (ver cuadro 45).

- N° de viajes:  $531,98 \text{ t/día} / 10 \text{ t} = 53,20 \text{ viajes/día} = 54 \text{ viajes/día}$ .

Se deben realizar 54 viajes para recolectar el total de los residuos al año 2046. Se asumirá el sistema de recolección de desechos a doble turno (16 horas).

- Intervalo de tiempo entre viajes:  $960 \text{ min} / 54 \text{ viajes} = 17 \text{ min } 47 \text{ s c/viaje}$ .

#### **4.9.2.5. Puente grúa.**

Durante el día se tratarán (ver cuadro 47)  $399,01 \text{ t/día}$  (al año 2016) y  $744,77 \text{ t/día}$  (al año 2046). Se propondrán dos puentes grúas con pulpos de capacidad de  $10 \text{ m}^3 \text{ c/u}$ .

Se calcula:

- Al año 01:  $399,01 \text{ t/día} * 1 \text{ m}^3 / 0,5 \text{ t/día} = 798,02 \text{ m}^3/\text{día}$   
 $/ 10 = 79,80 \text{ cargas del pulpo}$ .
- Al año 30:  $744,78 \text{ t/día} * 1 \text{ m}^3 / 0,5 \text{ t/día} = 1 489,56 \text{ m}^3/\text{día}$   
 $/ 10 = 148,96 \text{ cargas del pulpo}$ .

Cuadro 52. Funcionamiento de puente grúa

<b>FUNCIONAMIENTO PUENTE GRÚA</b>				
RESIDUOS SÓLIDOS POR COMPOSICIÓN BIOLÓGICA	RSU		N° CARGAS PULPO	
	2016 (m3/día)	2046 (m3/día)	2016	2046
orgánico	353,53	659,87	35,35	65,99
inorgánico reciclable	210,20	392,35	21,02	39,23
inorgánico otros	234,30	437,33	23,43	43,73
<b>total</b>	798,03	1 489,54	79,80	148,95

Fuente: elaboración propia

Si se tiene 02 pulpos, entonces se tiene:

- Al año 01:  $79,80 \text{ cargas}/2 = 39,90 \text{ cargas}$ .
- Al año 30:  $148,95 \text{ cargas}/2 = 74,48 \text{ cargas}$ .

La planta de tratamiento opera durante 8 horas (480 min) al día, por tanto:

- Intervalo de tiempo entre cargas de pulpo al año 01:  
 $480\text{min}/40 \text{ cargas} = 12 \text{ min}$  .
- Intervalo de tiempo entre cargas de pulpo al año 30:  
 $480\text{min}/75 \text{ cargas} = 06 \text{ min } 24 \text{ s}$  .

#### **4.9.2.6. Separación y clasificación.**

Se plantea dos líneas de trabajo para el inicio del tratamiento, que corresponde a la separación y

clasificación de los residuos sólidos. Según la cantidad de residuos tratados por hora (ver cuadro 48), tenemos:

Al año 01 (2016):

- Cada línea de trabajo procesa:  $49,88 \text{ t/h} / 2 = 24,94 \text{ t/h}$ .
- Cada tromel separador procesa:  $24,94 \text{ t/h}$ .
- Cada rompe bolsas procesa:  $24,94 \text{ t/h}$ .

Al año 30 (2046):

- Cada línea de trabajo procesa:  $93,09 \text{ t/h} / 2 = 46,55 \text{ t/h}$ .
- Cada tromel separador procesa:  $46,55 \text{ t/h}$ .
- Cada rompe bolsas procesa:  $46,55 \text{ ton/h}$ .

Se propone cuatro (04) separadores magnéticos.

- Al año 01:  $49,88 \text{ t/h} / 4 = 12,47 \text{ t/h}$ .
- Al año 30:  $93,09 \text{ t/h} / 4 = 23,28 \text{ t/h}$ .

Cuadro 53. Residuos sólidos segregados por cada línea de trabajo

<b>FUNCIONAMIENTO PUENTE GRÚA</b>				
RESIDUOS SÓLIDOS POR COMPOSICIÓN BIOLÓGICA	RSU tratados/h		RSU trat / c / línea trabajo	
	2016 (t/h)	2046 (t/h)	2016	2046
orgánico	22,10	41,24	11,05	20,62
inorgánico reciclable	13,14	24,52	6,57	12,26
inorgánico otros	14,64	27,33	7,32	13,67
<b>total</b>	<b>49,88</b>	<b>93,10</b>	<b>24,94</b>	<b>46,55</b>

Fuente: elaboración propia

La separación manual se realizará mediante dos líneas de trabajo (ver cuadro 51). Para esta fase se propone un número de 20 trabajadores por cada línea de trabajo, por tanto, se tiene un número total de 40 trabajadores solamente enfocados a la separación manual de residuos sólidos. Se reparten de la siguiente forma:

- 1ra separación manual (voluminosos): 4 trabajadores  
c/línea = 8 trabajadores
- 2da separación manual (selectiva): 10 trabajadores  
c/línea = 20 trabajadores

También obtenemos el número de toneladas por hora que deberá procesar cada trabajador:

- Al año 01 (2016):  $24.94 \text{ t/h} / 20 = 1,25 \text{ t/h}$  .
- Al año 30 (2046):  $46.55 \text{ t/h} / 20 = 2,33 \text{ t/h}$  .

Respecto a la compactación, se emplearán embaladoras para el embalaje de los residuos inorgánicos reciclados en la separación manual selectiva. Según los residuos tratados por día (ver cuadro 48), por otro lado, la capacidad de compactación de las embaladoras oscila entre 12 t/h a

20 t/h (para fines de cálculo se tomará el promedio que corresponde a: 16 t/h).

Realizando el cálculo en base a la máxima proyección (año 30), se tiene:

- Numero de embaladoras:  $24,52 \text{ t/h} / 16 \text{ t/h} = 1,53$  embaladoras.

Entonces se requieren dos (02) embaladoras para el proceso de compactación.

Las dimensiones promedio de las balas será de: 1,15m x 1,60m x 0,80m .

El tratamiento diario de los residuos inorgánicos está dado en función de la distribución de los residuos según su componente.

Cuadro 54. Residuos sólidos inorgánicos tratados por componente

<b>RSU INORGÁNICOS TRATADOS POR COMPONENTE</b>				
RESIDUOS SÓLIDOS POR COMPONENTE	RSU		RSU	
	2016 (t/día)	2046 (t/día)	2016 (m3/día)	2046 (m3/día)
cartón y papel	33,12	61,82	66,24	123,63
textil	11,13	20,78	22,26	41,56
plástico	30,72	57,35	61,45	114,70
metales	9,18	17,13	18,35	34,26
vidrio	20,95	39,10	41,90	78,20
otros	117,15	218,67	234,30	437,33
<b>total</b>	<b>222,25</b>	<b>414,84</b>	<b>444,50</b>	<b>829,68</b>

Fuente: elaboración propia

Se tiene las dimensiones de las balas: 1,15 m x 1,60 m x 0,80 m = 1,47 m<sup>3</sup>. Así mismo, se tiene conocimiento sobre el volumen que ocupa los residuos inorgánicos por componente (ver cuadro 52), por tanto, se puede determinar el número de balas producidas al día.

- N° de balas producidas a partir de residuos inorgánicos reciclados:  $392,35 \text{ m}^3/\text{día} / 1,47 \text{ m}^3 = 266,90 \text{ balas}$ .

Cuadro 55. Numero de balas producidas por día

<b>BALAS PRODUCIDAS</b>				
RESIDUOS SÓLIDOS POR COMPONENTE	RSU		N° BALAS	
	2016 (m3/día)	2046 (m3/día)	2016 (balas/día)	2046 (balas/día)
cartón y papel	66,24	123,63	45,06	84,10
textil	22,26	41,56	15,15	28,27
plástico	61,45	114,70	41,80	78,02
metales	18,35	34,26	12,49	23,31
vidrio	41,90	78,20	28,50	53,20
otros	234,30	437,33	0,00	0,00
<b>total</b>	<b>444,50</b>	<b>829,68</b>	<b>142,99</b>	<b>266,90</b>

Fuente: elaboración propia

Se pretende proponer espacios para almacenes, los cuales tengan la capacidad de almacenar las balas producidas en al menos tres (03) días. Siendo así se tiene:

Cuadro 56. Numero de balas producidas en tres días

<b>BALAS PRODUCIDAS EN TRES DÍAS</b>				
RESIDUOS SÓLIDOS POR COMPONENTE	RSU		N° BALAS	
	2016 (balas/día)	2046 (balas/día)	2016 (balas/3días)	2046 (balas/3días)
cartón y papel	45,06	84,10	135,17	252,31
textil	15,15	28,27	45,44	84,81
plástico	41,80	78,02	125,40	234,07
metales	12,49	23,31	37,46	69,92
vidrio	28,50	53,20	85,50	159,60
otros	0,00	0,00	0,00	0,00
total	142,99	266,90	428,98	800,71

Fuente: elaboración propia

En resumen:

- Se tiene un total de: 428,98 balas (al año 01) y 800,71 balas (al año 30).

Los residuos considerados como otros requieren otro tipo de tratamiento y almacenamiento.

#### **4.9.2.7. Tratamiento de residuos orgánicos.**

En el tratamiento de los residuos orgánicos (planta de compostaje), es importante determinar las dimensiones y numero de los espacios requeridos para su adecuado tratamiento, tales como, túneles de fermentación, túneles de maduración, almacenes para compost, etc.

Se debe precisar que para el cálculo de las dimensiones y número de los túneles de fermentación y maduración, se tomara como base la generación diaria de residuos sólidos (7 días), ya que, los túneles deberán funcionar los 7 días de la semana.

Se asume como densidad de RSU:  $0,5 \text{ t/m}^3 = 500 \text{ kg/m}^3$

Dicho lo anterior tenemos:

- Al año 01 (2016):  $126,26 \text{ t/día} = 252,52 \text{ m}^3/\text{día}$ .
- Al año 30 (2046):  $235,67 \text{ t/día} = 471,34 \text{ m}^3/\text{día}$ .

Para el cálculo se toma la máxima proyección (año 30). Según el cálculo anterior se necesitará fermentar  $471,34 \text{ m}^3/\text{día}$ . Se pretende depositar este volumen en un túnel, por tanto, se requerirán dimensiones acordes a este valor.

- Dimensiones de túnel de fermentación propuesto:  
ancho:  $5,00 \text{ m}$ ; largo:  $15,00 \text{ m}$ ; altura:  $7,00 \text{ m} = 525 \text{ m}^3$ .

La capacidad volumétrica del túnel debe ser ligeramente mayor al volumen de materia a fermentar por túnel, ya que, se necesita un espacio vacío para la humidificación de la materia orgánica.

También se debe indicar que el proceso de fermentación en túneles de fermentación tiene una duración de 2 – 3 semanas. Se asume 14 días (2 semanas) como tiempo de fermentación. Siendo así se determina el número de túneles requeridos:

- N° de túneles de fermentación:  $1 \text{ túnel/día} \times 14 \text{ días} = 14$  túneles.

Se llenará un túnel por día hasta cumplir los 14 días de fermentación y sea derivado a el túnel de maduración. En resumen:

- Numero de túneles de fermentación: 14 túneles (1 llenado por día).
- Dimensiones de la pila en túnel: ancho: 5,00 m; largo: 15,00 m; altura: 6,30 m. =  $472,50 \text{ m}^3$ .
- Periodo de fermentación: 14 días.
- Material de construcción: hormigón.

Una vez culminado el periodo de fermentación (14 días), el material compostado ingresa a la fase de maduración. Se debe precisar, que, durante el proceso de fermentación de la materia orgánica, debido a, la degradación de los

microorganismos, sufre una reducción del volumen de un 30% hasta 50%. Se asumirá una reducción de volumen de 50%.

- Al año 01 (2016):  $126,26 \text{ t/día} = 252,52 \text{ m}^3/\text{día} - 50\% = 126,26 \text{ m}^3/\text{día}$ .
- Al año 30 (2046):  $235,67 \text{ t/día} = 471,34 \text{ m}^3/\text{día} - 50\% = 235,67 \text{ m}^3/\text{día}$ .

La duración del proceso de maduración oscila entre 6 a 8 semanas. Se toma como tiempo de maduración 6 semanas, en consecuencia, se tiene como acumulación total en túneles de maduración:

- Al año 01 (2016):  $126,26 \text{ m}^3/\text{día} \times 42 \text{ días} = 5\,302,92 \text{ m}^3/\text{semana}$ .
- Al año 30 (2046):  $235,67 \text{ m}^3/\text{día} \times 42 \text{ días} = 9\,898,14 \text{ m}^3/\text{semana}$ .

Para determinar las dimensiones del túnel de maduración, se asumirá una altura de pila de composta de 6,00 m , de este modo obtendremos la superficie requerida para dicho espacio.

- Al año 01 (2016):  $5\,302,92 \text{ m}^3/42\text{día} / 6 \text{ m} = 883,82 \text{ m}^2/42\text{días}$ .
- Al año 30 (2046):  $9\,898,14 \text{ m}^3/42\text{día} / 6 \text{ m} = 1\,649,69 \text{ m}^2/42\text{días}$ .

Para el proceso de afino, se trabajará 5 días de la semana en un turno de 8 horas, para ello, ya se cuenta con las cantidades que se deben afinar.

- Al año 01 (2016):  $126,26 \text{ m}^3/\text{día} = 63,13 \text{ t/día}$ .
- Al año 30 (2046):  $235,67 \text{ m}^3/\text{día} = 117,84 \text{ t/día}$ .

Estos datos es el tratado durante 7 días, el proceso de afino se dará durante 5 días, por tanto, se deben convertir estos valores para un tratamiento en 5 días.

Cuadro 57. Residuos orgánicos tratados en cinco días para afino por día

<b>RSU ORGÁNICOS TRATADOS EN CINCO DÍAS PARA AFINO</b>				
RESIDUOS SÓLIDOS POR COMPOSICIÓN BIOLÓGICA	RSU tratados/7días		RSU tratados/5días	
	2016 (t/día)	2046 (t/día)	2016 (t/día)	2046 (t/día)
orgánico	63,13	117,63	88,38	164,68

Fuente: elaboración propia

Así mismo, se determina el proceso de afino por hora:

Cuadro 58. Residuos orgánicos tratados en cinco días para afino por hora

<b>RSU ORGANICOS TRATADOS EN CINCO DIAS PARA AFINO</b>				
RESIDUOS SOLIDOS POR COMPOSICION BIOLOGICA	RSU tratados/5días		RSU tratados/5días	
	2016 (t/día)	2046 (t/día)	2016 (t/h)	2046 (t/h)
organico	88,38	164,68	11,05	20,59

Fuente: elaboración propia

Se propone dos (02) líneas de afino, siendo así, tenemos:

- Al año 01 (2016):  $11,05 \text{ t/h} / 2 = 5,53 \text{ t/h}$  cada línea de afino.
- Al año 30 (2046):  $20,59 \text{ t/h} / 2 = 10,30 \text{ t/h}$  cada línea de afino.

El proceso de afino se realiza mediante un tromel, el cual separara un compost fino y compost grueso. El porcentaje de rebose que se asume es el 15%. Según las cantidades de orgánicos procesados en cinco (05 días) (ver cuadro 55), se tiene:

- Al año 01 (2016):  $88,38 \text{ t/día} - 15\% = 75,12 \text{ t/día}$ .  
Rebose: 13,26 t/día.
- Al año 30 (2046):  $164,68 \text{ t/día} - 15\% = 139,98 \text{ t/día}$ .  
Rebose: 24,70 t/día.

Cuadro 59. Cantidad de compost producido después de afino

<b>RSU ORGÁNICOS TRATADOS PARA AFINO</b>						
RESIDUOS SÓLIDOS POR COMPOSICIÓN BIOLÓGICA	RSU para afino		RSU rebose (compost grueso)		RSU (compost fino)	
	2016 (t/día)	2046 (t/día)	2016 (t/día)	2046 (t/día)	2016 (t/día)	2046 (t/día)
orgánico	88,38	164,68	13,26	24,70	75,12	139,98

Fuente: elaboración propia

Posteriormente, para el almacenamiento del compost maduro, se dividirá en 2 grandes almacenes, repartidos de la siguiente forma:

- 1 almacén para compost fino.
- 1 almacén para compost grueso.

Se embolsará el compost en sacos de 10 kg y 50 kg .  
Densidad de RSU:  $0,5 \text{ t/m}^3 = 500 \text{ kg/m}^3$ .

Seguidamente, se determina el volumen que requiere cada saco de compost, para así, calcular el número de sacos y las dimensiones de los almacenes.

- Para sacos de 10kg:  $10\text{kg} \times 1\text{m}^3 / 500\text{kg} = 0,02 \text{ m}^3$ .
- Para sacos de 50kg:  $50\text{kg} \times 1\text{m}^3 / 500\text{kg} = 0,10 \text{ m}^3$ .

Como resultado tenemos que, los sacos de 10 kg ocuparan un volumen de  $0,02 \text{ m}^3$  y los sacos de 50 kg ocuparan un

volumen de 0,10 m<sup>3</sup>. Calculado lo anterior, se propone las siguientes dimensiones para los sacos.

- Dimensiones de saco de 10kg: 0,30m x 0,60m x 0,12m .
- Dimensiones de saco de 50kg: 0,60m x 1,20m x 0,15m .

Luego, se computa el número de sacos que se producirá por día, asumiendo los valores de producción de compost.

- Al año 01 (2016): 75,12 t/día = 75 120,00 kg/día:
  - Para 10kg:  $37\,560,00 \text{ kg/día} / 10 \text{ kg} = 3\,756$  sacos de 10 kg .
  - Para 50kg:  $37\,560,00 \text{ kg/día} / 50 \text{ kg} = 751,20$  sacos de 50 kg .
- Al año 30 (2046): 139,98 t/día = 139 980,00 kg/día:
  - Para 10kg:  $69\,990,00 \text{ kg/día} / 10 \text{ kg} = 6\,999$  sacos de 10 kg .
  - Para 50kg:  $69\,990,00 \text{ kg/día} / 50 \text{ kg} = 1\,399,80$  sacos de 50 kg .

Cuadro 60. Numero de sacos de compost fino producidos

<b>N° DE SACOS DE COMPOST PRODUCIDOS AL 2016</b>					
RESIDUOS SÓLIDOS POR COMPOSICIÓN BIOLÓGICA	RSU (compost fino)	COMPOST (kg/día)		N° SACOS DE COMPOST	
	2016 (kg/día)	10kg	50kg	10kg	50kg
orgánico	75 124,70	37 562,35	37 562,35	3 756,24	751,25
<b>N° DE SACOS DE COMPOST PRODUCIDOS AL 2046</b>					
RESIDUOS SÓLIDOS POR COMPOSICIÓN BIOLÓGICA	RSU (compost fino)	COMPOST (kg/día)		N° SACOS DE COMPOST	
	2046 (kg/día)	10kg	50kg	10kg	50kg
orgánico	139 979,70	69 989,85	69 989,85	6 998,99	1 399,80

Fuente: elaboración propia

Procederemos ahora, a calcular el volumen total de espacio que requieren los sacos de compost para su almacenamiento. Este cálculo se realizará mediante la máxima proyección de número de sacos (al año 2046).

- Saco de 10 kg =  $0,02 \text{ m}^3 \times 6\,999 \text{ sacos} = 139,98 \text{ m}^3$ .
- Saco de 50 kg =  $0,10 \text{ m}^3 \times 1\,399,80 \text{ sacos} = 139,98 \text{ m}^3$ .

El volumen determinado no incluye los espacios para la circulación y maniobrabilidad para el transporte de los sacos, por lo que, se debe prever una superficie para estos. Para la fracción de rebose (15%), también se calculará el número de sacos y el volumen que requiere para su almacenamiento. Para este caso solo se embolsará en sacos de 50kg de  $0,10 \text{ m}^3$ .

- Al año 01 (2016):  $13,26 \text{ t/día} = 13\,260,00 \text{ kg/día}$ :

- Para 50kg:  $13\,260,00 \text{ kg/día} / 50 \text{ kg} = 265,20$  sacos de 50 kg .
- Al año 30 (2046):  $24,70 \text{ t/día} = 24\,700,00 \text{ kg/día}$ :
  - Para 50kg:  $24\,700,00 \text{ kg/día} / 50 \text{ kg} = 494,00$  sacos de 50 kg .

Cuadro 61. Numero de sacos de compost grueso producidos

<b>N° DE SACOS DE COMPOST PRODUCIDOS AL 2016</b>					
RESIDUOS SÓLIDOS POR COMPOSICIÓN BIOLÓGICA	RSU (compost grueso)	COMPOST (kg/día)		N° SACOS DE COMPOST	
	2016 (kg/día)	10kg	50kg	10kg	50kg
orgánico	13 257,30	0,00	13 257,30	0,00	265,15
<b>N° DE SACOS DE COMPOST PRODUCIDOS AL 2046</b>					
RESIDUOS SÓLIDOS POR COMPOSICIÓN BIOLÓGICA	RSU (compost grueso)	COMPOST (kg/día)		N° SACOS DE COMPOST	
	2046 (kg/día)	10kg	50kg	10kg	50kg
orgánico	24 702,30	0,00	24 702,30	0,00	494,05

Fuente: elaboración propia

Volumen total de sacos del compost grueso:

- Saco de 50kg =  $0,10 \text{ m}^3 \times 494,00 \text{ sacos} = 49,40 \text{ m}^3$ .

La altura de los almacenes puede ser variable, pero la altura de la pila de sacos no deberá superar los 2,50 m siendo así, tenemos:

- Almacén de compost fino (sacos de 10kg):  $139,98 \text{ m}^3 / 2,50 \text{ m} = 56,00 \text{ m}^2$ .

- Almacén de compost fino (sacos de 50kg):  $139,98 \text{ m}^3 / 2,50 \text{ m} = 56,00 \text{ m}^2$ .
- Almacén de compost grueso (sacos de 50kg):  $49,40 \text{ m}^3 / 2,50 \text{ m} = 19,76 \text{ m}^2$ .

En este cálculo de volumen no están incluido las áreas de circulación y maniobrabilidad, por lo que se prevé un aumento de las superficies.

#### **4.9.2.8. Cálculo de dotación de agua.**

Para el cálculo de la dotación de agua, se toma como base el Reglamento Nacional de Edificaciones.

- Zona administrativa.
  - RNE: Oficinas 20 l por habitante por día.
  - Número de Habitantes: 57 x día.
  - Gasto total de l/día= 1 140 l .
- Zona de educación – cultura.
  - RNE: Sala de exposiciones 10 l por asistente.
  - Número de asistentes: 120 x día.
  - Gasto total de l/día= 1 200 l .

- Zona de servicios complementarios.
  - RNE: Restaurant-comedor, 50 l por día por asiento.
  - Número de Comensales: 180 hab. X día.
  - Gasto total de l/día= 9 000 l .
  
- Zona de segregación.
  - RNE: Por persona 100 l por jornada de 8 h .
  - Número de trabajadores: 75 hab. x jornal.
  - Gasto total de l/día= 7 500 l .
  - Mantenimiento de Maquinas= 100 l/día.
  
- Zona de compactado y almacenaje.
  - RNE: Por persona 100 l por jornada de 8 h .
  - Número de trabajadores: 50 hab. x jornal.
  - Gasto total de l/día= 5 000 l .
  - Mantenimiento de Maquinas= 100 l/día.
  
- Zona de procesamiento.
  - RNE: Por persona 100 l por jornada de 8 h .
  - Número de trabajadores: 50 hab. x jornal.
  - Gasto total de l/día= 5 000 l .

- Mantenimiento de Maquinas = 200 l/día.
- Zona de compostaje.
  - RNE: Por persona 100 l por jornada de 8 h .
  - Número de trabajadores: 40 hab. x jornal.
  - Gasto total de l/día= 4 000 l.
  - Mantenimiento de Maquinas= 100 l/día.
  - Túneles de fermentación = 150 x día.
  - Numero de túneles= 14.
  - Gasto total de túneles por l/día= 2 100 l .
- Zona área recreativas pasiva y educación.
  - RNE: 2 l/día por m<sup>2</sup>.
  - Área: 18 320 m<sup>2</sup>.
  - Gasto total de l/día= 36 640 l .
- Sistema contra incendio.

RNE: El almacenamiento de agua contra incendio como mínimo será 25 m<sup>3</sup>.

Conclusión:

Según un cálculo referencial se va hacer tanque de almacenamiento de agua es de 120 m<sup>3</sup> x día por consecuencia se construirá reservorio agua 1 000 m<sup>3</sup>.

Costo de agua por día es:

La EPS zonas industriales cobra:

Usuario privado.

- Agua: S/ 6,147 x m<sup>3</sup>
- Alcantarillado: S/ 2,581 x m<sup>3</sup>

Usuario estatal.

- Agua: S/ 1,803 x m<sup>3</sup>
- Alcantarillado: S/ 0,756 x m<sup>3</sup>

Por lo siguiente el costo total por día el consumo de agua sería, privado S/ 1 047,36 soles y si fuera estatal sería S/ 307,08 soles.

Costo total por un mes.

- Privado: S/ 31 420,80 soles.
- Estatal: S/ 9 212,40 soles.

#### 4.9.3. RENTABILIDAD.

Justificación de ganancias.

Ganancia de venta y comercialización de los residuos re aprovechables.

Cuadro 62. Cuadro resumen de ingresos por comercialización de residuos reciclados

MATERIAL	t/día	%	PROMEDIO COSTO x Kg (mercado local) (S/)	COSTO/t S/	COSTO PARCIAL
Orgánico	126,26	44,30	0,20	200,00	25 252,00
Cartón y Papel	23,66	8,30	0,30	300,00	7 098,00
Textil	7,95	2,79	0,05	50,00	397,50
Plastico	21,95	7,70	0,50	500,00	10 975,00
Metal	6,36	2,23	0,30	300,00	1 908,00
Vidrio	14,96	5,25	0,50	500,00	7 480,00
Otros	83,88	29,43	0,30	300,00	25 164,00
total	285,02	100		total	78 274,50
				desperdicio 30%	23 482,35
				costo total	54 792,15

Fuente: Elaboración propia

Cuadro de análisis de ganancia por día por venta y comercialización de los residuos orgánicos e inorgánicos.

Ganancia por concepto de tratamiento de residuos a los diferentes distritos

Cuadro 63. Cuadro resumen de ingresos por servicios a municipios

DISTRITO	t/día	%	COSTO S/ TRATAMIENTO/t	COSTO S/ TOTAL/DIA
Tacna	139,00	48,77	24,00	3 336,00
Gregorio Albarracin	61,00	21,40	24,00	1 464,00
Alto de la Alianza	40,00	14,04	24,00	960,00
Ciudad Nueva	22,00	7,72	24,00	528,00
Pocollay	20,00	7,02	24,00	480,00
Calana	3,00	1,05	24,00	72,00
total	285,00	100,00		
<b>Costo total privado</b>				6 840,00
<b>costo total estatal</b>				3 504,00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro de análisis de ganancia por día por concepto de tratamiento de residuos sólidos urbanos a los diferentes distritos de la provincia de Tacna y también especifica costo nivel privado y estatal.

Ganancia neta.

Suma de ganancias por concepto de tratamiento y comercialización.

Cuadro 64. Ingresos por concepto de tratamiento

	INGRESO POR MES (S/)	INGRESO TOTAL (S/)
Venta y comercialización	1 643 764,50	1 643 764,50
Concepto de tratamiento	105 120,00	105 120,00
<b>total</b>		1 748 884,50

Fuente: Elaboración propia

Gastos de operación y mantenimiento.

Cuadro 65. Gastos por concepto de operaciones y mantenimiento

	<b>GASTO POR MES (S/)</b>	<b>GASTO TOTAL (S/)</b>
Pago electricidad	6 965,15	6 965,15
Pago agua y alcantarillado	9 212,40	9 212,40
Pago personal	2 000,00	560 000,00
Mantenimiento	10 000,00	10 000,00
	<b>total</b>	<b>586 177,55</b>

Fuente: Elaboración propia

Ganancia neta por mes: S/ 1 162 706,95 soles.

Ganancia neta por año: S/ 13 952 483,40 soles.

En estos cuadros no están considerados otros ingresos por concepto de venta manualidades de reciclaje, prestación de servicios, alquileres entre otros.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **5.1. CONCLUSIONES.**

PRIMERA: El proyecto de un equipamiento urbano – arquitectónico sostenible, para el tratamiento integral de los residuos sólidos urbanos, plantea una alternativa de solución a un problema específico, el cual es el manejo deficiente de los residuos sólidos.

SEGUNDA: El proyecto propone la implementación de una gestión integral óptima de los residuos sólidos urbanos, desde su generación hasta su disposición final.

TERCERA: El proyecto plantea la introducción de un sistema de reciclaje industrializado de los residuos sólidos, ya que, permite su reutilización y reaprovechamiento como materia prima.

CUARTA: En la provincia de Tacna, se generan 285 t/día de residuos y la mayor cantidad de generación de residuos tiene el cercado de Tacna con 139 t/día, así mismo, el mayor índice

de residuos inorgánicos es el papel y cartón con 8,3%, mientras que los residuos orgánicos representan 44,3%.

QUINTA: En la provincia de Tacna, no se cuenta con sistema adecuado de gestión integral de residuos sólidos urbanos, esto en gran medida por la carencia de la infraestructura apropiada para tales fines, y que se ve reflejada en el botadero municipal del Cerro Intiorko, e donde los residuos son vertidos a la intemperie de forma irresponsable.

## **5.2. RECOMENDACIONES.**

1. Para el óptimo desarrollo del proyecto del centro integral de gestión de residuos sólidos, se deberá buscar asesoramiento de diversos profesionales especialistas en materia de estudio, puesto que, implica un trabajo multidisciplinario.
2. Realizar un estudio especializado, el cual incluya un inventario de los equipos mecánicos, químicos y eco tecnológicos, para su implementación, al ser estos, elementos fundamentales para el funcionamiento del recinto.

3. Sugerir a las autoridades, la implementación de programas para la segregación en la fuente de residuos sólidos, así como programas para la capacitación respecto al manejo de los residuos sólidos.
4. Tomar las medidas necesarias de seguridad, como planes de contingencia, evacuación, tanto para los visitantes, como para el personal que trabaja en los procesos industriales, mediante supervisión para el personal y guía asistida para visitantes.
5. Establecer prioridades respecto al tratamiento de los residuos sólidos según sus componentes, en función a la cantidad que estos representan, para con ello, proponer los espacios y programas apropiados para dicho tratamiento.

## **BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.**

- Barradas, A. (2009). Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales. Instituto de Tecnológico de Minatitlán. Veracruz, México.
- Barrenechea, P., Gonzales, I., Croce, C. (2003). Materiales reciclables de residuos sólidos urbanos (estudio de mercado). CEMPRE, Montevideo, Uruguay.
- Barrios, J., Saab, F. (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 de pregrado). Universidad de Oriente, Sucre, Venezuela.
- Bartesaghi, C. (2011). Reciclaje Sistémico – Instalaciones de tratamiento y disposición final de los residuos urbanos de Arequipa metropolitana (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú.
- Campodónico, J. (2002). Análisis del reciclaje de papel y cartón en la ciudad de Chiclayo (tesis de pregrado). Universidad de Piura, Perú.

- Corena, M. (2008). Sistemas de tratamiento para lixiviados generados en rellenos sanitarios (tesis de pregrado). Universidad de Sucre, Colombia.
- Cortinas de Nava, C. (1999). Minimización y Manejo Ambiental de los Residuos Sólidos (1ra. Edición). México D.F.: Instituto Nacional de Ecología.
- Cruz, S.; Ojeda, S. (2013). “Gestión Sostenible de los Residuos Sólidos Urbanos”. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. Núm. 3.
- Dulanto, A. (2013). Asignación de Competencias en materia de residuos sólidos de ámbito municipal y sus impactos en el ambiente (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
- Fundación Azulambientalistas (2005). Relleno Sanitario. Maracaibo, Venezuela. Recuperado de: <http://www.azulambientalistas.org/rellenosanitario.html>
- Garrido, A. (2015). Ingeniería básica de una planta de compostaje en túneles (tesis de pregrado). Universidad de Sevilla, España.
- Giménez, A., Soliva, M., Huerta, O. (2005). El mercado del compost en Cataluña, oferta y demanda (estudio de

- mercado). Escuela superior de agricultura de Barcelona, España.
- Guevara, F. (2006). Gestión de los Residuos Peligrosos en el Perú (1ra. Edición). Lima: Sonimágenes S.C.R.L.
  - Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación (6ta. Edición). México: McGraw-Hill.
  - Leite, G., Penido, J. (2006), Manual de Gestión Integrada de Residuos Sólidos Municipales en ciudades de América Latina y el Caribe (1ra. edición). Rio de Janeiro: IBAM.
  - Ministerio del Ambiente (2014). Inauguración de Planta de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios. Lima, Perú. Recuperado de: <http://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/minam-se-une-al-minsa-en-inauguracion-de-planta-de-tratamiento-de-residuos-solidos-hospitalarios/>
  - Ormaza, E. (2015). Diseño de una planta clasificadora de residuos sólidos urbanos para la empresa pública municipal mancomunada del pueblo Cañari de los Cantones: Cañar, Biblián, El Tambo y Suscal en el año 2014 (tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador.

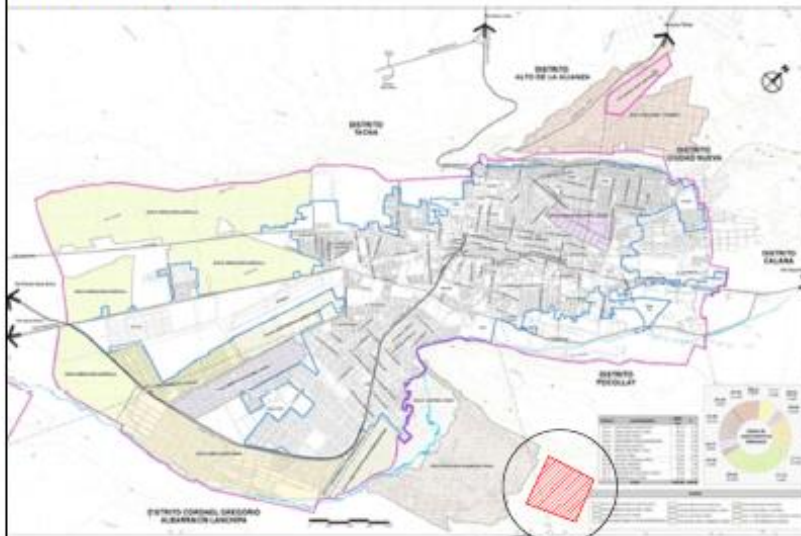
- Pérez, F., Camacho, K. (2011). Tecnologías para el tratamiento de aguas servidas (tesis de pregrado). Universidad Veracruzana, México.
- Perú. Congreso de la Republica (2000). Ley 27314 Ley General de Residuos Sólidos. Lima.
- Perú. Instituto Nacional de Estadística e Informática (2007). Censo nacional de población y vivienda de 2007. Lima.
- Rivera, R. (2004). Propuesta de reciclaje mecánico de plásticos en la ciudad de Piura (tesis de pregrado). Universidad de Piura, Perú.
- Romero, E. (2006). Residuos de construcción y demolición. Master ingeniería ambiental 2006-07. Universidad de Huelva. España.
- Soto, J. (2014). Alternativas de recogida, tratamiento y eliminación de residuos sólidos urbanos (tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Valencia, España.

# **ANEXOS**

## CONSIDERACIONES DE LA PROPUESTA

### PREMISAS DE DISEÑO

#### UBICACION Y LOCALIZACION



terreno perteniente estado peruano denominado arunta campo de tiro registrado con partida electronica P.E. 11046493 el actualmente usado para practica militares del cuartel Tarapaca.



imagen panoramica tomada desde el oeste

#### CARACTERISTICAS DE LA ELECCION DEL TERRENO

1. zona alejada de la zona urbana
2. zona de intervencion delimita geograficamente naturalmente.
3. terreno sin antecedentes de intervencion.
4. libre disponibilidad para la propuesta arquitectonica.
5. el cual no es compatible con las Zonas Pecuarias, se deberia cambiar de uso.



IMAGEN TOMADA NORESTE A SUR OESTE

UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
JORGE  
BASADRE  
GROHMANN  
TACNA



FACULTAD DE  
INGENIERIA CIVIL  
ARQUITECTURA  
Y GEOTECNIA

"CENTRO SOSTENIBLE DE GESTION INTEGRAL Y  
RECICLAJE INDUSTRIALIZADO DE LOS RESIDUOS  
SOLIDOS URBANOS DE LA PROVINCIA DE TACNA."

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN TACNA  
PREMISAS DE DISEÑO

PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNICO

INSTITUTO TECNICO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNICO

PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNICO

PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNICO

CP-01



## CONSIDERACIONES DE LA PROPUESTA

### PREMISAS DE DISEÑO

### ECOSISTEMA

### VEGETACION

#### CIPRES-CUPRESSUS



Es una planta que gustan suelos calidos pero viven en cualquier tipo.  
muy resistente al sequia, no hay que regar demasiado.  
soporta temperatura medias de 15°C, es exigente con la luz.  
copa es de aspecto compacto y estrecho.  
el cipres es muy utilizado como corta vientos.

#### PALMERA



Su resistencia a la sequia, al calor, al frio, a la helada y a otras condiciones adversas, y su capacidad de mantener un buen aspecto hace que sea una palmera con un gran potencial ornamental tanto en exterior como en interior.  
Es de crecimiento rápido y gran robustez, pero requiere suelos bien drenados para que se tenga un buen desarrollo. Soportan temperaturas de 10 grados bajo cero, e incluso inferiores si están en entornos secos.

#### PINO ARAUCARIA HETEROPHYLLA



Es una planta que crece sobre el suelo pero no enraizado en él. Tiene bromelias o achupallas para retener la poca agua que hay en el desierto tacneño así como la humedad. normalmente crece en el desierto de manera natural que esta en peligro de extincion.

#### PLANTA SIEMPRE VIVA



INVIERNO

VERANO

Es una planta que crece sobre el suelo pero no enraizado en él. Tiene bromelias o achupallas para retener la poca agua que hay en el desierto tacneño así como la humedad. normalmente crece en el desierto de manera natural que esta en peligro de extincion.

#### CACTUS AMERICANO



Se caracterizan por tener tallos engrosados ya que acumulan agua en los mismos, esto les ha permitido desarrollarse en terrenos hostiles como desiertos y praderas. Por otro lado también se caracterizan por su vistosas púas o espinas que le sirven de medio defensivo contra algunos herbívoros que buscan el agua de sus tallos carnosos; algunas especies de plantas para repeler a estos herbívoros además de las espinas han desarrollado una savia lechosa irritante como la Euphorbia virosa.

UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
JORGE  
BASADRE  
GROHMANN  
TACNA



FACULTAD DE  
INGENIERIA CIVIL  
ARQUITECTURA  
Y GEOTECNIA

PROYECTO:

"CENTRO SOSTENIBLE DE GESTION INTEGRAL Y  
RECICLAJE INDUSTRIALIZADO DE LOS RESIDUOS  
SOLIDOS URBANOS DE LA PROVINCIA DE TACNA."

LUGAR:

ASPECTO FISICO  
ESPACIAL

OBJETIVO:  
DESARROLLAR EL PROYECTO DE TACNA  
INDUSTRIALIZADO DE LOS RESIDUOS URBANOS

TEMA:

DESARROLLO DE LA TACNA

FECHA:

2017

CP-03

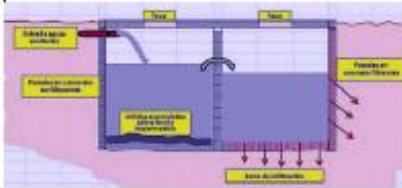
## CONSIDERACIONES DE LA PROPUESTA

### PREMISAS DE DISEÑO

#### SERVICIOS BASICOS

#### AGUA Y DESAGUE

##### POZO SEPTICO



Una fosa séptica es un artilugio para el tratamiento primario de las aguas residuales domésticas. En ella se realiza la separación y transformación físico-química de la materia orgánica contenida en esas aguas. Se trata de una forma sencilla y barata de tratar las aguas residuales y está indicada (preferentemente) para zonas rurales o residencias situadas en parajes aislados y lugares donde usa letrinas de hoyo. Sin embargo, el tratamiento no es tan completo como en una estación depuradora de aguas residuales.

##### ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y TRATADA



El almacenamiento de agua bruta se hace necesario cuando la fuente de agua no tiene un caudal suficiente durante todo el año para suplir la cantidad de agua necesaria. Para almacenar el agua de los ríos o arroyos que no garantizan en todo momento el caudal necesario se construyen embalses.

##### TANQUE ELEVADO TANQUE CISTERNAS



tanque elevado para mantener la presión del agua potable y almacenamiento



tanque cisterna de almacenamiento de agua potable y también se considerara la construcción tanque cisterna para aguas tratadas lista para ser distribuidas a las áreas verdes de todo el conjunto

UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
JORGE  
BASADRE  
GROHMANN  
TACNA



FACULTAD DE  
INGENIERIA CIVIL  
ARQUITECTURA  
Y GEOTECNA

PROYECTO

\*CENTRO SOSTENIBLE DE GESTION INTEGRAL Y  
RECICLAJE INDUSTRIALIZADO DE LOS RESIDUOS  
SOLIDOS URBANOS DE LA PROVINCIA DE TACNA.\*

ASPECTO FISICO

ESPACIAL

PROYECTO

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

REVISADO POR

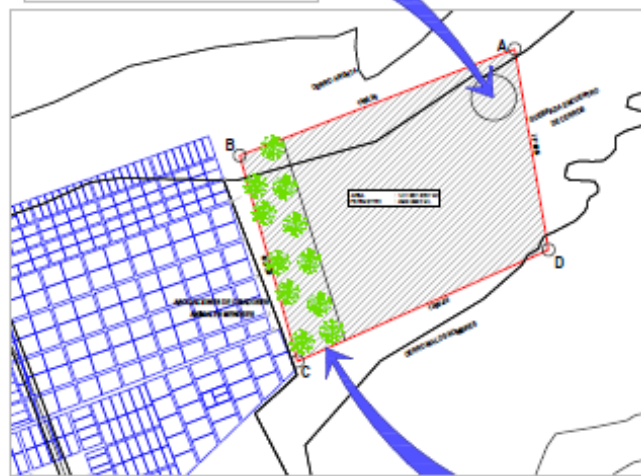
REVISADO POR

CP-04

## CONSIDERACIONES DE LA PROPUESTA

PREMISAS DE DISEÑO  
ASPECTO NORMATIVO

la proyección del relleno sanitario se proyectará a 1.00 km de la distancia de las asociaciones pecuarias



el proyecto tiene que tener una distancia considerable entre las asociaciones pecuarias y proyectando una barrera ecológica



IMAGEN PANORAMICA ZONA DE INTERVENCIÓN



IMAGEN TOMADA NORESTE A SUR OESTE

Del título V Infraestructura de residuos sólidos  
Capítulo III Infraestructura de tratamiento  
Artículo 88.- requisitos para la presentación de proyectos de infraestructura de residuos.  
4.0 su ubicación debe establecerse de modo tal, que su operación no cause riesgo a la salud, el medio ambiente y el bienestar de la población en general, teniendo en cuenta, los siguientes criterios:  
a) planta de transferencia o tratamiento:  
No deberá ubicarse en áreas de zonificación residencial, comercial o recreacional.  
b) rellenos sanitarios y rellenos de seguridad:  
Deberán ubicarse a una distancia no menor de mil (1000) metros de poblaciones como granjas porcinas, avícolas entre otras.  
5.0 deberá contar con una barrera sanitaria natural o artificial en todo el perímetro de la edificación.  
7.0 debe afectar calidad del medio ambiente en su ámbito de influencia.

UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
JORGE  
BASADRE  
GROHMANN  
TACNA



FACULTAD DE  
INGENIERIA CIVIL  
ARQUITECTURA  
Y GEOTECNIA

PROYECTO

"CENTRO SOSTENIBLE DE GESTION INTEGRAL Y  
RECICLAJE INDUSTRIALIZADO DE LOS RESIDUOS  
SOLIDOS URBANOS DE LA PROVINCIA DE TACNA."

UNO II  
ASPECTO FISICO  
ESPACIAL

PROYECTO: CENTRO SOSTENIBLE DE GESTION INTEGRAL Y RECICLAJE INDUSTRIALIZADO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS DE LA PROVINCIA DE TACNA

TÍTULO: II

UNIDAD: II.1

UNIDAD: II.1.1

UNIDAD: II.1.1.1

UNIDAD: II.1.1.1.1

UNIDAD: II.1.1.1.1.1

UNIDAD: II.1.1.1.1.1.1

UNIDAD: II.1.1.1.1.1.1.1

UNIDAD: II.1.1.1.1.1.1.1.1

UNIDAD: II.1.1.1.1.1.1.1.1.1

UNIDAD: II.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

UNIDAD: II.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

UNIDAD: II.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

UNIDAD: II.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

UNIDAD: II.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

UNIDAD: II.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

UNIDAD: II.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

UNIDAD: II.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

UNIDAD: II.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

UNIDAD: II.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

UNIDAD: II.1

UNIDAD: II.1

UNIDAD: II.1

UNIDAD: II.1

UNIDAD: II.1

UNIDAD: II.1

UNIDAD: II.1

UNIDAD: II.1

UNIDAD: II.1

UNIDAD: II.1

UNIDAD: II.1

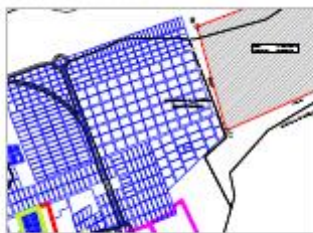
CP-05

## CONSIDERACIONES DE LA PROPUESTA

### PREMISAS DE DISEÑO

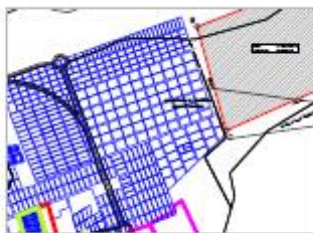
#### ASPECTO FISICO ESPACIAL

##### ESTRUCTURA URBANA



la propuesta se tendrá que adecuar la trama existente de las asociaciones pecuarias un damero irregular para definir los accesos principales y secundarios

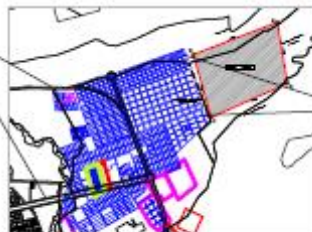
##### VIALIDAD



se tomara en cuenta para el proyecto las vías que tengan mayor dimension, vías que tengan 15.00 mt. a mas para los accesos principales y secundarios

##### ACCESIBILIDAD

**ACCESO PRINCIPAL:**  
se adecuara al plan de desarrollo urbano 2014-2023 el cual plantea secciones viales de gran tamaño



**ACCESO SECUNDARIO:**  
se adecuara a la trama existente de las asociaciones pecuarias

##### PAISAJE URBANO



El terreno de intervención tiene un paisaje desértico el cual el proyecto buscara ser un hito a nivel provincial de tacna. Un oasis en medio del desierto.

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN TACNA



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL ARQUITECTURA Y GESTION

11/03/20

"CENTRO SOSTENIBLE DE GESTION INTEGRAL Y RECICLAJE INDUSTRIALIZADO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS DE LA PROVINCIA DE TACNA."

ENC 01

ASPECTO FISICO ESPACIAL

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN TACNA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

PROFESOR TITULAR

CP-06

## CONSIDERACIONES DE LA PROPUESTA

### PREMISAS DE DISEÑO

CONTAMINACION AMBIENTAL PELIGROS ANTROPICOS

#### CONTAMINACION OLFATIVA



#### SISTEMA DE BIOFILTRO

La biofiltración es una tecnología dentro del campo de la desodorización con un amplio abanico de aplicaciones. Dadas las características de algunas emisiones de olor, ocasionadas por una mezcla de compuestos, es adecuado el uso de una tecnología basada en la degradación biológica, cuando las concentraciones son bajas.

#### CONTAMINACION VISUAL



se va tratar que el proyecto tenga sistema de cerramientos que el exterior no se puede ver los residuos que se están tratando en el interior de la edificación, teniendo en cuenta que el exterior se va plantear áreas de recreación al aire libre

#### CONTAMINACION AUDITIVA

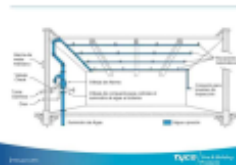


La contaminación auditiva se da por las máquinas que se van utilizar para el tratamiento de los residuos sólidos urbanos, por el cual se va plantear materiales con aislamiento acústico en los muros.

#### SISTEMA CONTRA INCENDIOS

##### SISTEMA DE ASPERCIÓN CONTRA INCENDIOS

Sistema de rociadores en tubería Asirredo



Fuente: es.sistemas.net

Los rociadores automáticos o regadores automáticos (en inglés fire sprinklers), son uno de los sistemas de extinción de incendios. Generalmente forman parte de un sistema contra incendio basado en una reserva de agua para el suministro del sistema y una red de tuberías de la cual son elementos terminales. Por lo general se activan al detectar los efectos de un incendio, como el aumento de temperatura asociado al fuego, o el humo generado por la combustión.

Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Rociador\\_de\\_incendios](https://es.wikipedia.org/wiki/Rociador_de_incendios)

UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
JORGE  
BASADRE  
GROHMANN  
TACNA



FACULTAD DE  
INGENIERÍA CIVIL  
ARQUITECTURA  
Y GEOTECNIA

FIG. 473

"CENTRO SOSTENIBLE DE GESTION INTEGRAL Y  
RECICLAJE INDUSTRIALIZADO DE LOS RESIDUOS  
SOLIDOS URBANOS DE LA PROVINCIA DE TACNA."

FIG. 473

ASPECTO FISICO  
ESPACIAL

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA  
PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

CP-07

## CONSIDERACIONES DE LA PROPUESTA

### PREMISAS DE DISEÑO

#### USO DE ENERGIA RENOVABLES

##### USO DE ENERGIAS RENOVABLES



PANEL O MODULO FOTOVOLTAICO

##### CONCEPTO

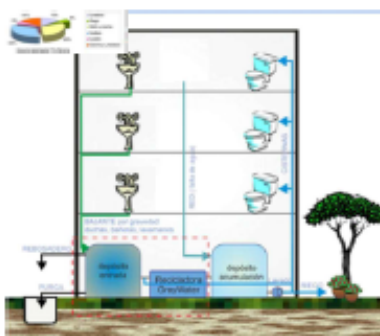
Los sistemas fotovoltaicos transforman la luz solar en energía eléctrica, una partícula luminosa con energía (fotón) se convierte en una energía electromotriz (voltaica), de ahí su nombre, fotovoltaico.

##### USO DE LOS SISTEMAS DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

El elemento principal de un sistema de energía fotovoltaica es la célula fotoeléctrica. Los paneles solares están constituidos por cientos de estas células, que conectadas adecuadamente, suministran voltajes suficientes para, por ejemplo, la recarga de una batería. El principal uso de la energía fotovoltaica es hoy día la generación eléctrica conectada a la red de distribución, con el fin de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. Igualmente día a día el uso para autoconsumo está adquiriendo mucho auge.

FUENTE: <http://www.energia.org/tema/fotovoltaico/que-es-fotovoltaico/>  
<http://www.fotovoltaica.com/que-es-fotovoltaica/>

##### REUTILIZACION DE AGUAS GRISES



ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA REUTILIZACION

FUENTE: <http://www.energia.org/tema/fotovoltaico/que-es-fotovoltaico/>

##### CONCEPTO

Son las aguas residuales domésticas procedentes de duchas, bañeras y lavamanos.

El agua es un recurso escaso, vital para el ser humano. Cualquier cosa que esté en nuestras manos que pueda reducir el consumo de tan preciado elemento, quedará sobradamente justificado. Además:

Son aguas de fácil tratamiento y purificación altamente efectiva.

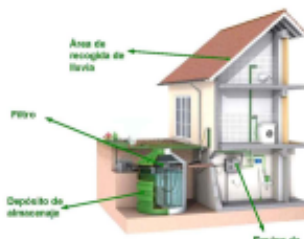
Deriva un menor caudal al tratamiento de aguas negras (Menor dimensionado y ahorro energético)  
Menor uso de aguas aptas para el consumo humano.>(!)<

Incremento del conocimiento y sensibilidad hacia los ciclos naturales y medioambiente.

Alrededor del 38% del agua que utilizamos, no es necesario que sea potable.

FUENTE: <http://www.energia.org/tema/fotovoltaico/que-es-fotovoltaico/>

##### CAPTACION Y REUTILIZACION DE AGUAS LLUVIAS



ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA REUTILIZACION

FUENTE: <http://www.energia.org/tema/fotovoltaico/que-es-fotovoltaico/>

##### CONCEPTO

Una de las soluciones para hacer frente a la escasez de agua es el aprovechamiento eficiente del agua de lluvia, tradición milenaria que se practica desde hace 5000 años. A lo largo de distintas épocas, culturas en todo el mundo desarrollaron métodos para recoger y utilizar el recurso pluvial, sin embargo con el progreso de los sistemas de distribución entubada, estas prácticas se fueron abandonando.

FUENTE: <http://hidrologia.com/instruccion-agua-de-luvia/>

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN TACNA



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL ARQUITECTURA Y GEOTECNIA

PROYECTO

"CENTRO SOSTENIBLE DE GESTION INTEGRAL Y RECICLAJE INDUSTRIALIZADO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS DE LA PROVINCIA DE TACNA."

PROYECTO

PREMISAS DE DISEÑO

OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CENTRO SOSTENIBLE DE GESTION INTEGRAL Y RECICLAJE INDUSTRIALIZADO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS DE LA PROVINCIA DE TACNA.

TÍTULO DEL PROYECTO: "CENTRO SOSTENIBLE DE GESTION INTEGRAL Y RECICLAJE INDUSTRIALIZADO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS DE LA PROVINCIA DE TACNA."

INTEGRANTES DEL EQUIPO DE TRABAJO: CAROLINA TORRES

FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO: 2023

FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO: 2023

FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO: 2023

FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO: 2023

FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO: 2023

FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO: 2023

FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO: 2023

FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO: 2023

FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO: 2023

FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO: 2023

FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO: 2023

FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO: 2023

FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO: 2023

FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO: 2023

FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO: 2023

FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO: 2023

FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO: 2023

FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO: 2023

FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO: 2023

FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO: 2023

FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO: 2023

CP-08



PROGRAMACION ARQUITECTONICA												
ZONA	SUB ZONA	REQUERIMIENTO ESPACIAL	FUNCIONES	N° AMBIENTE B	TIPO	INDICE USO	CAPACIDAD	AREA PARCIAL (m <sup>2</sup> )	AREA SUP. CIRC. Y MUROS (m <sup>2</sup> )	SUPERFICIE REQUERIDA		
								AREA PARCIAL (m <sup>2</sup> )	AREA SUP. CIRC. Y MUROS (m <sup>2</sup> )	SUB TOTAL (m <sup>2</sup> )	TOTAL TECHADO (m <sup>2</sup> )	TOTAL LIBRE (m <sup>2</sup> )
TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO INDUSTRIAL	SIP ABALON Y CLASIFICACION	creacion de transporte	transporte de residuos a almacen	1	personal industrial	estimado		108.20	31.89	138.09	359.06	
		creacion general	transito de maquinaria y personal	1	personal industrial	estimado		450.00	135.00	585.00	585.00	
		creacion vertical	manifiobras de transporte	1	personal industrial	estimado		13.25	3.88	17.23	34.45	8146.81
		plato de giro	almacenaje y venta	1	personal industrial	estimado		245.85	73.76	319.61		
		almacenaje	almacen de papetes y cartones	1	personal industrial	estimado		108.20	31.89	138.09		
		almacenaje	almacen de plasticos y polietileno	1	personal industrial	estimado		108.20	31.89	138.09		
		almacenaje	almacen de metales ferrosos	1	personal industrial	estimado		91.35	27.41	118.76		
		almacenaje	almacen de vidrios	1	personal industrial	estimado		91.35	27.41	118.76		
		almacenaje	almacen de metales no ferrosos	1	personal industrial	estimado		69.85	20.95	116.81		
		almacenaje	almacen de tetrapack	1	personal industrial	estimado		67.00	20.10	87.10		
		almacenaje	almacen de residuos textiles	1	personal industrial	estimado		68.35	20.51	88.86		
		almacenaje	almacen de voluminosos	1	personal industrial	estimado		119.70	35.91	155.61		
		almacenaje	almacen de voluminosos en obs.	1	personal industrial	estimado		61.20	18.36	79.56		
		almacenaje	almacen residuos sacrocos	1	personal industrial	estimado		61.20	18.36	79.56		
		almacenaje	almacen resid hospitalarios y camp bi	1	personal industrial	estimado		60.70	18.21	78.91		
		almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		68.30	17.79	77.09		
		almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		28.40	8.52	36.92		
		almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		15.50	4.65	20.15		
		almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		9.10	2.73	11.83		
		almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		41.60	12.48	54.08		
		almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		94.00	28.50	122.50		
		almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		97.30	29.19	126.49		
		almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		41.80	12.54	54.34		
		almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		460.00	135.00	595.00		
		almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	publico personal/personal	estimado		13.90	4.17	18.07		
		almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		303.40	91.02	394.42		
		almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		203.50	79.05	342.55		
		almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		80.30	24.09	104.39		
		almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		55.45	16.54	72.00		
		almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		55.60	16.68	72.28		
almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		68.85	14.89	83.74				
almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		42.85	12.86	55.71				
almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		25.00	6.80	29.80				
almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		28.50	8.85	37.35				
almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		111.15	33.35	144.50				
almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		101.50	30.45	131.95				
almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		419.65	125.96	545.61				
almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		171.60	51.48	223.08				
almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		189.00	56.70	245.70				
almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		185.60	55.68	241.28				
almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		167.40	47.22	214.62				
almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		273.55	82.07	355.62				
almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		642.00	192.60	834.60				
almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		124.25	37.28	161.53				
almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		164.65	50.40	215.05				
almacenaje	almacen de residuos claufirados	1	personal industrial	estimado		18.50	5.55	24.05				

**"CENTRO SOSTENIBLE DE GESTION INTEGRAL Y DE RECICLAJE INDUSTRIALIZADO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS EN LA PROVINCIA DE TACNA"**

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASSO DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROGRAMAS DE ARQUITECTURA  
PG-02





PROGRAMACIÓN ARQUITECTÓNICA														
ZONA	SUB ZONA	REQUERIMIENTO ESPACIAL	FUNCIONES	N° AMBIENTE B	TIPO	ÍNDICE USO	CAPACIDAD D	ÁREA PARCIAL ÚTIL (m <sup>2</sup> )	ÁREAS SERVICIOS Y ALUMINOS (m <sup>2</sup> )	SUPERFICIE REQUERIDA PARCIAL (m <sup>2</sup> )	SUB TOTAL (m <sup>2</sup> )	TOTAL (m <sup>2</sup> )		
SENSIBILIZACIÓN, PROMOCIÓN Y CAPACITACIÓN	APARCAMIENTO	patio de manobras	manejos y circulación de vehículos	1	personal servicio	estimado	4	60.00						
		aparcamiento de servicio	estacionamiento	1	personal servicio	estimado	25	69.00	20.70	89.70	627.90			
		áreas de formación y capacitación	salones de formación y capacitación	7	público general servicio	anexo - 4.00 m <sup>2</sup>	estimado	50	438.00	131.40	569.40	569.40		
	INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN	área de exhibición	exposición de información	custodia de material de exhibición	7	personal servicio	estimado	2	23.00	6.90	29.90	209.30		
		auditorio	salas de talleres para capacitación	salas de talleres para capacitación	1	público general servicio	estimado	100	191.00	57.30	248.30	248.30		
		sum			1	público general servicio	estimado	190.00	57.00	247.00	247.00			
		sin V-zonas	necesidades fisiológicas	necesidades fisiológicas	2	público general	estimado	3	17.00	5.10	22.10	44.20	258.05	
		sin V-zonas	sin V-zonas	necesidades fisiológicas	2	público general	estimado	3	17.00	5.10	22.10	44.20		
		cuanto de taller electrónico	cuanto de taller electrónico	necesidades fisiológicas	2	público general	estimado	1	10.00	3.00	13.00	26.00		
	SERVICIOS COMPLEMENTARIOS	laboratorio	laboratorio	análisis de muestras de residuos	1	personal servicio	estimado	3.75	12.50	3.75	16.25	16.25		
		circulación	circulación		1	personal servicio	estimado	6	85.00	19.50	104.50	84.50		
		coquina	coquina	preparación de alimentos	2	público general servicio	estimado	185.00	55.50	240.50	481.00			
		ventana	ventana		1	personal servicio	estimado	8	28.00	8.40	36.40	36.40		
		cuanto congelamiento	cuanto congelamiento		1	personal servicio	estimado	11.00	3.30	14.30	14.30			
		comedor cafeteria	comedor cafeteria	consumo de alimentos	1	público general	estimado	1.80	1.80	7.80	7.80			
SENSIBILIZACIÓN, PROMOCIÓN Y CAPACITACIÓN	SERVICIOS COMPLEMENTARIOS	comedor mazzarini	consumo de alimentos	1	público general	estimado	353.00	105.90	458.90	458.90				
		patio	consumo de alimentos	1	público general	estimado	76.00	22.80	98.80	98.80	750.49			
		sin V-zonas	necesidades fisiológicas	1	personal servicio	estimado	9.00	2.70	11.70	11.70				
		sin V-zonas	necesidades fisiológicas	1	público general	estimado	4	18.00	5.40	23.40	23.40			
		sin V-zonas	necesidades fisiológicas	1	público general	estimado	4	18.00	5.40	23.40	23.40			
		almacen	necesidades fisiológicas	1	público general	estimado	1	3.00	1.84	4.84	4.84			
		almacen	control de insumos	1	personal servicio	estimado	33.00	9.80	42.80	42.80				
		deposito y cuarto de limpieza	control de herramientas	1	personal servicio	estimado	2	19.00	5.85	24.85	24.85			
CUADRO RESUMEN DE PROGRAMACIÓN ARQUITECTÓNICA										684.45				
RECEPCION										769.75				
ADMINISTRACION										300.30				
CONTROL Y SEGURIDAD										1,667.25				
SERVICIOS PERSONAL														
APARCAMIENTO														
SEPARACION										6,146.91				
TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO INDUSTRIAL										5,391.10				
CONVERSION BIOLÓGICA										8,968.74				
SERVICIOS INDUSTRIA										1,118.91				
APARCAMIENTO														
INVESTIGACION Y EDUCACION										2,580.05				
SERVICIOS COMPLEMENTARIOS										750.49				
TOTAL AREA PROGRAMADA										30,303.05				

## CONCEPTUALIZACION

IDEA CONCEPTUAL



**"CENTRO SOSTENIBLE DE GESTION INTEGRAL Y RECICLAJE INDUSTRIALIZADO"**

INFRAESTRUCTURA QUE TRATARA Y PROCESARA LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS SIN AFECTAR EL MEDIO AMBIENTE, Y PROMOVERA LA EDUCACION Y CULTURA AMBIENTAL DEL RECICLAJE DE LA CIUDAD DE TACNA,

INFRAESTRUCTURA QUE IRA DE LA MANO DEL DESARROLLO SOSTENIBLE EN RELACION A LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS.

### MEDIO AMBIENTE



ECONOMICO

SOCIAL

FUENTE: ELABORACION PROPIA

UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
JORGE  
BASADRE  
GROHMANN  
TACNA



FACULTAD DE  
INGENIERIA CIVIL  
ARQUITECTURA  
Y GEOTECNIA

"CENTRO SOSTENIBLE DE GESTION INTEGRAL Y  
RECICLAJE INDUSTRIALIZADO DE LOS RESIDUOS  
SOLIDOS URBANOS DE LA PROVINCIA DE TACNA."

CONCEPTUALIZACION

ORGANIZACION A LA QUE LE PERTENECE

FECHA DE ELABORACION

FECHA DE APROBACION

C-01

**CONCEPTO URBANO Y ARQUITECTONICO**

**VIVIR EN ARMONIA CON EL MEDIO AMBIENTE**

Vivir en armonía con el medio ambiente quiere decir que debe cuidarse los espacios verdes a su alrededor y practicar los hábitos de reciclaje. Para el concepto se va a aplicar elementos representativos del cuidado al medio ambiente como es las 3 R de la ecología y las plantas.

**CONCEPTO**

**LAS "3R" DE LA ECOLOGÍA**

3 pasos básicos para disminuir la producción de residuos y contribuir con ello a la protección y conservación del medio ambiente.



usar un producto o material varias veces sin tratamiento, darle la máxima utilidad a los objetos sin necesidad de destruirlos o deshacerse de ellos.

utilizar los mismos materiales una y otra vez integrándolos a otro proceso natural e industrial para hacer un mismo o un nuevo producto, utilizando menos recursos

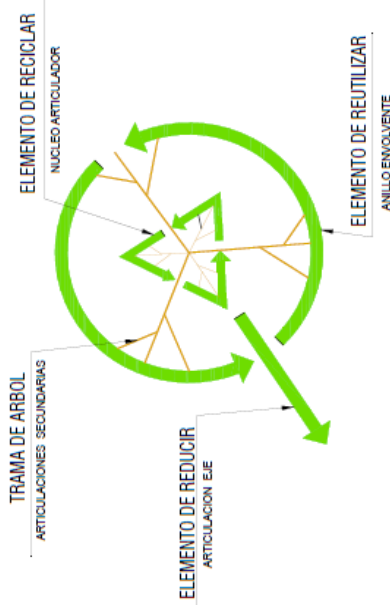
**PLANTAS-ARBOL**



como base fundamental de la ecología en el planeta, la conservación de las plantas.

**ESQUEMA CONCEPTUAL**

**LAS "3R" DE LA ECOLOGÍA**



TRAMA DE ARBOL  
ARTICULACIONES SECUNDARIAS

ELEMENTO DE REDUCIR  
ARTICULACION E/E

ELEMENTO DE RECICLAR  
NUCLEO ARTICULADOR

ELEMENTO DE REUTILIZAR  
ANILLO ENVOLVENTE

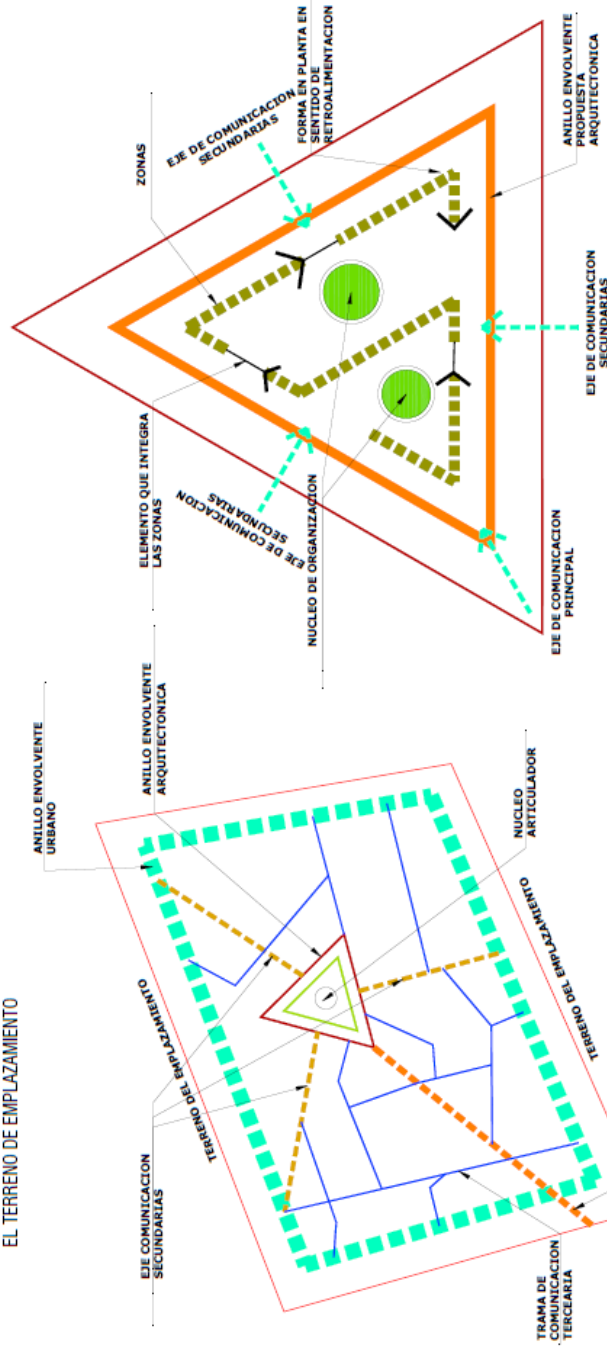
# PARTIDO

## PARTIDO URBANO

EL CONCEPTO ES REPRESENTADO EN EL TERRENO DE EMPLAZAMIENTO

\*CENTRO SOSTENIBLE DE GESTION INTEGRAL Y RECICLAJE INDUSTRIALIZADO\*

## PARTIDO ARQUITECTONICO



LO QUE SE BUSCA ATRAVES DE UN NUCLEO PRINCIPAL ARTICULAR EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIOS.

LO QUE SE BUSCA LA MAYOR REPRESENTACION DE ELEMENTO RECICLAJE DEL CICLO DE RETROALIMENTACION- BUSCANDO LA UNIDAD EN DIFERENTES ZONAS

FUENTE: ELABORACION PROPIA

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BIRABEN DE GRIJHANN TACNA



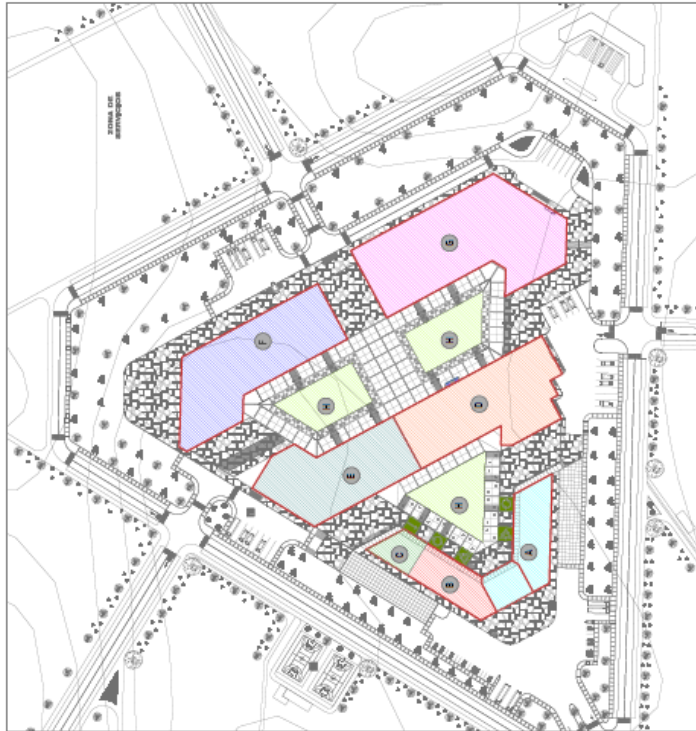
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA Y GEOTECNIA

"CENTRO SOSTENIBLE DE GESTION INTEGRAL Y RECICLAJE INDUSTRIALIZADO DE LOS RESIDUOS " SOLIDOS URBANOS DE LA PROVINCIA DE TACNA "

TITULO: PARTIDO URBANO Y ARQUITECTONICO

C-03

**SISTEMA DE ACTIVIDADES**



SECTOR	COLUM	TIPOLOGIA
ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS	A	SECTOR ADMINISTRATIVO
ACTIVIDADES DE EDUCACION Y CULTURA	B	SECTOR EDUCATIVO
ACTIVIDADES DE SERVICIOS COMPLEMENTARIOS	C	SECTOR SERVICIOS
ACTIVIDADES DE SEGRACION	D	SECTOR SEGRACION
ACTIVIDADES DE COMPACTADO Y ALMACENAJE	E	SECTOR COMPACTADO Y ALMACENAJE
ACTIVIDADES DE PROCESAMIENTO	F	SECTOR PROCESAMIENTO
ACTIVIDADES DE COMPOSTAJE	G	SECTOR COMPOSTAJE
ACTIVIDADES DE RECREACION Y EDUCACION	H	SECTOR RECREACION Y EDUCACION

**ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS**  
Esta actividad esta conformada por siguientes espacios: en dos niveles como: caja, recepcion e informes, oficina, almacen, archivo, sala de reuniones, salon de usos multiples, ss.inh, enfermeria, deposito, cuarto de tablero electrico.

**ACTIVIDADES DE EDUCACION Y CULTURA**  
Esta actividad esta conformada por siguientes espacios: sala de exposiciones, deposito 01, auditorio o sala de proyecciones, deposito 02, ss.inh, talleres, deposito 03

**ACTIVIDADES DE SERVICIOS COMPLEMENTARIOS**  
Esta actividad esta conformada por siguientes espacios: comedor y cafeteria, cocina implementada, atencion, patio de servicio, ss.inh, deposito limpieza, s.h. discapacitado.

**ACTIVIDADES DE SEGRACION**  
Esta actividad esta conformada por siguientes espacios: esta conformada en 4 lineas de trabajo como: linea de trabajo segregacion 01, linea de trabajo segregacion 02, linea de trabajo de residuos clasificados, linea de trabajo de residuos peligrosos, ss.inh con vestidores, oficina control de area, circulacion, patio de giro.

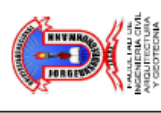
**ACTIVIDADES DE COMPACTADO Y ALMACENAJE**  
Esta actividad esta conformada por siguientes espacios: zona control de ingreso de residuos clasificados, area montacargas, cocheras, transportadoras, zona de compactado, zona de almacenajes, ss.inh, con vestidores, deposito de limpieza interior y exterior, oficina de control de area, zona de venta y plataforma de cargas, area de mantenimiento de equipos.

**ACTIVIDADES DE PROCESAMIENTO**  
Esta actividad esta conformada por siguientes espacios: oficina de control de area, mantenimiento de equipos, ss.inh con vestidores, patio, clasificacion de residuos antes de procesar, procesamiento textil, procesamiento madera, procesamiento carton y papel, procesamiento de residuos voluminosos, procesamiento PET, zonas de almacenaje, plataforma de carga y vertas.

**ACTIVIDADES DE COMPOSTAJE**  
Esta actividad esta conformada por siguientes espacios: oficina de control de area, ss.inh con vestidores, descarga de residuos organicos, patio de giro, tuneles de fermentacion, tuneles de maduracion, circulacion, sala de afino, plataforma de carga y venta, almacen de compost, s.h.

**ACTIVIDADES DE RECREACION Y EDUCACION**  
Esta actividad esta conformada por siguientes espacios: Plazaola de exposicion al aire y recreacion pasiva.

UNIVERSIDAD NACIONAL BASADRE GROHMANN TACNA



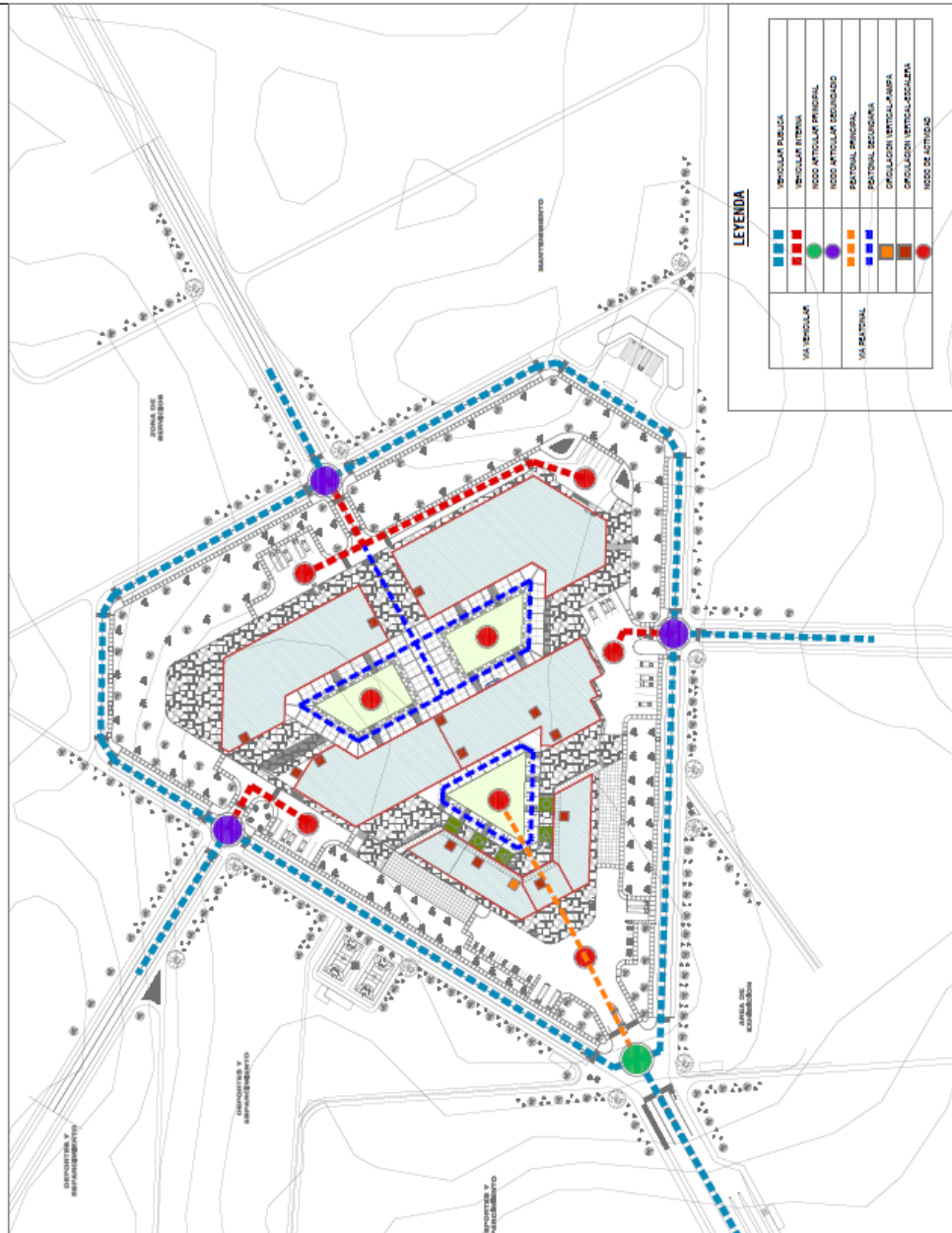
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y TECNOLOGIA

**"CENTRO SOSTENIBLE DE GESTION INTEGRAL Y RECICLAJE INDUSTRIALIZADO DE LOS RESIDUOS EN LA PROVINCIA DE TACNA"**

SECTOR ADMINISTRATIVO

S-01

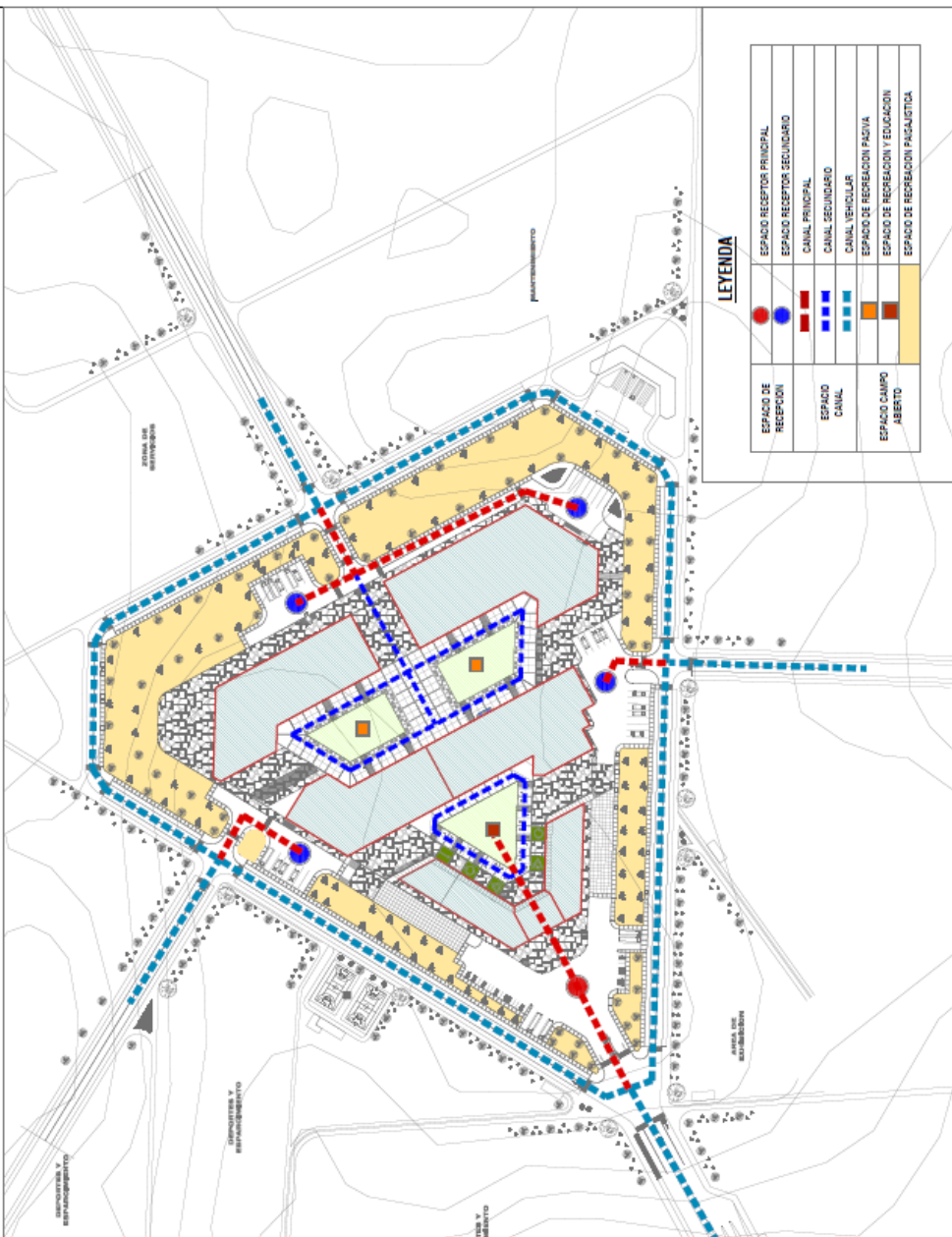
SISTEMA DE MOVIMIENTO



LEYENDA

■	VEHICULAR PÚBLICA
■	VEHICULAR INTERNA
■	MODO VEHICULAR PRIMARIO
■	MODO VEHICULAR SECUNDARIO
■	PRIMARIO TERCIARIO
■	PRIMARIO SECUNDARIO
■	OPILACION (VEHICULAR-AMPER)
■	OPILACION (VEHICULAR-ESCALERA)
■	MODO DE ACCESOS

SISTEMA DE ESPACIOS ABIERTOS



LEYENDA

	ESPACIO DE RECEPCION		ESPACIO RECEPTOR PRINCIPAL
	ESPACIO RECEPTOR SECUNDARIO		CANAL PRINCIPAL
	ESPACIO CANAL		CANAL SECUNDARIO
	ESPACIO CAMPO ABIERTO		CANAL VEHICULAR
			ESPACIO DE RECREACION PASIVA
			ESPACIO DE RECREACION Y EDUCACION
			ESPACIO DE RECREACION PASAJISTICA



UNIVERSIDAD NACIONAL  
 JOSÉ GARCÍA  
 BASADRE  
 GROHMANN  
 TACNA



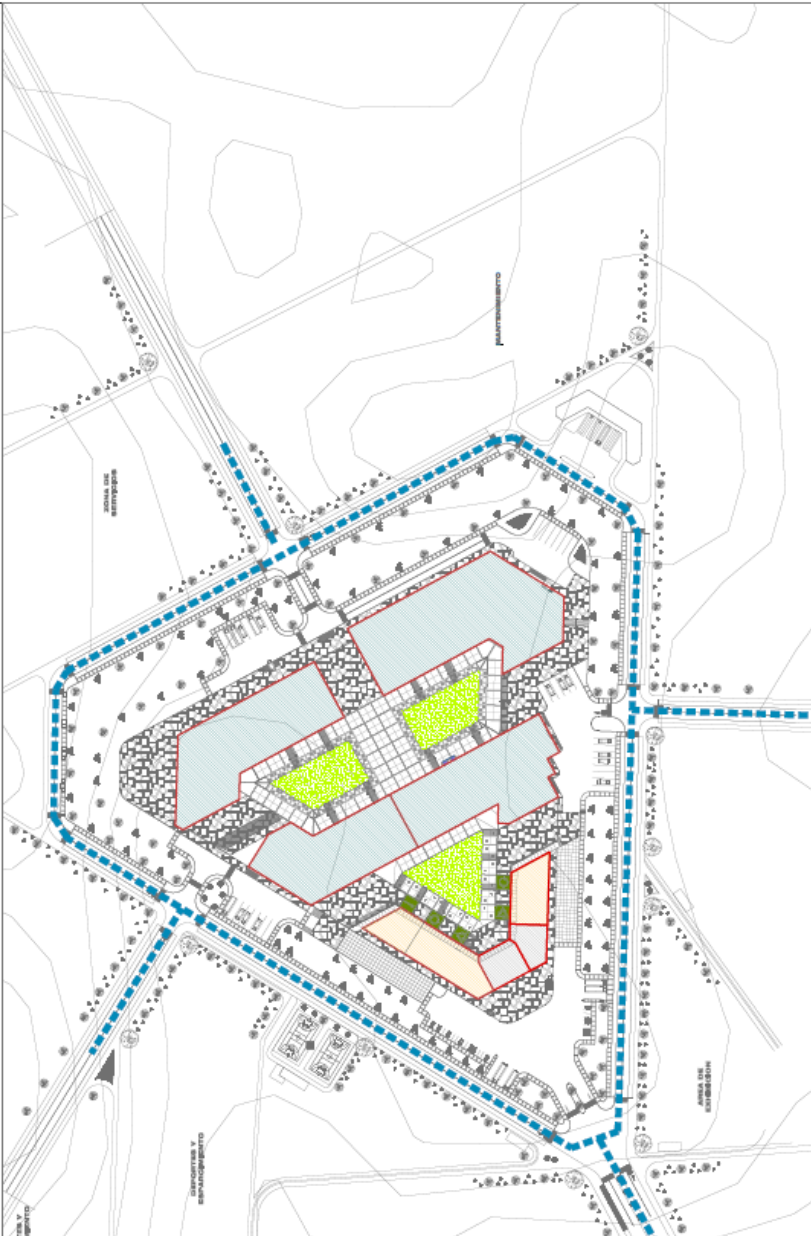
FACULTAD DE  
 ARQUITECTURA  
 Y URBANISMO

"CENTRO SOSTENIBLE DE GESTIÓN INTEGRAL Y  
 RECICLAJE INDUSTRIALIZADO DE LOS RESIDUOS  
 SÓLIDOS URBANOS EN LA PROVINCIA DE TACNA."

SISTEMA  
 DE IMAGEN

S-05

SISTEMA EDELCICIO



LEYENDA

- NAVE INDUSTRIALES H= 16.00 mt.
- ZONAS ADMINISTRATIVAS H= 7.00 mt.
- HALL Y SALA DE EXPOSICIÓN H= 9.00 mt.

ENCUESTA SOBRE EL MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	
ENCUESTADO:	
EDAD:	SEXO:
PREGUNTAS	
1. ¿Cree que acumulacion de residuos solidos genera contaminacion ambiental?	
A. Si <input type="checkbox"/>	B. No <input type="checkbox"/> C. No sabe <input type="checkbox"/>
2. ¿Como desecha sus residuos solidos?	
A. Coloca sus residuos en un contenedor cercano	<input type="checkbox"/>
B. En bolsa de residuos para entregarlo al camion recolector	<input type="checkbox"/>
C. Deposita la basura por pilas en puntos comunes del vecindario	<input type="checkbox"/>
3. ¿Donde deposita la basura cuando esta circulando en la via publica?	
A. En los depositos de la via publica	<input type="checkbox"/>
B. En cualquier punto de la calle	<input type="checkbox"/>
C. En acequias	<input type="checkbox"/>
4. ¿Clasifica los desechos que genera en casa, que hace con ellos? A. Si <input type="checkbox"/> B. No <input type="checkbox"/>	
A. Reutiliza los residuos reciclados	<input type="checkbox"/>
B. Vende a los recicladores	<input type="checkbox"/>
C. Entrega al programa de segregacion municipal	<input type="checkbox"/>
5. ¿Cuales cree que son los problemas o limitantes para el reciclado de sus residuos?	
A. Falta de espacio para un adecuado reciclaje	<input type="checkbox"/>
B. Falta de tiempo	<input type="checkbox"/>
C. Falta de informacion sobre el reciclaje	<input type="checkbox"/>
6. ¿Tiene conocimiento sobre el tratamiento integral de los residuos solidos urbanos?	
A. Si <input type="checkbox"/>	B. No <input type="checkbox"/>
7. ¿Esta de acuerdo en que el reciclaje reduce la contaminacion ambiental?	
A. Si <input type="checkbox"/>	B. No <input type="checkbox"/>
8. ¿Estaria de acuerdo con la instalacion de una infraestructura para el reciclaje de residuos solidos, para la reduccion de la contaminacion?	
A. Si <input type="checkbox"/>	B. No <input type="checkbox"/>