

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA Y URBANISMO



**“PLANTA ECOLÓGICA PARA LA SELECCIÓN, TRATAMIENTO,
APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE PUNO”**

TESIS

PRESENTADO POR:

EDWIN OLIVER CCAMA PARI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

A R Q U I T E C T O

PUNO- PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
“PLANTA ECOLÓGICA PARA LA SELECCIÓN, TRATAMIENTO,
APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE PUNO”

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. EDWIN OLIVER CCAMA PARI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

ARQUITECTO

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 18 DE DICIEMBRE DEL 2017.

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

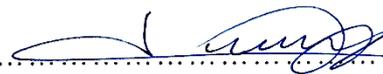


PRESIDENTE



 ARQTO. WALDO ERNESTO VERA BEJAR.

PRIMER MIEMBRO



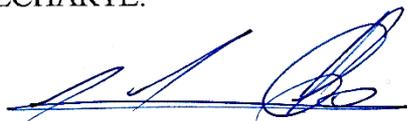
 ARQTO. JORGE ADAN VILLEGAS ABRILL.

SEGUNDO MIEMBRO



 ARQTA. KATHERINE FELÍCITAS HARVEY RECHARTE.

DIRECTOR



 ARQTO. YONNY WALTER CHÁVEZ PEREA.

TEMA : Residuos Sólidos Urbanos.
 ÁREA : Diseño Arquitectónico.
 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : Arquitectura, Confort Ambiental y Eficiencia Energética.

DEDICATORIA

A mis queridos padres Julia y Benjamín por el apoyo abnegado en todo momento de mi vida, a mis hermanos Carlos y Diego.

A Astrid por ser mi complemento, parte importante de mi vida y mostrarme nuevos objetivos para seguir en mi desarrollo personal y profesional.

A los buenos amigos a quienes tuve la dicha de haber conocido y guardarles una gratitud muy especial.

AGRADECIMIENTOS

A mí alma mater, Universidad Nacional del Altiplano, al cual guardo un cariño especial por ser el lugar donde me formé y conocí muy buenos amigos.

A la plana de docentes que fueron parte esencial de mi formación como Arquitecto.

Un especial agradecimiento al arquitecto y buen amigo Yonny Walter Chávez Perea, por el entusiasmo, apoyo y contribución valiosa en el desarrollo del presente trabajo de investigación, tampoco olvido a la arquitecta Narda Yolanda Castillo Castillo, asesora incondicional para el correcto desarrollo del presente informe de investigación.

A los Arquitectos miembros del jurado evaluador por su tiempo valioso vertido en la revisión de toda la investigación realizada.

INDICE GENERAL

“PLANTA ECOLÓGICA PARA LA SELECCIÓN, TRATAMIENTO, APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE PUNO”

INDICE GENERAL	5
INDICE DE CUADROS:	8
INDICE DE ILUSTRACIONES:	9
INDICE DE IMAGENES:	11
RESUMEN	12
PALABRAS CLAVE:	12
ABSTRACT	13
KEYWORDS:	13
INTRODUCCIÓN	14
JUSTIFICACION	16
CAPITULO I	18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.	18
1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.	20
1.2.1 PREGUNTA GENERAL	20
1.2.2 PREGUNTAS ESPECÍFICAS.....	20
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.	20
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	20
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	20
1.4 FORMULACION DE HIPOTESIS	21
1.4.1 HIPOTESIS GENERAL.	21
1.4.2 HIPOTESIS ESPECÍFICAS.	21
1.5 VARIABLES E INDICADORES	21
1.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.	21
1.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE.	21
1.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES – MATRIZ DE CONSISTENCIA.	22
1.7 ALCANCE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.7.1 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
1.7.2 DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
1.7.3 ÁMBITO DE ESTUDIO.....	23
1.8 PROCESO METODOLOGICO EN INVESTIGACION	24
CAPITULO II	25
DESARROLLO TEÓRICO – CONCEPTUAL	25
2.1 MARCO REFERENCIAL.	25
2.1.1 A NIVEL LOCAL.	25
2.1.2 A NIVEL NACIONAL.	28
2.1.3 A NIVEL INTERNACIONAL.....	32
2.2 MARCO TEÓRICO.	38
2.2.1 RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	38

2.2.2	POLÍTICAS AMBIENTALES EN GESTIÓN DE RSU.....	43
2.3	MARCO CONCEPTUAL.	48
2.3.1	ECOLOGÍA.	48
2.3.2	RECICLAJE.....	49
2.3.3	SUSTENTABLE.	50
2.3.4	ARQUITECTURA MODERNA.....	52
2.3.5	EL FUNCIONALISMO.	53
2.3.6	ECOTECNOLOGÍA.....	55
2.3.7	DISEÑO Y TECNOLOGÍA.	56
2.3.8	ECO-DISEÑO.	58
2.4	MARCO LEGAL Y NORMATIVO.....	59
CAPITULO III.....		63
DIAGNOSTICO - MARCO REAL		63
3.1	DIAGNOSTICO ACTUAL DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EL DISTRITO DE PUNO.	63
3.1.1	GENERALIDADES.	63
3.2	SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DE LOS RSU EN LA CIUDAD DE PUNO. 66	
3.2.1	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA CIUDAD DE PUNO.....	69
3.2.2	ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA CIUDAD DE PUNO.	70
3.2.3	SERVICIO DE LIMPIEZA PÚBLICA.	74
3.2.4	SISTEMA DE TRANSPORTE DE RSU DE LA CIUDAD DE PUNO.	75
3.2.5	DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RSU DE LA CIUDAD DE PUNO.....	79
3.2.6	GESTIÓN DE RR. SS. EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO.....	82
CAPITULO IV		85
CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.....		85
4.1	GENERALIDADES.....	85
4.2	ACTIVIDADES ECONÓMICAS DE LA CIUDAD DE PUNO.....	86
4.3	METODOLOGIA PARA LA CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE PUNO.....	89
4.3.1	ETAPA DE PLANIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RSU.....	91
4.3.2	ETAPA DE DISEÑO DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE LOS RSU.	91
4.3.3	ETAPA DE EJECUCIÓN.	103
4.3.4	ETAPA DE GABINETE.....	106
4.4	ESTIMACIONES Y PROYECCIONES PARA EL DESARROLLO DE LA PROPUESTA ECOTECNOLOGICA.....	117
4.4.1	GENERACIÓN TOTAL DE RSU PARA EL PROCESO DE RECICLAJE.	119
4.4.2	GENERACIÓN TOTAL DE RSU PARA EL PROCESO DE DISPOSICIÓN FINAL EN EL RELLENO SANITARIO.	120
4.4.3	GENERACIÓN TOTAL DE RSU PARA EL PROCESO DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO.....	121
4.4.4	GENERACIÓN TOTAL DE LIXIVIADOS.....	123
CAPITULO V.....		125

PARTIDO ECOTECNOLOGICO.....	125
5.1 TECNOLOGÍAS EMPLEADAS EN EL TRATAMIENTO DE LOS RSU.	126
5.1.1 TECNOLOGÍAS DE PROCESAMIENTO.	127
5.1.2 TECNOLOGÍAS DE TRANSFORMACIÓN.....	131
5.1.3 TECNOLOGÍAS DE RECUPERACIÓN DE MATERIALES.....	132
5.1.4 TECNOLOGÍAS DE ELIMINACIÓN FINAL A VERTEDERO.	132
5.2 PROPUESTA ECOTECNOLÓGICA PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RSU – PUNO.	132
5.2.1 ZONA DE DESCARGA (RECEPCIÓN).	134
5.2.2 SELECCIÓN GRANULOMÉTRICA (TRÓMEL SEPARADOR).....	135
5.2.3 SELECCIÓN MANUAL DE SUBPRODUCTOS.....	137
5.2.4 SEGREGACIÓN MECÁNICA ESPECIALIZADA.	139
5.2.5 PLANTA DE PRODUCCION DE COMPOST.	153
5.2.6 AREA DE CREACION DE BIOHUERTO.	157
5.3 PLANTA DE PRODUCCIÓN ENERGÉTICA.....	158
5.3.1 SISTEMA DE CAPTACIÓN DE BIOGÁS.	161
5.3.2 SISTEMA DE TRANSPORTE DEL BIOGÁS.....	162
5.3.3 ELIMINACIÓN DE HUMEDAD.....	163
5.3.4 SISTEMA DE SUCCIÓN E IMPULSION.	164
5.3.5 SISTEMA DE ALMACENADO POR EXCESO DE PRODUCCIÓN.	165
5.3.6 PROCESO DE CLARIFICACIÓN.....	165
5.3.7 CENTRAL DE GENERACIÓN ENERGÉTICA.	166
5.3.8 SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA.....	167
5.4 RELLENO SANITARIO.....	168
5.4.1 CONSTRUCCIÓN DEL RELLENO SANITARIO.....	170
5.4.2 PREPARACIÓN DEL SITIO SELECCIONADO.	172
5.4.3 TRATAMIENTO DEL SUELO SOPORTE.....	174
5.4.4 PROCESO CONSTRUCTIVO.....	177
5.5 PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LIXIVIADOS.....	181
5.5.1 SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA LIXIVIADOS.	182
CAPITULO VI.....	189
CRITERIOS PARA EL ESTUDIO DE UBICACIÓN Y DETERMINACION DEL AREA PARA EL DESARROLLO E IMPLEMENTACION DEL PROYECTO.	189
6.1 CRITERIOS PARA EL ESTUDIO DE SELECCIÓN DE ÁREA.	189
6.1.1 CRITERIOS Y ASPECTOS TÉCNICOS.	189
6.1.2 CRITERIOS SOCIALES.	195
6.1.3 CRITERIOS MEDIOAMBIENTALES.....	196
6.1.4 CRITERIOS PATRIMONIALES Y ARQUEOLÓGICOS.....	203
6.1.5 PRESERVACIÓN DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.	203
6.2 DETERMINACION FINAL DEL AREA PARA EL DESARROLLO E IMPLEMENTACION DEL PROYECTO.....	204
CAPITULO VII.....	206
PROPUESTA DE DISEÑO.....	206
7.1 PRINCIPIOS DE DISEÑO DE LA ARQUITECTURA INDUSTRIAL.	206
7.1.1 CLASIFICACIÓN.	206

7.1.2	GENERALIDADES.....	207
7.1.3	PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	210
7.2	CONCEPTUALIZACIÓN.....	212
7.3	PROGRAMA ARQUITECTÓNICO.....	216
7.3.1	PROGRAMA ARQUITECTÓNICO GLOBAL.....	217
7.3.2	PROGRAMA ARQUITECTÓNICO ESPECÍFICO.....	218
7.3.3	PROGRAMA ARQUITECTÓNICO DESARROLLADO.....	219
7.4	ORGANIGRAMA FUNCIONAL.....	223
7.4.1	ORGANIGRAMA FUNCIONAL GLOBAL.....	224
7.4.2	ORGANIGRAMA FUNCIONAL DESARROLLADO POR ZONAS Y ÁREAS.....	224
7.5	ZONIFICACION.....	228
7.6	ESPECIES VEGETALES.....	231
7.6.1	ESPECIES VEGETALES – ARBOLES ENDÉMICOS E INTRODUCIDAS.....	231
7.6.2	ESPECIES VEGETALES – ARBUSTOS ENDÉMICOS E INTRODUCIDAS.....	232
7.6.3	ESPECIES VEGETALES – HIERBAS Y PLANTAS ENDÉMICAS E INTRODUCIDAS.....	233
CAPITULO VIII.....		235
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		235
8.1	CONCLUSIONES.....	235
8.2	RECOMENDACIONES.....	237
BIBLIOGRAFÍA.....		238
ANEXOS.....		240
ANEXO I: VISTAS DEL PROYECTO.....		240
ANEXO II: PLANOS DE UBICACIÓN Y ARQUITECTURA.....		244

INDICE DE CUADROS:

CUADRO N° 1:	matriz de consistencia.....	22
CUADRO N° 2:	vehículos para recolección de rsu.....	76
CUADRO N° 3:	capacidad de los vehículos recolectores en la ciudad de puno.....	76
CUADRO N° 4:	actividades económicas del distrito de puno.....	88
CUADRO N° 5:	zonificación del distrito de puno.....	93
CUADRO N° 6:	población proyectada del distrito de puno al 2050.....	95
CUADRO N° 7:	definición de los parámetros para calcular tamaño de la muestra.....	95
CUADRO N° 8:	determinación de muestras de origen domiciliario.....	96
CUADRO N° 9:	cantidad de establecimientos comerciales y de servicio de la ciudad de puno.....	97
CUADRO N° 10:	determinación del número de muestras en puestos de mercados.....	99
CUADRO N° 11:	determinación del número de muestras en instituciones educativas.....	99
CUADRO N° 12:	determinación del número de muestras en instituciones públicas.....	100
CUADRO N° 13:	normas generales de selección.....	104
CUADRO N° 14:	principales parámetros a determinar en el estudio de caracterización.....	105
CUADRO N° 15:	clasificación de residuos sólidos urbanos.....	109

CUADRO N° 16: tipo de rsu de la ciudad de puno según categoría.....	112
CUADRO N° 17: resultado de la gru domiciliarios según parámetros establecidos....	114
CUADRO N° 18: composición física de rsu de la ciudad de puno.	116
CUADRO N° 19: estimación de porcentaje de contingencia	118
CUADRO N° 20: generación total de rsu-puno al 2050 inc. porcentaje de contingencia	118
CUADRO N° 21: generación máxima de rsu según su categoría	119
CUADRO N° 22: generación total de rsu para el proceso de reciclaje.	120
CUADRO N° 23: generación total de rsu para el proceso de disposición final.	121
CUADRO N° 24: producción anual de biogás del 2020 al 2050	122
CUADRO N° 25: producción de biogás posterior a la clausura del relleno sanitario..	123
CUADRO N° 26: producción de lixiviados en relleno sanitario propuesto (l/seg.).....	124
CUADRO N° 27: premisas de diseño - zona de descarga.....	134
CUADRO N° 28: premisas de diseño - selección granulométrica	136
CUADRO N° 29: premisas de diseño - selección manual de subproductos	139
CUADRO N° 30: rsu para segregación mecánica especializada.....	140
CUADRO N° 31: rsu para tratamiento mecánico básico	148
CUADRO N° 32: composición de diferentes tipos de pilas y baterías	153
CUADRO N° 33: determinación de área y volumen del relleno sanitario	171
CUADRO N° 34: secuencia de actividades para la construcción y operación de un relleno sanitario.....	172
CUADRO N° 35: programa arquitectónico global.....	218
CUADRO N° 36: programa arquitectónico específico - planta de tratamiento de rsu. 218	
CUADRO N° 37: programa arquitectónico específico - relleno sanitario controlado . 219	
CUADRO N° 38: programa arquitectónico desarrollado por zonas y áreas	219

INDICE DE ILUSTRACIONES:

ILUSTRACIÓN N° 1: esquema del proceso metodológico investigativo.	24
ILUSTRACIÓN N° 2: planta de tratamiento y disposición de rr. ss. huancayo.	29
ILUSTRACIÓN N° 3: sistema de tratamiento y disposición de rsu de góngora.	37
ILUSTRACIÓN N° 4: transición tecnológica propuesta por Moser (1996).....	55
ILUSTRACIÓN N° 5: ciclo de producción de los rr.ss.	69
ILUSTRACIÓN N° 6: distribución de contenedores y puntos de acumulación de rsu..	72
ILUSTRACIÓN N° 7: rutas de recolección de rsu por camión compactador.....	78
ILUSTRACIÓN N° 8: ubicación del botadero de Cancharani.....	80
ILUSTRACIÓN N° 9: ubicación de San Luis de Alba	82
ILUSTRACIÓN N° 10: metodología de estudio para rsu de la ciudad de puno	90
ILUSTRACIÓN N° 11: plano de zonificación del distrito de puno.....	92
ILUSTRACIÓN N° 12: determinación de gpc en muestras con más de 2 sectores.....	107
ILUSTRACIÓN N° 13: método del cuarteo para seleccionar muestras representativas	109
ILUSTRACIÓN N° 14: generación total de rsu según categoría.....	115
ILUSTRACIÓN N° 15: cribas típicas utilizadas para la selección de residuos sólidos.	128
ILUSTRACIÓN N° 16: diseño funcional de la separación neumática	129

ILUSTRACIÓN N° 17: sistemas de separación magnética	129
ILUSTRACIÓN N° 18: separador foucault.....	130
ILUSTRACIÓN N° 19: proceso del compostaje.....	131
ILUSTRACIÓN N° 20: diagrama de flujo de los rsu.....	133
ILUSTRACIÓN N° 21: diseño de zona de descarga para rsu.....	135
ILUSTRACIÓN N° 22: diseño de zona de selección granulométrica para rsu.....	135
ILUSTRACIÓN N° 23: banda transportadora para separación manual de rsu	137
ILUSTRACIÓN N° 24: antropometría para un banco de trabajo	138
ILUSTRACIÓN N° 25: beneficio hídrico y energético en el reciclaje del papel.....	140
ILUSTRACIÓN N° 26: diagrama del proceso de segregación para: papel y cartón ...	141
ILUSTRACIÓN N° 27: diagrama del proceso de segregación para: vidrio	141
ILUSTRACIÓN N° 28: identificación de polímeros	142
ILUSTRACIÓN N° 29: diagrama del proceso de segregación para: polímeros	143
ILUSTRACIÓN N° 30: diagrama del proceso de segregación para: metales.....	144
ILUSTRACIÓN N° 31: diagrama del proceso de segregación para: textiles.....	146
ILUSTRACIÓN N° 32: diagrama del proceso de segregación para: caucho, jebe	147
ILUSTRACIÓN N° 33: composición física del tetrapack o tetrabrik	148
ILUSTRACIÓN N° 34: reutilización del eps o tecnopor	151
ILUSTRACIÓN N° 35: residuos orgánicos compostificables	154
ILUSTRACIÓN N° 36: proceso de producción de compost.....	156
ILUSTRACIÓN N° 37: premisas de diseño para planta de producción de compost ...	157
ILUSTRACIÓN N° 38: generación de biogás en relleno sanitario.....	158
ILUSTRACIÓN N° 39: composición química del biogás en relleno sanitario.....	159
ILUSTRACIÓN N° 40: fases de la composición del biogás.....	159
ILUSTRACIÓN N° 41: detalle del monitoreo de los pozos de extracción	161
ILUSTRACIÓN N° 42: detalle de pozo de extracción de biogás	161
ILUSTRACIÓN N° 43: sistema de redes para transporte de biogás	163
ILUSTRACIÓN N° 44: sistema demister, eliminación de humedad y condensados...	164
ILUSTRACIÓN N° 45: contenedor esférico para almacenaje de biogás.....	165
ILUSTRACIÓN N° 46: antorcha de quemado elevado.....	166
ILUSTRACIÓN N° 47: generadores eléctricos de alta potencia	167
ILUSTRACIÓN N° 48: propuesta de diseño para relleno sanitario.....	170
ILUSTRACIÓN N° 49: fórmula para determinar el volumen de un troco pirámide ...	171
ILUSTRACIÓN N° 50: cortes y terraplenes	175
ILUSTRACIÓN N° 51: lagunas de estabilización de lixiviados.....	183
ILUSTRACIÓN N° 52: tamiz rotativo	184
ILUSTRACIÓN N° 53: sistema de flotación por aire disuelto	185
ILUSTRACIÓN N° 54: sistema de reactores biológicos de membrana (mbr).....	187
ILUSTRACIÓN N° 55: limitación del área de protegida para rellenos sanitarios.....	191
ILUSTRACIÓN N° 56: vías de acceso a la ciudad de puno.	192
ILUSTRACIÓN N° 57: plano topográfico para determinar la ubicación del proyecto	193
ILUSTRACIÓN N° 58: áreas de expansión urbana y áreas de reserva.....	195
ILUSTRACIÓN N° 59: microcuencas presentes en la ciudad de puno	202
ILUSTRACIÓN N° 60: microcuencas presentes en la zona alta de puno.....	203
ILUSTRACIÓN N° 61: ubicación del área para la implementación del proyecto de rsu	
.....	204

INDICE DE IMAGENES:

IMAGEN N° 1: actividad de reciclaje en el botadero de cancharani.	26
IMAGEN N° 2: instituciones educativas participando en concurso “expo-recicla”	27
IMAGEN N° 3: planta de reciclaje - distrito de santiago de surco - lima.	31
IMAGEN N° 4: centro de tratamiento de residuos de góngora.	35
IMAGEN N° 5: contenedores soterrados	73
IMAGEN N° 6: recolección manual de rsu.	75
IMAGEN N° 7: adquisición de maquinarias para la gestión de rsu.	79
IMAGEN N° 8: sistema de disposición y recolección de rr. ss. una puno	84
IMAGEN N° 9: propuesta para el diseño de un biohuerto	158
IMAGEN N° 10: sistema de succión e impulsión	164
IMAGEN N° 11: impermeabilizado con geomembrana hdpe	177
IMAGEN N° 12: construcción de drenes de lixiviados en plataformas	179
IMAGEN N° 13: vistas fotográficas del terreno elegido.....	205
IMAGEN N° 14: planimetría general	240
IMAGEN N° 15: planimetría del complejo para el tratamiento de rsu	240
IMAGEN N° 16: ingreso y control para vehículos pesados	241
IMAGEN N° 17: planta de tratamiento y segregación de residuos sólidos urbanos	241
IMAGEN N° 18: planta para la producción de compost	242
IMAGEN N° 19: área administrativa	242
IMAGEN N° 20: área para biohuerto y zona de aclimatación de especies	243
IMAGEN N° 21: perspectiva-ingreso para vehículos pesados.....	243
IMAGEN N° 22: perspectiva-ingreso para vehículos livianos.....	244

RESUMEN

La producción de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Puno, al igual que en otras ciudades del ámbito nacional, constituyen un problema muy preocupante, más aún si no se tiene las políticas y planes contingentes para una adecuada gestión de los mismos.

En la ciudad de Puno se producen alrededor de 106.09 tn/día, los cuales entre un 8% a 12% es segregado de manera informal, con graves problemas de seguridad y riesgos en la salud para quienes desarrollan esta actividad. Así mismo, es el deterioro del suelo, el aire y los recursos hídricos son provocados por la ausencia de una real y eficiente gestión de estos residuos, trayendo consecuencias aún más graves para la ecología inmersa dentro de la ciudad lacustre.

El objetivo principal de la investigación es el diseño y proyección de una infraestructura donde pueda ser equipada con tecnologías que se adecuen a las características de los residuos producidos en la ciudad de Puno, tomando en cuenta las condiciones climáticas y ambientales del lugar de emplazamiento arquitectónico.

Como resultado del objetivo principal se tiene además que, el proyecto tiende a ser sustentable en su requerimiento energético, debido a la producción de biogás extraído de un adecuado manejo de los residuos sólidos orgánicos dentro del relleno sanitario, teniendo así, la capacidad de generación eléctrica para el funcionamiento integral de la planta de tratamiento. Se suma a estos resultados positivos la recaudación que se realizara mediante el intercambio de los residuos con alto valor de reúso o material con capacidad de producir nuevos artículos y artefactos, los cuales tienen un valor económico dentro del mercado regional y nacional.

PALABRAS CLAVE:

Residuos, urbanos, ecología, tratamiento, energía, reciclaje, arquitectura, industrial,

ABSTRACT

The production of solid urban waste in the city of Puno, as in other cities nationwide, is a very worrying problem, even more so if one does not have policies and contingent plans for an adequate management of them.

In the city of Puno are produced about 106.09 tons/day, between 8% and 12% is segregated informally, with serious safety problems and health risks for those who develop this activity. Likewise, it is the deterioration of soil, air and water resources are caused by the absence of a real and efficient management of these waste, bringing even more serious consequences for the ecology immersed within the lake city.

The main objective of the research is the design and projection of an infrastructure where it can be equipped with technologies that adapt to the characteristics of the waste produced in the city of Puno, taking into account the climatic and environmental conditions of the architectural site.

As a result of the main objective is also that the project tends to be sustainable in its energy requirement, due to the production of biogas extracted from an adequate management of organic solid waste within the sanitary landfill, thus having the power generation capacity for the integral operation of the treatment plant. Added to these positive results is the collection that will be made through the exchange of waste with high reuse value or material with the capacity to produce new articles and artifacts, which have an economic value within the regional and national market.

KEYWORDS:

Waste, urban, ecology, treatment, energy, recycling, architecture, industrial.

INTRODUCCIÓN

El problema de la contaminación ambiental es cada vez más preocupante y en muchos casos son irreversibles, tal es el impacto actual que diversos gobiernos vienen proponiendo y poniendo en práctica políticas y planes que mitiguen los impactos altamente nocivos para la ecología, los cuales son producidos principalmente por las actividades humanas, por lo tanto, es una realidad inevitable, pero a la vez mitigable.

Los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Puno tienen un efecto directo sobre el desarrollo e imagen de la ciudad. La falta de una estrategia adecuada en gestión del manejo de residuos sólidos promueve muchos problemas que afectan al entorno y sobre todo a la población a consecuencia de la contaminación del aire, el suelo y los recursos hídricos, adicional a ello constituyen puntos altamente infecciosos hacia la salud de todo ser vivo, riesgo de salud ambiental, deterioro del paisaje de la ciudad.

El presente informe de investigación tiene como objetivo principal el de plantear una alternativa eficiente en la solución del problema de contaminación por residuos sólidos urbanos de la ciudad, procurando que todas las acciones y planes planteadas se ajusten a la realidad, donde las condicionantes sociales, económicas, ecológicas, tecnológicas, paisajísticas, ambientales, históricas, etc. Tendrán una influencia directa en el desarrollo y sustento de la investigación.

A la par también se pretende mejorar la gestión de residuos sólidos urbanos de forma integral y participativa por todos los actores involucrados en este problema, la población debe tomar consciencia de las acciones y responsabilidades que promuevan un hábito de reducción, reutilización y reciclaje de los residuos, y los gobiernos tiene la obligación de proponer metodologías adecuadas para tratar y disponer los residuos que ameritan procesos más complejos para su tratamiento y sobre todo su aprovechamiento.

Las plantas de tratamiento de residuos sólidos urbanos no solo deben enfocarse a la disposición final de los mismos, la idea central debería direccionarse principalmente al proceso de tratamiento de los desechos que ingresan en ella, adicionalmente estas pueden recurrir a tecnologías que aprovechen las propiedades físicas y químicas de estos residuos con la finalidad de reutilizarse y en todo caso conllevar a un segundo uso mediante sistemas de reciclado y aprovechamiento energético, tal y como hoy en día se hacen en muchos países de primer orden. En Puno la propuesta también va dirigida a que no solo se aprovechen tales propiedades, sino que en lo posible sea un centro ecológico, energético, educativo y que promueva la vida y la creación de microecosistemas nuevos y la preservación de los existentes.

La población tiene también una importante responsabilidad en este problema, las personas deberían adoptar un hábito para reutilización y mitigación en la generación de los residuos sólidos urbanos, iniciando una educación ambiental primordialmente en los núcleos familiares para posteriormente ser reforzados por las instituciones educativas, de salubridad, gobiernos locales, regionales y nacional, así mismo instituciones no gubernamentales inmersas con los intereses ecológicos de la ciudad de Puno.

JUSTIFICACION.

“A diferencia de lo que ocurre en la naturaleza, en donde la mayoría de los procesos biológicos no generan residuos y son altamente eficientes en el consumo de energía, las actividades que desarrolla la sociedad suelen ser ineficientes en cuanto al consumo de energía, agua y materiales, a la vez que se basan por lo general, en procesos lineales generadores de grandes cantidades de residuos” (SEMARNAT, 2011).

La Salud Ambiental representa una tarea de todos, el numeral 22 del artículo 2º de la Constitución Política del Perú dispone que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; lo que incluye una variada gama de derechos y responsabilidades que incluyen desde la preservación de la naturaleza hasta el control de las sustancias nocivas y la protección de la salubridad.

La Ley General de Residuos Sólidos en su artículo 1º, tiene como objetivo “asegurar que la gestión y el manejo de los residuos sólidos sean apropiados para prevenir riesgos sanitarios, proteger y promover la calidad ambiental, la salud y el bienestar de la persona humana”.

La problemática de la generación de residuos sólidos en Puno se ha visto agravada por el crecimiento poblacional, hábitos de consumo, flujos migracionales, factores que inciden en una mayor generación de residuos sólidos, y se puede evidenciar que los gobiernos de turno locales jamás implementaron una gestión de residuos sólidos urbanos altamente eficientes en la segregación y mitigación de los mismos.

El problema de la generación de residuos sólidos cada vez es más preocupante en la ciudad, principalmente porque no se maneja de manera adecuada y mucho menos se le da el tratamiento óptimo para su disposición final. Actualmente los residuos sólidos

terminan en el relleno sanitario de Cancharani¹, el cual está declarado en etapa de **CIERRE Y CLAUSURA**, pero que a la fecha sigue siendo el lugar donde van a parar todos los residuos sólidos urbanos (Gerencia de Medio Ambiente y Servicios, MPP, 2013).

Por tal razón, una eficiente gestión de residuos sólidos urbanos, requiere de la implementación y equipamiento urbano adecuado, en la cual el diseño arquitectónico será determinado por la magnitud de alcance de los residuos generados en el área urbana y periurbana e incorporando las tecnologías más eficientes y optimas que se ajusten a las condiciones ambientales y territoriales de la ciudad de Puno, revalorando así la calidad de los espacios públicos, mitigando la contaminación por residuos sólidos urbanos, reduciendo enfermedades infecciosas, promoviendo la inclusión social y mejorando la imagen urbana de la ciudad de Puno que década tras década se ha mancillado.

¹ Ubicada a 8 km del centro de la ciudad de Puno, vía de acceso por la margen derecha de la vía nacional Puno-Moquegua km7.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.

El ser humano desde que se conoce ha sido un ser creador, transformador de su entorno, consumista de los recursos naturales, debido a todo ello ha generado residuos, en su estado primigenio esos residuos siguieron el ciclo natural de descomposición o reposición en el espacio de manera eficiente durante mucho tiempo hasta la *primera revolución industrial*²; sin embargo, conforme el hombre cada vez mejora y tecnifica su producción de nuevos materiales o el hecho de crear utensilios, pasando por las herramientas y finalmente a las maquinas que a través del tiempo ha promovido la emisión de residuos. Dichos residuos sólidos son cada vez más difíciles de eliminar y nunca antes se había presenciado en tal magnitud.

En la actualidad es un problema tan preocupante y en asenso indiscriminado, más aún si vivimos en la *era del consumo*³, la cual nos obliga a implementar leyes y normas

² Se da a finales del XVIII y hasta mediados del siglo XIX. Las consecuencias fueron enormes, afectaron a todos los ámbitos de la vida.

³ Proceso histórico, esto es, como forma de apropiación material del excedente social, a la vez que producción, circulación y uso de signos, encarnado todo ello en las prácticas de cada posición social.

que ayuden a mitigar los impactos que produce la sociedad en sí misma y sobre todo a la ecología.

De hecho, en nuestra realidad, Puno tiene principalmente dos problemas que atentan directamente a la ecología. El primero y bien conocido es la contaminación de la bahía interior del lago Titicaca y, el segundo es la mala deposición final de los residuos sólidos urbanos. Este último problema ecológico ambiental no se considera de mucho interés, debido a que el problema se concentra fuera de la ciudad y de la cual no se tiene una percepción real.

Desde luego se identifican factores de este problema los cuales son: La falta de una seria y adecuada gestión de residuos sólidos urbanos por parte del gobierno municipal para el tratamiento de dichos residuos sólidos; el otro factor es la falta de educación de los puneños en cuanto al tema del reciclaje y deposición de los desechos domésticos y; se puede justificar este último factor a la inexistencia de infraestructura óptima, la cual pueda reciclar y aprovechar la mayor cantidad posible de los residuos sólidos de la ciudad de Puno. Por lo cual se debe reformular y proyectar un verdadero sistema de gestión de residuos sólidos, el cual debe optimizar dichos recursos y tener una responsabilidad ecológica con la ciudad.

Por tal razón, la ciudad de Puno tiene la necesidad urgente de implementar una planta ecológica para la selección, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos y su respectivo equipamiento urbano que ayude al adecuado manejo de estos residuos, promoviendo así una ciudad saludable y ecológica que mejorará sustancialmente la imagen urbana.

1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.

1.2.1 Pregunta General.

¿Cuáles son las características arquitectónicas de una planta de tratamiento que posibilite el funcionamiento adecuado de las eco-tecnologías en el manejo de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno?

1.2.2 Preguntas Específicas.

¿Cuál es la alternativa eco-tecnológica adecuada para la selección, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno?

¿Cuál es la composición física de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.3.1 Objetivo General.

Establecer las características arquitectónicas de una planta de tratamiento que posibilite el funcionamiento adecuado de las eco-tecnologías en el manejo de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno.

1.3.2 Objetivos Específicos.

Determinar la alternativa Eco-Tecnológica adecuada para la selección, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno.

Caracterizar la composición de los residuos sólidos para su mejor selección, tratamiento, aprovechamiento y disposición final.

1.4 FORMULACION DE HIPOTESIS.

1.4.1 HIPOTESIS GENERAL.

Las características arquitectónicas para la planta de tratamiento de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno serán determinadas por la eco-tecnología adecuada definida por la composición de dichos residuos.

1.4.2 HIPOTESIS ESPECÍFICAS.

La alternativa eco-tecnológica adecuada para la selección, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno, será definida por las características en la composición de los mismos.

La composición de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno está diferenciada según el uso de suelo.

1.5 VARIABLES E INDICADORES.

1.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.

Las características de composición físicas de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno.

1.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE.

Las eco-tecnologías adecuadas para la selección, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno.

1.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES –

MATRIZ DE CONSISTENCIA.

CUADRO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

"PLANTA ECOLÓGICA PARA LA SELECCIÓN, TRATAMIENTO, APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE PUNO"					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES INDEPENDIENTE	INDICADORES	INDICE
¿Cuáles son las características arquitectónicas de una planta de tratamiento que posibilite el funcionamiento adecuado de las eco-tecnologías en el manejo de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno?	Establecer las características arquitectónicas de una planta de tratamiento que posibilite el funcionamiento adecuado de las eco-tecnologías en el manejo de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno.	Las características arquitectónicas para la planta de tratamiento de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno serán determinadas por la eco-tecnología adecuada definida por la composición de dichos residuos.	Las características físicas de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno.	Residuos compostificables. Residuos comerciales reciclables inorgánicos. Residuos reciclables inorgánicos No comerciales. Residuos No reciclables. Residuos domésticos peligrosos. Residuos domésticos inertes y Producción de residuos por uso de suelo.	En Tn/día. En Tn/día. En Tn/día. En Tn/día. En Tn/día. En Tn/día. En %.
¿Cuál es la alternativa eco-tecnológica adecuada para la selección, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno.	Determinar la alternativa Eco-Tecnológica adecuada para la selección, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno.	La alternativa eco-tecnológica adecuada para la selección, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno, será definida por la características en la composición de los mismos.	VARIABLE DEPENDIENTE	Tecnología adecuada para la planta de tratamiento. Tecnología adecuada para el aprovechamiento energético. Zonificación del lugar óptimo para la planta. Área adecuada para la planta.	Evaluaciones en % de eficiencia. Evaluaciones en % de eficiencia. Visual y estudio En % por zonas
¿Cuál es la composición física de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno?	Caracterizar la composición de los residuos sólidos para su mejor selección, tratamiento, aprovechamiento y disposición final.	La composición de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno están diferenciados según el uso de suelo.	Las eco-tecnologías adecuadas para la selección, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno.		

Fuente: MPP. Elaboración propia.

1.7 ALCANCE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

1.7.1 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.

El tipo de alcance que tendrá la presente investigación es descriptiva-explicativa.

Para poder entender por qué se está investigando el problema de los residuos sólidos urbanos, es necesario dar a conocer de forma descriptiva los procesos eficientes que se llevarían al plantear un real Sistema Ecológico Integrado Para La Gestión De Los Residuos Sólidos Urbanos De La Ciudad De Puno. Es decir, el estudio descriptivo, mide, evalúa o recolecta datos sobre diversos conceptos (variables), aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas, para así (valga la redundancia) describir lo que se investiga (Sampieri, Fernández, & Baptista, 2006).

Y es explicativo principalmente porque con esta investigación se dará a conocer que logros y metas se alcanzarían al desarrollar y ejecutar esta propuesta a la problemática de la gestión de los residuos sólidos urbanos.

1.7.2 DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.

El diseño de investigación será de tipo No Experimental, por tratarse de un proyecto que como resultado emitirá una propuesta para Proyectar un Sistema Ecológico Integrado Para La Gestión De Los Residuos Sólidos Urbanos De La Ciudad De Puno, en la cual las variables no serán sometidas a una manipulación deliberada, sino que se observará los resultados obtenidos en una situación hipotética y tal como sucedería si se dieran en su contexto natural.

1.7.3 ÁMBITO DE ESTUDIO.

El presente proyecto de investigación denominado “Sistema Ecológico Integrado Para la Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad De Puno”, se realizará en

el área urbana de la ciudad de Puno, teniendo en cuenta las normativas y criterios de diseño que permitirán la implementación de una planta de tratamiento de residuos sólidos y la utilización de recursos energéticos aprovechables y renovables.

1.8 PROCESO METODOLOGICO EN INVESTIGACION.

ILUSTRACIÓN N° 1: ESQUEMA DEL PROCESO METODOLÓGICO INVESTIGATIVO.



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO II

DESARROLLO TEÓRICO – CONCEPTUAL

2.1 MARCO REFERENCIAL.

2.1.1 A Nivel Local.

Puno al igual que muchas otras ciudades del Perú experimenta desde hace tiempo un fenómeno del recojo informal, debido principalmente a que sus actores obtienen una ganancia económica al seleccionar y segregar los residuos sólidos urbanos más comercializables, entre los cuales se encuentran los envases de plástico, papeles y cartones, latas, fierros, etc.

Es evidente que, en dicha ciudad aún no hay experiencias relevantes acerca de un establecimiento eficaz y óptimo para el desempeño en cuanto al tratamiento de residuos sólidos, debido principalmente al desinterés de las autoridades locales y regionales. Sin embargo, Puno cuenta con extensos suelos *eriazos*⁴, los cuales posibilitan la implementación de un relleno sanitario, tal y como se ha venido haciendo desde el año de 1997. En ese entender se puede justificar la solución a la problemática ambiental ya mencionada.

⁴ Dicho de una tierra o de un campo: Sin cultivar ni labrar.

La experiencia recogida a nivel local indica que *al menos 800 personas están dedicadas a la actividad de selección y recolección de residuos sólidos*⁵ con valor intercambiable de manera informal y sin los implementos adecuados para esta actividad, quienes llevan los residuos a pequeños centros improvisados donde se tritura y se embala para su venta posterior en las ciudades de Arequipa y Lima. Además de que la informalidad trae muchas consecuencias adversas para quienes practican, debido a que no cuentan con equipamiento mínimo y necesario para esta actividad, de ahí se inician cortes y accidentes por manipulación de los residuos, infecciones y problemas respiratorios, lumbalgia, entre otros.

Así mismo, otro grupo importante de recicladores se encuentran en el mismo botadero de Cancharani, quienes serían pobladores de la Comunidad de Mi Perú⁶ y sobre todo de la Comunidad de Cancharani, como una forma de resarcir los daños que se vienen ocasionando por la mala disposición de RSU desde hace tres décadas aproximadamente.

IMAGEN N° 1: ACTIVIDAD DE RECICLAJE EN EL BOTADERO DE CANCHARANI.



Fuente: Municipalidad Provincial de Puno.

⁵ Declaraciones según Lino Mamani Huisa, presidente de la Asociación de Recicladores de Puno.

⁶ Ubicada a 7 km del centro de la ciudad de Puno, vía de acceso por la margen izquierda de la vía nacional Puno-Moquegua km 6.

El reciclaje es una actividad que no se practica de forma relevante en la ciudad de Puno, debido a que la ciudad no se perfila como una urbe industrial, la falta de tecnología que procese estos productos reciclables imposibilitan un eficaz reuso de los residuos sólidos urbanos con valor comercial.

El Gobierno Regional de Puno en el 2014, junto a La Dirección Regional de Educación Puno, convocó a todas las instituciones educativas de nivel inicial, primaria y secundaria sean privadas y públicas de la región a participar en el “I Concurso Regional: **DISEÑA, CREA Y RECICLA**”; la cual tuvo la finalidad de promover en la comunidad educativa hábitos adecuados en el manejo de los residuos sólidos que se generan a diario a partir del reaprovechamiento y reciclaje de los mismos.

El mismo año la Municipalidad provincial de Puno también organizó el I Concurso “**Expo-recicla**” con el auspicio de la Empresa Recicladora RESITEC, la cual, además de estar dirigida al sector educativo, convocó al público en general, y la finalidad de dicho evento fue la misma que definió el gobierno regional.

Lamentablemente hasta la fecha esta iniciativa no se ha replicado, por lo que se confirma la apreciación de que el tema del reciclado no es prioridad de los gobiernos locales y regionales.

IMAGEN N° 2: INSTITUCIONES EDUCATIVAS PARTICIPANDO EN CONCURSO “EXPO-RECICLA”



Fuente: Diario Los Andes.

2.1.2 A Nivel Nacional.

Planta de tratamiento y disposición final de los residuos sólidos Tiranapampa – Huancayo.

Huancayo es la primera ciudad provincial que se propuso la implementación de una planta de tratamiento de residuos sólidos, los cuales a la fecha ya tienen la autorización para dicha construcción, el cual ha sido aprobada mediante Informe 3319-2014/DSB, la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) el cual emitió la opinión técnica favorable al proyecto de Infraestructura de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos ubicado en el paraje Tiranapampa, a cargo de la Municipalidad Provincial de Huancayo. Además, ya se ha avanzado con el estudio de impacto ambiental, para lo cual la municipalidad provincial de Huancayo está en la etapa de la elaboración del expediente técnico. El funcionamiento proyectado es para más de 50 años en su primera etapa. Concluida la planta, el tratamiento de los RSU tendrá varias fases.

- La primera es la “recolección” de la basura en camiones recolectores.
- La segunda fase es la “segregación” donde se separan los plásticos, cartones, vidrios, papeles y metales para reciclaje. La tercera fase será el “prensado”, que consiste en comprimir los residuos que no tienen utilidad en bloques de 2 metros cuadrados y un peso aproximado de 2 toneladas extrayéndoles el líquido del material.
- La cuarta fase es el “enfardado” donde los bloques son transportados al área de enfardado y son cubiertos con polietileno lo que evitarán su contacto con el medio ambiente.
- La quinta fase es el “compostaje” donde los residuos orgánicos y segregados en los hogares se usan para elaborar compost mediante la técnica de planillones.

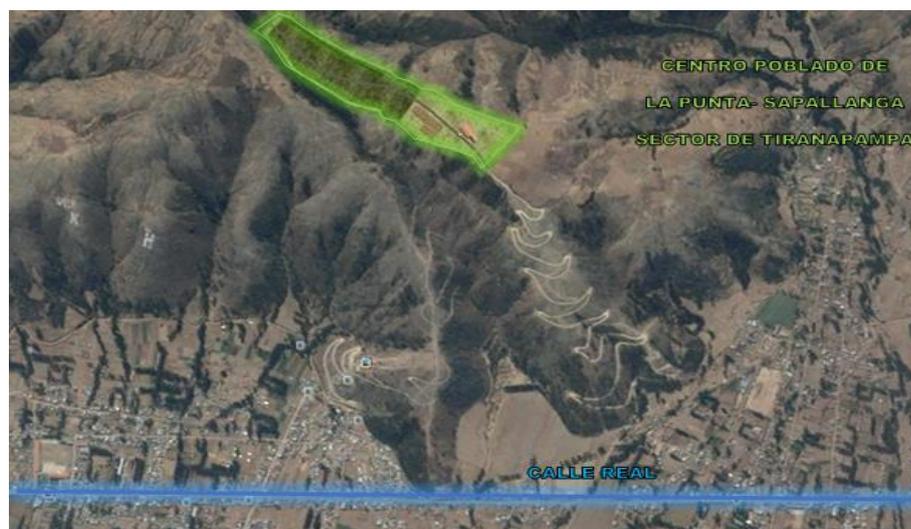
- La última fase es la “disposición final” donde los bloques son llevados al área de disposición final y son cubiertos de tierra, formándose un nuevo montículo para formar un paisaje natural.

En Huancayo, El Tambo y Chilca se generan diariamente alrededor de 350 toneladas de residuos sólidos, cuya composición incluye; en primer lugar, materiales reciclables como papel, cartón, plástico, metal, textiles, cueros, caucho y madera.

Estos materiales constituyen alrededor del 20% del total de residuos. Dentro de los residuos sólidos, también se encuentra la materia orgánica (la cual representa el 55% del total de residuos) y, finalmente, se encuentran los materiales que no se pueden reciclar, éstos representan el 25% del total. La actividad del reciclaje o clasificación mayormente es realizada de manera informal.

El proyecto también contempla el manejo responsable de los lixiviados (líquidos contaminantes), manejo de gases, tratamiento de aguas servidas. El área otorgada en sesión de uso por la comunidad campesina y centro poblado de La Punta es de 13.04 hectáreas.

ILUSTRACIÓN N° 2: PLANTA DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RR. SS. HUANCAYO.



Fuente: Diario Correo, Edición Virtual-Huancayo

Distrito De Santiago de Surco-Lima.

La Empresa Municipal Santiago de Surco S.A. (EMUSS) fue constituida en el año 2001 como una Sociedad Anónima de Derecho Privado; por la Municipalidad de Santiago de Surco. Constituyendo así el primer municipio a nivel nacional en implementar un centro de tratamiento de residuos sólidos.

Su principal actividad es liderar en Surco el Programa de Segregación en Origen que es exitoso gracias a sus vecinos, quienes participan.

Este programa de segregación, denominado En Surco la Basura Sirve, iniciado con la participación de 200 familias y que posteriormente llegó a aproximadamente 20 mil familias en el último quinquenio.

En el año 2016 se inauguró la implementación de una nueva y moderna planta de reciclaje para poder atender a unas 50 mil familias, con una capacidad de procesamiento de 50 toneladas de material inorgánico al día, y que en la actualidad significa cuatro veces más de la que se genera.

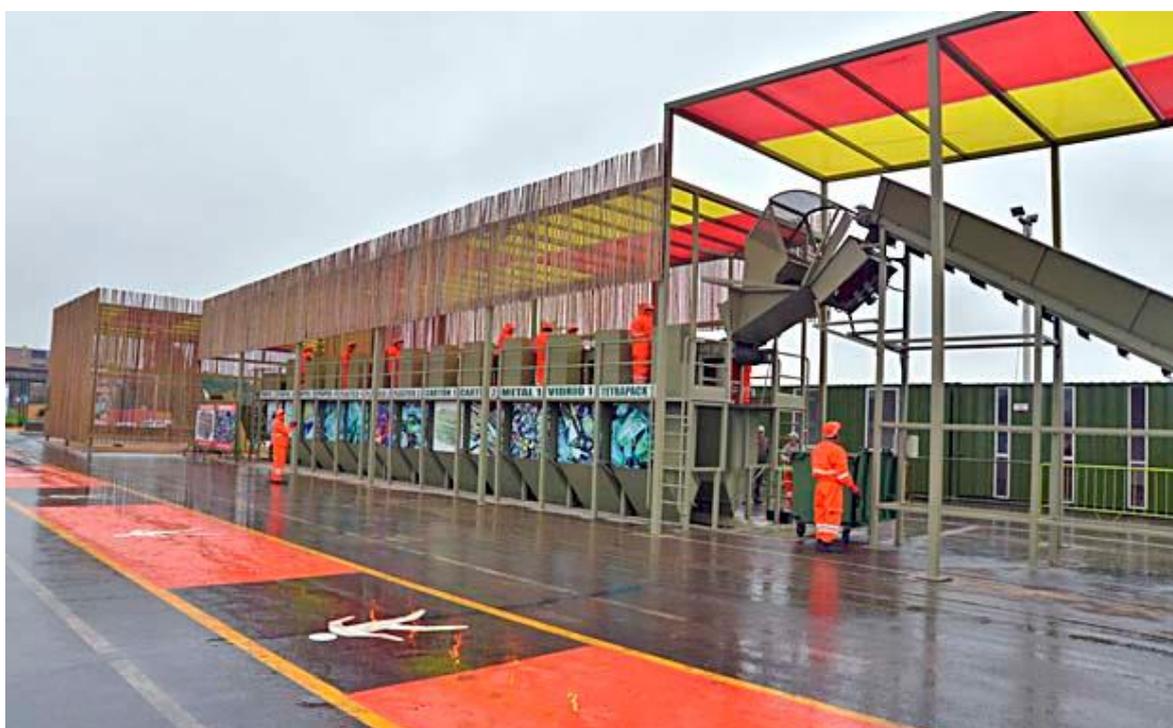
La planta de tratamiento se construyó en un área de una hectárea o 10 mil m², equipada con tecnología de alta efectividad para este sistema de tratamiento de RSU, a la fecha se convierte en la más grande y sofisticada planta de tratamiento dentro del territorio peruano.

Esta planta de tratamiento cuenta con un sistema de segregación lineal compuesta por ocho fajas y cinco prensas hidráulicas o compactadoras semiautomáticas, el cual supone una manipulación fácil para un operador debidamente capacitado y, obteniendo así una producción óptima de residuos sólidos debidamente tratados y que luego podrán ser transformadas en productos nuevo como mesas, sillas, tachos de basura a base de tetrapack, carteras, maseteros, casas para perros, entre otros.

De esta manera, se viene cumpliendo con el objetivo de EMUSS que es proteger y conservar el medio ambiente, a través de la menor utilización de rellenos sanitarios y devolviendo determinados productos al ciclo productivo del mercado.

Esta estrategia contribuye con la mejora de la calidad de vida de la población surcana y fortalece la preservación del medio ambiente, a través de la recuperación del material reciclable, que constituye la materia prima utilizada en diferentes industrias.

IMAGEN N° 3: PLANTA DE RECICLAJE - DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA.



Fuente: Municipalidad de Santiago de Surco/ Gerencia de Servicios a la Ciudad.

El Objeto de la Sociedad es dedicarse a la recolección, transporte, tratamiento, comercialización, disposición final y asesoría en el manejo de los Residuos Sólidos y Líquidos y a las actividades conexas o afines que permitan el objetivo de su objeto; así como a las actividades de gestión, gerencia, asesoría, consultaría y representación de cualquier otra actividad productiva y comercial de bienes y servicios de interés municipal.

OBJETIVOS INSTITUCIONALES.

- Fomentar la participación de los vecinos que todavía no forman parte del Programa.
- Crecer como empresa dentro de los parámetros establecidos en la Ley.
- Administrar correctamente los bienes y/o servicios delegados por la Municipalidad de Santiago de Surco mediante Convenios de Cooperación Interinstitucional.
- Honrar los compromisos asumidos con las entidades privadas, en el marco de los contratos de administración de los materiales reciclables.

2.1.3 A Nivel Internacional.

Sistema de Tratamiento de Residuos Urbanos de Góngora⁷.

Desde 1987 la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona es la encargada de gestionar los residuos que se generan en los ayuntamientos integrados en este servicio. El sistema de gestión combina tres funciones:

- Recogida selectiva y planta de selección para los materiales reciclables.
- Vertido controlado para la materia orgánica y resto de residuos.
- Aprovechamiento energético del gas generado a partir de la biomasa.

Dichos procesos se llevan a cabo en el Centro de Tratamiento de Residuos de Góngora, situado a 12 km. al sureste de Pamplona, donde se tratan los residuos de los 50 municipios integrados, así como los procedentes de la zona norte de Navarra.

Dentro de su política de tratamiento de residuos sólidos urbanos, la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona, ha dispuesto un sistema de gestión de

⁷ Góngora es una localidad del municipio de Aranguren en la Comunidad Foral de Navarra (España).

residuos que inicia con el recojo de los residuos en los puntos limpios ubicados estratégicamente en conglomerados urbanos, zonas comerciales, áreas verdes, lugares turísticos, instituciones públicas y privadas, etc. La cual optimiza la recolección y transporte de los mismos.

RECOGIDA NEUMÁTICA

En funcionamiento en el Casco Antiguo de Pamploña desde febrero de 2011, permite a sus vecinos depositar los residuos domésticos en buzones de recogida, diferenciados para tres tipos de materiales: materia orgánica, envases, papel y cartón.

Los buzones están conectados a una red de recogida subterránea de 6,5 km a través de la cual circulan los residuos, impulsados por corrientes de aire, hasta la central de recogida de Trinitarios.

En la actualidad existen 35 puntos de recogida y 118 buzones. El sistema de recogida neumática ha permitido la retirada de los contenedores en la zona, lo que ha habilitado más espacio para el tránsito peatonal, se ha minimizado cualquier posible problema de olores y se ha eliminado el ruido y la contaminación de los camiones de recogida que ya no transitan por la zona.

PUNTOS LIMPIOS

El punto limpio es una instalación destinada a recoger selectivamente los residuos especiales generados en el hogar. Hay dos tipos de puntos limpios: los fijos, que están instalados permanentemente en los aparcamientos de los hipermercados, y los móviles: vehículos que se desplazan por diferentes pueblos y barrios.

RECOGIDA PUERTA A PUERTA

La Mancomunidad presta dos servicios de recogida "puerta a puerta" a establecimientos del Casco Antiguo de Pamploña gracias a los cuales los comerciantes no necesitan desplazarse hasta los contenedores y buzones, y ahorran espacio de almacenamiento.

La recogida "puerta a puerta" de vidrio, se realiza diariamente y está dirigida a establecimientos de hostelería. Para facilitar la recogida del vidrio y su posterior reciclaje, la Mancomunidad solicita a los comerciantes de hostelería que depositen los envases vacíos sin tapas ni tapones metálicos, en el contenedor de ruedas que tienen asignado. Dicho contenedor debe ser sacado a la puerta del establecimiento para facilitar la tarea de vaciado que realizará el equipo de recogida.

La recogida "puerta a puerta" de cartón, se realiza de lunes a sábado y está dirigida a comercios. El cartón a recoger debe estar limpio y las cajas deben estar plegadas para que ocupen el menor espacio posible. Asimismo, una vez retiradas las cintas adhesivas, plásticas o metálicas, la Mancomunidad requiere que los cartones sean agrupados y atados con cinta de papel o cuerda antes de ser dejados en la puerta del comercio.

VOLUMINOSOS

Puedes solicitar, sin coste alguno, la recogida en tu domicilio de aquellos objetos que por su tamaño no pueden depositarse en los contenedores: muebles, electrodomésticos, etc.

Es un servicio asignado a Traperos de Emaús. Si los objetos recogidos están en buen estado o necesitan una pequeña reparación, ésta se realiza y salen a la venta en el mercadillo de los Traperos; en caso contrario, se desguazan y reciclan por piezas.

IMAGEN N° 4: CENTRO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE GÓNGORA.



Fuente: Mancomunidad de la Comarca de Pamplona.

Objeto Del Sistema De Tratamiento De Residuos Urbanos De Góngora.

El Programa expuesto en este documento se plantea los siguientes objetivos específicos:

Describir y justificar el modelo de recogida de los envases ligeros, de papel y cartón y vidrio, así como de la fracción húmeda (materia orgánica y resto) recogida en un solo contenedor, dentro de la categoría de los RSU ordinarios. Definir los materiales solicitados en cada caso. De forma complementaria, abordar los RSU voluminosos y los RSU peligrosos domiciliarios.

Proponer unos objetivos de recogida selectiva y reciclaje de las fracciones citadas.

Definir el objeto de las plantas de selección de material inerte y envases ligeros y las plantas de tratamiento de la materia orgánica y su configuración típica. Analizar el efecto de la zonificación (y la escala resultante de las plantas) sobre el coste de la recogida (distancia) y el coste de la selección (capacidad).

Establecer un plan zonificado optimizado de:

- Recogida y selección de residuos de envases de vidrio, papel-cartón y ligeros.
- Recogida y compostaje o biometanización, en su caso, con separación mecánica previa del resto (contenedor de la fracción húmeda).
- Presupuestar los gastos de inversión y de operación de la red zonificada, de acuerdo con los objetivos establecidos. Con ello se determinan los costes de la gestión de residuos de acuerdo con el modelo propuesto
- Definir un conjunto de medidas de promoción de la minimización de la generación de RSU.
- Proponer el esquema básico de las campañas de comunicación necesarias para conseguir la participación ciudadana en la recogida selectiva y la minimización en la generación de los residuos y definir las funciones de una posible oficina de desarrollo de mercado para los materiales recuperados de los residuos municipales, como uno de los instrumentos a estudiar para cerrar el ciclo del reciclaje.

ILUSTRACIÓN N° 3: SISTEMA DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RSU DE GÓNGORA.

A. VERTIDO CONTROLADO	B. COLECTOR DE LIXIVIADOS	C. APROVECHAMIENTO DE GASES	D. CONTROL DE CALIDAD
Los residuos orgánicos y el resto no reciclable se vierten en las celdas, se compactan y se cubren con tierra. Las celdas de vertido están impermeabilizadas y dotadas de las medidas de protección que aseguran el menor impacto ambiental. Una vez llenas, se sellan a la espera de su revegetación.	Los lixiviados, líquidos contaminantes procedentes de la descomposición de la materia orgánica, se canalizan desde las celdas hasta la Estación Depuradora de Aguas de Arazuri.	El metano originado por la descomposición de la materia orgánica se capta en las celdas y se almacena en el Gasómetro desde donde es conducido para su transformación a la Central de Aprovechamiento Energético.	El Laboratorio y el Centro de Telemando y Telecontrol garantizan el correcto desarrollo y la seguridad de los procesos de tratamiento y permiten conocer en cada momento las condiciones de funcionamiento de las instalaciones.



Tratamiento de residuos		Aprovechamiento de gases	
1	Puerta de entrada	1	Captación de gas en las celdas
2	Edificio de oficinas y servicios	2	Tubería de conducción
3	Control y pesaje	3	Caseta de regulación y análisis de gas
4	Lavado de ruedas	4	Edificio de equipos de soplantes
5	Nave de selección	5	Gasómetro
6	Zona de vertido controlado: celda en explotación	6	Nave de aprovechamiento energético de gas
7	Celda clausurada en desgasificación	7	Torreta de distribución
		8	Antorcha de combustión

Fuente: Mancomunidad de la Comarca de Pamplona.

2.2 MARCO TEÓRICO.

2.2.1 RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)⁸.

Los residuos o desechos son aquellas sustancias u objetos abandonados o descartados en forma permanente por quien los produce, por considerarlos ya sin utilidad en su provecho. Por supuesto, y conforme se tratará más adelante, esto no significa que los residuos descartados, o al menos algunos de los materiales que contienen, no puedan configurar un recurso en otro marco, o ser útiles para otro actor distinto del generador.

Los residuos sólidos urbanos (RSU), en tanto, pueden definirse como los desechos generados en la comunidad urbana, provenientes de los procesos de consumo y desarrollo de las actividades humanas, y que normalmente son sólidos a temperatura ambiente. Además de los producidos por los usos residenciales, comerciales e institucionales, y por el aseo del espacio público, los RSU incluyen los residuos originados en las industrias y establecimientos de salud, siempre que no tengan características tóxicas ni peligrosas, en cuyo caso constituyen corrientes de residuos de otro tipo que deben ser manejadas según lo establecen las normativas específicas.

Si bien los RSU están constituidos por un conjunto heterogéneo de materiales, dividen su composición en dos categorías básicas:

- **Orgánicos:** restos de materiales resultantes de la elaboración de comidas, así como sus restos vegetales y animales (huesos, verduras, frutas, cáscaras). Se descomponen rápidamente, con fuertes olores, y son fuente de proliferación bacteriana. Atraen a roedores, insectos y también a los animales domésticos (gatos, perros, etc.) que, además de romper las bolsas contenedoras, son vectores de enfermedades.

⁸ (Gaggero & Ordoñez, 2012). *Gestión integral de Residuos Sólidos Urbanos*. Buenos Aires: OPDS.

- **Inorgánicos⁹**: restos de elementos que no son fruto directo de la naturaleza sino de la industrialización de recursos naturales (plástico, vidrio, papeles, latas, textiles). Proviene mayormente del desperdicio de envases y embalajes característicos de la presentación de productos comerciales.

2.2.1.1 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.

En función a su manejo y gestión¹⁰ se clasifican en:

Residuos de gestión municipal. Son de origen doméstico (restos de alimentos, papel, botellas, latas, pañales descartables, entre otros); comercial (papel, embalajes, restos del aseo personal, y similares); aseo urbano (barrido de calles y vías, maleza, entre otros); y de productos provenientes de actividades que generen residuos similares a estos, los cuales deben ser dispuestos en rellenos sanitarios.

Residuos peligrosos de gestión NO municipal. Son aquellos que, debido a sus características o al manejo al que deben ser sometidos, representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente por presentar al menos una de las siguientes características: autocombustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radiactividad o patogenicidad. Por ejemplo, los residuos metálicos que contengan plomo o mercurio, los residuos humanos provenientes de establecimientos de salud, los residuos de plaguicidas, los herbicidas, los residuos provenientes de la fabricación de productos químicos, los residuos con cianuro, entre otros indicados en el del Anexo 4 del Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos. Cada uno de ellos debe ser dispuesto en los rellenos de seguridad.

⁹ Si bien por ser la terminología más difundida estos residuos se refieren como “inorgánicos”, estrictamente hablando, el papel y los plásticos están constituidos también por sustancias orgánicas. Una denominación más adecuada para esta fracción, conformada por materiales inorgánicos y orgánicos no fácilmente degradables, sería “inertes”.

¹⁰ (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA, 2014). *La Fiscalización Ambiental en los Residuos Sólidos*. Lima: Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú.

Residuos NO peligrosos de gestión NO municipal. Son aquellos que no se pueden clasificar en ninguno de los dos tipos de residuos antes mencionados y que, por lo general, cuentan con una regulación propia. Por ejemplo, los desechos de las actividades de la construcción y demolición, los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos - RAEE, y los residuos industriales. Asimismo, su fiscalización dependerá del sector industrial que genera dichos residuos.

RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN, Se rige por lo dispuesto en el Reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de la construcción y demolición, aprobado mediante Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA.

RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN

RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS – RAEE, Se rige por lo dispuesto en el Reglamento Nacional de los residuos de aparatos Electrónicos y eléctricos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 001-2012-MINAM. Pueden contener –o no– componentes peligrosos y dependerá del manejo adecuado que se les dé para su reaprovechamiento o disposición final adecuada.

2.2.1.2 GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS.

En el pasado, los residuos eran considerados como un único material para el cual se podía encontrar una única solución de tratamiento, que era el vertido. Hoy en día se tiende a considerar a los residuos separadamente en sus componentes, cada uno de los cuales necesita una recogida selectiva, un transporte y un tratamiento y destino final separado. En los criterios avanzados de gestión no existe ya un único flujo de residuos desde los lugares de producción a los lugares de tratamiento, sino que se trabaja con flujos distintos que, partiendo de componentes diferenciados, van por vías específicas de

transporte a diferentes puntos terminales de tratamiento, según la mejor convivencia de cada uno de ellos.

Por otra parte, la gestión final, que en otro tiempo era única, hoy se plantea como un sistema llamado **tratamiento integrado**, que prevé más de un punto terminal con función de recorrido de los diversos flujos de los residuos.

2.2.1.3 ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS.

El aumento de nivel de vida ha provocado un incremento desmesurado en la producción de residuos. Paralelamente, el crecimiento demográfico determina también una producción más elevada de residuos.

La solución a estos problemas ha de pasar por una gestión eficaz y un cambio en los hábitos de comportamiento de las personas, basándose en la minimización de los residuos y en la recogida selectiva de estos materiales. De esta manera conseguiremos reducir la cantidad de residuos que en la actualidad se destinan al rechazo y que causan graves problemas ambientales.

Un claro reflejo de esta filosofía es la **Ley de las 3R**: reducción, reutilización y reciclaje.

Reducción

- No consumir aquello que no es realmente necesario.
- Evitar los embalajes inútiles e innecesarios.
- Optar por productos que se puedan usar más de una vez.
- Escoger productos que generen el mínimo de residuos y procurar que estos sean aprovechables.

Reutilización

- Aprovechar aquello que pueda ser todavía útil.
- Utilizar productos reutilizables o retornables.
- Utilizar productos que sean recargables.

Reciclaje

- Depositar en contenedores o recipientes reparados aquellos componentes de las basuras que puedan ser reciclados.
- Escoger productos que, una vez usados, puedan recogerse selectivamente.
- Escoger productos fabricados con materiales reciclados.

2.2.1.4 FUTURO DE LOS RESIDUOS.

Considerando todo lo visto hasta ahora, podemos decir que el futuro de los residuos se centrará en tres líneas básicas de actuación, estas son:

a) Prevención.

Se intentará impedir en la medida de lo posible que se generen residuos innecesarios a través del uso de **tecnologías limpias**, que reduzcan al máximo posible su producción.

También se promoverá la producción de **productos limpios** que produzcan el mínimo impacto posible sobre el medio ambiente. Se promulgará el desarrollo de **productos de larga duración**.

b) Recuperación.

Se someterán los residuos generados a un proceso de valorización con el objetivo de volverlos a introducir nuevamente en el ciclo productivo. Para ello se fomentará la **recogida selectiva, la reutilización, el reciclaje y la recuperación de materias prima o energía**.

Para llevar a cabo esta línea de trabajo es necesario promocionar el desarrollo de las técnicas de reutilización y reciclaje, optimizar estos procesos, reducir los costes externos de estos trabajos y, por último, dar a los productos reutilizados y reciclados.

c) Eliminación segura.

Una vez ejecutados todos estos procesos de tratamiento de los residuos, los que no se han podido aprovechar deberían ser eliminados sin riesgo para el entorno.

Estos tratamientos deberían reducir al máximo el impacto que puedan crear sobre el medio ambiente. Todos estos procesos deberán estar regulados rigurosamente por la legislación con el fin de proteger el medio ambiente y determinar la responsabilidad civil por los daños que se hayan podido ocasionar.

2.2.2 POLÍTICAS AMBIENTALES EN GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.

2.2.2.1 SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL (SGA)¹¹.

Las normas internacionales sobre gestión ambiental tienen como finalidad proporcionar a las organizaciones los elementos de un sistema de gestión ambiental eficaz, que puede ser integrado con otros requisitos de gestión, y para ayudar a las organizaciones a lograr metas ambientales y económicas.

Es una herramienta de aplicación voluntaria, que se implanta por decisión de la propia organización como instrumento para, entre otras cosas, mejorar los impactos sobre el medio ambiente.

¹¹ Enríquez Palomino, A., Abril Sánchez, C., & Sánchez Rivero, J. M. (2010). *Manual para la integración de Sistemas de Gestión: Calidad, Medio Ambiente y Prevención de Riesgos Laborales*. Madrid: FC EDITORIAL.

Un Sistema de Gestión Ambiental es un proceso cíclico de planificación, implantación, revisión y mejora de los procedimientos y acciones que lleva a cabo una organización para realizar su actividad garantizando el cumplimiento de sus objetivos ambientales.

La mayoría de los sistemas de gestión ambiental están contruidos bajo el modelo: "Planificar, Hacer, Comprobar y Actuar", lo que permite la mejora continua basada en:

- **Planificar**, incluyendo los aspectos ambientales y estableciendo los objetivos y las metas a conseguir,
- **Hacer**, implementando la formación y los controles operacionales necesarios,
- **Comprobar**, obteniendo los resultados del seguimiento y corrigiendo las desviaciones observadas
- **Actuar**, revisando el progreso obtenido y efectuando los cambios necesarios para la mejora del sistema.

2.2.2.2 MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES¹².

El manejo integral y sustentable de los residuos sólidos combina flujos de residuos, métodos de recolección y procesamiento, de lo cual derivan beneficios ambientales, optimización económica y aceptación social en un sistema de manejo práctico para cualquier región. Esto se puede lograr combinando opciones de manejo que incluyen esfuerzos de reuso y reciclaje, tratamientos que involucran compostaje, biogasificación, incineración con recuperación de energía, así como la disposición final en rellenos sanitarios. El punto clave no es cuántas opciones de tratamiento se utilicen, o si se aplican todas al mismo tiempo, sino que sean parte de una estrategia que responda a

¹² SEMARNAT. (2011). *Minimización Y Manejo Ambiental De Los Residuos Sólidos*. Mexico: SEMARNAT.

las necesidades y contextos locales o regionales, así como a los principios básicos de las políticas ambientales en la materia.

Así, por ejemplo, un sistema en una municipalidad que incorpore reciclado, incineración con recuperación de energía y relleno sanitario puede ser muy diferente al sistema prevaleciente en otra municipalidad que incluya reciclado, composta y relleno sanitario. Lo cual no tiene importancia, en tanto se alcance el objetivo principal del manejo integral de los residuos sólidos, que es encontrar los medios económicos y ambientales más apropiados para desviar una cantidad óptima de residuos del relleno sanitario. El modelo descrito anteriormente hace hincapié en la interrelación de las partes del sistema y no intenta predecir cuál es el mejor sistema.

2.2.2.3 LINEAMIENTOS DE POLÍTICA ESPECÍFICOS¹³.

- Desarrollo de acciones de educación y capacitación para una gestión de los residuos sólidos eficiente, eficaz y sostenible.
- Adopción de medidas de minimización de residuos sólidos a través de la máxima reducción de sus volúmenes de generación y características de peligrosidad.
- Establecimiento de un sistema de responsabilidad compartida y de manejo integral de los residuos sólidos, desde la generación hasta la disposición final, a fin de evitar situaciones de riesgo e impactos negativos a la salud humana y el ambiente, sin perjuicio de las medidas técnicamente necesarias para el mejor manejo de los residuos sólidos peligrosos.
- Adopción de medidas para que la contabilidad de las entidades que generan o manejan residuos sólidos refleje adecuadamente el costo real total de la

¹³ Gerencia de Medio Ambiente y Servicios, MPP. (2013). *Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la Provincia de Puno*. Puno.

prevención, control, fiscalización, recuperación y compensación que se derive del manejo de residuos sólidos.

- Desarrollo y uso de tecnologías, métodos, prácticas y procesos de producción y comercialización, que favorezcan la minimización o reaprovechamiento de los residuos sólidos y su manejo adecuado.
- Fomento del reaprovechamiento de residuos sólidos y adopción de prácticas de tratamiento y disposición final adecuadas.

2.2.2.4 ADMINISTRACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS¹⁴.

Al abordar la administración de residuos sólidos se deben considerar los residuos desde el punto donde se generan hasta el punto de su disposición final. La administración de residuos sólidos es un proceso complejo de varios pasos. El primer paso en la administración de residuos sólidos es su producción. Cuando un material ya no tiene valor para su dueño se considera residuo. Como se dijo antes en este capítulo, la generación de residuos varía en cada país, de acuerdo con el nivel socioeconómico y como resultado de muchas otras prácticas.

Una vez que el residuo se genera en un sitio, debe procesarse de algún modo. Este procesamiento puede incluir lavado, separación y almacenamiento para reciclar una parte del residuo. La ley pública y la educación influyen en este paso en forma importante. Por ejemplo, en algunas comunidades es ilegal desechar pasto cortado y demás biomásas semejantes en la recolección normal de basura. Este material se debe desechar durante recolecciones separadas de basura. También influirá en este paso la educación del público acerca de la importancia del reciclado.

¹⁴ Mackenzie L., D., & Masten J., S. (2004). *Ingeniería y Ciencias Ambientales*. Mexico D.F.: McGraw-Hill.

La recolección del residuo es el siguiente paso en el proceso de administración. Incluye recoger los residuos*sólidos y vaciar los recipientes en vehículos adecuados para transportarlos. También se incluye en este paso la recolección de material reciclable. Como se describirá en la siguiente sección, la recolección y el transporte de residuos representan una fracción importante del costo total de la administración de residuos.

El residuo recolectado se puede transferir a una instalación central de almacenaje o a una instalación de procesamiento. Si hay procesamiento suele incluir reducciones de masa y de volumen, junto con la separación de los diversos componentes susceptibles de ser reutilizados. El residuo separado en este punto se vuelve un artículo de valor. De hecho, ya no es un residuo. La parte orgánica del residuo se puede transformar en calor por medios químicos (normalmente incineración) o en gas combustible o en abono (mediante reacciones mediadas biológicamente).

Los pasos finales incluyen transporte y disposición. El método más común de disposición final es el relleno.

2.2.2.5 RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.

Las políticas de recolección de residuos sólidos en una ciudad comienzan con las decisiones de los representantes electos acerca de si la recolección se hará con 1) empleados municipales (recolección municipal), 2) empresas privadas que contrate el gobierno de la ciudad (recolección por contrato), o 3) empresas privadas que contraten los residentes (recolección privada).

Las autoridades electas también pueden determinar qué tipos de residuos sólidos se recolectarán y de quién. En algunos municipios no se aceptan algunos tipos de residuos sólidos (como desechos de jardines) en la recolección general. En otros se pueden excluir ciertos materiales (como neumáticos, muebles o animales muertos). Los residuos

peligrosos se excluyen de las recolecciones regulares. La naturaleza del servicio pueden determinarlo las limitaciones de instalaciones de disposición, o la opinión del cuerpo legislativo acerca de qué servicio brindar. Casi todos los sistemas municipales recolectan los residuos residenciales, pero sólo la tercera parte de los residuos industriales.

La decisión final de las autoridades electas acerca de la recolección es la frecuencia de ésta. La frecuencia adecuada para dar el servicio más satisfactorio y económico lo determina la cantidad de residuo sólido que debe recolectarse, así como el clima, el costo y las demandas del público. Con respecto a recolectar residuos sólidos que contienen materiales putrescibles el periodo máximo no debe ser mayor que:

- a) El tiempo normal de acumulación de la cantidad que se pueda colocar en contenedores de tamaño razonable.
- b) El tiempo que tarda, en las condiciones promedio de almacenamiento, el material putrescible fresco en descomponerse y emitir malos olores.
- c) La longitud del ciclo de reproducción de las moscas, que durante los meses cálidos de verano es menor de siete días.

2.3 MARCO CONCEPTUAL.

2.3.1 Ecología.

El primer estudioso de las interacciones entre los organismos vivos y su medio ambiente no vivo, fue Teofrasto (327-287 a. C.), filósofo griego, discípulo de Aristóteles. Por tanto, los orígenes de la Ecología se encuentran en la historia natural de los griegos y, más tarde, en el trabajo de los fisiólogos vegetales y animales (Ciencias Naturales).

El termino Ecología lo estableció el célebre biólogo alemán Ernest Heinrich Haeckel en 1869, quien lo introdujo a la nomenclatura científica. Tal vez el mérito de Haeckel fue percatarse de que el campo de estudio de la Ecología no estaba cubierto por ninguna de las ramas de la Biología de esa época.

El estudio histórico de la Ecología difiere de otras ciencias en que estas primero tienden a generalizar para luego dividir su campo de estudio a partir de un mecanismo deductivo, en tanto que la Ecología trabaja a la inversa-mediante un proceso inductivo-, porque es en sí una ciencia de síntesis que combina conocimientos de diversas disciplinas con puntos de vista propios, los que finalmente convergen en un tronco común: “el estudio de las relaciones entre os seres vivos y su medio ambiente”.

El nacimiento de la Ecología moderna se inicia después de la teoría de Darwin, cuando los biólogos de la época manifestaron lo importante que resulta estudiar el fenómeno de la interacción del hombre – naturaleza.

En la actualidad la preocupación de la Ecología es educar en el cuidado del medio ambiente, ello requiere desarrollar una consciencia que permita comprender la trascendencia de los actos humanos. Educar para respetar el medio ambiente, necesariamente implica formar en valores y entender que las acciones de una generación inciden en la siguiente.

El termino ecología proviene del griego *oikos* (hogar) y *logos* estudio o idea; comparte su raíz con el de economía. Es decir, ecología significa estudio de la *economía* de la naturaleza. (López Aguila & Chagollan Amaral, 2006)

2.3.2 Reciclaje.

Aunque el reciclaje es muy favorecido por la sociedad, en ciertos casos puede llegar a tener algunos aspectos negativos. Como parte de una estrategia de manejo integral

de los RSM⁹ el reciclaje de subproductos puede ayudar a conservar recursos, evitar que materiales valorizables contenidos en los residuos vayan a disposición final y hacer participar al público en general en el tema. Sin embargo, en muchos casos se han creado expectativas irreales acerca de la contribución que el reciclaje puede hacer en un sistema de manejo integral de RSM¹⁵. El reciclaje es un proceso complejo que en sí consume recursos durante el transporte, selección, limpieza y reprocesado de los materiales reciclables. Además, en este proceso también se producen residuos.

Por lo antes expuesto, el reciclaje debe ser considerado como parte de una estrategia integral para manejar los residuos, no como un fin en sí mismo, y promoverse únicamente cuando ofrece beneficios ambientales globales. Un manejo sustentable de residuos que proporcione mejoras ambientales reales de una manera económica y socialmente aceptable sólo puede ser alcanzado a través de metas que sean parte de objetivos ambientales más amplios, tales como: reducción de gases de efecto invernadero, disminución de tasas de residuos que llegan a rellenos sanitarios y maximización del aprovechamiento de los recursos. (Gaggero & Ordoñez, 2012).

2.3.3 Sustentable.

Desde que, en la década de los ochenta, la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo (conocida como la Comisión Brundtland) acuñó el término desarrollo sustentable, este concepto, a pesar de su marcada generalidad y ambigüedad, se ha convertido en un lugar común en la reflexión y lenguaje de amplios grupos humanos interesados en la temática del desarrollo, del crecimiento y de los problemas ecológicos. (Claude, 1997).

¹⁵ Residuos Sólidos Municipales.

La crisis ambiental es la crisis de las formas en que hemos comprendido al mundo y del conocimiento con el cual lo hemos transformado; del proceso de racionalización que ha desvinculado a la razón del sentimiento, al conocimiento de la ética, a la sociedad de la naturaleza. Es una crisis de la razón que se refleja en la degradación ambiental y en la pérdida de sentidos existenciales de los seres humanos que habitan el planeta Tierra.

La crisis ambiental que iba construyendo el proceso civilizatorio de la modernidad tardó mucho tiempo en reflejarse en procesos visibles, crecientes y globales, de degradación ecológica y ambiental, como los que emergen en estos últimos 40 años: contaminación del aire, del agua, del subsuelo; destrucción ecológica y emisiones crecientes de gases de efecto invernadero que hoy se manifiestan de forma conjugada en el calentamiento global.

Los estudios de prospectiva se enfrentan a un problema tanto teórico como metodológico en un mundo en el cual la realidad ha sido sustituida por el modelo. La ontología de lo real ha sido sustituida por modelos que simulan la realidad. La hiperrealidad del mundo emerge de ese propósito de modelar la realidad y queda atrapado en las mallas de su propia ficción. En el mundo ordenado por el modelo, el futuro ya no es la realización de un devenir, sino la resultante de las estrategias del poder económico que recodifica a todos los órdenes ontológicos del ser en términos de capital: capital económico, capital natural, capital humano, capital cultural.

Por ello, toda construcción del mundo resulta en un simulacro que está más allá de toda ontología del ser y de toda epistemología para comprender lo real. Al tiempo que la ciencia se aferra al ideal positivista que busca aprehender y controlar la realidad, los estudios de prospectiva emergen en la era del signo, del código y del modelo, que cada vez se apartan más de sus referentes fácticos –de lo real–, para construir realidades

virtuales, mundos de vida flotantes en la circulación del valor económico. La prospectiva se inscribe así en estas estrategias de simulación de un futuro desprovisto de un proyecto político fundado en el potencial de lo real y lo simbólico, de la naturaleza y la cultura. (Leff, 2008).

2.3.4 Arquitectura Moderna.

En los diferentes eventos que sucedieron durante el siglo XIX, como la Revolución industrial, las revoluciones de independencia y los grandes avances alcanzados en tecnología y ciencia, beneficiaron a la arquitectura moderna del siglo XX, e iniciaron un nuevo apogeo en forma, materiales, técnicas y estilos, el cual se advirtió fácilmente en la planificación y construcción de nuevas ciudades.

El primer subtema está dedicado a la escuela de Chicago y la influencia que ejerció durante los inicios del siglo XX, cuyo exponente fue Henri Louis Sullivan y quien junto a William Le Baron Jenney, fue uno de los precursores de nuevos prototipos de construcciones, hoy conocidas como “rascacielos”. También se menciona la aportación de algunos arquitectos importantes que participaron incansablemente por una arquitectura que produjera viviendas de interés social y, sobre todo, funcionales. De igual modo, se menciona la introducción del hormigón y su uso dentro de los rascacielos.

En el siguiente apartado se hace referencia al Art Nouveau, un estilo artístico que tuvo influencia en la pintura, escultura, artes menores y en arquitectura, su mayor auge fue en la decoración. Se ubica su origen y las características que lo distinguen; también, se comentan los principales arquitectos de este estilo y sus obras más representativas que, incluso, incursionaron en la decoración de la entrada del metro de París.

Por último, se aborda el Funcionalismo y su contribución a la arquitectura moderna, sus antecedentes (con su fundador Louis Sullivan) y características, sin pasar

por alto la influencia que ejerció en Finlandia, Suecia y Dinamarca, entre otros países. También se explican cuáles son las aportaciones arquitectónicas realizadas a lo largo del mundo por parte de constructores y teóricos, como Walter Gropius, Charles Le Corbusier, Mogens Lassen, Arne Jacobsen. (RAMIREZ DORAZCO, 2012).

2.3.5 El Funcionalismo.

A principios del siglo XX tuvieron lugar acontecimientos muy diversos: destacan la Primera guerra mundial (1914-1918), el establecimiento de las primeras economías del mundo, la producción en masa de diversos artículos, así como la invención de la radio, el cine, el automóvil. Pero la mayor contribución fue sobre todo en el uso de diversos materiales para construcción, entre los que destacan el vidrio, el hierro y el concreto.

El Funcionalismo es una tendencia que alcanzó su mayor auge en el norte de Europa en las primeras décadas del siglo XX, su desarrollo se da sobre todo en arquitectura y el diseño mobiliario. Sus inicios se remontan a la Escuela de Chicago, con el arquitecto Louis Sullivan quien popularizó el lema “la forma sigue siempre la función”. Posteriormente se extiende a Finlandia, Suecia y Dinamarca, entre otros países. En los dos primeros, sus mayores exponentes, y a quienes se consideran pioneros, son Alvar Aalto (en Finlandia) y Gunnar Asplund (en Suecia), ambos ejercieron gran influencia en el diseño escandinavo. Asplund fue el arquitecto encargado de la exposición de Estocolmo en 1930, que sirvió como el mayor escaparate de la época.

Entre las aportaciones del Funcionalismo sobresalen: ofrecer una arquitectura racional y práctica, con base en contribuciones sociales (como la vivienda), y tratar de recobrar el valor de su uso y adecuación con respecto a la belleza. Sus principales características fueron: fachadas libres, plantas de gran espacio con suficiente iluminación, uso de pilotes para aligerar la carga de los muros y no hacerlos prescindibles dentro de

las áreas habitables. Se omiten decoraciones de épocas pasadas, se emplea el hierro, vidrio y el hormigón para la construcción.

Algunos representantes destacados de esta tendencia arquitectónica fueron Walter Gropius, Charles Le Corbusier, Mogens Lassen, Arne Jacobsen.

El más conocido de estos arquitectos en Alemania, fue Gropius, quien fue uno de los fundadores de la Bauhaus y por sus grandes contribuciones teóricas sobre la arquitectura moderna en Estados Unidos. También unió el estudio del arte con la tecnología, en los talleres de Weimar, hasta la consolidación en la Bauhaus, en 1919. Ahí diseñó los edificios de la escuela con una simplicidad formal y empleando grandes superficies que dejaban pasar la luz por medio del vidrio plano. Posteriormente, con la llegada de los nazis al poder en Alemania, se trasladó a Estados Unidos donde fungió como profesor de la Universidad de Harvard y en la realización de algunos proyectos arquitectónicos.

En Francia, Le Corbusier participó en la pintura, pero más fervientemente en la arquitectura, mediante la realización de células-vivienda prefabricadas en serie mediante procedimientos industriales. Entre sus obras se encuentran la capilla de peregrinación de Ronchamp, en la India; el hospital de Venecia; la embajada de Francia en Brasilia y el Palacio de Congresos en Estrasburgo.

Otro de los más importantes arquitectos fue Arne Jacobsen, principal arquitecto que introdujo el Funcionalismo en Dinamarca y estuvo a cargo de grandes obras como la urbanización de Bellevue, en Klampenborg, un conjunto arquitectónico que incluía apartamentos, baños e incluso un teatro de formas sencillas y cubistas.

En general, el Funcionalismo fue una tendencia arquitectónica de la década de 1930 y que tiene sus raíces en la comodidad y el confort; fue retomada del arquitecto

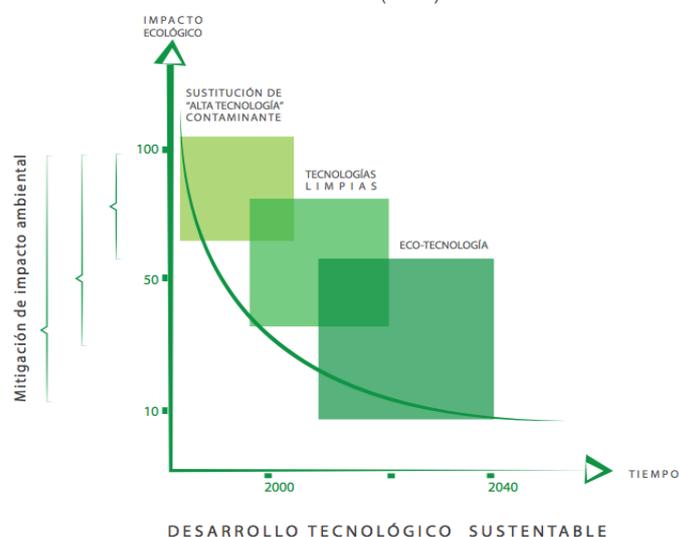
romano Vitruvio. Su principal aportación es concebir una arquitectura útil y funcional. (RAMIREZ DORAZCO, 2012).

2.3.6 Ecotecnología.

Origen del concepto “ecotecnología”: aproximaciones desde las sociedades industriales.

Las primeras menciones del término ecotecnología en la bibliografía científica se remontan a la década de 1960, cuando Howard T. Odum, pionero del estudio de la ecología de ecosistemas, acuñó el término ingeniería ecológica o ecotecnología para referirse a lo que más tarde Barret (1999) definiría como el “diseño, construcción, operación y gestión (es decir, la ingeniería) de estructuras paisajísticas/ acuáticas y sus comunidades de plantas y animales asociadas (es decir, ecosistemas) para beneficiar a la humanidad y, a menudo, a la naturaleza”. Posteriormente, el concepto de ecotecnología se asoció a enfoques teóricos como la ecología industrial, las tecnologías limpias y la modernización ecológica. La ecología industrial es una escuela que estudia a los sistemas industriales desde un punto de vista ecosistémico, en palabras de Lowe (1993) “el núcleo de la ecología industrial es simplemente reconocer que los servicios de manufactura y

ILUSTRACIÓN N° 4: TRANSICIÓN TECNOLÓGICA PROPUESTA POR MOSER (1996).



Fuente: modificado de Moser (1996).

servicio son en realidad sistemas naturales, íntimamente conectados a sus ecosistemas locales y regionales y a la biósfera global.

Las tecnologías limpias son tecnologías cuya manufactura hace un uso eficiente de materias primas y energía, reciclan o re-

usan sus residuos y maximizan la calidad final de los productos (Gianetti et al, 2004). Moser (1996) afirmó que las ecotecnologías sustituirían la alta tecnología (“hightech”) derrochadora de energía y altamente contaminante y que las tecnologías limpias serían opciones a mediano plazo que harían posible esta transición (Ilustración N°4).

Actualmente el término ecotecnología no tiene una definición precisa. En la bibliografía en inglés la mayoría de los resultados referentes a la palabra “Ecotechnology” se remiten a las aplicaciones de la ingeniería ecológica y la ecología industrial. En español las referencias científicas son escasas y por lo general están relacionadas con aplicaciones ecológicas como las tecnologías alternativas, dispositivos eficientes para el uso de agua y energía y algunas aplicaciones arquitectónicas. (Arroyo Robles, Arroyo Zambrano, & Salazar Solís, 2014).

Podemos identificar las siguientes características comunes a todos estos enfoques:

- Reconocen los impactos ambientales y socio-económicos de la sociedad industrial.
- Buscan tecnologías alternativas a la tecnología convencional.
- Buscan reducir impactos ambientales y promover el bienestar social.
- Hablan de un proceso de transición hacia nuevas tecnologías ecológicas o ecotecnologías.
- Pretenden contribuir al desarrollo sustentable.

2.3.7 Diseño y tecnología.

Los productos tecnológicos (sistemas de transporte público, abastecimiento de agua, drenaje, electricidad, vivienda, servicios públicos) no se entregan a la población en forma separada, como sucede con los bienes de consumo corriente, sino que se presentan siempre incorporados dentro de unidades arquitectónicas y urbanísticas que actúan como

verdaderos "contenedores" espaciales. En este sentido, los productos tecnológicos deben considerarse como componentes de estructuras materiales cuya definición formal implica procesos de diseño que son complementarios, pero esencialmente diferentes, de la producción tecnológica.

El diseño arquitectónico y urbanístico integra productos técnicos diversos dentro de unidades micro y macro-espaciales (edificaciones y asentamientos, respectivamente). Visto desde esta perspectiva el diseño puede definirse, en abstracto, como un proceso de agregación que se propone lograr un comportamiento previamente determinado de un conjunto de elementos complementarios.

El individualismo característico de la cultura occidental moderna ha hecho perder a la arquitectura mucho de su sentido colectivo y ha concentrado el lenguaje arquitectónico en la forma decorativa, lo que ha resultado en un valor simbólico como expresión de prestigio político en las obras públicas y un valor de status social en las viviendas privadas. En estas condiciones, resulta difícil reconocer las relaciones entre tecnología y arquitectura. En cierto modo, la arquitectura o mejor, los arquitectos, han adoptado una posición excesivamente independiente en relación a los valores sociales, culturales y ambientales que conforman las raíces de cualquier creación humana con sentido social.

El uso del símbolo y del espacio, que son la materia prima de la creación arquitectónica y urbanística, no puede ser gratuito, como tampoco lo es la innovación tecnológica. Ambos tienen que apoyarse en una correcta interpretación de la sociedad y su momento histórico y proyectarse en un sentido político e ideológico también correcto. En otras palabras, las enotécnicas, como integrantes de una tecnología adecuada (para un lugar y un tiempo determinado) tienen que engarzarse dentro de una arquitectura y un

urbanismo también adecuados. La más adecuada de las tecnologías no alcanzaría a cumplir sus objetivos sociales dentro de una arquitectura y un urbanismo inadecuados. De ahí que el diseño sea una actividad esencialmente local, en el cual no cabe la abstracción de la realidad geográfica, social y cultural. (SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA, 1985)

2.3.8 Eco-diseño.

La reciente difusión del término eco-diseño forma parte de un reconocimiento creciente de la necesidad de un acuerdo entre forma arquitectónica y ambiente.

El eco-diseño se integra a una línea de pensamiento contemporáneo que lo vincula con el eco-desarrollo y la ecotecnología. Se trata, finalmente, de concepciones convergentes en busca de una alternativa de organización social adecuada a las necesidades de la sociedad contemporánea, principalmente a las de los países que forman el Tercer Mundo, un mundo social, económico, cultural y ambientalmente diferente del industrializado de los países desarrollados. Se trata, sin embargo, de la búsqueda de un derrotero que puede quedar limitado a la utopía o a la pura formulación teórica si es que no se apoya en una realidad concreta y en una ideología del cambio que ofrezca un camino, también concreto, para la innovación.

La conciencia de esa realidad específica puede encontrarse en el debate de algunas de las cuestiones hasta aquí expuestas: las relaciones entre tecnología y necesidades humanas; la confrontación del dualismo cultural y tecnológico que es evidente en los países del Tercer Mundo; las razones prácticas de la innovación tecnológica que hace ver la experiencia reciente de las políticas y programas del sector público; la necesidad de la descentralización como medio de movilizar la participación colectiva; etcétera.

La búsqueda de un derrotero para la innovación precisa de algo más que una visión lúcida de la realidad social. Simultáneamente, la adecuación tecnológica, requiere también de un cambio en los conceptos que la alienación cultural, el centralismo administrativo y la tendencia liberal de la universidad tradicional han forjado en la organización: institucional y en la conciencia profesional de los agentes de los procesos tecnológicos y de los constructores del hábitat humano. (SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA, 1985)

2.4 MARCO LEGAL Y NORMATIVO.

La Constitución Política del Perú, Promulgada en el año 1993, fija normas que garantizan el derecho que tiene toda persona a la protección de su salud y gozar de un ambiente equilibrado. En su Artículo 67° que el Estado determina la política Nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de sus recursos naturales.

Ley N° 28611. Ley general del ambiente, en el artículo 119: Del manejo de los residuos sólidos.

Artículo 119.1: La gestión de los residuos sólidos de origen doméstico, comercial o que siendo de origen distinto presenten características similares a aquellos, son de responsabilidad de los gobiernos locales. Por ley se establece el régimen de gestión y manejo de los residuos sólidos municipales.

Artículo 119.2: La gestión de los residuos sólidos distintos a los señalados en el párrafo precedente es de responsabilidad del generador hasta su adecuada disposición final, bajo las condiciones de control y supervisión establecidas en la legislación vigente.

Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos

El objetivo de esta ley es asegurar que la gestión y el manejo de los residuos sólidos sean apropiados para prevenir riesgos sanitarios, proteger y promover la calidad ambiental, la salud y el bienestar de la persona humana. La Ley es de aplicación al conjunto de actividades relativas a la gestión y manejo de residuos sólidos; siendo de cumplimiento obligatorio para toda persona natural o jurídica, pública o privada dentro del territorio nacional. Asimismo, que presenta las recomendaciones y establece lineamientos generales a tomar en consideración para la implementación y operación de las infraestructuras de disposición final de residuo, también establece la obligatoriedad de elaborar Estudios de Impacto Ambiental en los proyectos de infraestructura de residuos sólidos, entre ellos el relleno sanitario. Tomar en consideración.

Ley No.27972, Ley Orgánica de Municipalidades.

Título V, Las Competencias y Funciones Específicas de los Gobiernos Locales.

Capítulo I, Las Competencias y Funciones Específicas Generales.

Artículo No.73°, Materias de Competencia Municipal, numeral 3 señala que las municipalidades distritales en materia de Protección y Conservación del Ambiente cumplen las siguientes funciones:

- Formulan, aprueban, ejecutan y monitorean los planes y políticas locales en materia ambiental, en concordancia con las políticas, normas y planes regionales, sectoriales y nacionales.
- Proponen la creación de áreas de conservación ambiental.
- Promueven la educación e investigación ambiental en su localidad e incentivan la participación ciudadana en todos sus niveles
- Participan y apoyan a las comisiones ambientales regionales.

- Coordinan con los diversos niveles de gobierno nacional, sectorial y regional, la correcta aplicación local de los instrumentos de planeamiento y gestión ambiental, en el marco del sistema nacional y regional de gestión ambiental.

Las municipalidades, tomando en cuenta su condición de municipalidad provincial o distrital, asumen las competencias y ejercen las funciones específicas señaladas en el Capítulo II del presente Título, con carácter exclusivo o compartido, en las materias siguientes:

Servicios públicos locales, Saneamiento ambiental, salubridad y salud, Protección y conservación del ambiente.

Ley General de Salud - Ley N° 26842.

Reconoce la responsabilidad del Estado frente a la protección de la salud ambiental. En su artículo 96 del Capítulo IV, se menciona que en la disposición de sustancias y productos peligrosos deben tomarse todas las medidas y precauciones necesarias para prevenir daños a la salud humana o al ambiente. Asimismo, los artículos 99, 104 y 107 del Capítulo VIII tratan sobre los desechos y la responsabilidad de las personas naturales o jurídicas de no efectuar descargas de residuos o sustancias contaminantes al agua, el aire o al suelo. El artículo 80°, numeral 3.1 de la misma Ley señala que en materia de saneamiento, salubridad y salud, son funciones específicas de las municipalidades distritales: proveer el servicio de limpieza pública determinando las áreas de acumulación de desechos, rellenos sanitarios y el aprovechamiento industrial de los desperdicios.

Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental - Ley N° 27446.

Establece dentro de los criterios de protección ambiental, la protección de la calidad ambiental, tanto del aire, del agua, del suelo, como la incidencia que puedan producir el ruido y los residuos sólidos, líquidos y emisiones gaseosas; aspectos ambientales comunes a toda infraestructura de disposición final de residuos sólidos. Así mismo define los estudios ambientales correspondientes a cada tipo de proyecto dependiendo de la envergadura de éstos y la potencialidad de los impactos en el ambiente.

Código Penal.

“Ley que modifica diversos artículos del Código Penal y de la Ley General del Ambiente”, en el título XIII, capítulo I, sobre los Delitos Ambientales, establece las penalidades por contaminación al ambiente y en su artículo 306, por incumplimiento de las normas relativas al manejo de residuos sólidos, define:

El que, sin autorización o aprobación de la autoridad competente, establece un vertedero o botadero de residuos sólidos que pueda perjudicar gravemente la calidad del ambiente, la salud humana o la integridad de los procesos ecológicos, será reprimido con pena privativa de libertad no mayor de 4 años.

Si el agente actuó por culpa, la pena será privativa de libertad no mayor de 02 años. Con el agente, contraviniendo, leyes, reglamentos o disposiciones establecidas, utiliza desechos sólidos para la alimentación de animales destinados al consumo humano, la pena será no menor de 03 años no mayor de 06 años y con doscientos sesenta a cuatrocientos cincuenta días - multa. (Ver Ley N° 29263).

CAPITULO III

DIAGNOSTICO - MARCO REAL

3.1 DIAGNOSTICO ACTUAL DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EL DISTRITO DE PUNO.

3.1.1 GENERALIDADES.

La Municipalidad Provincial de Puno es una institución pública que tiene encargado de la gestión de residuos sólidos urbanos generados en su ciudad, a través del tiempo se ha venido implementando programas y estrategias para mitigar y tratar los residuos sólidos urbanos. Muchos de estos planes no se han cumplido de manera proyectada por factores que impidieron el correcto tratamiento de los desechos.

Dentro de las políticas de gestión de residuos sólidos urbanos, se han planteado numerosas propuestas tanto del gobierno local, regional y hasta nacional.

El gobierno regional de Puno en su Plan de Desarrollo Regional Concertado al 2021, dentro de sus objetivos estratégicos está el de “Implementar y desarrollar el Plan de Bioseguridad y Manejo de residuos sólidos”, básicamente con dos programas y/o proyectos claramente definidos para este caso y son:

- Construcción de plantas de tratamiento de residuos sólidos en las provincias de la Región Puno.
- Promoción de tratamiento e industrialización de residuos sólidos.

En el plan estratégico institucional (PEI-2016-2018) elaborado por la Municipalidad Provincial de Puno, tiene como uno de sus objetivos estratégicos es la **Gestión Ambiental sostenible de localidades saludables**, Donde considera:

El fortalecimiento institucional del área encargada de esta materia; así como de la puesta en marcha de actividades y proyectos que permitirán mitigar las acciones de deterioro del medioambiente.

Incrementar la eco-eficiencia y salubridad de las viviendas e innovar en los procesos de manejo y disposición final de los residuos sólidos, revalorando los residuos y generando recursos como energía, abonos y otros provenientes de los mismos.

La **Acción Estratégica Institucional** tiene como finalidad la concretización de la estrategia de gestión ambiental, para lo cual se dividió en tres ejes transversales los cuales son:

a. Segregación y recojo mejorado de residuos sólidos.

- Reorganizar y optimizar el Sistema de Gestión Residuos Sólidos.
- Incrementar el número de contenedores dentro de cada barrio
- Limpiar la ciudad, eliminar los botaderos y optimizar el funcionamiento de los rellenos sanitarios.
- Elaborar spots radiales/videos para sensibilizar a los ciudadanos para que segreguen su basura en casa: plástico, papel, orgánico, lo cual hace más humano el trabajo de los recicladores.
-

b. Disminuir los residuos sólidos en su disposición final.

- Realizar cursos sobre reciclaje para ciudadanos y recicladores.
- Formalizar los recicladores y fortalecer sus capacidades para que implementen negocios sostenibles.

c. Creación de oportunidades de negocios para recicladores.

- Contratar a los recicladores para que apoyen en la segregación de basura.

La Comisión Ambiental Municipal-CAM presidida por el Alcalde de la Municipalidad Provincial de Puno, realizó una evaluación ambiental de la ciudad de Puno, precisando que una de las principales fuentes de contaminación son los residuos sólidos, debido al incremento de puntos de disposición de residuos sólidos en las vías públicas de la ciudad, la cobertura insuficiente del servicio de recolección de residuos sólidos a domicilio y la inadecuada disposición final la que se realiza directamente a cielo abierto en el botadero de Cancharani, para tales problemas ambientales se aunaron los esfuerzos para realizar de forma conjunta la actualización del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) para la ciudad de Puno, esto en cumplimiento de La Ley 27314 , Ley General de Residuos Sólidos.

Actualmente en la ciudad de Puno existen condiciones adecuadas para el desarrollo de acciones concertadas, debido a la capacidad de gestión de las organizaciones, a un trabajo cada vez más integrado entre la autoridad y la comunidad, a la participación de los vecinos en el desarrollo de su comunidad y a la responsabilidad social de algunas empresas que se ubican en la Provincia. Cabe señalar que el presente documento tiene entre sus antecedentes a programas y proyectos que la municipalidad Provincial de Puno viene ejecutando y con el apoyo de la cooperación técnica

internacional del JICA¹⁶ y el Ministerio del Ambiente se estará ejecutando el proyecto “AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA GESTION INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN EL DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO”. (Gerencia de Medio Ambiente y Servicios, MPP, 2013).

Lo que realmente sucede en nuestra ciudad es que aún no hay una eficiente gestión de residuos sólidos urbanos y esto tiene un efecto directo sobre el desarrollo de la ciudad. La problemática da cabida a la proliferación de focos infecciosos, riesgo de salud ambiental y deterioro del paisaje de la ciudad, no permitiendo mostrar una ciudad atractiva para el turismo. La actual y deficiente disposición de Residuos Sólidos Urbanos da cabida también a la contaminación de forma directa a la bahía interior del Lago Titicaca y de forma indirecta por el arrastre de la basura por efectos de vientos y lluvia, a ello podemos agregar que poco o nada ha contribuido los planes de concientización acerca de esta problemática emprendida por las instituciones involucradas como las redes de salud, municipio, ministerio del ambiente, etc. la comuna puneña aún sigue creyendo que la contaminación por residuos sólidos urbanos solo corresponde al gobierno local, sin embargo gran parte de la responsabilidad es de los vecinos quienes no practican acciones de reciclaje, reutilización y reducción de desechos y en última instancia y más importante aún en la contribución puntual de sus arbitrios municipales.

3.2 SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DE LOS RSU EN LA CIUDAD DE PUNO.

La Municipalidad Provincial de Puno es la entidad encargada de la gestión de residuos sólidos municipales y/o urbanos, mediante la GERENCIA DE MEDIO

¹⁶ Agencia de Cooperación Internacional del Japón (Ley No 136, 2002), JICA tiene como fin contribuir a la promoción de la cooperación internacional, así como, al firme desarrollo de las economías de Japón y de todo el mundo, dando apoyo al desarrollo socioeconómico, la recuperación o la estabilidad económica de los países en desarrollo.

AMBIENTE Y SERVICIOS, que es una instancia que representa todo el sistema medioambiental que se realiza en la ciudad de Puno, es una entidad que ejerce funciones de saneamiento, salubridad y salud, áreas verdes, seguridad ciudadana y de defensa civil, para el cumplimiento óptimo de la administración encargada cuenta con las siguientes subgerencias:

- a. Subgerencia de Gestión Ambiental y Salud Pública.
- b. Subgerencia de Parques Jardines y Conservación de Áreas Verdes.
- c. Subgerencia de Protección Ciudadana y Defensa Civil.

Entre sus principales funciones esta:

- Conducir y dirigir la formulación y ejecución de las políticas, planes y programas de saneamiento, salubridad, medio ambiente, limpieza pública, parques y jardines, seguridad ciudadana, autodefensa y defensa civil.
- Normar, regular y controlar los procesos de recolección, transporte y disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales, la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente.
- Administrar y reglamentar el servicio de limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, el mantenimiento de parques y jardines, así como las campañas de control de sanidad animal y epidemias.
- Dirigir y supervisar la prestación de los servicios de serenazgo, defensa civil, parques y jardines y limpieza pública, determinando las áreas de acumulación de desechos, rellenos sanitarios y el aprovechamiento industrial de desperdicios.

- Conducir y controlar el aseo, higiene y salubridad en los establecimientos comerciales, industriales, viviendas, escuelas, parques y jardines, piscinas, playas y otros lugares públicos locales.

Los lineamientos que propone el gobierno local han servido de manera muy precaria a la población de Puno, sigue siendo un problema latente la inadecuada Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos los cuales generan efectos negativos para la ecología e incrementa los focos infecciosos nocivos para todo ser vivo.

Los puneños tampoco aportan mucho en el cuidado de su ciudad, tal es el caso que aún se mantiene costumbres negativas en cuanto a la disposición de los residuos, es común observar en la ciudad restos orgánicos e inorgánicos dispersos por las calles, en la ribera de la bahía interior del lago Titicaca, en las áreas verdes, plazas y parques por señalar algunos lugares más representativos de Puno. A ello se suma la ineficiencia del sistema de recolección de la Municipalidad de Puno.

Las instituciones educativas tienen una responsabilidad muy importante en el desarrollo de una cultura en gestión de residuos sólidos en sus estudiantes, no basta con ello, a la vez se debe implementar las herramientas y mobiliario necesarios para reforzar como un hábito cotidiano.

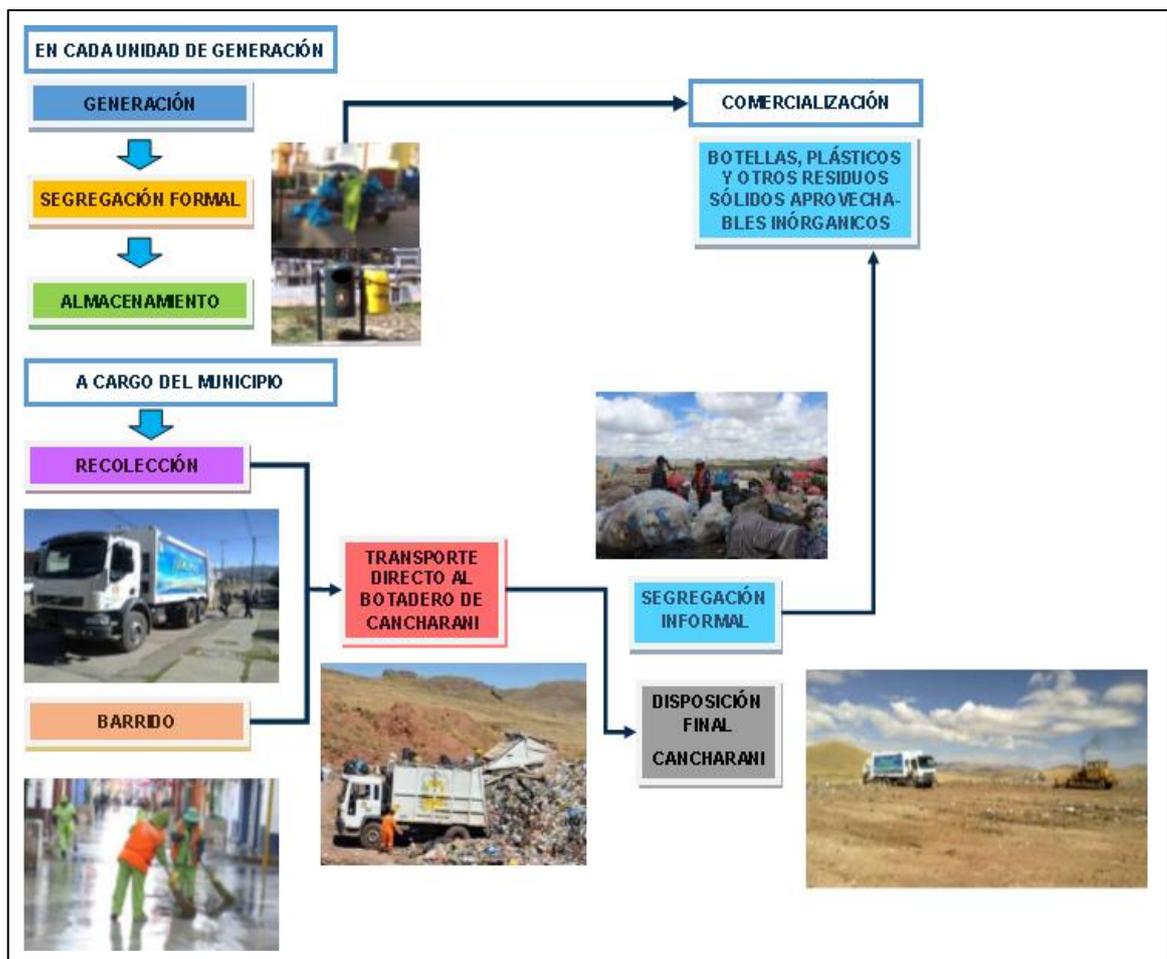
De igual manera las instituciones de servicios sociales están obligadas a utilizar un sistema de tratamiento en sus residuos contaminados con agentes patógenos y nocivos para la salud de las personas y cualquier otro ser vivo, sin embargo, en la actualidad el sistema empleado es la incineración generando contaminación del suelo, aire y hasta recursos hídricos.

La contaminación de la bahía interior del lago Titicaca no solamente es ocasionado por el vertido de aguas servidas, sino que también a lo largo de muchos años

se ha contaminado de residuos sólidos urbanos vertidos directamente en sus aguas, por lo que ayudo a su degradación natural y consecuentemente se tiene un verdadero problema ambiental que afecta sin duda a la población puneña.

Para una descripción más ilustrativa, detallaremos cada aspecto del ciclo de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Puno.

ILUSTRACIÓN N° 5: CICLO DE PRODUCCIÓN DE LOS RR.SS.



Fuente: Plan Estratégico Institucional al 2018 de la Municipalidad Provincial de Puno.

3.2.1 Generación de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Puno.

En la actualidad la generación de los residuos sólidos en la ciudad de Puno es principalmente de origen domiciliario, de la actividad comercial, actividades educativas y la prestación de diversos servicios.

La preocupación principal es que aún no se ha podido establecer un hábito en cuanto al manejo de residuos desde su origen, es decir que la gran mayoría de ciudadanos no realiza acciones en la segregación y reciclaje de los mismos, es preocupante porque según una encuesta realizada en el 2015 a un total de 75 personas solo el 21% recibió algún tipo de información sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y un 64% estaría de acuerdo con realizar acciones en la segregación y separación de los residuos sólidos aprovechables en sus viviendas.

La disposición inicial se realiza generalmente en bolsas de polietileno de densidades variables, en los cuales se juntan residuos sólidos orgánicos, inorgánicos, inertes y hasta peligrosos, por lo que es muy tedioso realizar las acciones de reciclaje y sobre todo representa un agente nocivo para el personal que realiza la recolección y transporte de estos desechos, en consecuencia, la entidad edil solo tiende a depositarlo en un relleno sanitario.

3.2.2 Almacenamiento de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Puno.

El almacenaje de los desechos es un problema común en esta ciudad, donde es muy difícil ubicar recipientes y contenedores donde la población pueda realizar sus deposiciones, generando un almacenaje domiciliario, es decir que la mayoría de las familias realiza un almacenaje de sus desechos en intervalos variables de tiempo que van desde los dos días hasta una semana completa, dependiendo de la frecuencia de recojo por los camiones compactadores, motocargas y/o triciclos del servicio de barrido, recolección y transporte de residuos sólidos, pero en los barrios urbanos marginales y asentamientos humanos que no están aún formalizados y reconocidos por la comuna puneña no se tiene este servicio, generando botaderos en su periferia.

En los últimos meses se ha realizado acciones de mejoramiento del equipamiento para la gestión de RSU, que sin duda alguna incrementa el alcance del mencionado servicio, pero aún siguen siendo insuficientes para la atención de todos los ciudadanos puneños, toda vez que existen puntos sin contenedores provocando de que los vecinos elijan colocar sus desperdicios en la vía pública.

En el 2013, la Municipalidad Provincial de Puno emite una ORDENANZA MUNICIPAL N° 362-2013-CMPP, en la cual aprueba el nuevo Reglamento de Aplicación de Sanciones Administrativas (RAS) y el Cuadro Único de Infracciones y Sanciones (CUIS).

En caso de incumpliendo se aplicará la infracción N° 249: por votar residuos sólidos en la vía pública, con una multa de S/. 790.00 nuevos soles. Y la Infracción N° 265: Por depositar residuos sólidos en la vía pública fuera del horario establecido y/o después del paso del camión recolector según:

- a) Casa Habitación y/o viviendas, con una multa de S/. 269.50 nuevos soles.
- b) locales comerciales y otros, con una multa de S/. 790.00 nuevos soles.

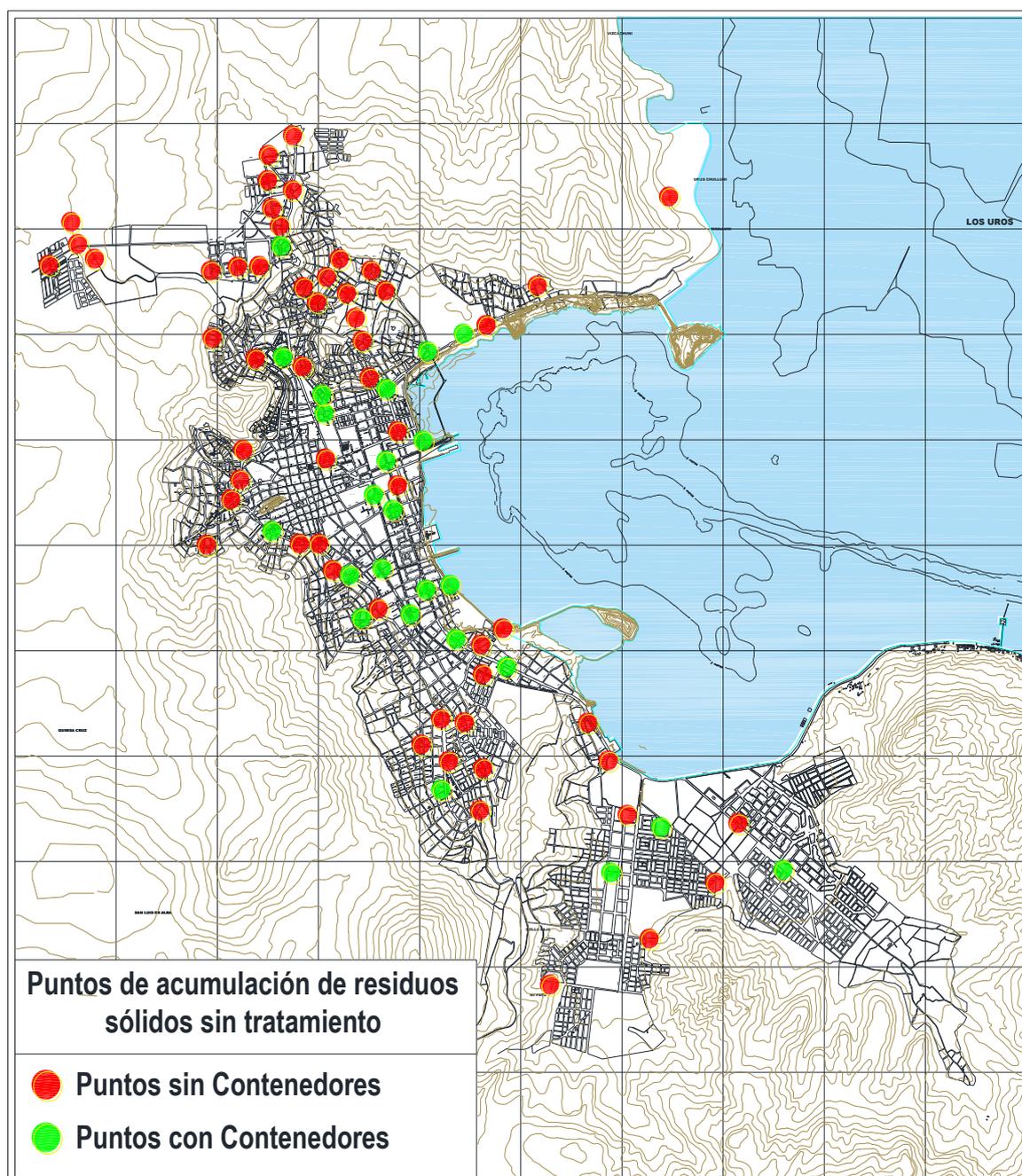
La Gerencia de Medio Ambiente de la comuna local, representado por el Dr. Ángel Canales Gutiérrez, señala que la municipalidad ha implementado a la fecha un total 140 contenedores, y en los últimos meses se adquirió otro lote de 50 contenedores HDPE (polietileno de alta densidad), de los cuales alrededor del 95% son de capacidad 2,00 m³ y el resto de capacidad de 3,00 m³, estos últimos se irán removiendo por su deterioro debido a que son de acero y no presta facilidad para la remoción de su contenido.

Ante todo, ello la Municipalidad Provincial de Puno en el 2015 fue premiado por el Ministerio del Ambiente, obteniendo el Reconocimiento a la Gestión Ambiental Local Sostenible (GALS), resaltando logros principalmente en el manejo de los residuos

sólidos, plan silencio, la instalación de los contenedores y el trabajo de sensibilización realizado por los promotores ambientales.

Las Municipalidades que obtienen el reconocimiento GALS tienen mayores ventajas y oportunidades para la gestión de recursos, y puedan acceder a fuentes de cooperación de entidades públicas, privadas y organismos internacionales.

ILUSTRACIÓN N° 6: DISTRIBUCION DE CONTENEDORES Y PUNTOS DE ACUMULACION DE RSU.



Fuente: Elaboración propia con información de la Subgerencia de Gestión Ambiental y Salud Pública MPP.

La MPP también ha implementado la construcción de dos puntos con contenedores soterrados ubicados en la intersección de la Av. La Torre con la Av. Floral y el segundo en el Parque de Aguas del barrio Porteño, cada módulo consta con dos buzones y dos contenedores para el diferenciado de residuos orgánicos y residuos inorgánicos y/o reciclables, cada una tiene una capacidad de mil cien litros y su proceso de recolección consta de un sistema neumático e hidráulico el cual eleva y baja los contenedores mediante una conexión al camión recolector, por su diseño elimina el hedor de los residuos, además de mejorar sustancialmente el paisaje urbano. Cada módulo tuvo un costo de S/. 79,178.00, estos modernos contenedores se pusieron al servicio de la ciudadanía en diciembre del 2015.

IMAGEN N° 5: CONTENEDORES SOTERRADOS



Fuente: Subgerencia de Gestión Ambiental y Salud Pública MPP.

Así mismo se tiene un total de 153 papeleras de capacidad de 80 litros, ubicadas entre el Parques, avenidas pasajes Peatonales, la Plaza de Armas de la ciudad, cuya capacidad de 0.08 m³ y cuyas dimensiones son 50 cm de largo, 40 cm de diámetro y 70 cm de alto. La mayoría de papeleras se encuentra en estado deteriorado a menos de un año de su instalación, entre otros factores originado por la negligencia de los usuarios

quienes incluyen desmontes y otros materiales, distintos a los residuos sólidos para lo cual fueron diseñadas.

3.2.3 Servicio de limpieza pública.

El factor humano es muy relevante en cuanto a la gestión de RSU se refiere, en la actualidad existen 120 personas encargadas de la limpieza pública, la recolección, transporte y el tratado para la disposición final.

El barrido de las calles es un servicio que ha implementado la comuna local, con la finalidad de mantener limpia las principales avenidas, vías secundarias y otros espacios públicos como plazas, parques, óvalos, etc. El sistema cuenta con 25 cuadrillas y 11 rutas en horarios matutinos (turno que van desde las 02:00 hasta las 10:00 horas), que de hecho es un horario muy complicado por las características climáticas de la ciudad, el servicio de recolección es diaria y adicionalmente estas rutas son intervenidas por un total de 50 personas encargadas para el barrido de las calles y 25 personas dedicados a la recolección de papelería en general, estos últimos transportan las carretas con los residuos sólidos que van recolectando del barrido y papeleras en la ciudad de Puno. Sin embargo, este servicio no alcanza a la mayoría de barrios periféricos o urbano marginales, debido principalmente a que el personal no se abastece, así como también el equipamiento no es suficiente, aun así, el personal realiza denodados esfuerzos para cubrir estos puntos al menos dos veces por mes.

El transporte que usualmente se utiliza en el barrido de calles son los contenedores individuales o tipo carreta de 50 kg. Triciclos recolectores y últimamente se fue implementando motocargas que facilitan sin duda la gestión de los residuos provenientes de las calles de la ciudad de puno.

IMAGEN N° 6: RECOLECCIÓN MANUAL DE RSU.



Fuente: Captura fotográfica de autoría propia.

3.2.4 Sistema de transporte de RSU de la ciudad de Puno.

La comuna puneña hasta el año pasado solo contaba con cuatro unidades en estado aceptable para la recolección de residuos, cuatro unidades en estado regular y presentaban problemas de funcionamiento para realizar tal servicio y, otras dos unidades acondicionadas principalmente para el traslado de los RSU desde los puntos de acopio hasta el botadero de Cancharani. Este servicio alcanzaba una recolección del 89.9 %.

Debido a que las maquinarias estuvieron sometidas a sobreesfuerzos para lograr la cobertura en la mayor parte del área urbana, los cuales se utilizaron en muchas ocasiones las 24 horas por seis días a la semana, es necesario realizar una renovación de la flota para seguir con el servicio de limpieza pública, estas maquinarias se adquirieron en los años 2003 y 2012, en la actualidad estos vehículos vienen siendo repotenciados para que aun puedan servir a la población, sin embargo, existen cuatro unidades que presentan daños irreversibles en su sistema de locomoción y principalmente en su sistema hidráulico que permite la compactación de los desechos, por lo que repararlos sería muy costoso, ante esto la Municipalidad Provincial de Puno decidió retirarlo del sistema de recolección de residuos sólidos urbanos de la ciudad.

CUADRO N° 2: VEHÍCULOS PARA RECOLECCIÓN DE RSU.

AÑO DEL COMPACTADOR	TIPO	CAPACIDAD DEL VEHÍCULO M3	ESTADO
2003	Compactadora Volvo XO-6242	15	Operativo con limitaciones
2003	Compactadora Volvo XO-6243	15	Operativo con limitaciones
2003	Compactadora Volvo XO-6241	15	Operativo
Donación	Camión Compactador Volvo F12	20	Operativo con limitaciones
2012	Compactadora Volvo VM-260	15	Operativo
2012	Compactadora Volvo VM-310	20	Operativo
2012	Compactadora Volvo VM-310	20	Operativo
2003 (*)	Volquete N° 01	15	Operativo
2003 (*)	Volquete N° 02	15	Operativo
Donación	Camión Hiunday	8	Operativo con limitaciones

Fuente: Sub Gerencia de Gestión Ambiental y Salud Pública.

CUADRO N° 3: CAPACIDAD DE LOS VEHÍCULOS RECOLECTORES EN LA CIUDAD DE PUNO.

AÑO DEL COMPACTADOR	TIPO	CAPACIDAD DEL VEHÍCULO POR VIAJE (m3/VIAJE)	SOLIDOS SEGÚN TIPO DE VEHICULOS (T/m3)	% DE EFECTIVIDAD POR VIAJE	EFFECTIVA DE RECOLECCION POR VIAJE (T/VIAJE)	NUMERO DE VIAJES/ SEMANA (VIAJE)	RECOLECCION PROMEDIO POR VEHICULO (T/SEMANA)
		(A)	(B)	(C)	(D)=(A)*(B)*(C)	(E)	(F)=(D)*(E)
2003	Compactadora Volvo XO-6242	15.00	0.50	85.00%	6.38	6.00	38.250
2003	Compactadora Volvo XO-6243	15.00	0.50	85.00%	6.38	7.00	44.625
2003	Compactadora Volvo XO-6241	15.00	0.50	85.00%	6.38	6.00	38.250
Donación	Camión Compactador Volvo F12	20.00	0.50	85.00%	8.50	6.00	51.000
2012	Compactadora Volvo VM-260	15.00	0.50	85.00%	6.38	13.00	82.875
2012	Compactadora Volvo VM-310	20.00	0.50	85.00%	8.50	13.00	110.500
2012	Compactadora Volvo VM-310	20.00	0.50	85.00%	8.50	13.00	110.500
2003 (*)	Volquete N° 01	15.00	0.30	85.00%	3.83	14.00	53.550
2003 (*)	Volquete N° 02	15.00	0.30	85.00%	3.83	7.00	26.775
Donación	Camión Hiunday	8.00	0.30	85.00%	2.04	1.00	2.040
CAPACIDAD EFECTIVA DE LOS VEHICULOS DE GESTION DE RSU/ SEMANA							558.365

Fuente: Sub Gerencia de Gestión Ambiental y Salud Pública.

El 15 de febrero del 2016, la Municipalidad de Puno recibió un total de once vehículos, de los cuales se cuentan con seis compactadoras de basura de 20 m3, dos camiones baranda, un volquete, una compactadora con pata de cabra y una camioneta, estas unidades estarán al servicio de la limpieza de la ciudad.

Al término del mes de febrero del 2016 la cobertura del servicio se incrementó notablemente, toda vez que a la fecha ya son diez vehículos exclusivos y modernos que facilitan la recolección y transporte de los desechos hacia el relleno ubicado en la comunidad de Cancharani, a la vez se dispuso la exclusividad de dos camiones compactadores para el recién creado distrito de Salcedo y el otro hacia Alto Puno.

La implementación en la gestión de residuos sólidos ha tenido un importante aporte por el municipio, pero también se debe reforzar el componente humano, el cual tiene importantes limitaciones, según la sub gerencia de medio ambiente y salud pública, el 45% del personal de limpieza presenta un detrimento de la capacidad física, por condiciones insalubres, trabajos forzosos, exposición a sustancias nocivas, contacto con lixiviados y gases propios de la desintegración, etc. En consecuencia, la manera y condiciones que realizan el servicio no son las adecuadas para un servidor de este tipo, la municipalidad tiene mucha responsabilidad debido a que aún no invierte en cuanto a la dotación del implemento necesario para realizar este tipo de trabajos, que exponen sin duda alguna la integridad de quienes son actores directos en la recolección de nuestros desechos urbanos.

iniciativas en pro de una mejor gestión medioambiental dentro del territorio peruano desde el 2002.

IMAGEN N° 7: ADQUISICIÓN DE MAQUINARIAS PARA LA GESTIÓN DE RSU.



Fuente: Subgerencia de Gestión Ambiental y Salud Pública MPP.

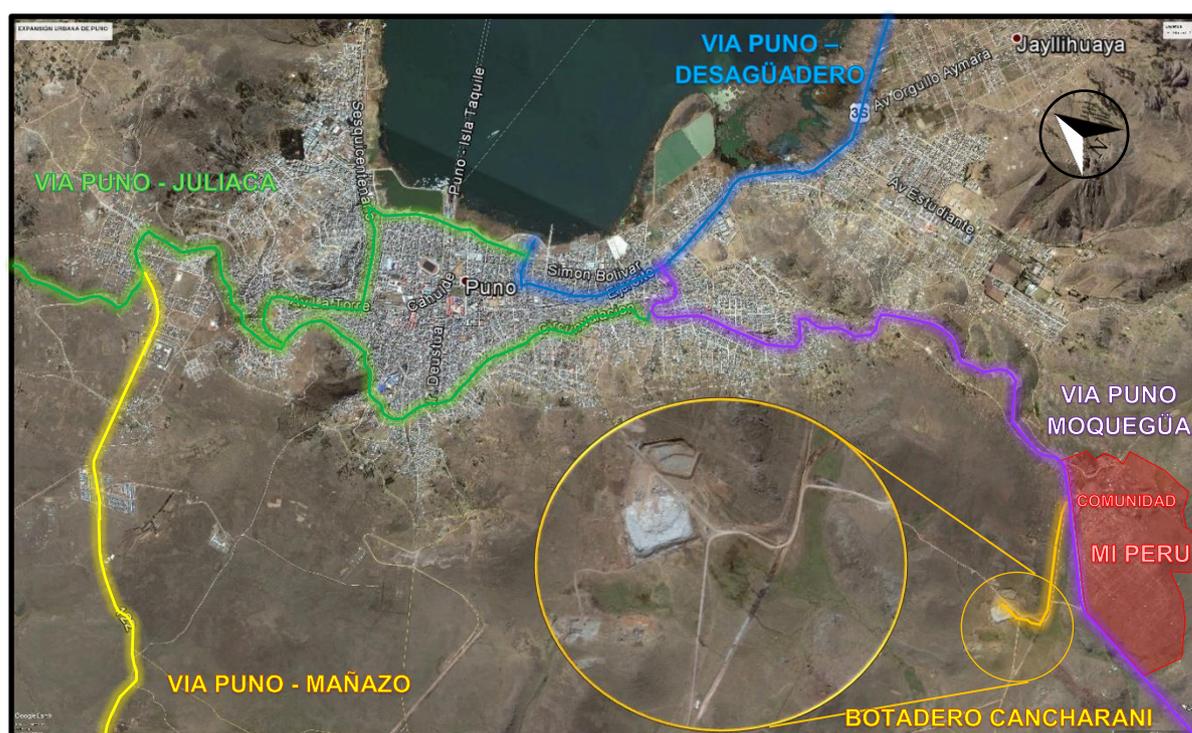
3.2.5 Disposición Final de los RSU de la Ciudad de Puno.

En el año de 1997 se inaugura el botadero de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno, situada en la comunidad de Cancharani la cual se encuentra a 8 km del centro de la ciudad de Puno, se accede a ella por la vía nacional Puno-Moquegua cerca al km 7 existe un desvío en la margen derecha, este acceso que nos llevara directamente al lugar recorriendo un kilómetro más. Este botadero está en la zona alta de la ciudad, aproximadamente a unos 4,012 m.s.n.m. tiene una extensión de 10 hectáreas en el cual se ha depositado cerca de 263,340 m³ de desechos sin tratamiento alguno.

Según la gerencia de medio ambiente y servicios, este procedimiento de, disposición final que se realiza en condiciones CONTROLADAS. Sin embargo, se constató que el vertido de los desechos se realiza de manera directa y sin tratamiento en la base que albergará estos desperdicios, generando una contaminación al suelo y posibles afluentes hídricos que se encuentran de forma subterránea.

Así mismo según el representante de la entidad edil, la bióloga Luz Nancy Gallegos Fuentes, Subgerente de Gestión Ambiental y Salud Pública de la Municipalidad Provincial de Puno, manifiesta que este botadero se encuentra declarado en proceso de CIERRE Y CLAUSURA, por lo que supone que ya se contaría con otro lugar que albergaría los residuos que se generan diariamente en la ciudad de Puno.

ILUSTRACIÓN N° 8: UBICACION DEL BOTADERO DE CANCHARANI



Fuente: Elaboración propia/ Captura de imagen con Google earth.

La realidad actual es muy preocupante, si bien es cierto que la municipalidad ha adquirido un área importante de terreno en la comunidad de Itapalluni que sería el próximo punto de disposición de los residuos, aun no se han concretizado acciones a adoptar para que la disposición sea con los estándares ambientales y de calidad, además del vertido controlado, entonces la apreciación va en el sentido de que se pretendería seguir utilizando el botadero actual hasta que se concluya con los trabajos preliminares en el relleno sanitario de Itapalluni que podría demorar un año desde la aprobación del expediente técnico y la certificación presupuestal para su financiamiento. Como se sabe

estos trámites burocráticos son de larga duración, y según estimaciones, la realidad de concretizarse un nuevo lugar de deposición de los desechos estaría concluyéndose en el próximo quinquenio.

En la zona del relleno sanitario de Itapalluni se cuentan con recursos hídricos cercanos, pequeños riachuelos y acequias que en tiempo de precipitaciones pluviales suele ser afluentes a otros ríos más grandes, como el río Salcedo, el cual a la fecha aún se utiliza para consumo humano y de muchos animales domésticos, para riego de cultivos propios de la zona y algunos aclimatados al medio, así como también para la fabricación artesanal de ladrillos ubicados en la zona denominada Rinconada. Entonces la inquietud no solo se centra en el sistema que se empleara para mitigar la dispersión de los residuos, sino que también pudiesen contaminar recursos hídricos a través del vertido de lixiviados y aglomeración de residuos sólidos inorgánicos.

Según el historiador Mario Hurtado Chávez, en el 2008 presenta una ponencia con motivo del Encuentro con la Historia de Puno, ponencia que denomina *Fundación y ubicación del antiguo Puno "San Luis de Alba"*, explica que el asentamiento minero tuvo una relevancia importantísima, no solo para la colonia española, debido a que era un centro de operaciones para la extracción de plata, tal es su importancia que la historia de los eventos aquí ocurridos relata, en base a valiosos documentos encontrados en el archivo del Consejo de Indias de Sevilla, que los hermanos Gaspar y José de Salcedo, los protagonistas, explotadores de Laykakota, fueron los hombres más ricos de América y que sólo por el quinto pagaron sumas fabulosas al Rey de España.

"El antiguo Puno o San Luis de Alba", se ubicada en la ladera del Cerro Itapalluni, con un área aproximada de 10 mil m². Todavía existe un murallón de 100 metros de largo, por 6 metros de altura, cuya estructura es de piedra picada a martillo y cincel con más de

un metro de grosor, las paredes están construidas de piedra y barro, las puertas y ventanas de tipo escarzano, existen una veintena de celdas pequeñas de uso residencial, que seguramente fueron hechas para el personal de resguardo, para contrarrestar alguna eventual incursión de vascongados y vizcaínos.

ILUSTRACIÓN N° 9: UBICACIÓN DE SAN LUIS DE ALBA



Fuente: Mario Hurtado Chávez, Fundación y ubicación del antiguo Puno "San Luis de Alba".

3.2.6 Gestión de RR. SS. en la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

La universidad es una entidad orgánica de enseñanza superior orientada principalmente a generar conocimientos en las especialidades de cada escuela profesional con las que cuenta. La realidad de nuestra primera casa superior de estudios a nivel regional adolece, entre otros objetivos, la calidad de investigación que en ella se realizan, la preocupación es tal que la SUNEDU (Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria) viene exigiendo una serie de normativas y acciones que las universidades a nivel nacional deben implementar para obtener su acreditación, entre ellas está el tema de investigación, por lo cual en los últimos años la UNA PUNO, ha creado el Vicerrectorado de Investigación, actualmente presidida por el Dr. Wenceslao Medina

Espinoza, esta iniciativa aun no es suficiente, en comparación a otras universidades en el ámbito nacional y mucho menos a comparación del continente sudamericano.

Por lo tanto el tema de gestión de residuos sólidos debió ser abordada ampliamente por las escuelas competentes al tema, proponiendo métodos y alternativas para la mitigación de sus impactos contra la ecología, siendo un modelo que se pueda replicar para la propia ciudad de Puno, pues es uno de los objetivos de esta universidad, es el de producir resultados que ayuden a su comunidad, sin embargo a la fecha el campus no tiene un eficiente sistema de tratamiento de los residuos que allí se generan y mucho menos una planta que las trate y aproveche de manera eficiente.

El sistema de gestión de residuos sólidos en la ciudad universitaria de la UNA-PUNO, no es muy diferente a la de la ciudad en general, pero si tiene cierta diferencia y es que en el campus si se encuentra equipada con papeleras y tachos donde el alumnado, personal administrativo y docente pueden realizar la disposición de sus residuos. La generación de residuos sólidos rodea aproximadamente entre 480 y 450 kg/día, los residuos más representativos son orgánicos y otro lote importante es papelería en general.

En enero del presente año, la universidad implemento es sistema de recepción de residuos con un lote de 50 contenedores de HDPE (polietileno de alta densidad), con la capacidad de recibir cerca de 400 kg. en cada una, estas están ubicadas en puntos estratégicos de la ciudad universitaria. Adicionalmente se inauguró un contenedor soterrado frente al auditorio magno y se espera la culminación de otro en la escuela de postgrado, como ya se explicó anteriormente funciona de manera neumática y en asociación con el camión compactador que cuenta la universidad para el recojo de los residuos que se generan dentro de la ciudad universitaria.

Para todos los casos estos contenedores están diferenciados para decepcionar residuos orgánicos e inorgánicos, haciendo más fácil el trabajo de segregación por parte del personal que desempeña funciones de limpieza. La recolección de estos residuos se hace mediante un camión compactador de 15 m³ que realiza el trabajo de acumulación transporte el botadero municipal que se encuentra en la zona alta de la Ciudad.

IMAGEN N° 8: SISTEMA DE DISPOSICIÓN Y RECOLECCIÓN DE RR. SS. UNA PUNO



Fuente: Oficina de Calidad, Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible – UNA PUNO.

CAPITULO IV

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

4.1 GENERALIDADES.

Las cantidades de residuos sólidos generadas y recolectadas son de una importancia crítica para determinar el cumplimiento de los programas de desviación de residuos; para seleccionar equipamiento específico y para el diseño de los recorridos de recolección, instalaciones de clasificación y centros de disposición final (González, 2011).

La razón principal para medir las cantidades de residuos sólidos generadas separadas para el reciclaje y recolectadas para un procesamiento adicional o para su evacuación final, es obtener datos que se puedan utilizar para desarrollar e implementar programas efectivos de gestión de residuos sólidos.

La generación de residuos sólidos urbanos de una ciudad tiene una relación directa con la expansión demográfica, tal y como se muestra en los datos obtenidos de los diversos censos realizados en el distrito de Puno. El crecimiento acelerado y sin planificación de la ciudad de Puno, incrementa el volumen generado de materiales de residuos Orgánicos e Inorgánicos, lo cual constituye un grave problema ya que dichos materiales se van acumulando en lugares indebidos, sin que los agentes naturales puedan

estabilizar o destruir toda esa materia, debido a la velocidad con que esta se genera (Enkerlin, 1997).

4.2 ACTIVIDADES ECONÓMICAS DE LA CIUDAD DE PUNO.

Según el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) a través del censo de población y vivienda desarrollada en el 2007, la principal actividad económica de la ciudad de Puno es el comercio a menor escala.

El comercio de la ciudad se centra en gran medida por el expendio de productos de origen agrícola, pecuaria y pesquera los mismos que se producen dentro del mismo distrito, como es el caso de los centros poblados de Salcedo y Jayllihuaya, este último considerado por muchas décadas como la despensa de Puno por la alta producción agrícola presente en los principales mercados de la ciudad.

Otro factor importante para la producción y comercialización primaria es la cercanía de la ciudad con la rivera del lago Titicaca y microcuencas de los ríos Salcedo y Jayllihuaya que proveen de agua para los animales, cultivos propios de la zona y cultivos aclimatados. Otras dotaciones de producción primaria vienen de las distintas provincias del departamento de Puno y de todos los departamentos del Perú. En un segundo orden se tiene la comercialización de productos manufacturados y algunos de estos productos fabricados y procesados en la zona industrial de Puno el cual tiene su ubicación exacta en el Centro poblado de Salcedo, y en menor medida los productos textiles.

Una realidad que impacta directamente a esta actividad es el comercio de mercadería ilegal a consecuencia del contrabando proveniente principalmente de Brasil y Bolivia, siendo la ciudad de Puno el destino final de diferentes productos de primera necesidad, y en menor magnitud la comercialización de electrodomésticos, artefactos

electrónicos, prendas de vestir, etc. Los cuales se expenden en los principales mercados de la ciudad, centros comerciales, ferias semanales y en el mismo comercio ambulatorio.

La actividad comercial hasta la fecha viene siendo un dinamizador de la economía puneña, por lo que en la última década se ve el incremento de muchas tiendas de autoservicio, galerías comerciales y principalmente la construcción de unos de los supermercados conocidos en el país.

La ciudad de Puno es la capital de la provincia y región del mismo nombre, en consecuencia, se concentra la mayoría de las instituciones descentralizadas del estado peruano a nivel regional, además, en esta ciudad se encuentran las instituciones educativas de los tres niveles de educación básica regular, así como también se encuentran las mejores universidades, institutos superiores pedagógicos y tecnológicos, sean públicas y privadas dentro de la región. Por tal razón según el censo del 2007 del INEI, sitúa a la actividad de *Enseñanza*, en el segundo lugar de la población económicamente activa (PEA), solo después del comercio.

Esta actividad concentra a unas 54,388¹⁷ estudiantes que asisten regularmente a un centro de enseñanza, así mismo 7,468 de personas entre docentes y personal administrativo conforman esta actividad importante en la ciudad de Puno.

Otras actividades son la prestación de servicio para el transporte y el traslado de personas dentro de la misma provincia y región de Puno, quienes buscan un objetivo común y es tener acceso a una mejor educación, vivienda, salud y trabajo, es decir una mejor calidad de vida. El transporte con la actividad turística en la ciudad ha tenido siempre una relación directa, debido a que Puno es un importante nexo dentro de un

¹⁷ INEI, CENSOS NACIONALES 2007 XI DE POBLACIÓN Y VI DE VIVIENDA, sistema de consultas de resultados censales, CUADRO N° 10: población de 3 a 24 años de edad, por grupos de edad normativa, según departamento, provincia, distrito, área urbana y rural, sexo y asistencia a un centro de enseñanza regular.

circuito turístico ya establecido, o punto de partida para la visita de otros atractivos que cuenta la región del mismo nombre.

El transporte también presta el servicio a bienes comerciales los cuales necesitan de almacenes para su almacenamiento antes de ser vendida a los pobladores puneños.

La administración pública también es punto fundamental para la economía puneña, como se explicó anteriormente, en la ciudad se concentra instituciones de relevancia regional y nacional, así mismo se tiene la presencia de la manufactura y construcción, los cuales en los últimos años se ha ido incrementando debido a la creación de una zona industrial dentro de la ciudad de Puno. En el siguiente cuadro veremos las actividades que se vienen desarrollando en la ciudad.

CUADRO N° 4: ACTIVIDADES ECONÓMICAS DEL DISTRITO DE PUNO.

N°	ACTIVIDAD ECONOMICA	P.E.A.	%	HISTOGRAMA
00	DISTRITO DE PUNO	54170	100.00%	
01	Comercio al por menor	9064	16.73%	16.73%
02	Enseñanza	7468	13.79%	13.79%
03	Trans., almac. y comunicaciones	5251	9.69%	9.69%
04	Admin.pub. y defensa; p. segur.soc afil	4923	9.09%	
05	Industrias manufactureras	4610	8.51%	8.51%
06	Construcción	3243	5.99%	5.99%
07	Hoteles y restaurantes	3078	5.68%	5.68%
08	Activid.inmobil., empres. y alquileres	2783	5.14%	5.14%
09	Agric., ganadería, caza y silvicultura	2583	4.77%	4.77%
10	Servicios sociales y de salud	2228	4.11%	4.11%
11	Otras activ. serv.comun.soc y personales	1753	3.24%	3.24%
12	Actividad economica no especificada	856	1.58%	1.58%
13	Hogares privados con servicio doméstico	852	1.57%	1.57%
14	Venta, mant.y rep. veh.autom.y motoc.	725	1.34%	1.34%
15	Intermediación financiera	480	0.89%	0.89%
16	Comercio al por mayor	340	0.63%	0.63%
17	Suministro de electricidad, gas y agua	220	0.41%	0.41%
18	Pesca	188	0.35%	0.35%
19	Explotación de minas y canteras	164	0.30%	0.30%
20	Organiz. y órganos extraterritoriales	3	0.01%	0.01%
21	Desocupado	3358	6.20%	6.20%

Fuente: Elaboración propia, según datos obtenidos del INEI, CENSOS NACIONALES 2007 XI DE POBLACIÓN Y VI DE VIVIENDA.

4.3 METODOLOGIA PARA LA CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE PUNO.

El estudio ayuda a determinar las características para implementar todo un sistema de gestión de residuos sólidos, es decir, determinar la manera de disposición inicial, transporte, recepción, selección, aprovechamiento y disposición final de los mismos. A la vez permitirá realizar una optimización para la selección de ecotecnologías y características arquitectónicas para el tratamiento de estos residuos.

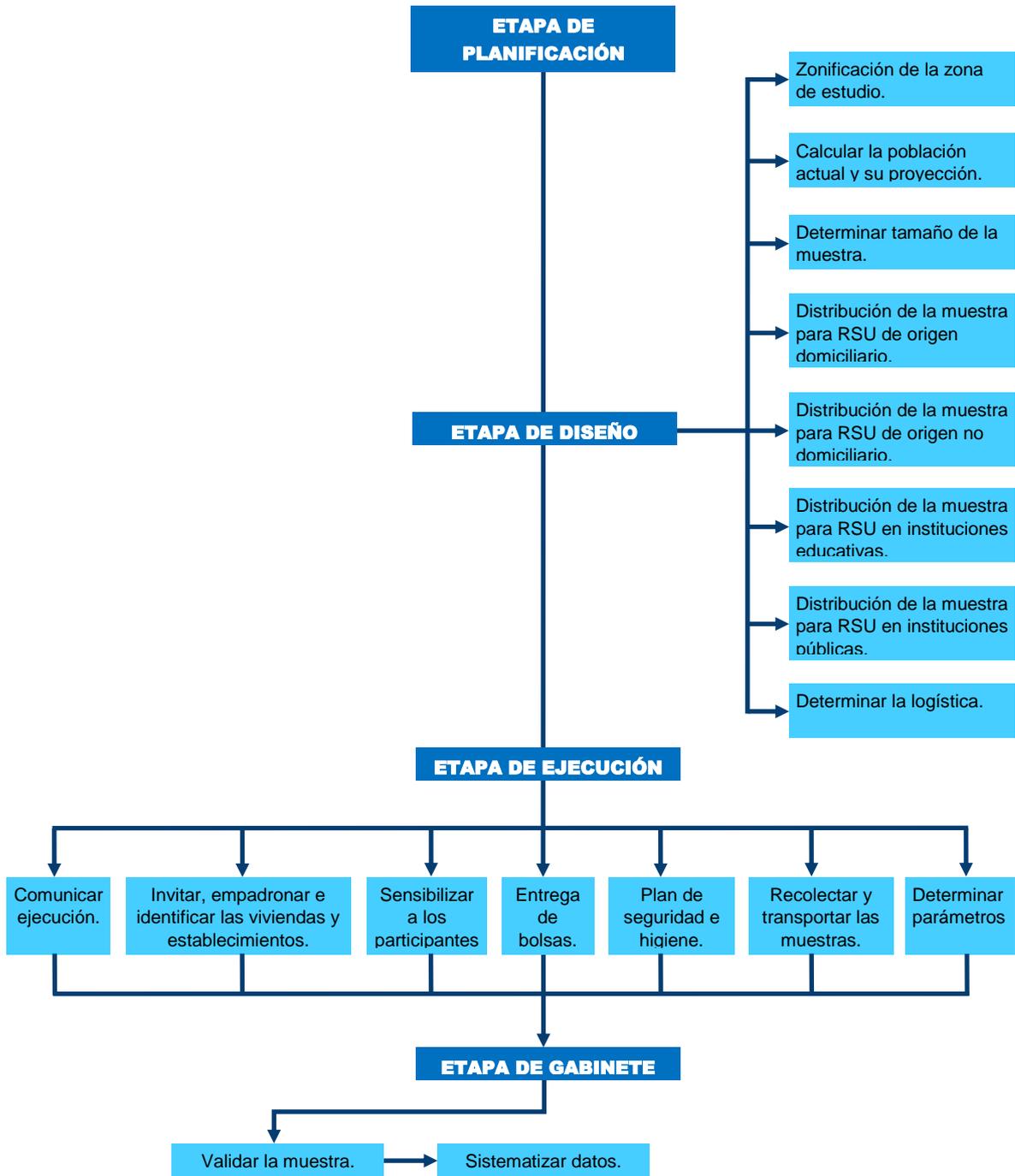
El ministerio del ambiente a través del viceministerio de gestión ambiental, publica en el año 2015 un manual titulado **“Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM)”** el cual indica de manera detallada, clara y sencilla los procedimientos en la planificación, diseño y ejecución del estudio de caracterización de los residuos sólidos urbanos en las jurisdicciones distritales y provinciales a nivel nacional. Dentro de este estudio se podrá obtener datos fehacientes sobre características como: la generación per cápita, peso, volumen, densidad, humedad y composición física de residuos sólidos de origen domiciliario (viviendas) y no domiciliario (establecimientos comerciales, restaurantes, hoteles u hospedajes, mercados, instituciones públicas y privadas, instituciones educativas y limpieza de espacios públicos o barrido de calles).

La Municipalidad Provincial de Puno mediante la Gerencia de Medio Ambiente y Servicios realizó en el 2015 el **Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos del Distrito de Puno**, y según la guía antes mencionada, dicho estudio tiene una validez de 2 años.

Para el presente trabajo de investigación, utilizar este documento del gobierno local es totalmente legítimo, debido a que, según la metodología de investigación

adoptada, acepta como un antecedente o referencia real dentro del ámbito en el que se está investigando. Por lo tanto, los datos obtenidos de este documento son de carácter relevante y vinculante en la propuesta arquitectónica y tecnológica para la gestión de RSU para la ciudad de Puno.

ILUSTRACIÓN N° 10: METODOLOGÍA DE ESTUDIO PARA RSU DE LA CIUDAD DE PUNO



Fuente: Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM). MINAM.

4.3.1 ETAPA DE PLANIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RSU.

En la etapa de planificación se busca determinar los lineamientos y metodologías apropiadas para realizar el estudio de caracterización de RSU de manera eficiente. La planificación tiende a identificar la fuente del problema, las herramientas a utilizar para la obtención de datos sean cuantitativos y cualitativos, el personal necesario para colaborar con el estudio en general para luego terminar en un informe de carácter ilustrativo del tema estudiado.

La MPP a través de la Gerencia de Medio Ambiente y Desarrollo designo a un equipo técnico encargado del estudio de caracterización de RSU, conformado por un coordinador técnico y catorce promotores ambientales. Una vez acreditado el equipo técnico realizo las coordinaciones entre los diferentes niveles de decisión del Municipio (Alcaldía, Gerencia Municipal, Gerencia de Planificación y Presupuesto, Gerencia de Servicios Públicos o gerencias equivalentes) para:

- Aprobar la ejecución del estudio.
- Determinar la participación y responsabilidades de las diversas áreas municipales.
- Establecer alianzas con instituciones públicas y privadas del sector salud, educación, organizaciones locales, entre otros.

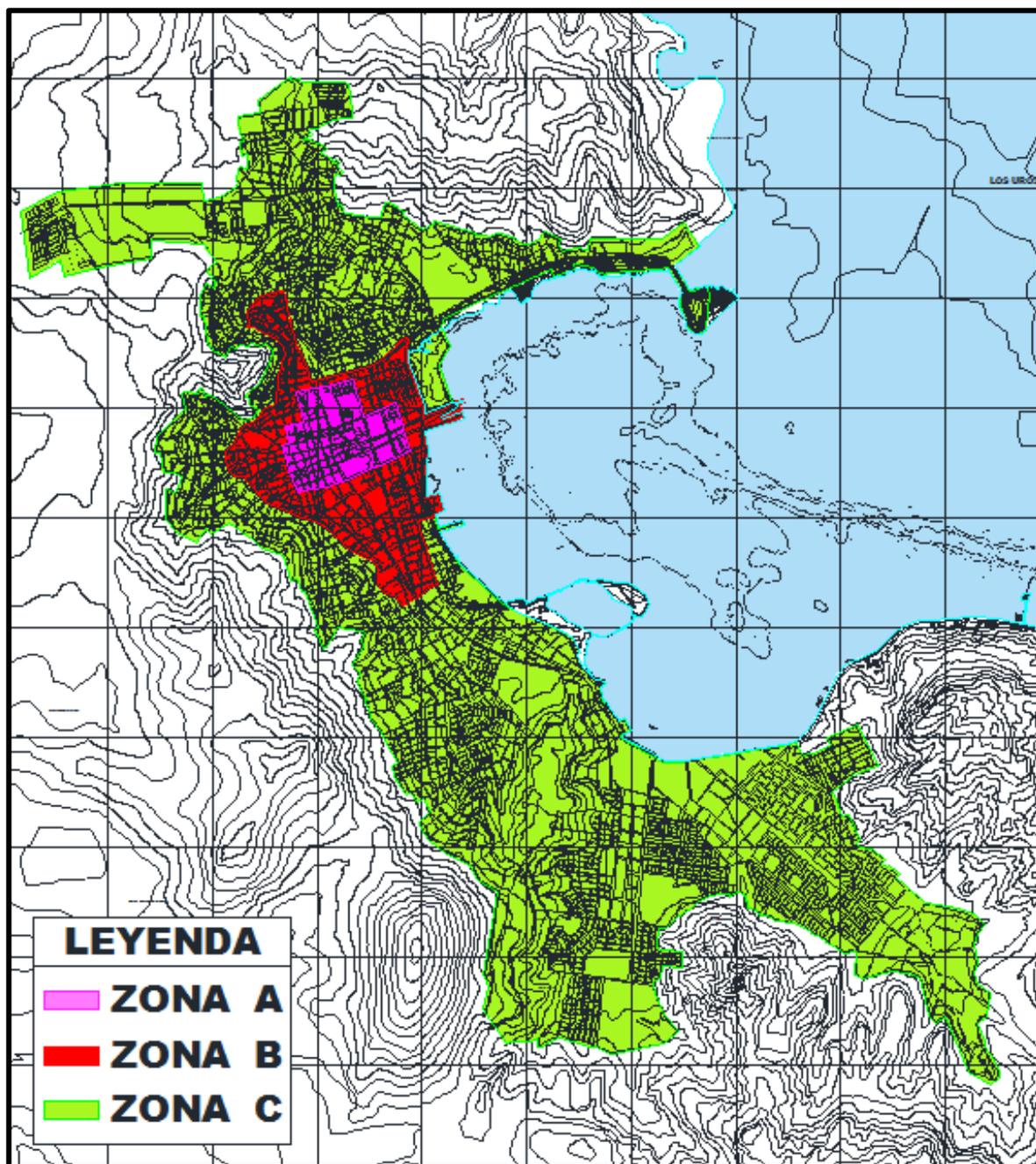
4.3.2 ETAPA DE DISEÑO DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE LOS RSU.

Comprende realizar todos los cálculos necesarios para poder dimensionar el estudio de caracterización domiciliario y no domiciliario, para posteriormente determinar los recursos logísticos y presupuesto requerido.

4.3.2.1 ZONIFICACIÓN DEL DISTRITO DE PUNO.

Según el estudio realizado por la entidad gubernamental de Puno, para este estudio clasifíco en tres zonas y por estratos socioeconómicos, que se detalla de manera siguiente:

ILUSTRACIÓN N° 11: PLANO DE ZONIFICACIÓN DEL DISTRITO DE PUNO.



Fuente: MPP. Sub Gerencia de Actividades Económicas de la Municipalidad Provincial de Puno.

CUADRO N° 5: ZONIFICACIÓN DEL DISTRITO DE PUNO.

ZONA A	ZONA B	ZONA C
<ul style="list-style-type: none"> • Urbanizaciones residenciales ubicadas en el Centro del distrito. • Poseen todos los servicios urbanos y otros complementarios. • Sus habitantes gozan de altos ingresos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Urbanizaciones populares densamente pobladas. • Poseen servicios básicos con mejores condiciones que el estrato bajo. • Ingreso económico es mayor o igual al sueldo mínimo legal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Viviendas precarias, de material rústico ubicadas en la periferia del distrito. • Carecen de algunos servicios básicos. • Zona en proceso de consolidación. • Ingreso económico familiar por debajo del sueldo mínimo legal.

Fuente: MPP. Sub Gerencia de Actividades Económicas de la Municipalidad Provincial de Puno.

4.3.2.2 DEMOGRAFÍA, DETERMINACIÓN LA POBLACIÓN ACTUAL Y SU PROYECCIÓN.

La generación de residuos sólidos urbanos de una ciudad tiene una relación directa con la expansión demográfica, para tener noción de la problemática real a consecuencia de los residuos, se debe también estudiar el comportamiento de la población para luego establecer una estimación cuyo resultado final se considera relevante para el diseño y aplicación de las tecnologías los cuales deberán ser capaces de procesar y tratar la cantidad de residuos sólidos urbanos que se generaran para dicho periodo de tiempo.

Según el censo de 1940, la población censada de la ciudad de Puno era de 13,786 habitantes que representaba el 2.5% de la población regional. Al año 2005, la ciudad contaba con 118,008 habitantes, que representaba el 9.5% de la población regional, denotando un incremento en la participación relativa de la población de la ciudad, en 7.0%. En los últimos 65 años, la ciudad ha incrementado su población en 8.56 veces, mientras que el de la región ha crecido 2.3 veces.

En los años 1961 y 1972, el proceso de migración se incrementa lo que se percibe en sus tasas de crecimiento ínter censal que sube de 2.8% y 4.7% respectivamente.

En el periodo 1972-1981, se registra la mayor tasa de crecimiento poblacional de la ciudad, 5.9%. De ahí en adelante, existe una tendencia decreciente, alcanzando en el

periodo 1981 a 1993 un 2.6% y entre 1993 al 2005 un 2.1% (Municipalidad Provincial de Puno, 2011).

Según el INEI, en su sistema de consulta estima a la población del distrito de Puno en para el 2015 es de 141 064¹⁸ habitantes.

La planta ecológica para la selección, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno tiene proyectada su funcionamiento dentro de los treinta años próximos, por lo cual es necesario conocer a cuanta población se atenderá.

La metodología de cálculo que se utilizo es la siguiente:

$$P(t) = P_0 * e^{kt}$$

$$k = \frac{\ln P_i - \ln P_0}{t}$$

Dónde: $P(t)$: Población proyectada.

P_0 : Población inicial (población censada anteriormente).

P_i : Población final (población censada recientemente).

t : Diferencia del año censado del P_0 - $P(t)$.

e : constante matemática (2.71828182).

De aquí obtenemos las siguientes proyecciones demográficas:

¹⁸ INEI, portal de consultas, estimación de la población del 2000 al 2015, <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/>

CUADRO N° 6: POBLACIÓN PROYECTADA DEL DISTRITO DE PUNO AL 2050.

POBLACION PROYECTADA EN EL DISTRITO DE PUNO								
AÑO	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
POBLACION	141064	155502	171418	188963	208304	229624	253127	279035

Fuente: Elaboración propia.¹⁹

4.3.2.3 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA.

Obtenida la población actual, la etapa siguiente es determinar el tamaño y la distribución de la muestra sea de origen domiciliario y no domiciliario, para lo cual se utilizó la formula indicada según la Guía metodológica anteriormente mencionada.

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

CUADRO N° 7: DEFINICION DE LOS PARAMETROS PARA CALCULAR TAMAÑO DE LA MUESTRA

Parámetro	Domiciliario	No Domiciliario
<i>n</i> : (número de muestras)	Número de viviendas que participarán en el estudio de caracterización.	Número de establecimientos que participarán en el estudio de caracterización.
<i>N</i> : (Universo)	Total de viviendas (se debe calcular el número de viviendas que existe en el periodo que se realizará el estudio) Para el presente quinquenio se trabajará con un total de 57734 viviendas en la ciudad de Puno.	Total de establecimientos (información que puede ser proporcionada por la oficina de comercialización o la que haga sus veces). De acuerdo a la Sub Gerencia de Actividades Económicas de la MPP, en el año 2016 se tuvo un total de 6563 puestos.
σ : (Desviación estándar)	Cuando no se tenga información el valor de desviación estándar a usar es de 0,25. Si se cuenta con un estudio anterior, considerar la desviación estándar calculada en ese estudio	
$Z_{1-\alpha/2}^2$: (Nivel de confianza)	Generalmente se trabaja con un nivel de confianza al 95% para lo cual $Z_{1-\alpha/2}$ tiene un valor de 1,96.	
<i>E</i> : (Error permisible)	10% del GPC nacional actualizada a la fecha de ejecución del estudio. Para este proceso es $E= 0,061$ kg/hab./día.	
Porcentaje de Contingencia	Al número de muestra calculado, se recomienda adicionar entre 10% y 20% como contingencia	

Fuente: Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM). MINAM.

¹⁹ Proyección realizada con la metodología explicada en el Boletín Especial N°18 INEI. Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población por Sexo, según Departamento, Provincia y Distrito, 2000-2015

4.3.2.4 DETERMINACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE NÚMERO DE MUESTRAS PARA GENERADORES DE RSU DE FUENTES DOMICILIARIAS.

Utilizando la formula se obtiene:

$$n = \frac{1.96^2 * 57734 * 0.25^2}{57733 * 0.061^2 + 1.96^2 * 0.25^2} = 64.45$$

*Considerando el Porcentaje de Contingencia = n + 15% = 64.45 * 1.15*

= 74.12 ∴ 75 muestras.

De la operación matemática se obtuvo un total de 75 muestras los cuales se distribuyen en cada zona según la magnitud de concentración poblacional que se obtuvo del mapa de zonificación tributaria de la ciudad de Puno para el estudio de caracterización de residuos sólidos de origen domiciliario, de tal manera que se distribuirá de la siguiente manera:

CUADRO N° 8: DETERMINACIÓN DE MUESTRAS DE ORIGEN DOMICILIARIO

ZONAS	NÚMERO DE VIVIENDAS	PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN TOTAL	TAMAÑO DE MUESTRA
Zona A	4493	7.78%	6
Zona B	28539	49.43%	37
Zona C	24702	42.79%	32
TOTAL	57734	100.00%	75

Fuente: MPP. Gerencia de Medio Ambiente y Servicios, Sub Gerente de Gestión Ambiental y Salud Pública, Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos del Distrito de Puno.

4.3.2.5 DETERMINACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE NÚMERO DE MUESTRAS PARA GENERADORES DE RSU DE FUENTES NO DOMICILIARIAS.

Para obtener el número de muestra se procedió a definir la cantidad de establecimientos existentes en la ciudad, de acuerdo a la Sub Gerencia de Actividades Económicas de la Municipalidad Provincial de Puno, la recaudación del año 2016 estuvo conformado por un total de 6 563 puestos o establecimientos comerciales y de servicios,

se determinó la muestra para estudio de caracterización de residuos sólidos municipales de origen no domiciliario, tal cual se hizo para el tamaño de muestra de origen domiciliario, con la diferencia de remplazar algunos parámetros que se indican en el cuadro N° 7, por lo tanto se obtiene el siguiente resultado:

Formula a utilizar:

$$n = \frac{1.96^2 * 6\,563 * 0.25^2}{6\,562 * 0.061^2 + 1.96^2 * 0.25^2} = 63.91$$

$$\begin{aligned} \text{Considerando el Porcentaje de Contingencia} &= n + 15\% = 63.91 * 1.15 \\ &= 73.49 \therefore 74 \text{ muestras.} \end{aligned}$$

Se obtuvo un total de 74 muestras, los cuales se distribuirán según las actividades que se desarrollan a través de su giro, por lo que se tendrá el siguiente cuadro de manera detallada:

CUADRO N° 9: CANTIDAD DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES Y DE SERVICIO DE LA CIUDAD DE PUNO.

GIRO COMERCIAL	NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN TOTAL	TAMAÑO DE LA MUESTRA
Tienda de Abarrotes, Bodegas, Bodeguitas	943	14.37%	11
Cabinas de Internet, librerías, cabinas de Locutorio, Servicio de Fotocopiado e impresión. Video juegos, billar, PlayStation. Cabinas de Internet, librerías, cabinas de Locutorio, Servicio de Fotocopiado e impresión. Video juegos, billar, PlayStation.	933	14.22%	11
Oficinas Administrativas, Agencia de Viajes, Turismo, Agente Bancario	887	13.52%	10
Quintas, Restaurantes, Pizzerías, Pizzerías, Chifas, Cevicherías.	785	11.96%	9
Ferreterías, Venta de Materiales de Construcción, Madereras.	302	4.60%	4
Hospedajes y Hoteles	215	3.28%	2
Farmacia, Boticas, Perfumerías	210	3.20%	2
Cafeterías, Snack, Juguerías.	204	3.11%	2
Sastrerías, Boutiques, venta de telas, artesanías, Alquiler de trajes, disfraces de danzas	201	3.06%	2
Servicios Diversos, playas de estacionamiento, servicios deportivos, otros.	198	3.02%	2

Centros médicos, Consultorios médicos, Consultorios dentales,	159	2.42%	2
Salón de Belleza, Peluquerías.	135	2.06%	2
Casa de Prestamos, casa de cambio de moneda, locería y cristalería	120	1.83%	1
Venta de Repuestos, lubricantes y otros para vehículos, llanterías, taller de reparación de vehículos	113	1.72%	1
Venta de Computadoras, Venta de Celulares	101	1.54%	1
Venta de electrodomésticos, computo, colchones, telefonía.	89	1.36%	1
Librerías, Papelería, venta de libros, artículos de escritorio	84	1.28%	1
Panificadoras, Pastelerías, Bagueterías	83	1.26%	1
Consultoras, Servicios de Ingeniería y Trámites documentarios	75	1.14%	1
Venta de Muebles	66	1.01%	1
Carnicería, venta de carne de pollo, emporios	46	0.70%	1
Foto Estudios, filmaciones	46	0.70%	1
Casas Naturistas, Venta de productos naturales	44	0.67%	1
Industria alimentaria	44	0.67%	1
Imprentas, offset y otros	43	0.66%	1
Anticucherías, comida al paso, hamburguesas	42	0.64%	1
Policlínico, Clínicas, Centros Médicos	37	0.56%	1
Vidrierías	31	0.47%	0
Bancos y Entidades Financieras	31	0.47%	0
Bar, Karaoke, Video Pub.	30	0.46%	0
Servicio de Reparación de artefactos eléctricos y electrónicos	29	0.44%	0
Venta de Locería y cristalería	29	0.44%	0
Venta de insumos veterinarios, avícolas, acuícolas.	28	0.43%	0
Bazares, Bisutería	27	0.41%	0
Tragamonedas, salón de juegos	25	0.38%	0
Venta de artículos de plástico	24	0.37%	0
Venta de Material Quirúrgico y médico	21	0.32%	0
Clínicas Veterinarias, Consultorios veterinarios, veterinarias	20	0.30%	0
Joyería, pasamanería, tienda de regalos	17	0.26%	0
Venta de Kerosene y combustibles	16	0.24%	0
Venta de Zapatos y Zapatillas.	15	0.23%	0
Tópicos	10	0.15%	0
Grifos	5	0.08%	0
TOTAL	6563	100.00%	74

Fuente: MPP. Sub Gerencia de Actividades Económicas de la Municipalidad Provincial de Puno.

Para la distribución de la muestra se realizó según la trascendencia en magnitud de los principales mercados de la ciudad de Puno y sus respectivos establecimientos, lugares donde se realizan las principales actividades de comercialización, por lo que a continuación se presenta el siguiente cuadro donde se observa la cantidad de puntos de

expendio y el porcentaje que estos demandan para la obtención de muestras debidamente establecidas.

CUADRO N° 10: DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE MUESTRAS EN PUESTOS DE MERCADOS.

PRINCIPALES MERCADOS DE PUNO	NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PORCENTAJE REPRESENTATIVO	TAMAÑO DE MUESTRA
MERCADO CENTRAL	447	16.92%	13
MERCADO BELLAVISTA	731	27.67%	20
MERCADO LAYKAKOTA	811	30.70%	23
MERCADO UNIÓN Y DIGNIDAD	653	24.72%	18
TOTAL	2642	100.00%	74

Fuente: MPP. Gerencia de Medio Ambiente y Servicios, Sub Gerente de Gestión Ambiental y Salud Pública, Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos del Distrito de Puno.

4.3.2.6 DETERMINACIÓN DE NÚMERO DE MUESTRAS PARA GENERADORES DE RESIDUOS SÓLIDOS EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS.

La Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización para Residuos Sólidos Municipales no indica la metodología a utilizar para determinar la muestra en instituciones educativas e instituciones públicas y privadas sean gubernamentales y no gubernamentales, por lo que el estudio realizado por la Municipalidad Provincial de Puno, seleccionó a tres instituciones educativas de connotación local y que a la vez representan los tres niveles del sistema de educación básica regular y a un centro técnico de producción tal y como se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 11: DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE MUESTRAS EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS.

NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA	NIVEL	N° DE ALUM, DOCEN Y ADM	TAMAÑO DE MUESTRA
I.E.I N° 193 CLUB DE LEONES	INICIAL	288	1
I.E.P. N° 70005 CORAZÓN DE JESÚS	PRIMARIA	1221	1
I. E. S. GRAN UNIDAD ESCOLAR SAN CARLOS	SECUNDARIA	1901	1
CENTRO DE EDUCACIÓN TÉC. PROD. PUNO	TECN-PROD	791	1

Fuente: Elaboración propia, según datos de la Sub Gerente de Gestión Ambiental y Salud Pública, Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos del Distrito de Puno.

4.3.2.7 DETERMINACIÓN DE NÚMERO DE MUESTRAS PARA GENERADORES DE RESIDUOS SÓLIDOS EN INSTITUCIONES PÚBLICAS.

Para este caso de igual manera se seleccionó tres instituciones, de preferencia pública y de relevancia a nivel local, para realizar el estudio de caracterización, por lo que se detalla a continuación:

CUADRO N° 12: DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE MUESTRAS EN INSTITUCIONES PÚBLICAS.

NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN	CATEGORÍA	TAMAÑO DE MUESTRA
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO	INSTITUCIÓN PÚBLICA	1
GOBIERNO REGIONAL DE PUNO - SEDE LOCAL	INSTITUCIÓN PÚBLICA	1
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO	INSTITUCIÓN PÚBLICA	1

Fuente: Elaboración propia, según datos de la Sub Gerente de Gestión Ambiental y Salud Pública, Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos del Distrito de Puno.

4.3.2.8 REQUERIMIENTOS LOGÍSTICOS PARA EL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RSU DE LA CIUDAD DE PUNO²⁰.

Los recursos logísticos son un requisito tanto para trabajos en gabinete y campo para lograr el o los objetivos deseados, para el presente estudio se utilizó lo siguiente:

a. LOGÍSTICA UTILIZADA EN OFICINA/ GABINETE.

Materiales de oficina:

- Lapicero
- Plumones de tinta indeleble
- Tijeras
- Fotocopias de plano de ubicación de las viviendas

²⁰ Fragmento extraído del *Estudio De Caracterización De Residuos Sólidos Del Distrito De Puno 2015*.

- Fotocopias de cartas dirigidas a los generadores domiciliarios (jefes de hogar) y generadores no domiciliarios (responsables de establecimientos) que participarán en el estudio de caracterización
- Fotocopias de los formatos de empadronamiento a los generadores domiciliarios (y generadores no domiciliarios)
- Fotocopias de los formatos de registro de datos de caracterización de residuos sólidos
- Cinta de masking tape (color beige) (50m) (para identificación y codificación de bolsas de viviendas)
- Dispensador de cinta de embalaje.

b. LOGÍSTICA UTILIZADA EN CAMPO.

Personal:

- Personal Técnico – 01 Coordinador.
- Personal de Apoyo – 14 promotores ambientales.
- Personal de Apoyo – 01 chofer de vehículo menor para recolección y transporte de las muestras.

Equipo de Protección e Higiene.

- Lentes de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Mascarillas para polvo.
- Chalecos para trabajo en campo.
- Guantes de látex
- Gorros de protección

- Mascarillas de filtro mecánico marca 3 m
- Mandiles

Materiales de campo:

- Fotocheck para identificación del personal que participó del estudio.
- Stickers (para identificación de las viviendas).

Movilidad:

- Movilidad al personal para estudio de la caracterización de RSU.
- Alquiler de 02 Motocargas para la recolección de las muestras

Ambiente para realizar la caracterización:

- Para el procesamiento, medición y obtención de resultados del estudio de caracterización se realizó en las instalaciones de la MPP, en el sótano de la institución que es un lugar amplio, libre y ventilado.

Herramientas e insumos:

- Balanza electrónica.
- Cámara fotográfica digital.
- Cilindro metálico de 200 litros de capacidad.
- Flexómetro.
- Bolsas de polietileno de alta densidad.
- Escobas.
- Recogedor.

4.3.3 ETAPA DE EJECUCIÓN²¹.

4.3.3.1 COMUNICAR EJECUCIÓN DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN.

El estudio de caracterización se llevó a cabo en los meses de mayo y junio del 2015, en la primera semana se realizó la difusión del estudio mediante medios escritos, orales, audiovisuales, por parte de la entidad ejecutora.

La población de Puno fue informada no solo por los medios antes descritos, sino que, la invitación a la participación se dio de forma directa entre el municipio y los participantes directamente elegidos mediante un sistema de elección aleatoria. La comunicación es importante para llegar a concientizar a la población en general y lograr su apoyo en este tipo de estudios muy importantes para una ciudad.

4.3.3.2 INVITAR, EMPADRONAR E IDENTIFICAR LAS VIVIENDAS / ESTABLECIMIENTOS PARTICIPANTES.

Seguidamente se realizó un empadronamiento, para lo cual la MPP repartió las cartas de invitación a cada vivienda y establecimientos comerciales seleccionados.

Para validar las muestras, los participantes se identificaron debidamente con su documento nacional de identificación (DNI) para el llenado de padrones, donde también se puede observar el nombre, la dirección y la firma de las viviendas y establecimientos comerciales que fueron elegidas como parte de la muestra. A la vez que se realizó la entrega de las bolsas por parte de la entidad ejecutora de este estudio a cada punto de muestreo, para llevar un sistema de identificación y recolección adecuado de las muestras que posteriormente se someterán a la caracterización.

²¹ Fragmento extraído del *Estudio De Caracterización De Residuos Sólidos Del Distrito De Puno 2015*.

4.3.3.3 SENSIBILIZAR A PARTICIPANTES DEL ESTUDIO.

Sensibilizar a la población es algo que se debe realizar de manera constante sobre temas de interés social, para este caso la tarea fue de informar de manera directa a los actores del estudio de caracterización de RSU. Por la importancia de esta etapa se realizó de la manera más clara y entendible a las personas encargadas de la disposición inicial para su posterior estudio, se les indica que se recogerá las muestras de forma diaria durante siete días y, de ser un caso fortuito en las que no se puedan recoger las bolsas, el responsable de la vivienda y/o el establecimiento comercial, deberá guardarlas hasta el día siguiente sin alteración alguna y dárselas al encargado de su recolección.

4.3.3.4 ENTREGA DE BOLSAS PARA RECOLECTAR LOS RESIDUOS.

La recolección de las bolsas de cada vivienda y establecimiento comercial deberá ser rotulado al instante de ser recibido, la finalidad principal del rotulado es el de llevar un control exacto de cada muestra, además a ello diferenciar los RSU de origen domiciliario y no domiciliario.

4.3.3.5 PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE.

El personal encargado del trabajo de campo adoptó todas las medidas necesarias de seguridad, de acuerdo a las recomendaciones de la guía para el estudio de RSU, y los cuales se detalla a continuación:

CUADRO N° 13: NORMAS GENERALES DE SELECCIÓN

Actividades a realizar	Normas de Seguridad
<i>Recolección selectiva</i>	Uso de todos los equipos de protección personal (guantes, mascarilla, botas, uniforme).
<i>Descarga de bolsas</i>	Descargar las bolsas cuidadosamente y sin tirarlas.
Pesado de las bolsas	Si las bolsas son muy pesadas, manipularlas entre dos integrantes del equipo.
Traslado de bolsas para segregación y/o separación	Llevar las bolsas a la mesa de trabajo, de ser muy pesadas, trasladarlas entre dos integrantes del equipo.
Segregación y/o separación	Abrir las bolsas y vaciarlas cuidadosamente a la mesa de trabajo, usar los equipos de protección personal.

Determinación de la densidad	Levantar con cuidado el cilindro, para evitar golpes.
Disposición final	Realizar el traslado de bolsas al área de disposición final con las medidas de seguridad necesaria para evitar cualquier accidente (caídas, luxaciones lumbares y otros).

Fuente: Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM). MINAM.

4.3.3.6 RECOLECTAR Y TRANSPORTAR LAS MUESTRAS DEL ESTUDIO.

La recolección se realiza por los promotores ambientales, son responsables directos para que las muestras lleguen en condiciones puras al establecimiento donde se realizó el estudio de caracterización de los RSU, para este caso el transporte fue mediante la movilidad de dos Motocargas como se aprecia en la siguiente imagen.

4.3.3.7 DETERMINAR PARÁMETROS.

El estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales o urbanos que realizo la Municipalidad Provincial de Puno, se enfoca principalmente a la generación de residuos sólidos de origen domiciliario y no domiciliario, adicional a ello se tiene es estudio para instituciones educativas e instituciones públicas de gran relevancia dentro del distrito e inclusive a nivel regional.

CUADRO N° 14: PRINCIPALES PARÁMETROS A DETERMINAR EN EL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN

PARÁMETROS	CARACTERÍSTICAS
Generación	Este parámetro es importante para conocer la generación total de residuos sólidos, de esta manera se puede dimensionar el equipamiento para su recolección, transporte e infraestructura.
Composición	Permite conocer qué componentes tienen los residuos, esto permite tener un criterio técnico para establecer programas de recuperación y/o reciclaje de residuos.
Densidad	Se usa para dimensionar el equipamiento de almacenamiento público de residuos (contenedores, papeleras, etc.).
Humedad	Se usa en el diseño de rellenos sanitarios para estimar la generación de lixiviados.

Fuente: Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM). MINAM.

4.3.4 ETAPA DE GABINETE²².

En la etapa de gabinete se debe realizar el procesamiento de resultados obtenidos, como se detalla a continuación:

4.3.4.1 VALIDAR LA MUESTRA.

Para la validación de las muestras se tuvo mucho cuidado con todo el sistema de recolección y transporte de las mismas, con la finalidad de tenerlos bien identificados y a la vez mantener su contenido de origen. Si la cantidad de muestras es menor a lo calculado, se debe equiparar con toma de nuevas muestras según la zona o establecimiento faltante.

4.3.4.2 DETERMINACIÓN DE LA GENERACIÓN PER CÁPITA DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES.

La generación de residuos sólidos urbanos está determinada principalmente por su fuente de origen, los cuales como ya se vio anteriormente son de dos tipos, los de origen domiciliario y no domiciliario.

Si solo se tiene un sector; porque el distrito tiene un mismo estrato económico, la generación total de residuos sólidos domiciliarios se calcula: generación per-cápita promedio de la muestra por la población total.

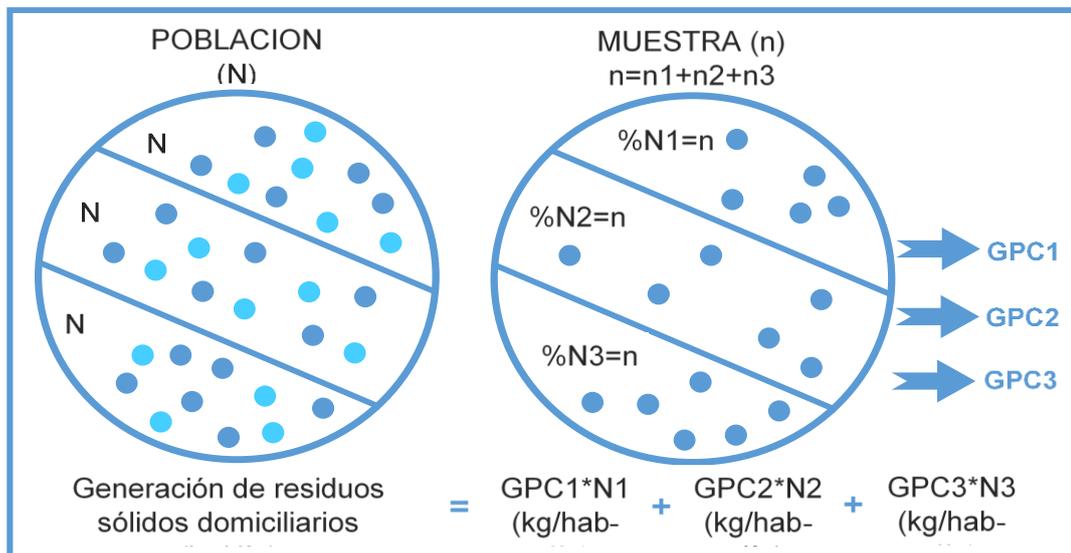
Si se tiene más de 2 sectores; la generación total de residuos sólidos domiciliarios se calcula: sumando el producto de la generación per-cápita por la población de cada sector.

En este caso de estudio por ser una ciudad socioeconómicamente diferenciada se

²² Fragmento extraído del *Estudio De Caracterización De Residuos Sólidos Del Distrito De Puno 2015*.

utilizó el segundo método para el conocimiento de generación de los mismos:

ILUSTRACIÓN N° 12: DETERMINACIÓN DE GPC EN MUESTRAS CON MÁS DE 2 SECTORES



Fuente: Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM). MINAM.

Obtenidos los pesos promedios de las muestras, se procedió a calcular la generación per cápita de las viviendas y de los establecimientos comerciales, aplicando la siguiente fórmula:

Generación Per cápita por vivienda:

$$GPC1 = \frac{Dia1 + Dia2 + Dia3 + Dia4 + Dia5 + Dia6 + Dia7}{Número\ de\ Habitantes * 7\ días}$$

Y para calcular la generación per cápita total del distrito se aplicó la siguiente formula:

$$GPC = \frac{GPC1 + GPC2 + GPC3 + \dots + GPCn}{n}$$

4.3.4.3 DETERMINACIÓN DE LA GENERACIÓN PER CÁPITA DE RESIDUOS SÓLIDOS POR INSTITUCIONES EDUCATIVAS E INSTITUCIONES PÚBLICAS Y PRIVADAS.

Para calcular la generación de los residuos sólidos por Instituciones Educativas se

aplica la siguiente fórmula:

$$GPIE = \frac{\text{Kg. peso recolectados}}{\text{Número de alumnos de la Institución Educativa}}$$

Para calcular la generación total de los residuos sólidos se multiplica la generación per cápita por el total de alumnos de Instituciones Educativas del distrito de Puno.

$$GPIE * \text{Total de alumnos en I.E.} = \text{Generación Total de residuos en I.E.}$$

Para calcular la generación de los residuos sólidos por Instituciones Públicas y privadas, la metodología es similar al punto anterior, como se ve en las siguientes formulas:

$$GPIpp = \frac{\text{Kg. peso recolectados}}{\text{Número de Trabajadores de Institución Pública/Privada}}$$

$$GPIE * \text{Total de Instituciones} = \text{Generación Total de Instituciones}$$

4.3.4.4 COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y NO DOMICILIARIOS.

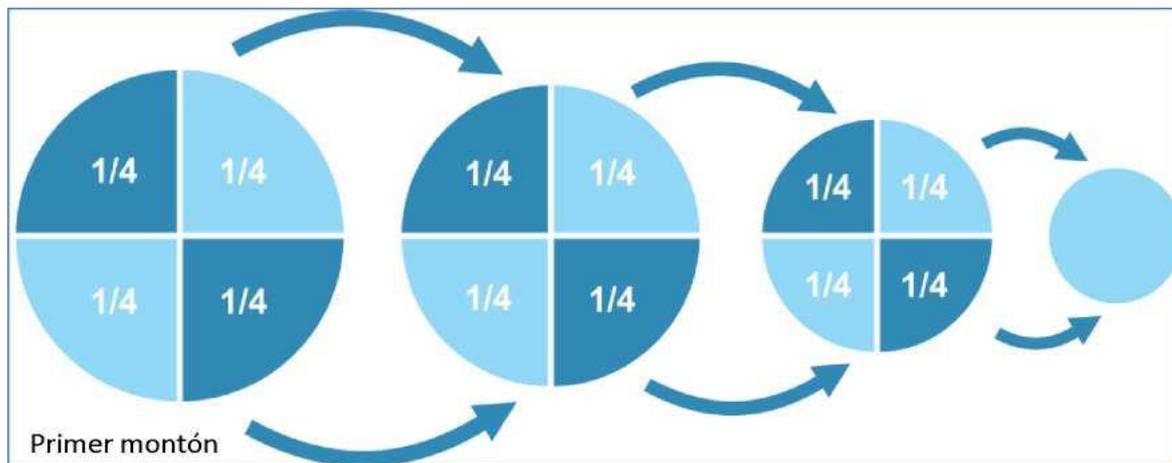
Para realizar este trabajo se utilizó la muestra de un día. Se colocó los residuos en un área rígida y sobre un plástico grande, con la finalidad de no combinar los residuos con tierra.

Se rompieron las bolsas y posteriormente se vertieron los residuos, la finalidad de ello fue homogenizar la muestra y con los residuos voluminosos se procedió a trozarlos hasta conseguir un tamaño aceptable y fácil de manipulación.

Para los volúmenes muy grandes. La guía sugiere realizar el método del cuarteo que consiste en dividir en cuatro partes y se escogen las dos partes opuestas (lados sombreados del gráfico que se muestra a continuación) para formar un nuevo montón más pequeño. La muestra menor se vuelve a mezclar y se divide en cuatro partes nuevamente,

luego se escogen dos opuestas y se forma otra muestra más pequeña. Esta operación se repite hasta obtener una muestra que sea manejable. Para mejor entendimiento se presenta la siguiente ilustración:

ILUSTRACIÓN N° 13: MÉTODO DEL CUARTEO PARA SELECCIONAR MUESTRAS REPRESENTATIVAS



Fuente: Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM). MINAM.

En el último proceso se clasifican los residuos según sus propiedades de composición en una lista determinada por el ministerio del ambiente y que se muestra a continuación:

CUADRO N° 15: CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.

Tipo de residuos sólidos	Detalle
Materia orgánica	Considera restos de alimentos, cáscaras de frutas y vegetales, excrementos de animales menores, huesos y similares.
Madera, follaje	Considera ramas, tallos, raíces, hojas y cualquier otra parte de las plantas producto del clima y las podas.
Papel	Considera papel blanco tipo bond, papel periódico, otros.
Cartón	Considera cartón marrón, cartón blanco, cartón mixto
Vidrio	Considera vidrio blanco, vidrio marrón, vidrio verde.
Plástico PET	Considera botellas de bebidas, gaseosas, aceites.
Plástico duro	Considera frascos, bateas, otros recipientes.
Bolsas	Considera a aquellas bolsas chequeras o de despacho.
Tetrapak	Considera envases de leche, jugos, etc.
Tecnopor y similares	Si es representativo considerarlo en este rubro, de lo contrario incorporarlo en otros.
Metal	Considera latas de atún, leche, conservas, fierro, envases de gaseosa en lata, marcos de ventana, etc.

Telas, textiles	Considera restos de telas, textiles
<i>Caucho, cuero, jebe</i>	Considera restos de cartuchos, cuero o jebes.
Pilas	Considera residuos de pilas.
<i>Restos de medicinas, focos, etc.</i>	Considera restos de medicina, focos, fluorescentes, envases de pintura, plaguicidas y similares.
Residuos sanitarios	Considera papel higiénico, pañales y toallas higiénicas.
<i>Residuos inertes</i>	Considera, tierra, piedras y similares.
Otros (Especificar)	Considera aquellos restos que no se encuentran dentro de la clasificación por tipo de residuo.

Fuente: Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM). MINAM.

Los componentes se acumularon en una bolsa con su rotulado respectivo, a fin de determinar su porcentaje dentro de la muestra.

Con ayuda de una balanza se calculó el porcentaje de cada componente, teniendo en cuenta los datos del peso total de los residuos recolectados en un día (Wt) y el peso de cada componente (Pi):

$$\text{Porcentaje (\%)} = \frac{Pi}{Wt} * 100$$

Para la determinación del porcentaje promedio de cada componente, se calculó un promedio simple, es decir se sumó los porcentajes de todos los días de cada componente y se dividió entre los siete días.

Para efectos del presente trabajo de investigación, la composición física de residuos sólidos domiciliarios según sus características se agrupó de la siguiente manera:

A. RESIDUOS COMPOSTIFICABLES Y GENERADOR DE BIOGAS.

Aquellos residuos que pueden ser aprovechados en la elaboración de compost, materia orgánica, madera y follaje.

B. RESIDUOS DE RECICLADO DIRECTO.

Por su fácil segregación y separación, además de tener un precio en el mercado;

Papel, Cartón, Vidrio, Plástico PET, Plástico duro, bolsas, envases de tetrapack y

Metales Ferrosos, representando.

C. RESIDUOS DE RECICLADO POR PROCESO FISICO.

Esta clase de residuos necesitan un proceso extraordinario de procesado antes de ser aprovechado, en esta clasificación se encuentran los residuos textiles, cueros o jebes de distintas densidades.

D. RESIDUOS DE RECICLADO POR PROCESO FISICO – QUIMICO.

Son residuos peligrosos que contienen agentes químicos nocivos y altamente contaminantes, en esta clasificación se encuentran todo tipo de baterías de uso industrial y doméstico.

E. RESIDUOS NO RECICLABLES (INCINERACION - DISPOSICION FINAL EN RELLENO SANITARIO).

Se encuentran residuos altamente nocivos y con contagio patógeno a los seres humanos, como medicamentos utilizados y vencidos, papel higiénico, pañales y toallas, bombillas y tubos de luz, aerosoles, fertilizantes y plaguicidas, etc.

F. RESIDUOS NO RECICLABLES (DISPOSICION FINAL EN RELLENO SANITARIO).

Residuos inertes que proceden de una construcción, tales como el caso de suciedad, escombros, piedras, bloques rotos, ladrillos, etc.

G. RESIDUOS RECICLABLES Y NO RECICLABLES, SEGÚN CARACTERISTICAS ESPECIALES.

Son residuos que por su composición son difíciles de reciclar, también se encuentran en este rubro los aparatos electrónicos y electrodomésticos que realizando una separación de sus componentes son totalmente reciclables.

CUADRO N° 16: TIPO DE RSU DE LA CIUDAD DE PUNO SEGÚN CATEGORÍA.

CATEGORIA	TIPO DE RSU DE LA CIUDAD DE PUNO	DETALLE
A	Materia orgánica	Considera restos de alimentos, cáscaras de frutas y vegetales, excrementos de animales menores, huesos y similares.
	Madera, follaje	Considera ramas, tallos, raíces, hojas y cualquier otra parte de las plantas producto del clima y las podas.
B	Papel	Considera papel blanco tipo bond, papel periódico, otros.
	Cartón	Considera cartón marrón, cartón blanco, cartón mixto
	Vidrio	Considera vidrio blanco, vidrio marrón, vidrio verde.
	Plástico PET	Considera botellas de bebidas, gaseosas, aceites.
	Plástico duro	Considera frascos, bateas, otros recipientes.
	Bolsas	Considera a aquellas bolsas chequeras o de despacho.
	Tetrapak	Considera envases de leche, jugos, etc.
	Tecnopor y similares	Si es representativo considerarlo en este rubro, de lo contrario incorporarlo en otros.
C	Metal	Considera latas de atún, leche, conservas, fierro, envases de gaseosa en lata, marcos de ventana, etc.
	Telas, textiles	Considera restos de telas, textiles
D	Caucho, cuero, jebe	Considera restos de cartuchos, cuero o jebes.
	Pilas	Considera residuos de pilas.
E	Restos de medicinas, focos, etc.	Considera restos de medicina, focos, fluorescentes, envases de pintura, plaguicidas y similares.
	Residuos sanitarios	Considera papel higiénico, pañales y toallas higiénicas.
F	Residuos inertes	Considera, tierra, piedras y similares.
G	Otros (Especificar)	Considera aquellos restos que no se encuentran dentro de la clasificación por tipo de residuo.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4.5 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y NO DOMICILIARIOS.

Para hallar la densidad de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios, se realizó lo siguiente:

Se acondicionó un recipiente cilíndrico de 200 litros de capacidad.

Al azar se escogió bolsas de las ya registradas y pesadas y se procedió a vaciar su contenido dentro del recipiente; y así se cogió otras bolsas sucesivamente hasta llenar el recipiente.

Una vez lleno, se levantó el recipiente 20 cm sobre la superficie y se dejó caer tres

veces, con la finalidad de llenar los espacios vacíos en el mismo. o Luego se midió la altura libre y se anotó en la hoja de registro correspondiente.

Calculo para hallar la densidad:

$$\text{Densidad } (S) = \frac{W}{V} = \frac{W}{\pi * \left(\frac{D}{2}\right)^2 * H}$$

Donde:

- S : Densidad de los residuos sólidos.
- W : Peso de los residuos sólidos.
- V : Volumen del residuo sólido.
- D : Diámetro del cilindro.
- H : Altura total del cilindro.
- π : Constante (3.1416).

4.3.4.6 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

Para determinar la humedad se colocó en bolsas de polietileno 02 kilogramos de muestras de residuos sólidos orgánicos y 02 kilogramos de residuos sólidos inorgánicos y se llevó al laboratorio de Investigación Ambiental - Suelos y Agua de la UNA-PUNO, para su respectivo análisis.

4.3.4.7 SISTEMATIZACIÓN DE DATOS OBTENIDOS DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y NO DOMICILIARIOS.

Para la obtención de los datos y resultados se utilizó la metodología anteriormente detallada según los parámetros establecidos en la guía de estudio de caracterización de

residuos sólidos municipales y/o urbanos del ministerio del ambiente, por con siguiente se obtuvo los siguientes resultados:

4.3.4.8 GENERACIÓN PER CÁPITA (GPC) DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS.

La generación per cápita de residuos sólidos urbanos de origen domiciliario de la ciudad de Puno tiene un promedio de 0.55 Kg/hab/día.

La generación diaria es de 78.68 Tn.

Así mismo, se calculó la densidad de la muestra obteniéndose un peso de 184.96 kg. por metro cubico.

La humedad según el laboratorio de Investigación Ambiental - Suelos y Agua de la UNA-PUNO, los residuos orgánicos tuvieron un 86.37% y los residuos no orgánicos tuvieron un 11.82% en sus respectivas muestras. Para mejor ilustración de los resultados se observan en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 17: RESULTADO DE LA GRU DOMICILIARIOS SEGÚN PARÁMETROS ESTABLECIDOS

ZONAS	NÚMERO DE VIVIENDAS	GPC (KG/HAB/DÍA)	GPC PROMEDIO KG/HAB/DÍA	GENER. DIARIA TN/DIA	DENSIDAD SUELTA (KG/M3)	HUMEDAD (%)
ZONA A	4493	0.55	0.55	78.68	184.96	ORGANICOS 86.37%, NO ORGANICOS 11.82%
ZONA B	28539	0.55				
ZONA C	24702	0.54				

Fuente: MPP. Gerencia de Medio Ambiente y Servicios, Sub Gerente de Gestión Ambiental y Salud Pública, Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos del Distrito de Puno.

4.3.4.9 COMPOSICIÓN FÍSICA DE RESIDUOS SÓLIDOS DE ORIGEN DOMICILIARIOS.

Según datos obtenidos del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos del Distrito de Puno, realizado por la Municipalidad provincial de Puno, se tiene los siguientes resultados, el 49.43 % son residuos compostificables y generadores de biogás,

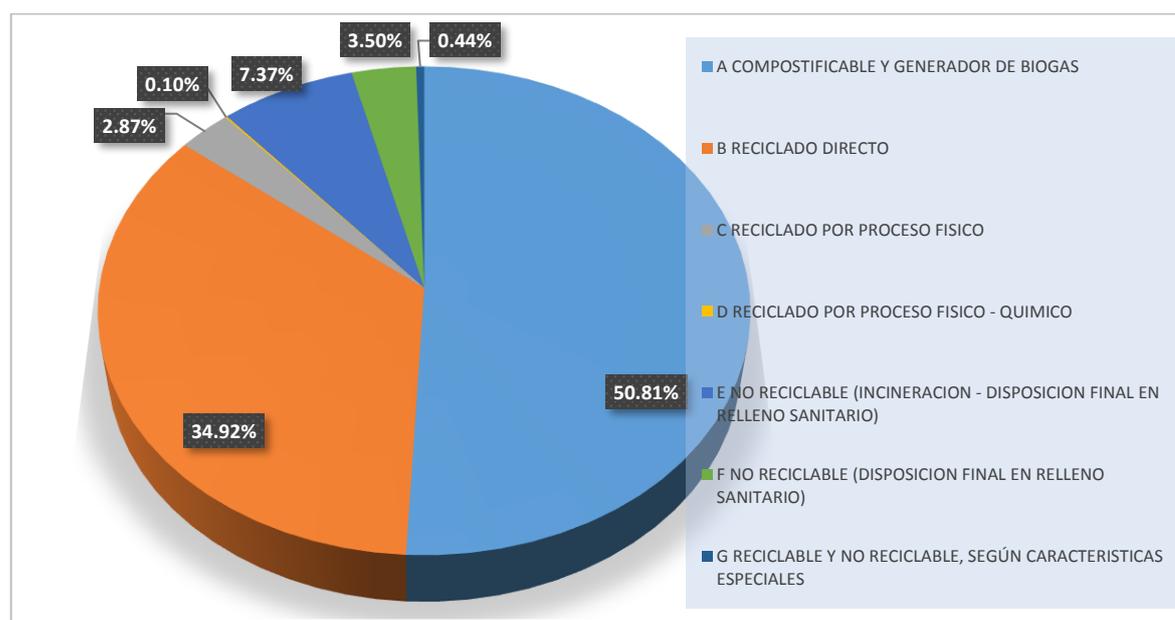
el 35.13 % son residuos de reciclado directo y de fácil segregación, el 3.37 % representan a los residuos de reciclaje por procesos físicos especializados, un 0.12 % de residuos para reciclado especializado mediante procesos físico – químico, para residuos sanitarios se componen de 7.81 %, residuos inertes con un 3.91% y otros residuos representan el 0.23%.

4.3.4.10 COMPOSICIÓN FÍSICA DE RESIDUOS SÓLIDOS DE ORIGEN NO DOMICILIARIOS.

Los residuos de origen no domiciliario provienen de cinco fuentes principales y son los establecimientos comerciales, mercados, instituciones educativas, instituciones públicas y barrido de calles. Se obtuvo que un 54.76 % son residuos compostificables y generadores de biogás, el 34.30 % son residuos de reciclado directo, el 1.44 % representan a los residuos de reciclaje por procesos físicos especializados, un 0.05 % de residuos para reciclado especializado mediante procesos físico – químico, 6.10 % para residuos sanitarios, 2.32 % son residuos inertes y otros residuos representan el 1.02 %.

4.3.4.11 RESUMEN DE COMPOSICIÓN FÍSICA DE RSU.

ILUSTRACIÓN N° 14: GENERACIÓN TOTAL DE RSU SEGÚN CATEGORÍA



Fuente: Elaboración propia, según datos Obtenidos (CUADRO N° 18 y 19).

CUADRO N° 18: COMPOSICION FISICA DE RSU DE LA CIUDAD DE PUNO.

		COMPOSICIÓN FÍSICA DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE FUENTES NO DOMICILIARIOS												RSU NO	
		ESTABLECIMIENTOS						MERCADOS							
	Materia orgánica	47.52%	37.3887	50.74%	6.0178	80.50%	4.7898	36.89%	1.7965	38.73%	0.2517	40.74%	1.6622	52.97%	14.5180
02	Madera, follaje	1.91%	1.5028	0.39%	0.0463	2.03%	0.1208	0.87%	0.0424	1.84%	0.0120	6.64%	0.2709	1.80%	0.4923
03	Papel	3.68%	2.8954	8.05%	0.9547	1.26%	0.0750	13.43%	0.6540	21.45%	0.1394	4.50%	0.1836	7.32%	2.0068
04	Cartón	4.67%	3.6744	8.03%	0.9524	2.37%	0.1410	3.33%	0.1622	2.98%	0.0194	7.68%	0.3133	5.79%	1.5883
05	Vidrio	6.58%	5.1771	3.97%	0.4708	0.52%	0.0309	3.55%	0.1729	0.74%	0.0048	2.81%	0.1146	2.90%	0.7941
06	Plástico PET	4.61%	3.6271	5.03%	0.5966	0.45%	0.0268	5.71%	0.2781	4.35%	0.0283	5.44%	0.2220	4.20%	1.1516
07	Plástico duro	7.42%	5.8381	2.28%	0.2704	0.45%	0.0268	4.04%	0.1967	1.85%	0.0120	2.55%	0.1040	2.23%	0.6100
08	Bolsas	3.58%	2.8167	12.48%	1.4801	5.47%	0.3255	6.33%	0.3083	5.41%	0.0352	2.73%	0.1114	8.25%	2.2604
09	Tetrapak	0.31%	0.2439	1.15%	0.1364	0.09%	0.0054	3.20%	0.1558	2.71%	0.0176	3.52%	0.1436	1.67%	0.4588
10	Tecnopor y similares	0.57%	0.4485	1.10%	0.1305	0.12%	0.0071	2.01%	0.0979	1.12%	0.0073	0.49%	0.0200	0.96%	0.2628
11	Metal	3.71%	2.9190	0.78%	0.0925	0.95%	0.0565	0.26%	0.0127	3.46%	0.0225	2.10%	0.0857	0.98%	0.2699
12	Telas, textiles	1.30%	1.0228	0.48%	0.0569	0.22%	0.0131	0.35%	0.0170	0.26%	0.0017	2.15%	0.0877	0.64%	0.1765
13	Caucho, cuero, jebe	2.07%	1.6287	0.00%	0.0000	3.20%	0.1904	0.00%	0.0000	0.02%	0.0001	0.66%	0.0269	0.79%	0.2175
14	Pilas	0.12%	0.0944	0.00%	0.0000	0.18%	0.0107	0.02%	0.0010	0.01%	0.0001	0.05%	0.0020	0.05%	0.0138
15	Restos de medicinas, focos, etc.	0.55%	0.4327	1.04%	0.1233	0.00%	0.0000	0.01%	0.0005	0.02%	0.0001	0.16%	0.0065	0.48%	0.1305
16	Residuos sanitarios	7.26%	5.7122	2.78%	0.3297	0.42%	0.0250	12.96%	0.6312	11.68%	0.0759	11.75%	0.4794	5.62%	1.5412
17	Residuos inertes	3.91%	3.0764	0.13%	0.0154	0.80%	0.0476	6.95%	0.3385	3.25%	0.0211	5.21%	0.2126	2.32%	0.6352
18	Otros (Especificar)	0.23%	0.1810	1.57%	0.1862	0.97%	0.0577	0.09%	0.0044	0.12%	0.0008	0.82%	0.0335	1.03%	0.2825
		100.00%	78.6800	100.00%	11.8600	100.00%	5.9500	100.00%	4.8700	100.00%	0.6500	100.00%	4.0800	100.00%	27.4100

Fuente: MPP. Elaboración propia, según datos del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos del Distrito de Puno.

4.4 ESTIMACIONES Y PROYECCIONES PARA EL DESARROLLO DE LA PROPUESTA ECOTECNOLOGICA.

Para determinar las ecotecnologías adecuadas en el entorno y las características de los residuos generados en la ciudad, es necesario realizar estimaciones en cuanto a la generación de residuos durante el periodo que el complejo prestara el servicio planteado, por lo que a continuación veremos el procesamiento de los datos obtenidos y proyectados, haciendo uso de criterios en cuanto a producciones máximas y la producción total en el tiempo de vida útil, así se logrará realizar un diseño eficiente en cuanto a la gestión futura de los RSU de la ciudad de Puno.

Estimaciones de Producción de RSU Durante los Próximos 30 años.

En la actualidad se conoce la cantidad de RSU en la ciudad de Puno, pero como ya es de conocimiento colectivo, las poblaciones tienden a expandirse, de la misma manera la producción per cápita de residuos cada año se incrementa más, por tal razón, es necesario trabajar con los datos críticos a fin de evitar una deficiencia futura en el equipamiento, en la infraestructura y el suministro de energías para el funcionamiento de todo el complejo.

Para determinar las proyecciones de población y generación per cápita, se utiliza la misma fórmula en el punto 4.3.2.2.

Porcentaje de contingencia.

En la ciudad de Puno acontecen tres eventos significativos en la producción de RSU, la Festividad de la virgen de la Candelaria, el cual dura entre diez a quince días aproximadamente, la Feria Artesanal de las Alasitas en Puno, y por último sería las celebraciones de navidad y fin de año. En consecuencia, se establece un porcentaje de contingencia que podrá abastecer los adicionales calculados.

CUADRO N° 19: ESTIMACIÓN DE PORCENTAJE DE CONTINGENCIA

FESTIVIDADES Y CELEBRACIONES	GEN. RSU (TN/AÑO)	(*) GEN. RSU AD. (TN/DÍA)	DÍAS DE GEN.	GENERACIÓN TOTAL (TN)	(*) GEN. RSU AD. (TN/AÑO)	INCREMENTO (%)
Virgen de la Candelaria	38,722.77	60.00	7.00	420.00	520.00	1.34%
Feria Artesanal de las Alasitas		10.00	3.00	30.00		
Navidad y fin de año		35.00	2.00	70.00		

Fuente: Elaboración propia, (*) datos proporcionados por la Sub Gerencia De Medio Ambiente Y Salud Pública.

CUADRO N° 20: GENERACIÓN TOTAL DE RSU-PUNO AL 2050 INC. PORCENTAJE DE CONTINGENCIA

AÑO	POBLACIÓN	GENERACIÓN PER CÁPITA GPC KG/HAB/DÍA	GENERACIÓN RSU DOMICILIARIO TON/DÍA	GENERACIÓN RSU NO DOMICILIARIO TON/DÍA	GENERACIÓN TOTAL TON/DÍA	GENERACIÓN TOTAL TON/AÑO
2015	141,064.00	0.55	78.68	27.41	106.09	38,722.77
2016	143,840.19	0.55	79.60	28.35	107.95	39,510.95
2017	146,671.02	0.56	81.67	29.09	110.76	40,427.28
2018	149,557.56	0.56	83.79	29.84	113.64	41,478.18
2019	152,500.91	0.56	85.97	30.62	116.59	42,556.40
2020	155,502.19	0.57	88.21	31.42	119.62	43,782.27
2021	158,562.53	0.57	90.50	32.23	122.73	44,797.65
2022	161,683.10	0.57	92.85	33.07	125.92	45,962.17
2023	164,865.09	0.58	95.27	33.93	129.20	47,156.95
2024	168,109.70	0.58	97.74	34.81	132.56	48,515.34
2025	171,418.16	0.59	100.28	35.72	136.00	49,640.49
2026	174,791.73	0.59	102.89	36.65	139.54	50,930.89
2027	178,231.70	0.59	105.57	37.60	143.16	52,254.83
2028	181,739.37	0.60	108.31	38.58	146.89	53,760.08
2029	185,316.07	0.60	111.12	39.58	150.70	55,006.86
2030	188,963.16	0.60	114.01	40.61	154.62	56,436.76
2031	192,682.03	0.61	116.98	41.66	158.64	57,903.83
2032	196,474.08	0.61	120.02	42.75	162.76	59,571.80
2033	200,340.77	0.61	123.14	43.86	167.00	60,953.36
2034	204,283.55	0.62	126.34	45.00	171.34	62,537.84
2035	208,303.93	0.62	129.62	46.17	175.79	64,163.50
2036	212,403.43	0.63	132.99	47.37	180.36	66,011.79
2037	216,583.61	0.63	136.45	48.60	185.05	67,542.71
2038	220,846.05	0.63	140.00	49.86	189.86	69,298.47
2039	225,192.39	0.64	143.64	51.16	194.79	71,099.88
2040	229,624.26	0.64	147.37	52.49	199.86	73,147.97
2041	234,143.35	0.65	151.20	53.85	205.05	74,844.39
2042	238,751.38	0.65	155.13	55.25	210.38	76,789.97
2043	243,450.10	0.65	159.16	56.69	215.85	78,786.11
2044	248,241.29	0.66	163.30	58.16	221.46	81,055.61
2045	253,126.78	0.66	167.55	59.67	227.22	82,935.42
2046	258,108.41	0.67	171.90	61.23	233.13	85,091.32
2047	263,188.08	0.67	176.37	62.82	239.19	87,303.26
2048	268,367.72	0.67	180.95	64.45	245.40	89,818.11
2049	273,649.30	0.68	185.66	66.13	251.78	91,901.13
2050	279,034.82	0.68	190.49	67.84	258.33	94,290.09
GENERACIÓN TOTAL (TN) RSU EN PUNO AL 2050						2,043,290.90
GENERACIÓN TOTAL (TN)/ INC. PORCENTAJE DE CONSISTENCIA 2%						2,084,156.71

Fuente: Elaboración propia.

De lo ilustrado, en el Cuadro N° 19 se obtuvo un porcentaje de 1.32% de adicionales de RSU generados por días festivos en la ciudad de Puno, para evitar posibles deficiencias del complejo de tratamiento de residuos, se trabajará con un porcentaje de 2.00%, tal y como se muestra en el Cuadro N° 20. Asimismo, se tiene una generación total de 2'084,156.71 toneladas dentro de los próximos 30 años a partir del 2020, por tanto, la generación de RSU según su categoría es la siguiente:

CUADRO N° 21: GENERACIÓN MÁXIMA DE RSU SEGÚN SU CATEGORÍA

CAT.	TIPO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE PUNO	(*) GENERACIÓN TOTAL EN EL 2050 (TN/DÍA)		(*) GENERACIÓN TOTAL AL 2050 (TN*30 AÑOS)	
A	Materia orgánica	128.92	Tn/Día	1,019,716.84	Tn*30 AÑOS
	Madera, follaje	4.96	Tn/Día	39,193.46	Tn*30 AÑOS
B	Papel	12.18	Tn/Día	96,304.38	Tn*30 AÑOS
	Cartón	13.07	Tn/Día	103,384.98	Tn*30 AÑOS
	Vidrio	14.83	Tn/Día	117,306.63	Tn*30 AÑOS
	Plástico PET	11.87	Tn/Día	93,880.07	Tn*30 AÑOS
	Plástico duro	16.02	Tn/Día	126,673.12	Tn*30 AÑOS
	Bolsas	12.61	Tn/Día	99,741.64	Tn*30 AÑOS
	Tetrapak	1.75	Tn/Día	13,805.14	Tn*30 AÑOS
	Tecnopor y similares	1.77	Tn/Día	13,972.34	Tn*30 AÑOS
	Metal	7.92	Tn/Día	62,646.36	Tn*30 AÑOS
	C	Telas, textiles	2.98	Tn/Día	23,560.71
Caucho, cuero, jebe		4.59	Tn/Día	36,267.63	Tn*30 AÑOS
D	Pilas	0.27	Tn/Día	2,125.71	Tn*30 AÑOS
E	Restos de medicinas, focos, etc.	1.40	Tn/Día	11,064.73	Tn*30 AÑOS
	Residuos sanitarios	18.02	Tn/Día	142,493.10	Tn*30 AÑOS
F	Residuos inertes	9.22	Tn/Día	72,914.33	Tn*30 AÑOS
G	Otros (Especificar)	1.15	Tn/Día	9,105.54	Tn*30 AÑOS
GENERACIÓN TOTAL DE RSU AL 2050		263.50	Tn/Día	2,084,156.71	Tn*30 AÑOS

Fuente: Elaboración propia, (*) datos de connotación CRITICA para el desarrollo de la propuesta.

4.4.1 GENERACIÓN TOTAL DE RSU PARA EL PROCESO DE RECICLAJE.

Las plantas de tratamiento dedicados a la segregación de RSU, tiene como objetivo principal el de recuperar residuos reciclables de valor comercial, por lo que el establecimiento debe tener la capacidad de contener la demanda crítica, según el Cuadro N° 21. Por esta razón una de las premisas para diseñar una planta de tratamiento, es la de contemplar en su diseño la generación máxima que tendrá que segregar al año 2050, en consecuencia, se trabajara con los datos siguientes:

CUADRO N° 22: GENERACIÓN TOTAL DE RSU PARA EL PROCESO DE RECICLAJE.

GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS AL 2050 EN PUNO.		
RR SS PARA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS		128.92 Tn/Día
A	MATERIA ORGÁNICA	128.92 Tn/Día
RR SS PARA PRODUCCIÓN DE COMPOST		4.96 Tn/Día
A	MADERA, FOLLAJE	4.96 Tn/Día
RR SS PARA PROCESO DE SEGREGACIÓN		99.84 Tn/Día
B	PAPEL	12.18 Tn/Día
B	CARTÓN	13.07 Tn/Día
B	VIDRIO	14.83 Tn/Día
B	PLÁSTICO PET	11.87 Tn/Día
B	PLÁSTICO DURO	16.02 Tn/Día
B	BOLSAS	12.61 Tn/Día
B	TETRAPAK	1.75 Tn/Día
B	TECNOPOR Y SIMILARES	1.77 Tn/Día
B	METAL	7.92 Tn/Día
C	TELAS, TEXTILES	2.98 Tn/Día
C	CAUCHO, CUERO, JEBE	4.59 Tn/Día
D	PILAS	0.27 Tn/Día
RR SS PARA PROCESO DE INCINERACIÓN		19.41 Tn/Día
E	RESTOS DE MEDICINAS, FOCOS, ETC.	1.40 Tn/Día
E	RESIDUOS SANITARIOS	18.02 Tn/Día
RR SS PARA DISPOSICIÓN FINAL		9.22 Tn/Día
F	RESIDUOS INERTES	9.22 Tn/Día
RR SS PARA SU CLASIFICACIÓN		1.15 Tn/Día
G	OTROS (ESPECIFICAR)	1.15 Tn/Día

Fuente: Elaboración propia, (*) datos de connotación CRITICA para el desarrollo de la propuesta.

4.4.2 GENERACIÓN TOTAL DE RSU PARA EL PROCESO DE DISPOSICIÓN FINAL EN EL RELLENO SANITARIO.

Una de las premisas importantes para desarrollar una infraestructura de disposición final de RSU, es determinar la generación total que vendrán a producirse dentro de los siguientes treinta años, asimismo se debe tener en cuenta el volumen total y sus características de densidad al momento de realizar la disposición. Por consiguiente, para el diseño de esta infraestructura se realizó la determinación de los volúmenes generados, según datos obtenidos en la sub gerencia de medio ambiente y salud pública. de la municipalidad de Puno.

CUADRO N° 23: GENERACIÓN TOTAL DE RSU PARA EL PROCESO DE DISPOSICIÓN FINAL.

RR SS PARA DISPOSICION EN RELLENO SANITARIO	GENERACION TOTAL AL 2050 (Tn*30 AÑOS)	(*) DENSIDAD ALCANZADA (Tn/m3)	VOLUMEN TOTAL (m3)
A Materia orgánica	1,019,716.84 Tn*30 AÑOS	0.80 Tn/m3	1,274,646.05 m3
E Restos de medicinas, focos, etc.	11,064.73 Tn*30 AÑOS	0.60 Tn/m3	18,441.22 m3
E Residuos sanitarios	142,493.10 Tn*30 AÑOS	0.60 Tn/m3	237,488.50 m3
F Residuos inertes	72,914.33 Tn*30 AÑOS	1.20 Tn/m3	60,761.94 m3
VOLUMEN TOTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS AL 2050	1,246,189.00 Tn*30 AÑOS	0.80 Tn/m3	1,591,337.72 m3

Fuente: Elaboración propia, (*) densidades obtenidas según la Sub Gerencia De Medio Ambiente Y Salud Pública.

4.4.3 GENERACIÓN TOTAL DE RSU PARA EL PROCESO DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO.

El aprovechamiento energético de esta planta de tratamiento de RSU, se obtendrá directamente del proceso de descomposición biológica de la materia orgánica o biomasa bajo condiciones anaeróbicas²³, para lo cual se utilizará la siguiente ecuación:

$$Q_t = k * L_o * \sum_{i=1}^n M_i * e^{-kt_i}$$

Donde:

Q_t = tasa de producción anual (m3/año).

k = constante de degradación²⁴ (para temperatura promedio en Puno 8°C, $k=0.09$).

L_o = potencial de generación de gas²⁵ (m3/ton) para el caso se trabajará con la menor cantidad de captación (m3/ton).

M_i = Masa dispuesta en el año (ton).

T_i = edad de la sub masa (años).

²³ Anaeróbico (o anaerobio), término que significa "vida sin aire" (donde "aire" usualmente es oxígeno).

²⁴ Es la constante de degradación de la materia orgánica según la temperatura, este coeficiente tiene un rango máx. de 0.1 a menor temperatura y 0.01 en mayor temperatura. (KDM energía s. a., 2011).

²⁵ Se refiere a la cantidad máxima extraída, para este caso se utilizó el rango máximo y un rango promedio. (KDM energía s. a., 2011).

CUADRO N° 24: PRODUCCIÓN ANUAL DE BIOGÁS DEL 2020 AL 2050

AÑO	<i>Mi</i>	<i>K</i>	<i>Lo</i>	<i>ti</i>	<i>e</i>	<i>Qt</i> (145) (m3/año)	<i>Qt</i> (80) (m3/año)
2020	21,860.17	0.09	145@80	6.00	2.72	3,396,484.96	1,873,922.73
2021	22,367.15	0.09	145@80	7.00	2.72	4,255,857.26	2,348,059.18
2022	22,948.58	0.09	145@80	8.00	2.72	5,156,302.24	2,844,856.41
2023	23,545.12	0.09	145@80	9.00	2.72	6,073,726.37	3,351,021.44
2024	24,223.36	0.09	145@80	10.00	2.72	7,014,560.44	3,870,102.31
2025	24,785.14	0.09	145@80	11.00	2.72	7,910,434.33	4,364,377.56
2026	25,429.43	0.09	145@80	12.00	2.72	8,809,633.47	4,860,487.43
2027	26,090.46	0.09	145@80	13.00	2.72	9,685,264.20	5,343,594.04
2028	26,842.02	0.09	145@80	14.00	2.72	10,559,769.61	5,826,079.78
2029	27,464.53	0.09	145@80	15.00	2.72	11,341,356.75	6,257,300.28
2030	28,178.47	0.09	145@80	16.00	2.72	12,112,380.82	6,682,692.87
2031	28,910.97	0.09	145@80	17.00	2.72	12,840,705.40	7,084,527.12
2032	29,743.77	0.09	145@80	18.00	2.72	13,560,903.50	7,481,877.80
2033	30,433.58	0.09	145@80	19.00	2.72	14,160,048.41	7,812,440.50
2034	31,224.69	0.09	145@80	20.00	2.72	14,748,140.79	8,136,905.26
2035	32,036.38	0.09	145@80	21.00	2.72	15,287,511.72	8,434,489.22
2036	32,959.21	0.09	145@80	22.00	2.72	15,821,235.97	8,728,957.78
2037	33,723.59	0.09	145@80	23.00	2.72	16,219,878.28	8,948,898.36
2038	34,600.23	0.09	145@80	24.00	2.72	16,613,709.27	9,166,184.43
2039	35,499.66	0.09	145@80	25.00	2.72	16,960,379.10	9,357,450.54
2040	36,522.26	0.09	145@80	26.00	2.72	17,308,298.43	9,549,406.03
2041	37,369.27	0.09	145@80	27.00	2.72	17,516,917.32	9,664,506.11
2042	38,340.68	0.09	145@80	28.00	2.72	17,729,592.62	9,781,844.20
2043	39,337.34	0.09	145@80	29.00	2.72	17,900,650.90	9,876,221.19
2044	40,470.48	0.09	145@80	30.00	2.72	18,081,213.85	9,975,842.13
2045	41,409.06	0.09	145@80	31.00	2.72	18,124,871.17	9,999,928.92
2046	42,485.49	0.09	145@80	32.00	2.72	18,181,680.31	10,031,271.89
2047	43,589.89	0.09	145@80	33.00	2.72	18,204,124.58	10,043,654.94
2048	44,845.53	0.09	145@80	34.00	2.72	18,243,953.94	10,065,629.76
2049	45,885.58	0.09	145@80	35.00	2.72	18,153,533.58	10,015,742.66
2050	47,078.37	0.09	145@80	36.00	2.72	18,084,299.69	9,977,544.65
TOTAL, DE BIOGAS GENERADO EN 30 AÑOS(M3)						420,057,419.29	231,755,817.54

Fuente: Elaboración propia.

Para el aprovechamiento energético se determinó trabajar con potencial de generación menor, debido a que la eficiencia en la recolección de biogás está supeditada a la hermeticidad en la disposición de los residuos sólidos urbanos. Dentro de los parámetros establecidos por una empresa²⁶ multinacional que se dedica a la producción

²⁶ KDM energía s. a., 2011. Proyecto Generación Eléctrica con Gas de Relleno Sanitario Central Loma Los Colorados I y II, Santiago, Chile.

de energía a través de RSU, se determinó las producciones anuales durante los treinta años de vida útil del relleno sanitario (cuadro N° 24). sin embargo, adicional al cierre y clausura de esta infraestructura, el biogás aun podrá ser recolectado durante los próximos 15 a 20 años (cuadro N° 25).

De los datos procesado se observa que en el año 2048 se tendrá la mayor generación de biogás, con un total de 10,065,629.76 m³/año, por consiguiente, al día será recolectado una cantidad de 27,577.07 m³.

CUADRO N° 25: PRODUCCIÓN DE BIOGÁS POSTERIOR A LA CLAUSURA DEL RELLENO SANITARIO

AÑO	<i>Mi</i>	<i>K</i>	<i>Lo</i>	<i>ti</i>	<i>e</i>	<i>Qt</i> (145) (m ³ /año)	<i>Qt</i> (80) (m ³ /año)
2051	45,154.85	0.09	145@80	37.00	2.72	16,816,183.55	9,277,894.37
2052	43,231.33	0.09	145@80	38.00	2.72	15,586,412.94	8,599,400.24
2053	41,307.81	0.09	145@80	39.00	2.72	14,398,518.60	7,944,010.26
2054	39,384.29	0.09	145@80	40.00	2.72	13,255,300.53	7,313,269.26
2055	37,460.78	0.09	145@80	41.00	2.72	12,158,898.32	6,708,357.70
2056	35,537.26	0.09	145@80	42.00	2.72	11,110,858.48	6,130,128.81
2057	33,613.74	0.09	145@80	43.00	2.72	10,112,198.07	5,579,143.76
2058	31,690.22	0.09	145@80	44.00	2.72	9,163,464.79	5,055,704.71
2059	29,766.70	0.09	145@80	45.00	2.72	8,264,793.04	4,559,885.82
2060	27,843.19	0.09	145@80	46.00	2.72	7,415,956.13	4,091,562.00
2061	25,919.67	0.09	145@80	47.00	2.72	6,616,414.57	3,650,435.62
2062	23,996.15	0.09	145@80	48.00	2.72	5,865,360.51	3,236,060.97
2063	22,072.63	0.09	145@80	49.00	2.72	5,161,758.46	2,847,866.74
2064	20,149.12	0.09	145@80	50.00	2.72	4,504,382.40	2,485,176.50
2065	18,225.60	0.09	145@80	51.00	2.72	3,891,849.39	2,147,227.25
2066	16,302.08	0.09	145@80	52.00	2.72	3,322,649.99	1,833,186.20
2067	14,378.56	0.09	145@80	53.00	2.72	2,795,175.55	1,542,165.82
2068	12,455.04	0.09	145@80	54.00	2.72	2,307,742.58	1,273,237.28
2069	10,531.53	0.09	145@80	55.00	2.72	1,858,614.46	1,025,442.46
2070	8,608.01	0.09	145@80	56.00	2.72	1,446,020.59	797,804.47
TOTAL, DE BIOGAS GENERADO EN 20 AÑOS(M3)						156,052,552.94	86,097,960.24

Fuente: Elaboración propia.

4.4.4 GENERACIÓN TOTAL DE LIXIVIADOS.

El lixiviado de rellenos sanitarios es uno de los principales contaminantes de fuentes de agua, tanto superficiales como subterráneas, y constituye un factor de preocupación teniendo en cuenta que, a la fecha, no existen rellenos sanitarios

estrictamente adecuados a lo establecido en el reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos.

Método suizo para determinar la de generación de lixiviados en rellenos sanitarios.

El método suizo permite estimar de manera rápida y sencilla el caudal de lixiviado o líquido percolado mediante la ecuación:

$$Q = \frac{1}{T} (P * A * K)$$

Donde:

Q = Caudal medio de lixiviado (l/seg)

P = Precipitación media anual (mm/año), promedio 711.3²⁷ mm.

A = Área superficial del relleno (m²), segregacion de lixiviados por un periodo de 5 años tendrá un área efectiva de 34948.34 m².

T = Número de segundos en un año (31536000 seg/año).

K = Coeficiente que depende del grado de compactación de la basura, cuyo valor se indica en el cuadro N° 23, densidad alcanzada (Tn/m³).

CUADRO N° 26: PRODUCCIÓN DE LIXIVIADOS EN RELLENO SANITARIO PROPUESTO (l/seg.)

caudal máximo de lixiviados					
rangos	P (mm/año)	A (m ²)	T (seg/año)	(*) K	Q (l/seg.)
promedio	711.30	34948.34	31536000.00	0.80	0.63
mínimo	263.00	34948.34	31536000.00	0.80	0.23
máximo	1159.60	34948.34	31536000.00	0.80	1.03

Fuente: Elaboración propia.

²⁷ Zonificación Ecológica y Económica de la región de Puno, Tundra pluvial Alpino Subtropical (tp – AS): Ubicado en los distritos de Huacullani, Conduriri, Santa Rosa de Mazocruz, Puno, etc.

CAPITULO V

PARTIDO ECOTECNOLOGICO

En el estado actual de modernización de la sociedad, gran parte de los países desarrollados y en vías de desarrollo, han logrado un estándar en el tipo de vida de sus habitantes, donde todas las ciudades han logrado sistemas de transportes, sistemas económicos, abastecimientos de servicios y ocio, mejoras en las redes de comunicación, y mayor acceso a la información. Todos estos aspectos apuntan a mejorar la calidad de vida de los habitantes.

En el proceso de modernización de las ciudades el rol del arquitecto es fundamental, ya que, en estos procesos de desarrollo, las ciudades sufren grandes transformaciones a niveles morfológicos y de organización, es aquí donde el arquitecto tiene una participación directa en la toma de decisiones del “hacer ciudad”.

En la actualidad se habla mucho del calentamiento global, los problemas de contaminación que generan las ciudades y el agotamiento de los recursos naturales. Ante esto la disciplina de la arquitectura debería estar consiente tanto en su aprendizaje como

en su labor diaria. Esta debería tener respuestas o tipo de soluciones para poder proponer una disciplina capaz de absorber este tipo de problemáticas.

El partido eco tecnológico que se establecerá para el óptimo funcionamiento de la planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno, responde principalmente a exigencias de carácter climático, ecológico, energético, económico, social y finalmente arquitectónico. Por sus características cada tecnología que se implementara en la planta tiene como premisa el cuidado de la ecología, la cual pudiese ser susceptible a posibles efectos negativos propios de la actividad de gestión de residuos, por lo que el partido toma relevancia importante dentro de los parámetros actuales en el tratamiento de los desechos que se producen en las ciudades de todo el Perú, tal como se indicó en las normativas vigentes.

5.1 TECNOLOGÍAS EMPLEADAS EN EL TRATAMIENTO DE LOS RSU.

El tratamiento de los RSU se lo puede definir como el conjunto de operaciones destinadas a la eliminación y al aprovechamiento de los recursos existentes dentro de los residuos, para conseguir este objetivo se dispone de un grupo de actividades principales que son:

- **Tecnologías de procesamiento.**
- **Tecnologías de transformación.**
- **Tecnologías de recuperación de materiales.**
- **Tecnologías de eliminación final a vertedero controlado.**

A este grupo de actividades necesarias para la gestión de los RSU se le puede sumar una más, que contemple el tratamiento de los subproductos generados al momento de manipular los desechos, como es el caso de los lixiviados y malos olores, esta quinta actividad vendría a ser las **Tecnologías Complementarias.**

Las tecnologías mencionadas, son implementadas en las diferentes etapas del proceso de recuperación de los RSU. este proceso se divide en cuatro etapas:

- I. Recepción.**
- II. Selección granulométrica.**
- III. Selección manual se subproductos.**
- IV. Expedición.**

5.1.1 TECNOLOGÍAS DE PROCESAMIENTO.

La separación tiene por objetivo convertir los RSU mezclados en fracciones separadas lo más homogéneas posibles ya sea por procedimientos manuales o procedimientos mecánicos o la combinación de ambos.

Los procedimientos manuales de separación consisten en hacer que un flujo de RSU circule sobre una cinta transportadora, en la que los operarios se encuentran junto a ella para que a medida que van pasando los residuos procedan a retirar' un tipo determinado de residuo, echándolo en interior de contenedores.

Mientras que los procedimientos mecánicos de separación permiten que esta sea por medio de máquinas, que se seleccionan de acuerdo en función a las características de los residuos que se quiere someter al proceso de separación, pudiendo ser por los siguientes métodos:

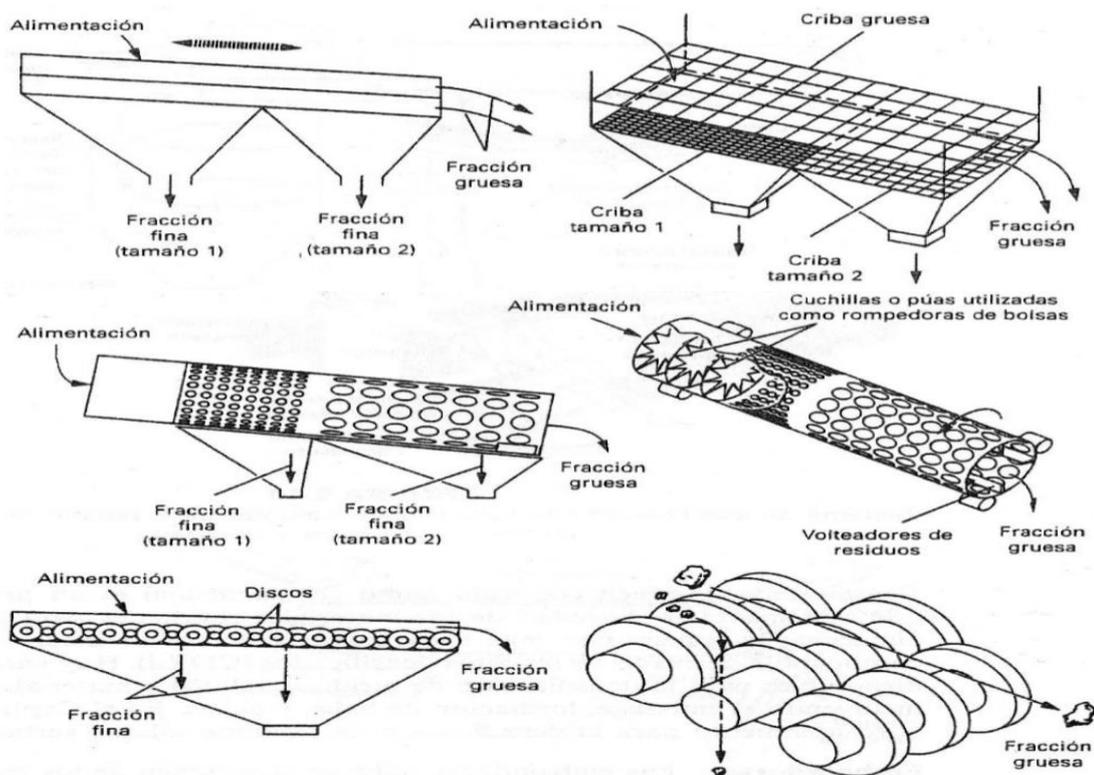
- Separación por tamaño.
- Separación por densidad.
- Separación magnética.
- Separación por campo eléctrico.
- Separación por corrientes Foucault.

La separación por tamaño: es posible empleando distintos tipos de cribas, de las cuales se destaca las siguientes:

- Cribas vibrantes.
- Cribas giratorias (trómeles).
- Cribas de discos.
- Trituradoras cortantes.

El principio de funcionamiento de estos equipos es el mismo: el flujo de residuos atraviesa las superficies de cribado, que consiste en bandejas, tambores perforados, o en discos giratorios. Los residuos con tamaño inferior a las perforaciones de las bandejas o tambores o la separación de entre los discos giratorio caen en contenedores, mientras los residuos que son de mayor tamaño que las perforaciones o espacio entre discos continúa su flujo hacia la siguiente fase del proceso.

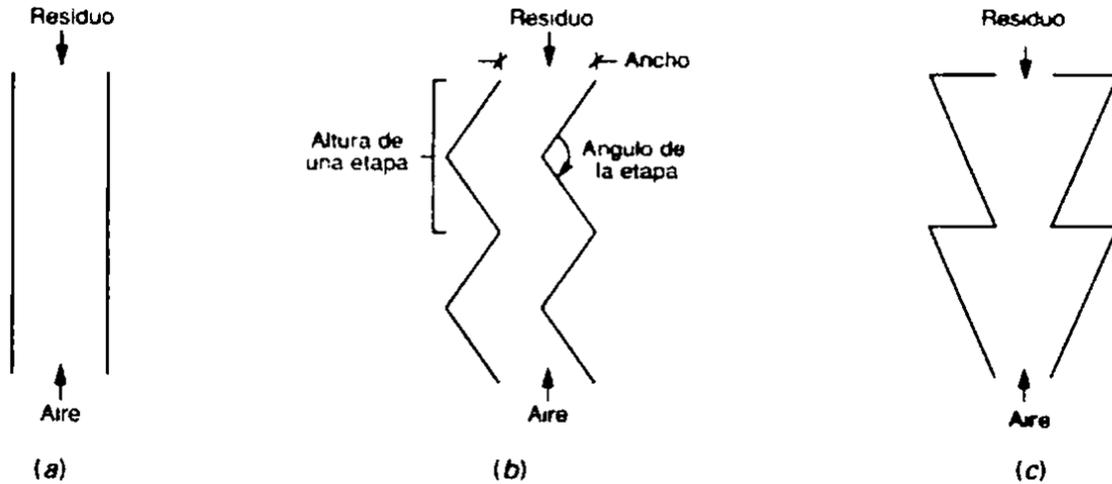
ILUSTRACIÓN N° 15: CRIBAS TÍPICAS UTILIZADAS PARA LA SELECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.



Fuente: Tchobanoglous, G. (1994). Gestión Integral de Residuos Sólidos. Madrid, España: McGRAW HILL.

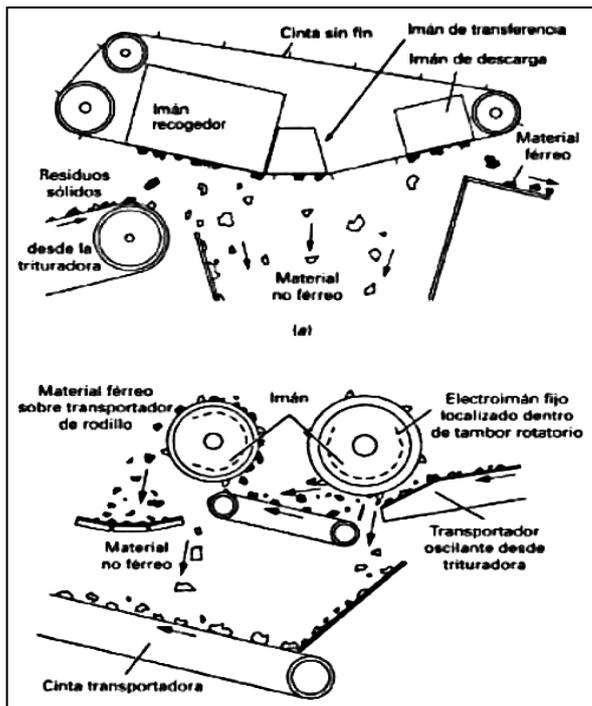
La separación por densidad: se separan materiales ligeros de los pesados por medio de varias técnicas, entre las más empleadas tenemos la separación neumática, la flotación o el stoner.

ILUSTRACIÓN N° 16: DISEÑO FUNCIONAL DE LA SEPARACIÓN NEUMÁTICA



Fuente: Tchobanoglous, G. (1994). Gestión Integral de Residuos Sólidos. Madrid, España: McGRAW HILL.

ILUSTRACIÓN N° 17: SISTEMAS DE SEPARACIÓN MAGNÉTICA



Fuente: Tchobanoglous, G. (1994). Gestión Integral de Residuos Sólidos. Madrid, España: McGRAW HILL.

Se distinguen tres tipos de diseños funcionales de clasificadores neumáticos utilizados para separar las fracciones ligeras y pesadas de los RSU. a) recto, b) no pulsado en zigzag, y c) sección triangular con pulsado pasivo.

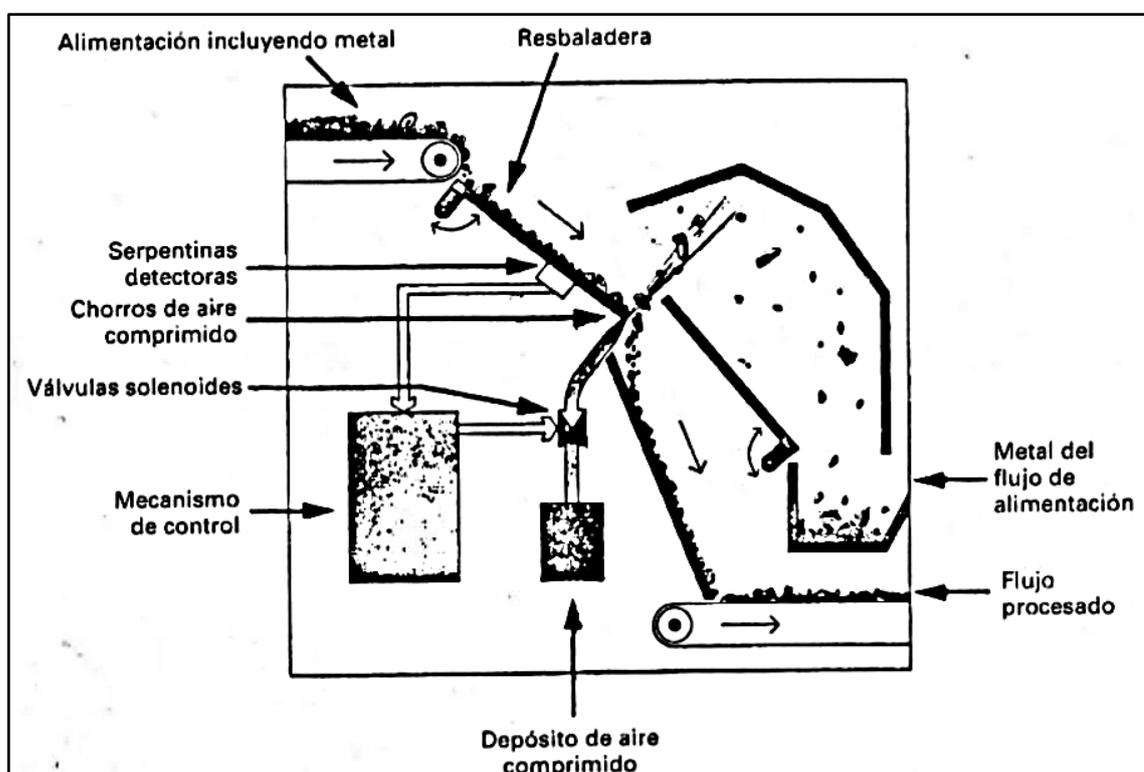
La separación magnética: aprovecha las propiedades magnéticas de los metales féreos para separarlos de los materiales no féreos, sin importar que sean metales, para esto se emplean imanes permanentes o electroimanes.

Estos imanes se ubican al fin de la banda transportadora, su configuración puede ser a modo de polea motriz, cinta o tambores colgantes. En la ilustración N° 17, se observa los sistemas más empleados para el manejo de los RSU. Separador magnético tipo cinta (superior) y, separador magnético de dos tambores (inferior).

La separación por campo eléctrico: consigue separar materiales no conductores como el papel, plástico o vidrio, de materiales conductores es decir metales. Este método se basa en las diferencias de permisibilidad eléctrica en los materiales y su factibilidad de retención de carga eléctrica.

La separación por el método de Foucault: está basado en la ley de Faraday sobre la inducción magnética, esta ley permite separar metales férricos de los no férricos, el uso principal de este método es para la separación de latas o ciertos componentes de aluminio como los envases de Brik y tetrapack. (Ilustración N° 18).

ILUSTRACIÓN N° 18: SEPARADOR FOUCAULT



Fuente: Tchobanoglous, G. (1994). Gestión Integral de Residuos Sólidos. Madrid, España: McGRAW HILL.

5.1.2 TECNOLOGÍAS DE TRANSFORMACIÓN.

Entre las tecnologías de transformación empleadas actualmente las más importantes son la de compostaje (proceso biológico) y la incineración (proceso térmico).

El compostaje es un proceso biológico natural, en el cual los residuos orgánicos en presencia del oxígeno proceden a descomponerse (ver gráfico 2.6), este proceso tiene una duración aproximada de 90 días y se lo realiza bajo condiciones controladas. El producto que se obtiene de este proceso es el compost, un abono apto para ser empleado en la agricultura.



Fuente: Tchobanoglous, G. (1994). Gestión Integral de Residuos Sólidos. Madrid, España: McGRAW HILL.

Si se trata 100 kg de residuos orgánicos, al finalizar el compostaje, obtendremos entre 30-40 kg de compost. algo menos de la mitad del material inicial; el resto, se evapora en forma de vapor de agua y CO₂.

La incineración es un proceso de combustión controlada que consiste en la oxidación total de los residuos orgánicos, para convertirlos en cenizas y gases, principalmente para residuos de medicamentos, y papelería higiénica en general.

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, con la incineración se reduce en un 90% en volumen y hasta un 80% en peso.

5.1.3 TECNOLOGÍAS DE RECUPERACIÓN DE MATERIALES.

El reciclaje hace referencia a la recuperación de forma directa o indirecta de los componentes de interés que se encuentran dentro de los residuos sólidos urbanos, estos materiales recuperados son empleados como materia prima para la elaboración de nuevos productos, mientras que cuando el material recuperado vuelve a ser empleado para la fusión original que fue creado o similar, se denomina reutilización.

5.1.4 TECNOLOGÍAS DE ELIMINACIÓN FINAL A VERTEDERO.

Los vertederos controlados son los encargados del manejo de los residuos que son considerados como no aprovechables.

Para que un vertedero sea considerado como vertedero controlado debe reunir una serie de condiciones que eviten cualquier tipo de efectos nocivos sobre los seres humanos o deterioro ambiental del entorno.

Adicionalmente los vertederos controlados pueden ser aprovechados energéticamente, debido principalmente a que estos en su tiempo de vida útil van generando gases con componentes químicos, a la vez se evita la contaminación de la atmosfera con la emisión de gases como el metano, dióxido de carbono, nitrógeno y demás que dañan considerablemente la capa de ozono.

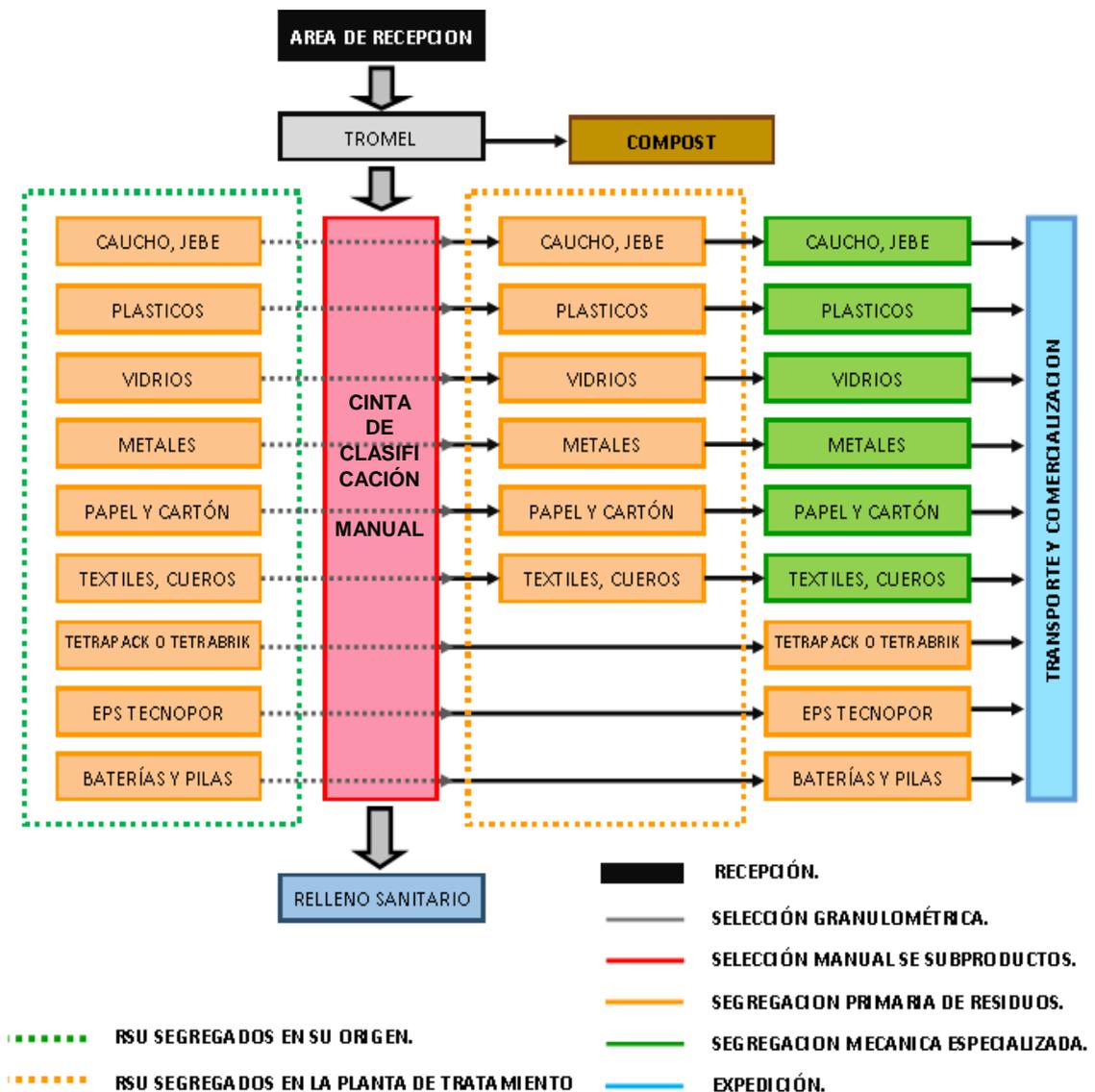
5.2 PROPUESTA ECOTECNOLÓGICA PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RSU – PUNO.

Para el tratamiento integral de estos residuos, se ha dividido en cuatro sub-propuestas que en conjunto conforman el complejo de gestión de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno, por lo que podría ser considerado como el primer modelo de gestión altamente eficiente y ecológica a nivel de la macro región sur del país. Por sus características para el procesado y aprovechado energético de los residuos sólidos, es

probable que la infraestructura sea totalmente sustentable en cuanto a la gestión adecuada de los recursos hídricos y energéticos, adicional a su beneficio económico.

El presente partido sintetiza la solución de uso de ecotecnologías que irán en armonía con la propuesta arquitectónica que posteriormente se desarrolla en el presente trabajo de investigación.

ILUSTRACIÓN N° 20: DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS RSU.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.1 ZONA DE DESCARGA (RECEPCIÓN).

La tolva de recepción sirve para contener los RSU descargados de los de los camiones compactadores, en ella los obreros se encargarán de abrir las fundas y separar los objetos voluminosos para evitar que estos ingresen en el trómel.

PREMISAS DE DISEÑO:

Para dimensionar el área de descarga es necesario tener en cuenta la información siguiente:

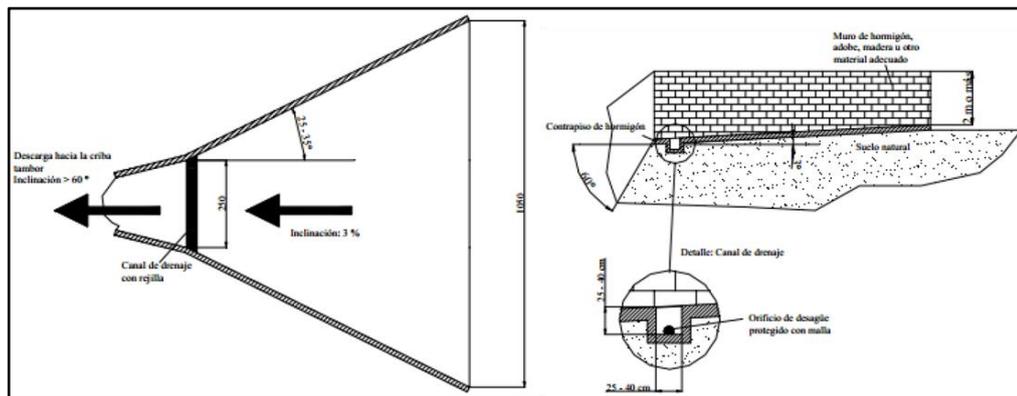
- La cantidad de RSU inorgánicos descargados en la planta es de 40.20 toneladas en un día.
- La densidad promedio de los RSU es de 425 kg/m³.
- La forma del área de descarga es en “V” con la punta en dirección a la planta de reciclaje.
- Una inclinación del 3% para facilitar el manejo de RSU. facilitando la labor de los obreros.
- Profundidad máxima de 1m para evitar la generación de aguas lixiviadas y de malos olores.
- El área está determinada por la cantidad total generado en un día en la ciudad de Puno, el cual es de 109.06 tn. por lo que se tiene el siguiente detalle:

CUADRO N° 27: PREMISAS DE DISEÑO - ZONA DE DESCARGA

CRITERIOS	DATOS RELEVANTES
GENERACIÓN DE RSU	263.50 Tn/Día
COMPACTACIÓN DE RSU	425.00 Kg/m ³
GENERACIÓN DE RSU EN m ³	619.99 m ³
HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO DE LA PLANTA DE RSU	18.00 Hrs.
TRATAMIENTO DE RSU POR HORA	15.00 Tn/hora.
DEPOSICION DE RSU POR HORA	34.44 m ³ /hora.
AREA DE DISEÑO	150.00 m²

Fuente: Elaboración propia.

ILUSTRACIÓN N° 21: DISEÑO DE ZONA DE DESCARGA PARA RSU.



Fuente: Elaboración propia.

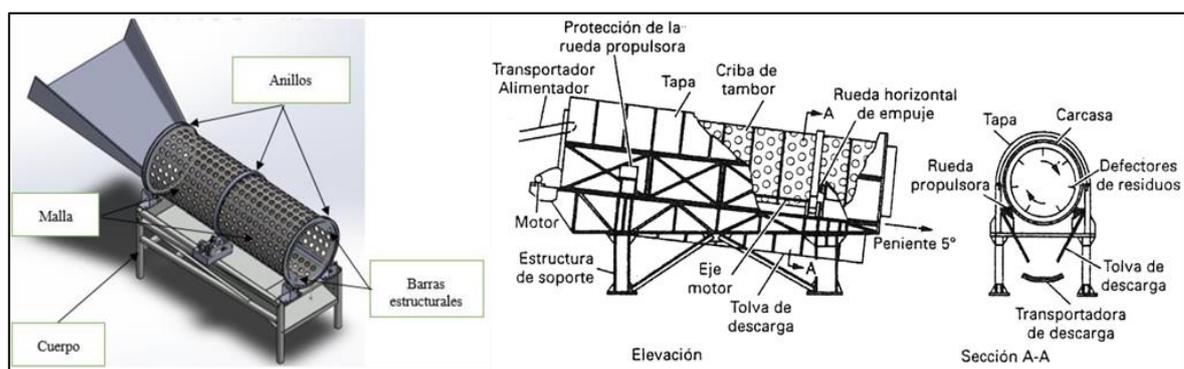
5.2.2 SELECCIÓN GRANULOMÉTRICA (TRÓMEL SEPARADOR).

La segregación mecánica de los residuos sólidos inicia con el trómel separador, aumentando la capacidad de procesamiento de los residuos sólidos que en ella ingresan, esta maquinaria tiene la función principal de desmenuzar y separar los componentes orgánicos de los inorgánicos.

El trómel cuenta con una serie de cribas de distintas dimensiones, los cuales permitirá segregar con mayor eficiencia los residuos reciclables de los orgánicos y depositarlos en contenedores, en el primer tercio tiene una serie de cuchillas los cuales ayudaran al trozado de los desechos voluminosos.

Para la planta de tratamiento se utilizará tres trómmeles de gran dimensión, con una capacidad de tratamiento de 5.0 Tn/hora.

ILUSTRACIÓN N° 22: DISEÑO DE ZONA DE SELECCIÓN GRANULOMÉTRICA PARA RSU.



Fuente: Elaboración propia.

TAZA DE CARGA.

La taza de carga sirve como embudo para los residuos sólidos que ingresan a través de los trómmes cribados, su diseño está en relación a la capacidad de procesado.

PREMISAS DE DISEÑO:

El dimensionamiento está de acuerdo a las características físicas y de operatividad de los trómmes, por lo que se considerará lo siguiente:

- La cantidad de RSU máxima que ingresaran a la planta de tratamiento es de 263.50 toneladas en un día.
- La capacidad de procesamiento de cada uno de los trómmes para los residuos sólidos es de 15.0 toneladas por hora.
- Las inclinaciones de los trómmes están en un rango de 4 % a 6 %, para una selección optima se surgiere utilizar la menor pendiente.
- En el diseño del área de trabajo debe considerarse las dimensiones del propio trómmel y su área de trabajo, además de proveer espacios adicionales para el caso de mantenimiento y reparaciones futuras.
- Se debe implementar un sistema de contenedores en la parte inferior que recolectara los residuos orgánicos que pasaran posteriormente al procesado de compost.

CUADRO N° 28: PREMISAS DE DISEÑO - SELECCIÓN GRANULOMÉTRICA

CRITERIOS	DATOS RELEVANTES
CAPACIDAD DE LA TAZA DE CARGA POR TRÓMMEL	5.00 Tn/hora
CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO POR TRÓMMEL	5.00 Tn/hora
HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO DE LA PLANTA DE RSU	18.00 Hrs.
LONGITUD DE CADA TRÓMMEL.	23.00 m.
ANCHO DE CADA TRÓMMEL.	4.30 m.
ALTO DE CADA TRÓMMEL.	8.05 m.
AREA DE DISEÑO	735.00 m2

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3 SELECCIÓN MANUAL DE SUBPRODUCTOS.

La selección manual de los residuos se realizará a través de una banda transportadora, que lleve los residuos provenientes de los trómmes hacia los módulos donde estarán ubicados el personal encargado de segregar los residuos según sus características.

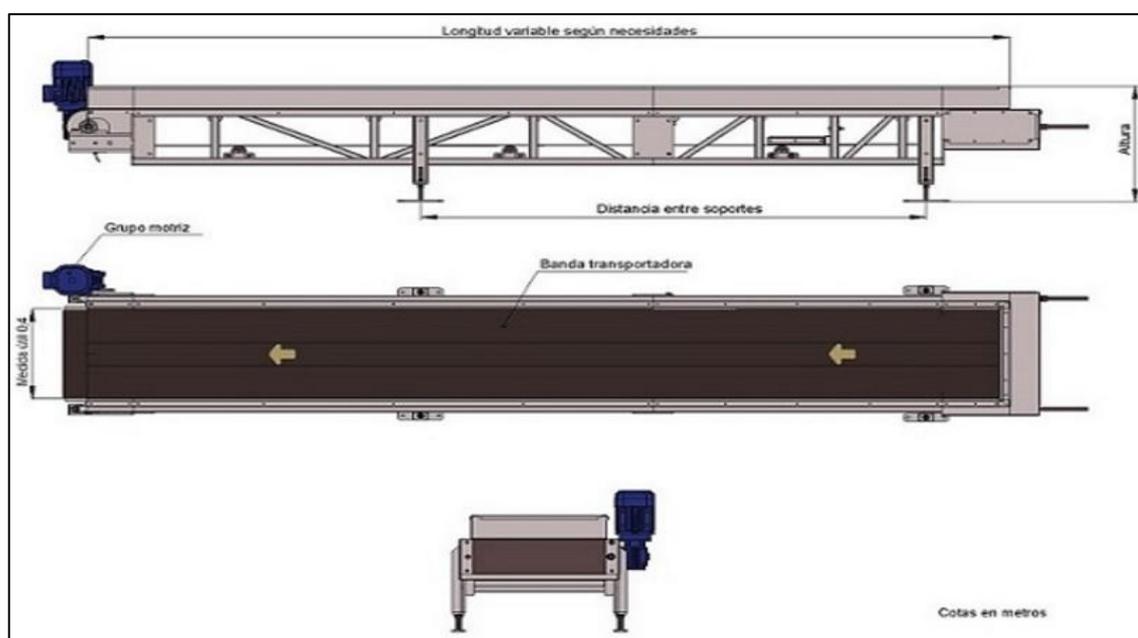
BANDA TRANSPORTADORA PARA SEPARACIÓN MANUAL.

La banda por calcular será utilizada para separación manual de los residuos, por lo cual debe ser plana con canales o contenedores laterales que eviten el desbordamiento de los residuos y apoyada sobre rodillos. Además, debe cumplir con unas condiciones ergonómicas básicas, puesto que frente a ella y en toda su longitud se dispondrá personal que cumpla la función de separación manual.

VELOCIDAD DE LA BANDA.

Para bandas de transportadoras empleadas en separación manual, distintos autores recomiendan con base en estudios experimentales velocidades entre 0,075 m/s y 0,25 m/s.

ILUSTRACIÓN N° 23: BANDA TRANSPORTADORA PARA SEPARACIÓN MANUAL DE RSU



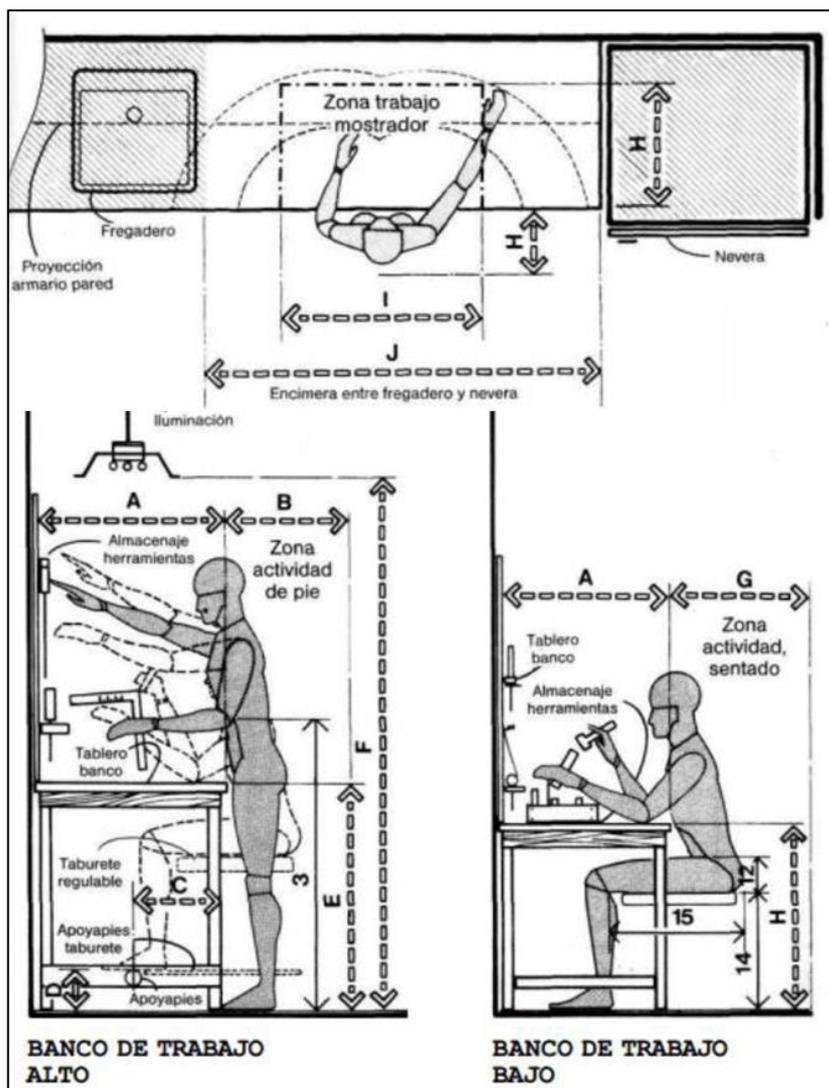
Fuente: Elaboración propia.

5.2.3.1 SEGREGACIÓN PRIMARIA DE RESIDUOS.

Las limitaciones ergonómicas del ancho y la altura de la banda dependen antropométricamente de una superficie de trabajo basada en datos antropométricos.

En la ilustración N° 24, se presentan las dimensiones tomadas como base para determinar el ancho y la altura de la banda.

ILUSTRACIÓN N° 24: ANTROPOMETRÍA PARA UN BANCO DE TRABAJO



DIMENSIONES		
ÍTEM	MEDIDA	
H	0.457	m.
I	0.914	m.
J	1.067	m.

DIMENSIONES		
ÍTEM	MEDIDA	
A	0.457-0.914	m.
B	0.457	m.
C	0.152-0.229	m.
D	0.178-0.229	m.
E	0.864-0.914	m.
F	2.134	m.
G	0.457	m.

Fuente: Panero, J., & Zelnik, M. (1996). Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores.

PREMISAS DE DISEÑO:

En base a la ilustración N° 24, y de acuerdo a las características físicas y de operatividad de las bandas transportadoras, se considerará las premisas siguientes:

- La cantidad de RSU máxima que una banda transportadora deberá trasladar es de 5.5 toneladas por hora.
- Las bandas transportadoras pueden ser inclinados o totalmente horizontales, para realizar la segregación primaria no es necesario tener una pendiente, por lo que su inclinación es de 0 %.
- El ancho de la banda para el sistema de transporte y segregación primaria en 0.8 m. y su altura será de .75 m.
- El largo total de la banda transportadora será de 25 m.
- Se ubicará un total de 24 cubículos para la segregación de los residuos sólidos provenientes del trómmel respectivo, de los cuales 6 módulos destinados a selección de plásticos, 4 para papelería, y 2 módulos para cada residuo especificado en la ilustración N° 20.

El dimensionamiento de este proceso será de acuerdo al siguiente cuadro:

CUADRO N° 29: PREMISAS DE DISEÑO - SELECCIÓN MANUAL DE SUBPRODUCTOS

CRITERIOS	DATOS RELEVANTES	
TOTAL DE HORAS DE TRABAJO	18.00	Hrs.
LARGO DE LA BANDA TRANSPORTADORA	25.00	m.
ANCHO DE LA BANDA TRANSPORTADORA	0.80	m.
ALTO DE LA BANDA TRANSPORTADORA	0.75	m.
ÁREA DE CONTENEDORES POR BANDA TRANSPORTADORA	1.44	m ² .
CANTIDAD DE CONTENEDORES POR BANDA TRANSPORTADORA	24.00	Und.
CANTIDAD DE SISTEMA DE SEGREGACIÓN PRIMARIA	3.00	Und.
AREA DE DISEÑO	540.00	m²

Fuente: Elaboración propia.

5.2.4 SEGREGACIÓN MECÁNICA ESPECIALIZADA.

5.2.4.1 PROCESADO MECANICO ESPECIALIZADO PARA MATERIA PRIMA.

La segregación mecánica es un sistema que emplea la fuerza y propiedades físicas de los equipos que se utilizaran para el tratamiento especializado de los diversos residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno.

CUADRO N° 30: RSU PARA SEGREGACIÓN MECÁNICA ESPECIALIZADA

RSU APROVECHABLES	DETALLE
Papel	Considera papel blanco tipo bond, papel periódico, cartón marrón, cartón blanco, cartón mixto otros.
Vidrio	Considera vidrio blanco, vidrio marrón, vidrio verde.
Plásticos	Considera botellas de bebidas, gaseosas, aceites, frascos, bateas, otros.
Metal	Considera latas de atún, leche, conservas, fierro, envases de gaseosa en lata, otros.
Telas, textiles y cueros	Considera restos de telas, textiles, cueros, otros.
Caucho y jebe	Considera restos de neumáticos y cualquier otro tipo de jebes.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.4.2 PROCESO DE SEGREGACIÓN PARA: PAPEL Y CARTÓN.

Representa aproximadamente un 9.58 %, con una recolección diaria de 10.16 tn, en comparación a la composición del total de los residuos sólidos recolectados. El papel reciclado es una muy buena materia prima para la elaboración de nuevo papel ya que las técnicas de reciclado están en constante evolución.

A través del reciclado de estos residuos, se reducen la utilización de recursos hídricos y energéticos hasta un 12 %.

ILUSTRACIÓN N° 25: BENEFICIO HÍDRICO Y ENERGÉTICO EN EL RECICLAJE DEL PAPEL

BENEFICIOS	ALTA CALIDAD	CALIDAD NORMAL	RECICLADO
MADERA	 5.3 Has. - 2,400 kg.	 3.8 Has. - 1,700 kg.	 PAPEL RECICLADO
AGUA	 200,000 litros	 100,000 litros	 2,000 litros
ENERGIA	 7,600 kw/h.	 5,000 kw/h.	 2,500 kw/h.

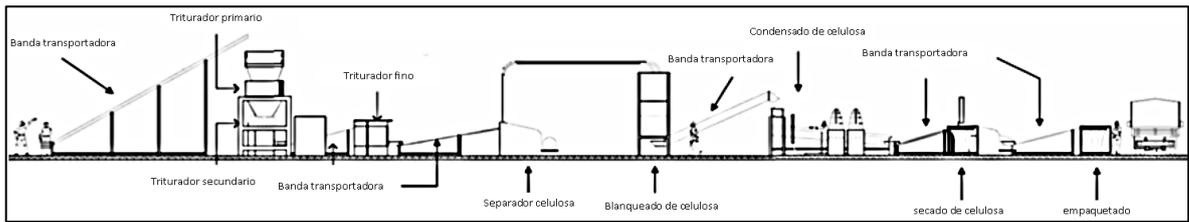
Fuente: <http://biogeomundo.blogspot.pe/2017/12/mafiosa-industria-papelera.html>.

Las principales fracciones en el reciclado del papel son:

- Bond blanco de primera.
- Bond impreso y archivo.
- Plegadiza.
- Kraft.
- Cartón.
- Periódico.

DIAGRAMA DEL PROCESO DE SEGREGACIÓN

ILUSTRACIÓN N° 26: DIAGRAMA DEL PROCESO DE SEGREGACIÓN PARA: PAPEL Y CARTÓN



Fuente: <https://aglafer.wordpress.com/bimestres-3/tareas/reciclado-de-vidrio-papel-y-plastico/>.

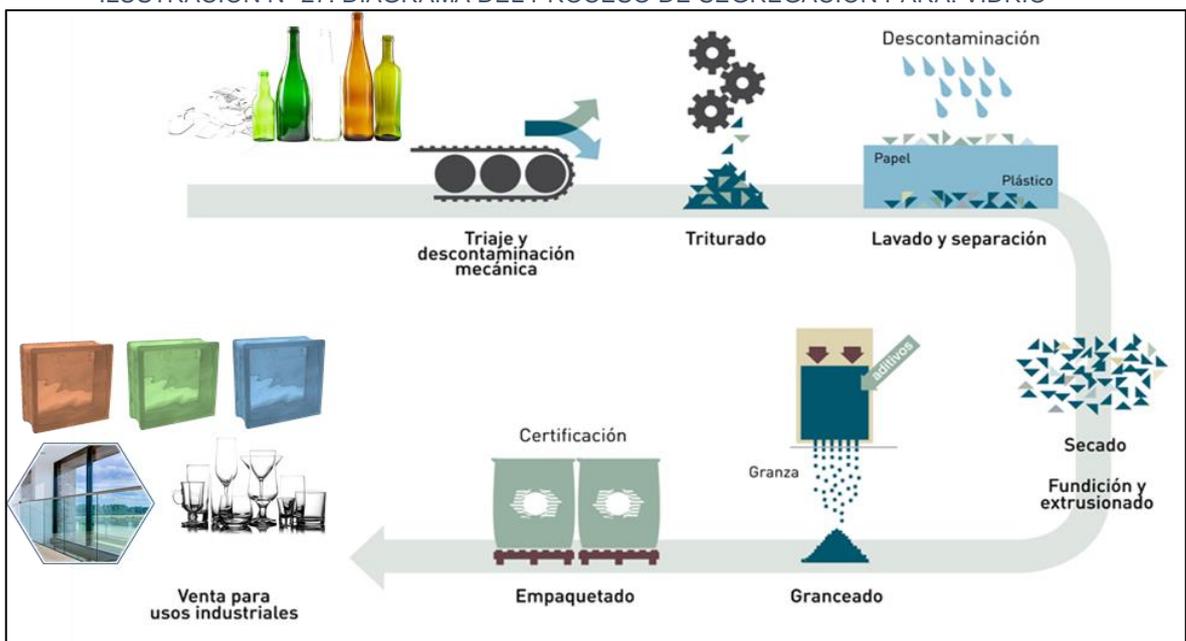
5.2.4.3 PROCESO DE SEGREGACIÓN PARA: VIDRIO.

El proceso de selección del vidrio va de acuerdo con el color, siendo los más frecuentes el verde, marrón e incoloro, en la industrial el vidrio es conocido como esmeralda (verde), ámbar (marrón), blanco (incoloro).

El vidrio en si no constituye una amenaza para el medio ambiente ya que está formado por materiales inertes, básicamente de arena de playa y silicatos, los cuales son elementos comunes en la tierra. Los envases de vidrio representan el 5.63% del total de los residuos sólidos con un peso de 5.97 tn por día.

DIAGRAMA DEL PROCESO DE SEGREGACIÓN.

ILUSTRACIÓN N° 27: DIAGRAMA DEL PROCESO DE SEGREGACIÓN PARA: VIDRIO



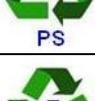
Fuente: <https://aglafer.wordpress.com/bimestres-3/tareas/reciclado-de-vidrio-papel-y-plastico/>.

5.2.4.4 PROCESO DE SEGREGACIÓN PARA: PLÁSTICO PET, PLÁSTICO DURO, BOLSAS Y OTROS.

Los plásticos son alrededor del 15.37% del total de los RSU, con una recolección diaria de 16.30 toneladas, el procesamiento de ese material es económicamente y operativamente viable, el material recuperado es recolectado, triturado, mezclado con resina virgen y re-granulado.

En la siguiente ilustración se detalla los diferentes plásticos utilizados en la fabricación de envases.

ILUSTRACIÓN N° 28: IDENTIFICACIÓN DE POLÍMEROS

CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE PLÁSTICO	TIPO DE POLÍMERO PLÁSTICO	PROPIEDADES	UTILIZACIÓN	EJEMPLOS
 PET	Tereftalato de Polietileno (PET. PETE)	Claridad, dureza, resistencia, barrera a los gases y al vapor.	Envases de bebidas gaseosas, jugos, aceites comestibles, bandejas, artículos de farmacia, etc.	
 PEAD	Polietileno de alta densidad (HDPE)	Dureza, resistencia, resistencia a la humedad, permeabilidad al gas	tuberías para agua, baldes de 10 litros, botellas para leche, jugo y agua	
 PVC	Policloruro de vinilo (PVC)	Versatilidad, facilidad de mezclado, dureza, resistencia.	tarjetas de crédito y débito, lonas para publicidad, tuberías de agua, cartelería, mangueras, etc.	
 PEBD	Polietileno de baja densidad (LDPE)	Facilidad de procesamiento, dureza, resistencia, flexibilidad, fácil de sellar, barrera al vapor.	Bolsas para alimentos congelados; botellas exprimibles	
 PP	Polipropileno (PP)	Dureza, resistencia, resistencia al calor, productos químicos, grasa y aceite, versátil, barrera al vapor.	Vajilla reusable para microondas; elementos de cocina; contenedores	
 PS	Poliestireno (PS)	Versatilidad, claridad, fácil de darle forma	Cajas para huevos, tazas, platos, bandejas y cubiertos descartables	
 Otros	Otro (a menudo Policarbonato o ABS)	Dependiente de los polímeros o combinación de polímeros	discos compactos; cristales irrompibles, gabinetes de aparatos electrónicos	

Fuente: <http://vengodelaedaddelplastico.blogspot.pe/2013/12/3-tipos-plasticos-recicladost.html>.

Con el objetivo de facilitar la selección de los plásticos al momento de segregarlos, se debe tener en cuenta la clasificación según la ilustración N° 28, determinar el tipo de resina con la que están fabricados asegura la homogeneidad de los productos que se fabricaran posteriormente, además de mantener sus propiedades químicas.

Los productos que se pueden obtener van desde artículos domésticos hasta materiales de construcción, asimismo, pueden ser utilizados como materia prima que se combinaran con otras resinas vírgenes para aumentar su grado de pureza en la obtención de artículos de alta calidad.

DIAGRAMA DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN.

ILUSTRACIÓN N° 29: DIAGRAMA DEL PROCESO DE SEGREGACIÓN PARA: POLÍMEROS



Fuente: <http://gestionderesiduosonline.com/el-complejo-proceso-del-reciclaje-del-plastico/>.

5.2.4.5 PROCESO DE SEGREGACIÓN PARA: METALES.

De los metales recuperados, la mayor parte está constituida por cobre, aluminio, plomo, bronce y hierro siendo este último de mayor demanda y valor comercial, los metales que existen pueden fundirse y volver a procesarse creando nuevos metales, son reciclados fácilmente cuando no están mezclados con otras sustancias, porque pueden ser fundidos y cambiar de forma o adoptar la anterior.

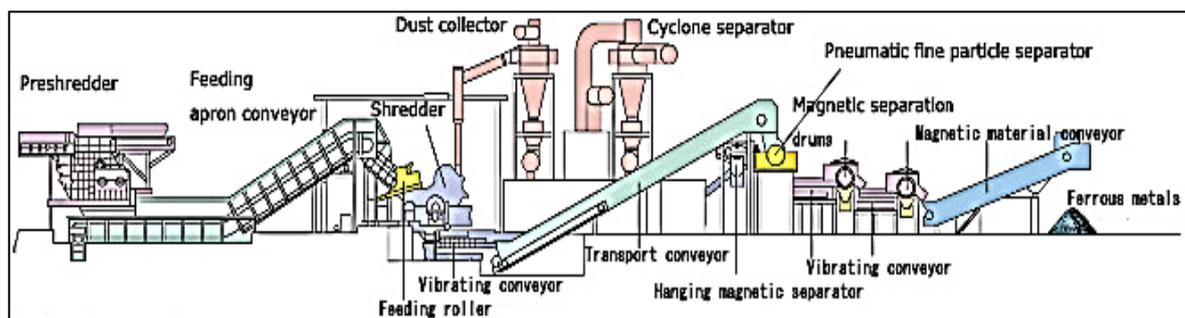
El reciclaje del aluminio está incrementándose bastante debido a que una lata, producto de reciclaje, requiere solo una parte de la energía necesaria para elaborar una

lata similar elaborada de cero. Recuperar la mayor parte de estos metales supone una gran fuente de materia prima para renovar productos o generar otros.

Los metales recolectados representan el 5.63% del total de los residuos sólidos con un peso de 5.97 tn por día.

DIAGRAMA DEL PROCESO DE SEGREGACIÓN.

ILUSTRACIÓN N° 30: DIAGRAMA DEL PROCESO DE SEGREGACIÓN PARA: METALES



Fuente: <http://www.ecolum.es/gestion-de-residuos/proceso-de-reciclaje/>.

5.2.4.6 PROCESO DE SEGREGACIÓN PARA: TELAS, TEXTILES, CUEROS.

Todos los días se producen 1.20 tn. de residuos textiles en la ciudad de Puno. El reciclaje textil contribuye a la protección del medio ambiente al reducir en parte el volumen de residuos generados, y que aún se le pueden brindar otros usos en áreas como la construcción.

Los principales procesos que se pueden distinguir dentro de una instalación de reciclado textil son los siguientes:

Corte y preparación: A la entrada de la instalación, los desperdicios pueden tener muy distintos tamaños. Para poder transportarlos y trabajarlos debemos darles un tamaño adecuado y homogéneo.

Algunos materiales como el algodón y el poliéster necesitan ser macerados con soluciones acuosas de aceites y antiestáticos para el buen rendimiento tanto de la fibra como de las máquinas.

En esta etapa se realiza también una primera mezcla de los materiales a trabajar.

Transporte, almacenamiento y carga: Los residuos textiles cortados pueden ser transportados neumáticamente hasta silos de almacenaje donde el material puede reposar hasta su entrega a los cargadores que alimentarán automática y regularmente al diablo deshilachador. Esto es así gracias a la mayor producción de las cortadoras y a la necesidad de macerar las fibras antes del trabajo del diablo deshilachador.

Desfibrado: Este es el auténtico corazón de la instalación. En esta máquina se encarga del desfibrado de los trapos, hilachos, etc. en micro-fibras que puedan tener un nuevo uso. Esto se realiza mediante el trabajo sucesivo de cilindros guarnecidos de clavos de acero que actúan contra grupos entradores formados por cilindros y cuchillas.

Embalado: Las fibras abiertas se embalan a alta presión en fardos que hacen manejable su transporte.

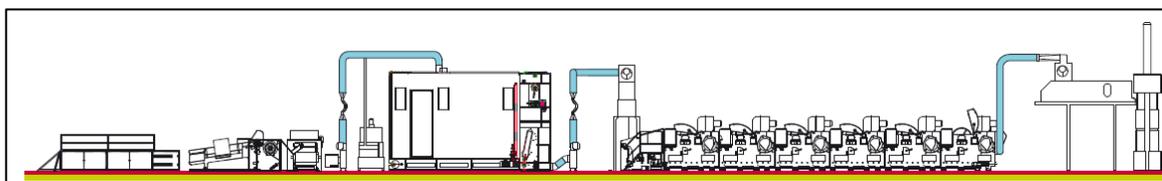
Filtrado: El aire que hemos usado en el transporte del material entre las máquinas debe de ser filtrado de polvo y fibrillas que puedan acompañarlo antes de su reincorporación a la atmósfera.

Con los recuperados de fibra larga, se pueden obtener hilados por el sistema de hilatura de lana cardada, para la confección de diversos tejidos para la producción de nuevas prendas de vestir, asimismo se pueden confeccionar alfombras y telas no tejidas como bajo alfombra, colchas, aislantes, etc.

En cuanto a los trapos con fibra corta, se sigue un proceso más enérgico para conseguir individualizar cada una de las fibras. El resultado se utiliza para la producción de prendas de vestir de una alta calidad.

DIAGRAMA DEL PROCESO DE SEGREGACIÓN.

ILUSTRACIÓN N° 31: DIAGRAMA DEL PROCESO DE SEGREGACIÓN PARA: TEXTILES



Fuente: <http://www.martexfiberinternational.com/sobre-nosotros/proceso-de-reciclar-en-360/>.

5.2.4.7 PROCESO DE SEGREGACIÓN PARA: CAUCHO, JEBE.

La principal generadora de caucho son los neumáticos fabricados para la industria automotriz, asimismo, en la industria del calzado, en la fabricación de juguetes, etc.

El caucho es uno de los residuos muy difíciles de reciclar, debido a que no son biodegradables, generando problemas medioambientales graves en las últimas décadas.

En nuestro país aún no se tienen experiencias positivas con respecto al reciclaje del caucho, pero dentro de los países de la región ya se avanzó en cuanto a este tema. En Chile se pretende utilizar el caucho reciclado como un insumo o materia prima de fabricación.

Los productos resultantes del reciclaje de neumáticos son dos: Gránulo y Polvo de caucho y Acero en forma de chatarra. El acero puede ser vendido a empresas que procesan este tipo de productos.

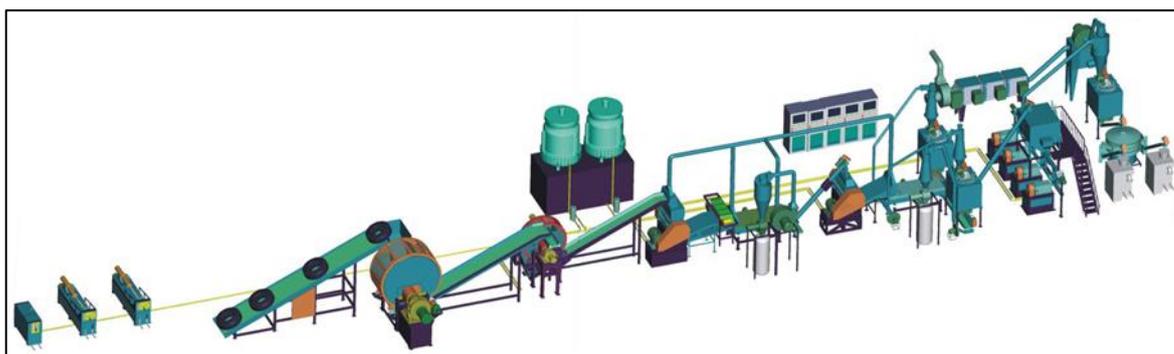
La comercialización del gránulo de caucho está orientada a la fabricación de productos como planchas aislantes, pisos, adoquines, accesorios para automóviles, alfombra de neumáticos para reacondicionamiento, suelas de zapatos, briquetas, y el polvo de caucho para aleaciones con asfalto para construcción de carretera.

El sistema de reciclaje es totalmente mecánica, debido principalmente a que en este proceso no existen agentes químicos ni adición de calor. Consta de pasar el neumático

inicial por un separador de alambres de acero, presentes en todos los neumáticos. Posteriormente el neumático y los cauchos de otro origen libres de acero atraviesan una serie de trituradores sucesivos hasta conseguir reducir su volumen a un tamaño de salida muy pequeño y pisto para su comercialización.

DIAGRAMA DEL PROCESO DE SEGREGACIÓN.

ILUSTRACIÓN N° 32: DIAGRAMA DEL PROCESO DE SEGREGACIÓN PARA: CAUCHO, JEBE



Fuente: <http://publicaciones.urbe.edu/index.php/revecitec/article/viewArticle/961/3144>.

5.2.4.8 TRATAMIENTO MECANICO BASICO.

Los residuos sólidos que tendrán un tratamiento de segregación básica, por sus propiedades físicas y químicas de composición, necesitan de un sistema especializado, es decir, que la separación de sus componentes se realizara por procesos físicos y posteriormente químicos, y en el caso de las baterías, necesitaran una instalación debidamente equipada por tratar con metales altamente tóxicos y nocivos para la salud humana.

El procesamiento en esta etapa consiste principalmente en seleccionar, triturar y embalar los productos para su transformación posterior en industrias afines, seguras y totalmente especializadas.

CUADRO N° 31: RSU PARA TRATAMIENTO MECANICO BASICO

RSU APROVECHABLES	DETALLE
Tetrapak	Considera envases de leche, jugos, etc.
Tecnopor y similares	Si es representativo considerarlo en este rubro, de lo contrario incorporarlo en otros.
Pilas	Considera residuos de pilas.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.4.9 PROCESO DE SEGREGACIÓN PARA: TETRAPACK O TETRABRIK.

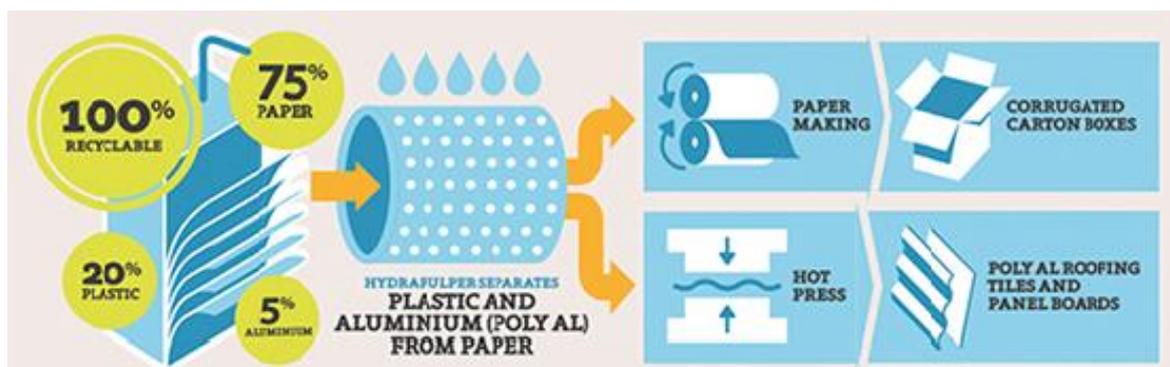
El envase de Tetrapack o tetrabrik, utiliza la alta tecnología diseñada para poder conservar líquidos con su frescura por mucho tiempo, es muy contaminante pues no es biodegradable ya que tiene varios compuestos. Existen muchos métodos de reciclado o varios usos que se le pueden dar a los envases después de utilizarlos como podremos ver más adelante, este envase ofrece muchas ventajas para el reciclaje.

El tetrapack es un envase formado por varias capas capaz de conservar el contenido por mucho tiempo, esto se debe a que está compuesto de papel, polietileno y aluminio y cada uno de estos componentes le da una característica especial.

RECICLAJE

El tetrapack es un material 100% reciclable, y existen varios métodos para hacer esto, el más fácil es el de separar sus componentes y reutilizarlos ya separados, esto se logra por medio de la agitación del material con agua y de esta forma se logra despegar el plástico, el papel y el aluminio

ILUSTRACIÓN N° 33: COMPOSICIÓN FÍSICA DEL TETRAPACK O TETRABRIK



En la actualidad en la ciudad de Puno se recolecta alrededor de 0.70 tn por día, representando el 0.66 % del total de RSU generados en la ciudad.

5.2.4.10 PROCESO DE SEGREGACIÓN PARA: TECNOPOR Y SIMILARES.

El EPS es el acrónimo de Poliestireno Expandido (en su acepción en inglés), más conocido en nuestro medio como Tecnopor o plastoformo. En otras ciudades se le conoce como “corcho blanco”, “poliespan” o “porexpan”. Es un material plástico celular, generalmente de color blanco, compuesto esencialmente de aire (hasta un 98%) y se utiliza, por un lado, en la construcción como aislante térmico y acústico y como material de aligeramiento de estructuras diversas, y, por otro, para el envasado y embalado de diversos productos y mercancías además de multitud de aplicaciones diversas desde los cascos de ciclistas y motoristas o envases.

En la ciudad de Puno se recolectan 0.71 tn. por día, representando un 0.67% de la generación total, los cuales se originan por dos actividades principales:

Residuos industriales: son los que se originan tras la utilización de embalajes de EPS de transporte de componentes de diversos productos que tras el ensamblaje han cumplido su función logística y pasan a convertirse en residuo.

En esta situación y por la concentración del residuo cabe acumularlo en la industria generadora para su destino a un centro de reciclaje específico.

Residuos del comercio y distribución: en el caso del EPS se incluyen aquí las cajas de pescado y otros envases de alimentación (cárnicos, frutas y hortalizas) así como embalajes y bandejas agrupadoras de unidades de venta en diversos artículos domésticos y hasta industriales.

RECICLAJE

El EPS puede reciclarse a través de procesos mecánicos y químicos, obteniendo productos de diferente forma y para distintas aplicaciones:

Fabricación de nuevas piezas de EPS: Los envases y embalajes post-consumo pueden triturarse y destinarse a la fabricación de nuevas piezas en Poliestireno Expandido. De esta forma se fabrican nuevos embalajes con contenido reciclado o planchas para la construcción.

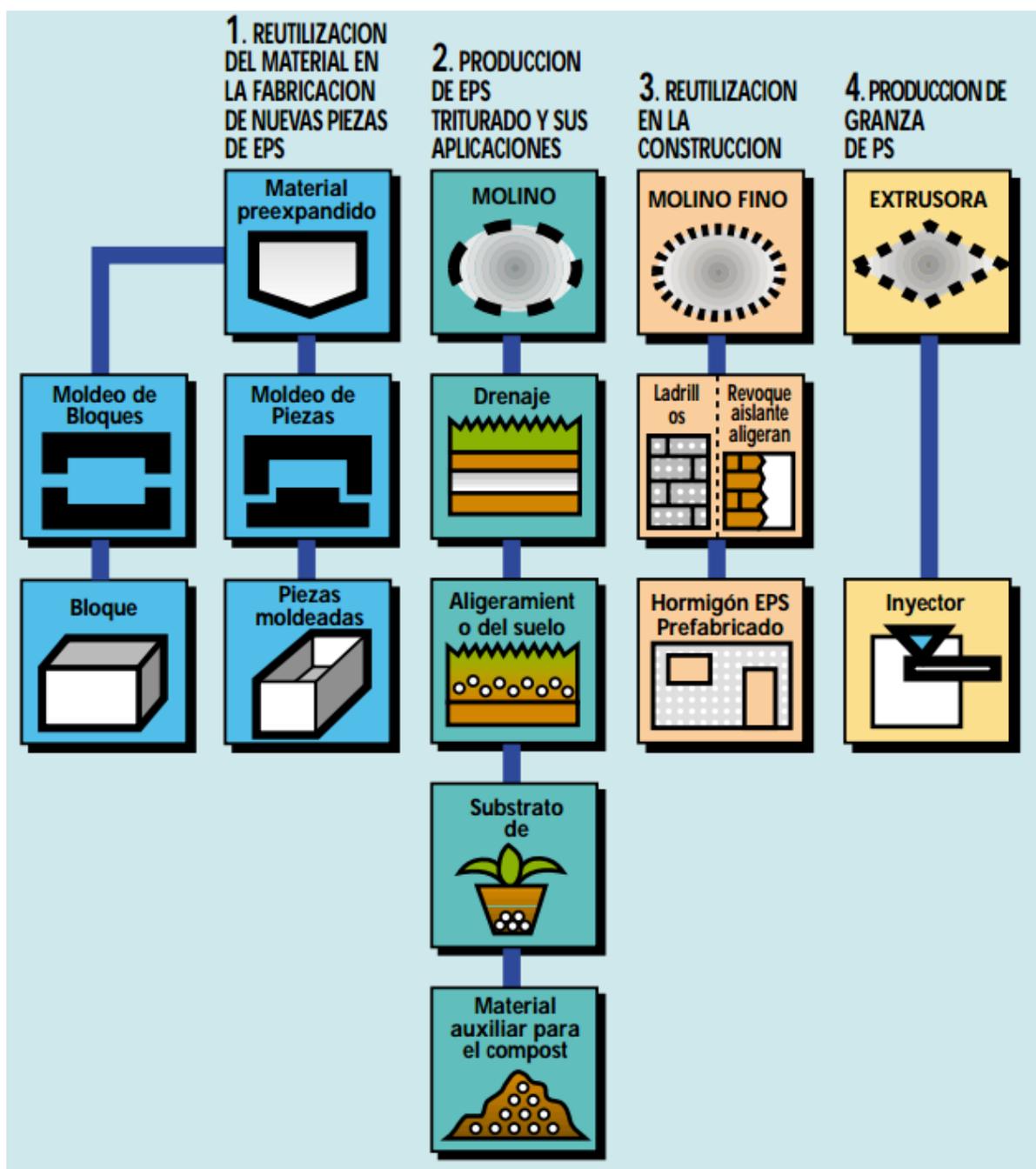
Mejora de suelos: Los residuos de EPS una vez triturados y molidos se emplean para ser mezclados con la tierra y de esta forma mejorar su drenaje y aireación. También pueden destinarse a la aireación de los residuos orgánicos constituyendo una valiosa ayuda para la elaboración del compost (tipo de abono).

Incorporación a otros materiales de construcción: Los residuos de EPS tras su molido a diferentes granulometrías, se mezclan con otros materiales de construcción para fabricar ladrillos ligeros y porosos, morteros y enlucidos aislantes, etc.

Producción de granza de PS: Los embalajes de EPS usados se transforman fácilmente mediante simples procesos de fusión o sinterizado obteniéndose nuevamente el material de partida: el poliestireno compacto-PS en forma de granza. La granza así obtenida puede utilizarse para fabricar piezas sencillas mediante moldeo por inyección, como perchas, bolígrafos, carcasas, material de oficina, etc. o extrusión en placas u otras formas para utilizarse como sustituto de la madera (bancos, postes, celosías...)

Material de relleno: Los embalajes o planchas de EPS usados se transforman fácilmente en material de relleno para embalajes o relleno.

ILUSTRACIÓN N° 34: REUTILIZACIÓN DEL EPS O TECNOPOR



Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/poliestireno.html>.

5.2.4.11 PROCESO DE SEGREGACIÓN PARA: BATERÍAS Y PILAS.

Las pilas y las baterías son unidades de almacenamiento de energía electroquímica que se libera en forma de electricidad cuando éstas se acoplan a un circuito externo. Una pila consiste en una celda única, mientras que las baterías constan de varias celdas

interconectadas. Las presentaciones comerciales de las pilas y baterías son muy variadas, y dependen de su aplicación en artículos específicos.

Con base en la duración de la carga, las pilas pueden clasificarse en primarias (no recargables) y secundarias (recargables). La gran mayoría de los artículos eléctricos y electrónicos portátiles, que no requieren de alimentación continua del suministro de corriente alterna, pueden funcionar con pilas primarias o secundarias. Las pilas contienen uno o más metales, bien como componentes primarios o como impurezas, entre ellos cadmio (Cd), litio (Li), manganeso (Mn), mercurio (Hg), níquel (Ni), plata (Ag), plomo (Pb) y zinc (Zn). También incluyen un medio conductor de corriente eléctrica, que puede ser un electrodo de carbón o un electrolito a base de hidróxido (de potasio o sodio) y cloruro de sodio, entre otros; por último, contienen plástico, papel y lámina metálica, que son los materiales que recubren y protegen la pila.

Las pilas se clasifican con base en su tecnología y sus componentes principales para fines técnicos y comerciales (cuadro 32). Las pilas primarias se pueden clasificar en pilas de carbón-zinc, alcalinas, de óxido de mercurio, de zinc-aire, de óxido de plata o de litio. Por otra parte, las pilas secundarias pueden clasificarse como pilas de níquel-cadmio, pilas de níquel-hidruro metálico, acumuladores y pequeñas pilas selladas de plomo-ácido y pilas de ión-litio.

Las diferentes tecnologías pueden encontrarse en diversas presentaciones comerciales. Las más comunes son las pilas cilíndricas de tamaños AA, AAA, C y D; de prisma cuadrangular de seis y nueve voltios y, por último, las de botón, que se encuentran en varios tamaños.

Para su reciclaje se necesita un establecimiento especializado, debido al contenido que presentan son altamente nocivos para la salud de los seres vivos, y fuentes

contaminantes de recursos hídricos superficiales o subterráneas. Por lo que, la planta de tratamiento de residuos sólidos realizara el trabajo de segregación para ser transportadas a industrias especializadas en el territorio peruano.

CUADRO N° 32: COMPOSICIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE PILAS Y BATERÍAS

GRUPO	TECNOLOGÍA	PRESENTACIÓN COMERCIAL	USOS	
PRIMARIAS (DESECHABLES)	Carbón-zinc (Zn/MnO ₂)	AA, AAA, C, D, 9V, 6V, botón (varios tamaños)	Radios, juguetes, aplicaciones electrónicas, relojes, controles remotos, etc.	
	Alcalinas (MnO ₂)			
	Óxido de mercurio (Zn/HgO)	Botón (varios tamaños)	Aparatos auditivos, relojes, equipo fotográfico, sistemas de alarma, vehículos eléctricos, etc.	
	Zinc-aire (Zn/O ₂)			
	Óxido de plata (Zn/Ag ₂ O)			
	Litio (Li/FeS ₂ , Li/MnO ₂)	AA, AAA, C, D, 9V, botón (varios tamaños)	Relojes, medidores, cámaras, calculadoras, etc.	
SECUNDARIAS (RECARGABLES)	Níquel-cadmio (NiCd)	AA, AAA, C, D, otros	Herramientas portátiles, aspiradoras, teléfonos celulares, cámaras, lámparas, aplicaciones de video, etc.	
	Níquel-hidruro metálico (NiMH)			
		Ion-litio (Li-ion)	Varios	Celulares, computadoras y cámaras de video.
		Plomo	Plomo-ácido (acumuladores y pequeñas selladas de plomo ácido)	Acumuladores automotrices, podadoras eléctricas, sillas de ruedas eléctricas, bicicletas eléctricas, juguetes, herramientas eléctricas inalámbricas y aplicaciones de telecomunicaciones.

Fuente: <https://actitudecologica.com/tipos-de-pilas/>.

5.2.5 PLANTA DE PRODUCCION DE COMPOST.

Los residuos orgánicos, tienen un segundo uso, en este caso para la producción de compost o composta. Pero se debe tener mucho cuidado, principalmente porque no todos los residuos biodegradables son beneficiosos para la producción del compost.

Con una selección adecuada y monitoreo permanente se puede producir una composta de alto valor nutritivo para las plantas, los cuales por su bajo valor económico puede comercializarse de manera masiva para cultivos de jardinería, horticultura y vegetales, asimismo para la producción forrajera.

RESIDUOS ORGÁNICOS COMPOSTIFICABLES:

- **Materia verde:** Son plantas verdes (o inmaduras) que se pueden incluir como la poda de árboles, césped y hierba. Así mismo incluyen desperdicios de cocina. También se puede pensar en alfalfa y otros pastos. Si se usa estiércol, está considerado como materia verde.
- **Materia seca:** Plantas secas (o maduras) como lo son cereales y granos paja. Así podemos cultivar con doble propósito para consumo y composta.
- **Suelo:** Usamos capas de suelo en la composta.
- **Agua:** Para humedecer la composta.

ILUSTRACIÓN N° 35: RESIDUOS ORGÁNICOS COMPOSTIFICABLES

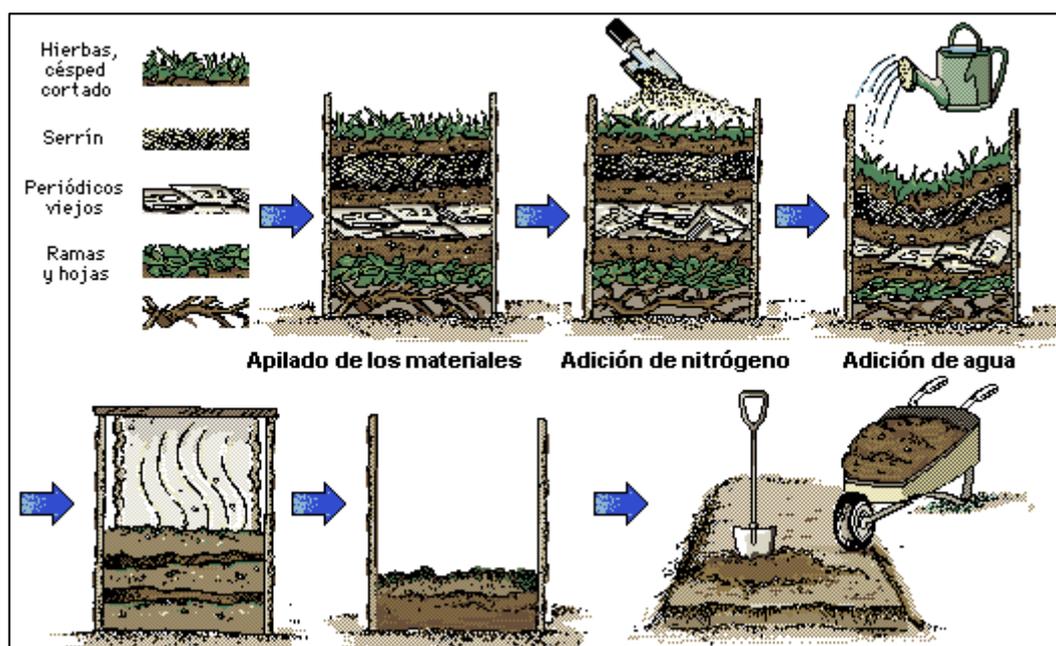


Fuente: <http://viaorganica.org/composta>.

PROCEDIMIENTO PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPOST.

- Se traza una línea de un ancho promedio de 1.5 metros, teniendo en cuenta la cantidad de los insumos se podrá extender la línea hasta los 10 metros.
- Posteriormente se afloja la tierra con un rastrillo a una profundidad de 0.30 m. para ayudar con la aeración y drenaje. (Nota: Durante el siguiente proceso de construcción de la pila de composta, se debe regar para que la humedad sea como una esponja exprimida.)
- Se pone una capa de vegetación seca de 10 centímetros.
- Se agrega una capa de vegetación verde o desperdicio de comida de 10 centímetros.
- Se pone una capa de suelo de 2 centímetros, equivalente a una cubeta de 20 litros.
- Posteriormente se alternan las capas de materia verde, materia seca y suelo hasta llegar a un metro de altura.
- Se recomienda revisar la humedad de la composta todos los días. Regar si es necesario.
- Se puede voltear la composta para asegurar una descomposición uniforme de la pila. Voltear la composta también apura el proceso. Sin embargo, también se pierden nutrientes, por lo tanto, se recomienda revolver la composta dos a tres veces por semana.
- La descomposición y maduración duran aproximadamente 2 a 3 meses. La composta está lista cuando no se reconoce las materias originales. Cuando esté lista, se recomienda dejar de regar y almacenarla en cubetas, costales, o aplicarla directamente a los cultivos.

ILUSTRACIÓN N° 36: PROCESO DE PRODUCCIÓN DE COMPOST



Fuente: Enciclopedia Encarta.

PREMISAS DE DISEÑO PARA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE COMPOST:

Para dimensionar la planta de producción de compost se debe tener en cuenta la siguiente información:

- La cantidad de residuos orgánicos compostificables descargados en la planta es de 4.96 toneladas en un día.
- Se debe tener en cuenta el abastecimiento de agua para humedecer la biomasa compostificable.
- La planta necesita una buena temperatura para acelerar los procesos de producción biológica y bacteriana que descompondrán la materia, por lo que para el diseño se deberá considerar un ambiente con elementos de confinamiento traslucidos, y contar con un sistema óptimo de ventilación cruzada.
- El sistema de riego debe ser tecnificado.

- Deberá contar con un pequeño laboratorio para realizar monitoreos biológicos presentes en el proceso de la producción del compost.

ILUSTRACIÓN N° 37: PREMISAS DE DISEÑO PARA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE COMPOST



CRITERIOS	AREA
1. Ingreso y Administración (balanza, caracterización)	20.00 M2
2. Recepción de Materia Primas (almacén, segregación)	20.00 M2
3. Pre-Acondicionamiento (troceado, picado, molienda)	15.00 M2
4. Pre-Compostaje cubierto (solo en algunas condiciones)	45.00 M2
5. Maduración con Volteo de Pilas (manual, mecanizado)	120.00 M2
6. Clasificación/Cernido (manual, mecanizado)	20.00 M2
7. Compost Terminado (maduración y almacén a granel)	20.00 M2
8. Poza de alcantarillado (principalmente lluvias)	18.00 M2
9. Poza de Lixiviado (escurrido de riegos, requiere diseño)	18.00 M2
10. Biofiltro (en sistemas de aireación forzada)	30.00 M2
AREA DE DISEÑO	326.00 m2

Fuente: Elaboración propia.

5.2.6 AREA DE CREACION DE BIOHUERTO.

Este establecimiento biológico tiene el objetivo de producir especies arbóreas, arbustos y flores autóctonas y aclimatadas para su posterior uso en los espacios de reforestación y rescate de los suelos utilizados para el relleno sanitario. Adicionalmente contara con un banco de producción y almacenamiento de las especies producidas. Asimismo, utilizara el abono producido en la planta de compost.

PREMISAS PARA EL DISEÑO DE UN BIOHUERTO:

- Se producirán especies arbóreas nativas como el q’olle, queñua, molle. Y las aclimatadas que son el ciprés, pino, sauce, etc.
- El biohuerto necesita una temperatura adecuada para el crecimiento de las especies durante los primeros años, con la finalidad de protegerlos del descenso de temperatura.
- El sistema de riego debe ser tecnificado.
- Deberá contar con un pequeño laboratorio para realizar monitoreos biológicos de los plántones.

IMAGEN N° 9: PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN BIOHUERTO



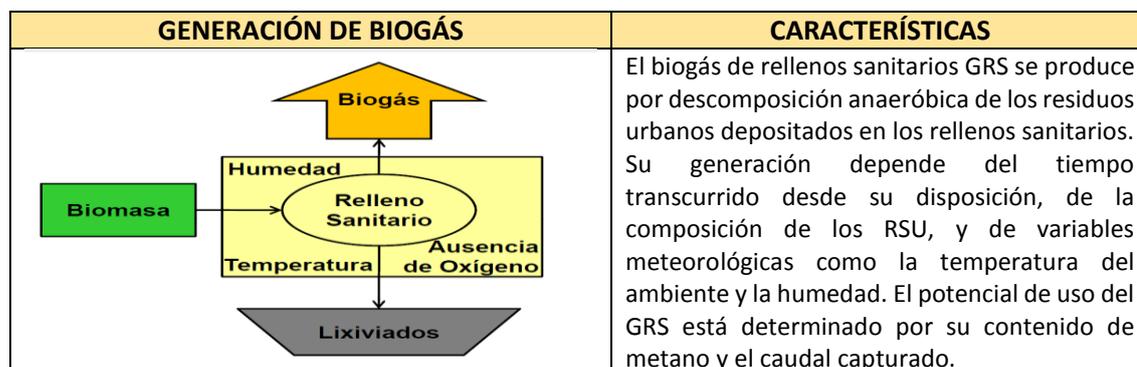
Fuente: <http://viaorganica.org/composta>.

5.3 PLANTA DE PRODUCCIÓN ENERGÉTICA.

En la actualidad el aprovechamiento de los gases que se producen en los rellenos sanitarios son una gran fuente de energía y por tanto de economía, además una manera de protección al medio ambiente.

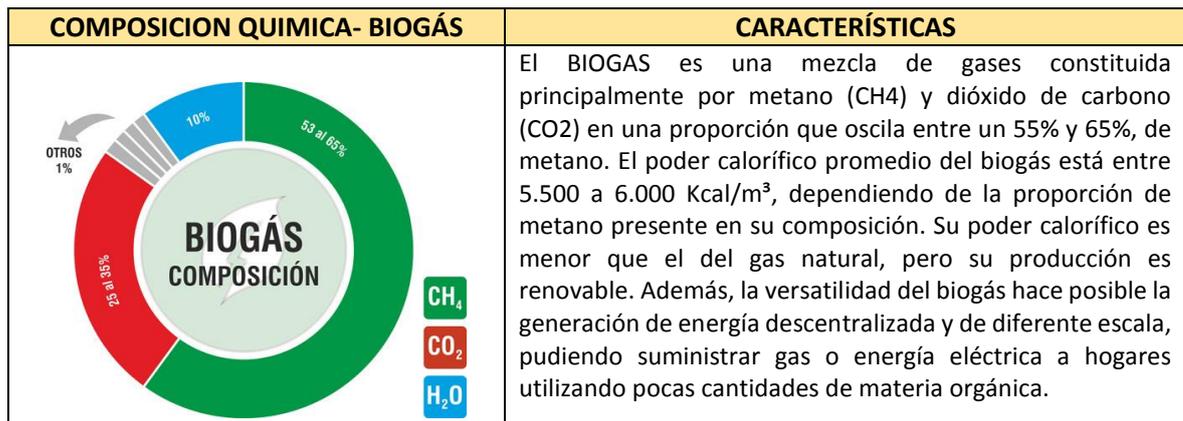
La producción de electricidad es una de las aplicaciones más beneficiosas, aunque el resultado del proyecto depende de varios factores entre los que hay que considerar aspectos técnicos, económicos, y de gestión, así como redes eléctricas a la demanda a ser suplida. En este sistema se aplican tratamientos primarios que incluyen la remoción de vapor de agua, condensados, material particulado y espuma, o secundarios que remueven sulfuro de hidrógeno, siloxanos, y otros contaminantes como amoníaco, halógenos, e hidrocarburos aromáticos.

ILUSTRACIÓN N° 38: GENERACIÓN DE BIOGÁS EN RELLENO SANITARIO.



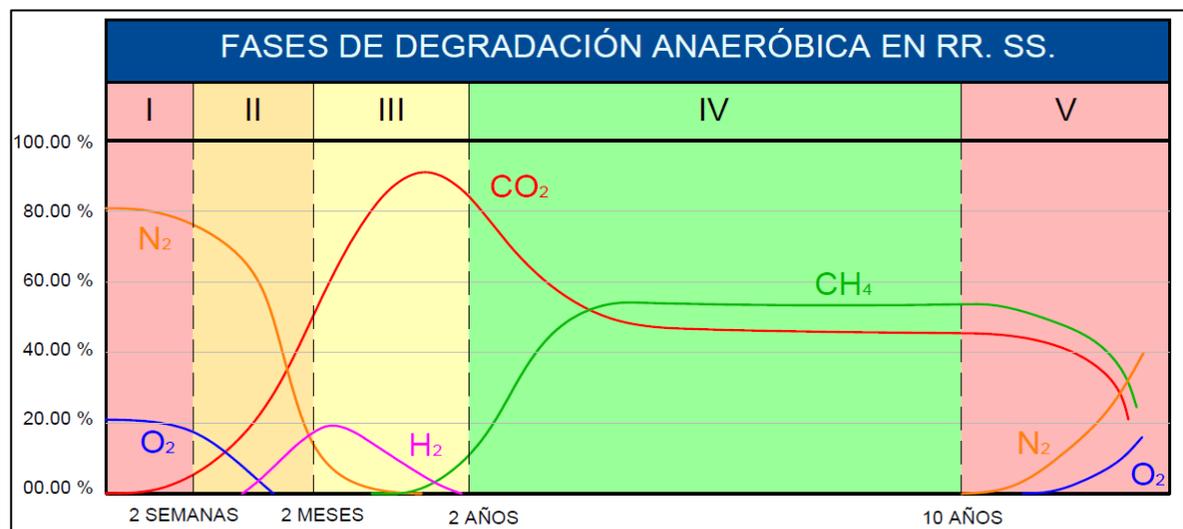
Fuente: KDM energía s. a. (2011). Proyecto Generación Eléctrica con Gas de Relleno Sanitario. Chile.

ILUSTRACIÓN N° 39: COMPOSICIÓN QUIMICA DEL BIOGÁS EN RELLENO SANITARIO.



Fuente: Empresa Bioeléctrica © Energía en Origen.

ILUSTRACIÓN N° 40: FASES DE LA COMPOSICIÓN DEL BIOGÁS



Fuente: KDM energía s. a. (2011). Proyecto Generación Eléctrica con Gas de Relleno Sanitario. Chile.

I. Fase de Ajuste Inicial.

La fase de ajuste inicial es principalmente un proceso de degradación aeróbica. En esta fase se encuentra principalmente la presencia de Nitrógeno y Oxígeno, componentes principales de la atmósfera terrestre. Los residuos orgánicos inician su proceso de degradación microbiana, como ya se mencionó, en condiciones aeróbicas.

II. Fase de transición.

Durante la fase de transición se empieza a evidenciar la degradación anaeróbica y se disminuye la actividad microbiana de origen aeróbico. Como evidencia de esa

degradación disminuye la concentración de nitrógeno y oxígeno, y se comienza a presentar el dióxido de carbono. La finalización de la etapa de transición trae consigo también la ausencia de oxígeno en los residuos sólidos y en el biogás.

III. Fase Ácida.

En esta fase se aumenta la actividad microbiana anaeróbica y se inicia la generación de ácidos grasos (principalmente ácido acético). Los microbios presentes son de tipo ácido-génicos y son los que logran la degradación inicial del carbono celular presente en los residuos de origen orgánico. En esta etapa se encuentra la presencia del hidrógeno en el biogás, principalmente dado por las condiciones ácidas presentes en el relleno sanitario.

IV. Fase de Fermentación del Metano (Metanogénica).

Aquí empiezan a desaparecer los microorganismos acidogénicos y se presentan los de tipo metanogénicos. Los primeros desaparecen por el exceso de ácidos grasos, lo que disminuye su actividad y permite la presencia de los segundos que transforman los ácidos grasos en metano y dióxido de carbono. Se logra una cierta estabilidad en la composición del biogás y es la fase con la que se identifica la degradación anaeróbica. Durante esta fase la temperatura de la masa de residuos alcance temperaturas entre 40 y 60°C.

V. Fase de Maduración.

Durante esta fase decae la actividad microbiana y se denota por un decrecimiento en la generación de metano y dióxido de carbono. Comienzan a infiltrarse el nitrógeno y el oxígeno a través de los residuos.

5.3.1 SISTEMA DE CAPTACIÓN DE BIOGÁS.

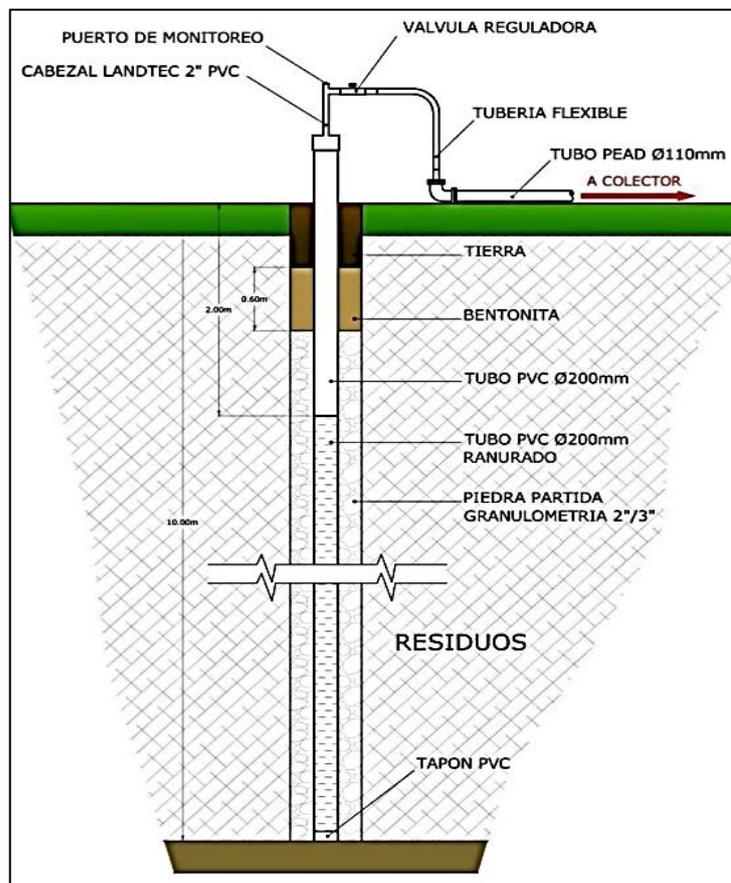
Se realizará a través una serie de tuberías cribadas HDPE (polietileno de alta densidad), estos tubos son de un diámetro de 200 mm. y rodeadas por una capa de material granular o piedra seleccionada de 2” @ 3” (ilustración N°42).

ILUSTRACIÓN N° 41: DETALLE DEL MONITOREO DE LOS POZOS DE EXTRACCIÓN



Fuente: KDM energía s. a. (2011). Proyecto Generación Eléctrica con Gas de Relleno Sanitario. Chile.

ILUSTRACIÓN N° 42: DETALLE DE POZO DE EXTRACCIÓN DE BIOGÁS



Fuente: KDM energía s. a. (2011). Proyecto Generación Eléctrica con Gas de Relleno Sanitario. Chile.

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE CAPTACION DE BIOGÁS.

- Sistema de pozos verticales ubicados sobre la superficie del relleno sanitario.
- Instalación progresiva de los pozos de extracción, proporcional al crecimiento del relleno sanitario.
- Distanciamiento entre pozos: 35 (m) aprox.
- Profundidad de pozos: 8-12 (m).

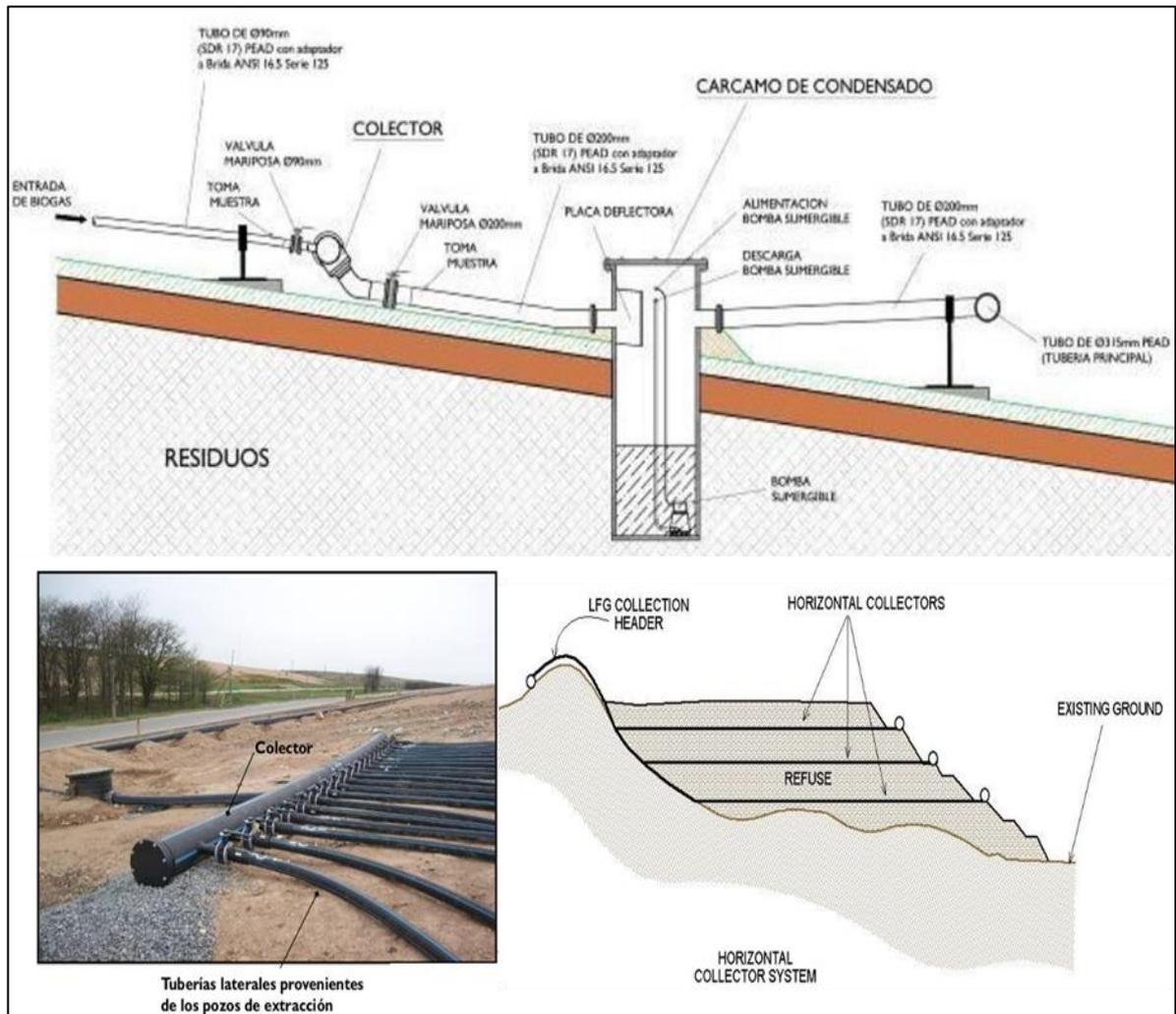
5.3.2 SISTEMA DE TRANSPORTE DEL BIOGÁS.

El transporte se realizará a través de una red de tuberías de HDPE extendidas sobre la superficie del relleno sanitario.

EL SISTEMA ESTARÁ DIVIDIDO POR TRES REDES:

- **Red colectora lateral:** tiene la función de recolectar el biogás directamente de los pozos de extracción, tienen un diámetro de 60 mm.
- **Red colectora secundaria:** recolecta el biogás de las redes colectoras laterales, tienen un diámetro de 110 mm.
- **Red colectora Primaria:** recolecta el biogás de red colectora secundaria y son los encargados de direccionar el gas hacia la planta de producción energética, tienen un diámetro de 200 mm.

ILUSTRACIÓN N° 43: SISTEMA DE REDES PARA TRANSPORTE DE BIOGÁS



Fuente: KDM energía s. a. (2011). Proyecto Generación Eléctrica con Gas de Relleno Sanitario. Chile.

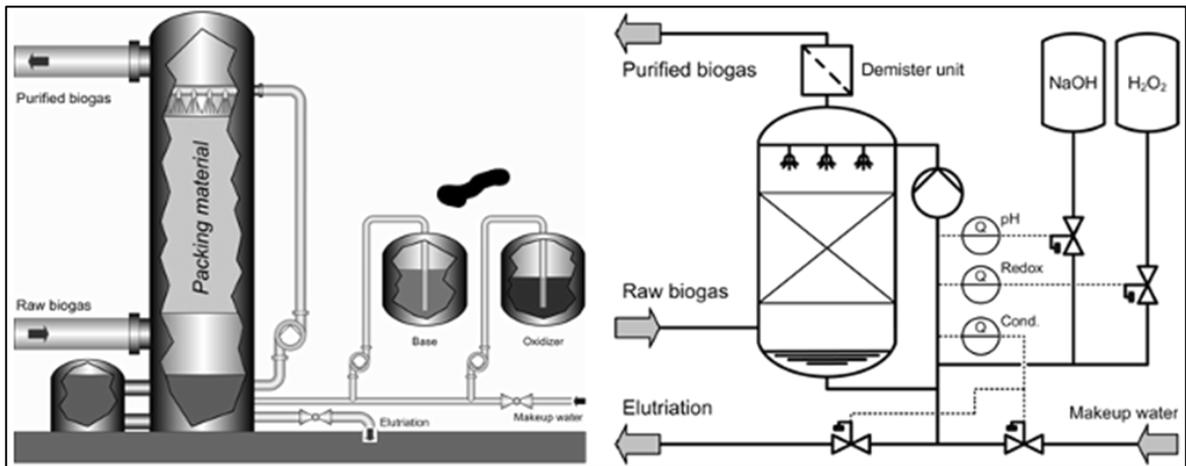
5.3.3 ELIMINACIÓN DE HUMEDAD.

Se realizará a través de un sistema de filtrado gravitacional denominado DEMISTER, el cual separa las moléculas de agua del biogás, adicionalmente mediante un sistema de membranas removerá los condensados, material particulado y espuma, o secundarios que remueven sulfuro de hidrógeno, siloxanos, y otros contaminantes.

De esta manera se asegura la protección de los equipos que conforman la planta generadora de energía eléctrica.

El área efectiva de trabajo está determinada por un radio de 1.00 m.

ILUSTRACIÓN N° 44: SISTEMA DEMISTER, ELIMINACIÓN DE HUMEDAD Y CONDENSADOS



Fuente: KDM energía s. a. (2011). Proyecto Generación Eléctrica con Gas de Relleno Sanitario. Chile.

5.3.4 SISTEMA DE SUCCIÓN E IMPULSION.

Este sistema comprende el uso de una batería de motores, para este caso será de dos unidades y cada una tendrá 10 hp de potencia efectiva, el objetivo será de succionar el biogás de las redes colectoras y pasadas a través del sistema de eliminación de humedad, para luego enviarla, según la producción, a los contenedores que almacenará los excesos, y a la vez a la central de generación eléctrica.

El área efectiva de trabajo es de 4m x 6m, área= 24 m².

IMAGEN N° 10: SISTEMA DE SUCCIÓN E IMPULSION



Fuente: KDM energía s. a. (2011). Proyecto Generación Eléctrica con Gas de Relleno Sanitario. Chile.

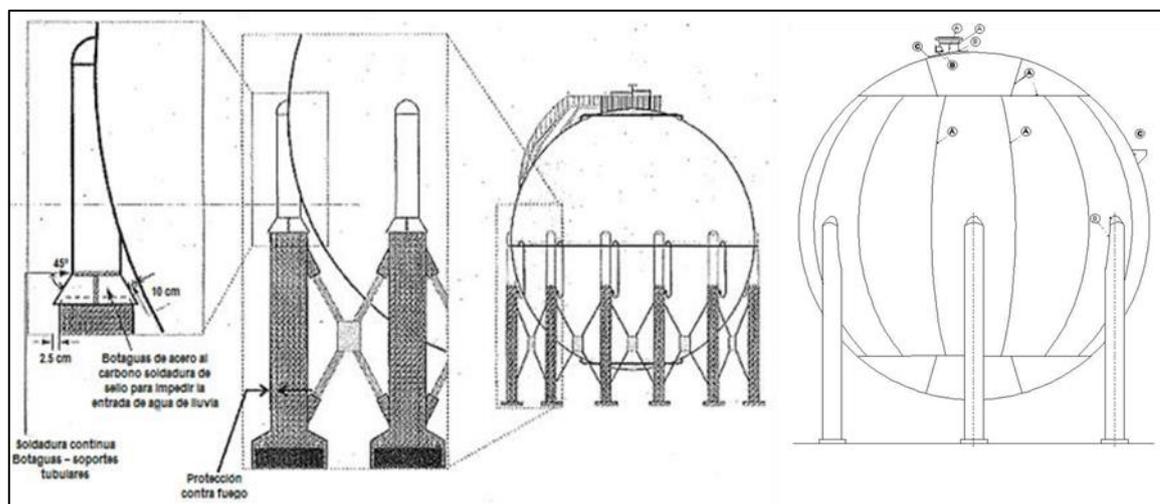
5.3.5 SISTEMA DE ALMACENADO POR EXCESO DE PRODUCCIÓN.

Estará constituido por dos contenedores esféricos con una capacidad de 20 000 m³, ubicado en zonas seguras en caso de emergencias. Tiene un diámetro de 7 m.

Es importante considerar que para resguardo del complejo y de las vidas humanas, que estos contenedores serán ubicados en una segura y alejada.

La función principal de estos contenedores es la de almacenar los excesos de producción, de ser el caso y poder utilizarlos posteriormente.

ILUSTRACIÓN N° 45: CONTENEDOR ESFÉRICO PARA ALMACENAJE DE BIOGÁS



Fuente: KDM energía s. a. (2011). Proyecto Generación Eléctrica con Gas de Relleno Sanitario. Chile.

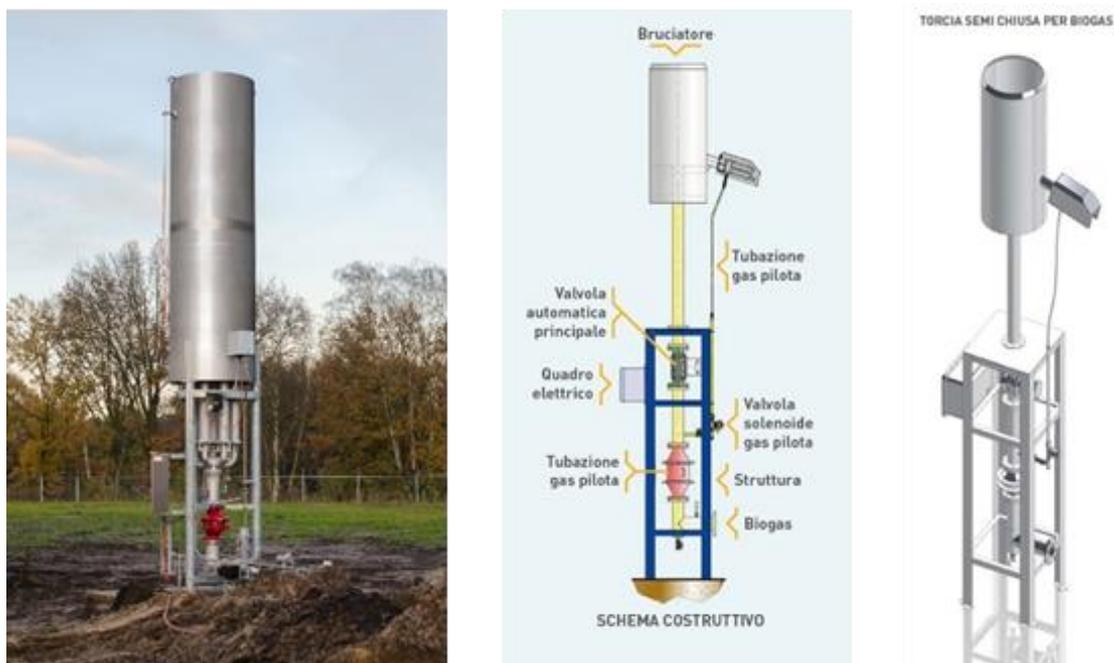
5.3.6 PROCESO DE CLARIFICACIÓN.

Se realiza a través de la antorcha de quemado elevado.

Los objetivos principales de la antorcha son: la clarificación del biogás, es decir, aumentar su nivel de pureza en un 90 a 95% de concentración de metano, asimismo la liberación de biogás en situaciones de emergencia y quemar de forma segura y controlada estos gases no utilizables, evitando su emisión directa a la atmósfera.

Tienen una altura de 6m y su área de trabajo es de un radio de 1.5m.

ILUSTRACIÓN N° 46: ANTORCHA DE QUEMADO ELEVADO



Fuente: KDM energía s. a. (2011). Proyecto Generación Eléctrica con Gas de Relleno Sanitario. Chile.

5.3.7 CENTRAL DE GENERACIÓN ENERGÉTICA.

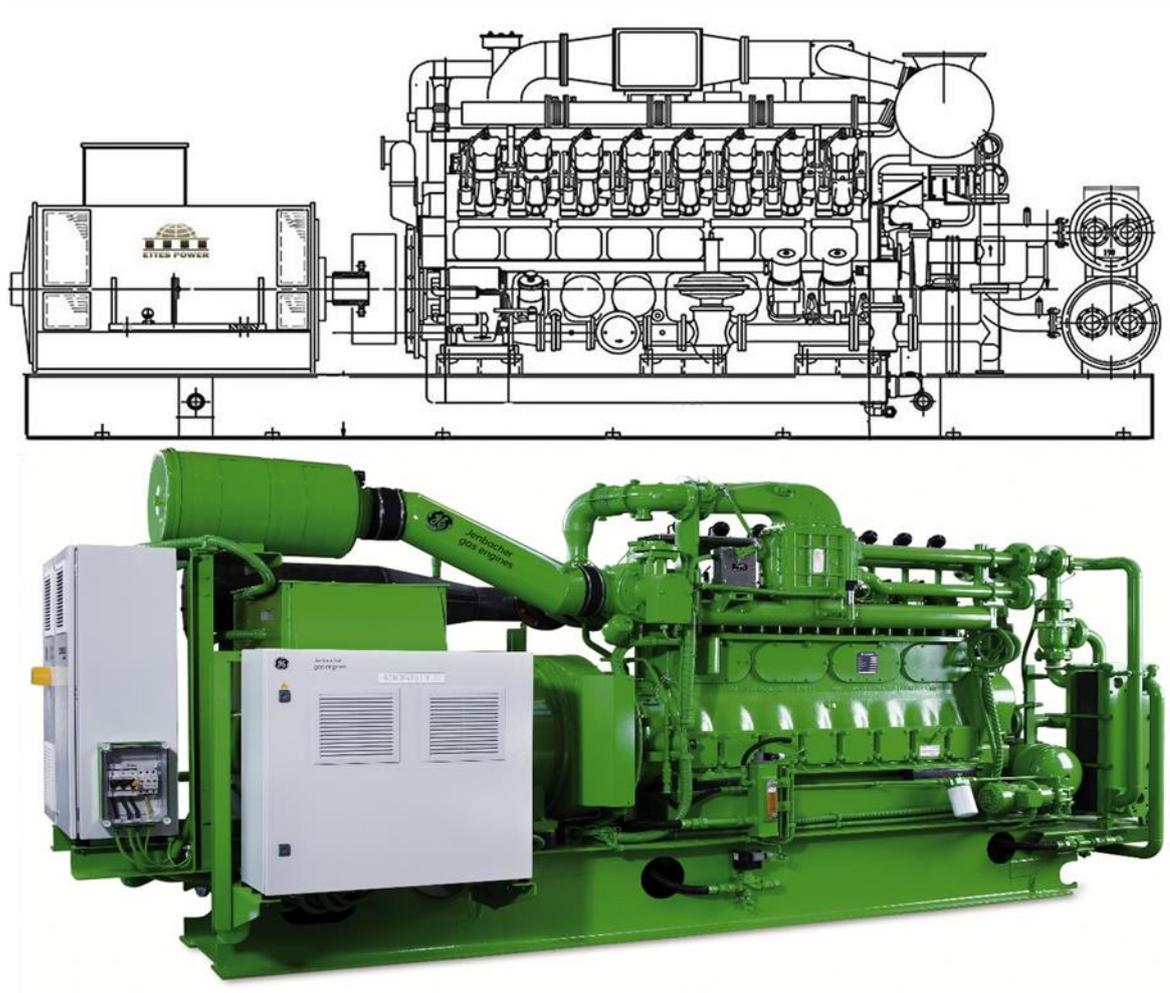
La generación eléctrica será a través del uso de motores de combustión interna, debido a que estas presentan una alta eficiencia, son de bajo costo por kW en comparación con las turbinas de biogás y microturbinas, existen en varios tamaños adecuados a la generación de biogás. La eficiencia de estos motores varía entre 55 y 80% a esfuerzos estándar, pudiendo llegar a un 98% con el equipamiento de monitoreo constante.

También presentan la ventaja de permitir añadir o quitar los motores según las tendencias de recuperación de biogás.

El rango de tamaño para proyectos típicos asumiendo 50% de metano en el GRS (generador por residuos sólidos) es entre 8 y 30 m³/min de GRS, y capacidades entre 800 kW y 3 MW; para el presente proyecto, se considerará utilizar tres motores, la finalidad es de permitir un estado de reposo entre las máquinas, es decir periodos de 8 horas cada una, otro factor es poder atender las sobreproducciones estimadas y finalmente la alternancia entre los equipos para procesos de mantenimiento.

El área de trabajo de cada motor es de 6.4 m.x1.6m., haciendo un área efectiva de trabajo de 30.72 m².

ILUSTRACIÓN N° 47: GENERADORES ELÉCTRICOS DE ALTA POTENCIA



Fuente: B.I.D. Generación de electricidad a partir de biogás capturado de residuos sólidos urbanos

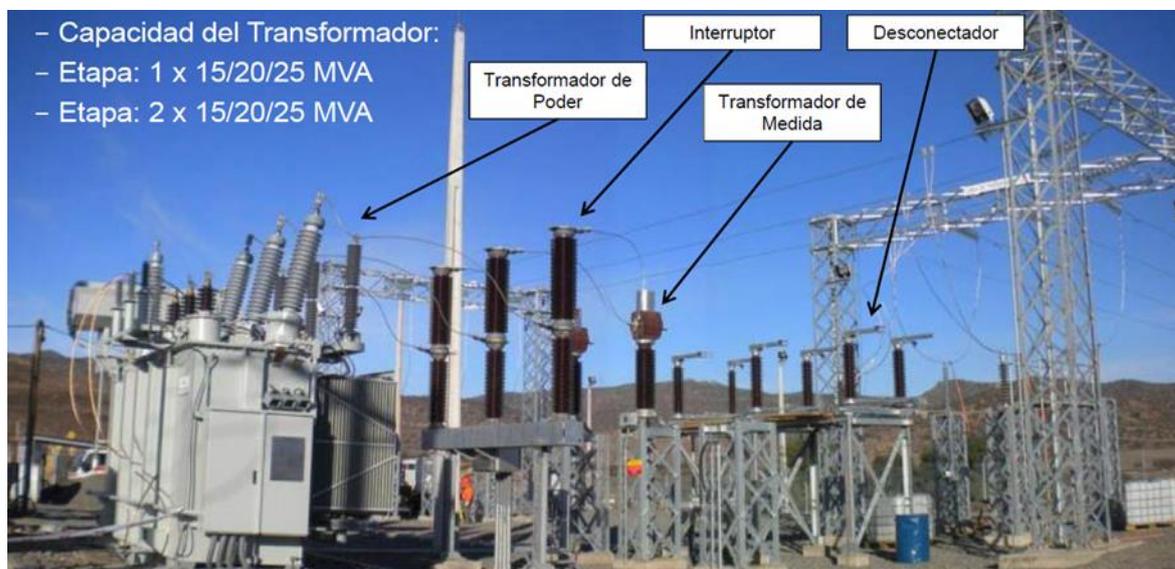
5.3.8 SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA.

Es la etapa final del proceso de aprovechamiento energético a través de la generación de biogás por residuos sólidos urbanos, La función principal es de realizar una administración eficiente y sobre todo segura en el manejo de la energía eléctrica generada.

Por otro lado, el objetivo de esta central eléctrica es de abastecer de energía a todo el complejo, adicionalmente, el excedente podrá ser llevada hacia la red de alta tensión administrada por Electro Puno.

Esta central tendrá un área efectiva de 120 m², teniendo también un área de resguardo de 10 metros adicionales a sus límites.

ILUSTRACIÓN N° 48: ESQUEMA DE UNA PLANTA ELECTRICA DE TENSION MEDIA.



Fuente: KDM energía s. a. (2011). Proyecto Generación Eléctrica con Gas de Relleno Sanitario. Chile.

5.4 RELLENO SANITARIO.

RELLENOS SANITARIOS MANUALES EN EL PERÚ.

Hasta la década de los 90 no existían rellenos sanitarios en nuestro país. La Disposición final adecuada de los residuos sólidos en nuestro país en la actualidad alcanza una cobertura del 19.7% que equivale a 12,986 ton/día según el Informe Analítico - Perú de la Evaluación Regional de los Servicios de Manejo de Residuos Sólidos Municipales EVAL 2002, asimismo este informe considera que el 65.6% del total de los residuos tienen una disposición final inadecuada, esto quiere decir que la mayoría del total de residuos recolectados van a los botaderos provocando un riesgo a la salud de la población. Solo el 14.7% del total se reaprovecha.

Pese a enfrentar esta problemática, en nuestro país se comienza una experiencia positiva en la construcción de rellenos sanitarios manuales como es el caso de la ciudad de Carhuaz, Huaylas, Huarney, entre otros.

Según lo establecido en el Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos, el relleno sanitario es una infraestructura de disposición final, debidamente equipada y operada, que permite disponer sanitaria y ambientalmente segura los residuos sólidos.

El relleno sanitario es una técnica de disposición final de residuos sólidos en el suelo, mediante el uso de principios de ingeniería para confinar la basura en un área previamente implementada con los dispositivos para el control y manejo de las emisiones (líquidos y gases) que se generan producto de la descomposición de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos, con la finalidad de prevenir los riesgos a la salud pública y deterioro de la calidad ambiental.

CLASIFICACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS SEGÚN TIPO DE OPERACIÓN.

Los rellenos sanitarios de acuerdo al tipo de operación se clasifican en tres:

- **Relleno sanitario manual:** El esparcido, compactación y cobertura de los residuos se realiza mediante el uso de herramientas simples como rastrillos, pisones manuales, entre otros y la capacidad de operación diaria no excede las 20 toneladas de residuos. Se restringe su operación en horario nocturno.
- **Relleno sanitario semi mecanizado:** La capacidad máxima de operación diaria no excede las 50 toneladas de residuos y los trabajos de esparcido, compactación y cobertura de los residuos se realizan con el apoyo de equipo mecánico, siendo posible el empleo de herramientas manuales para complementar los trabajos del confinamiento de residuos.

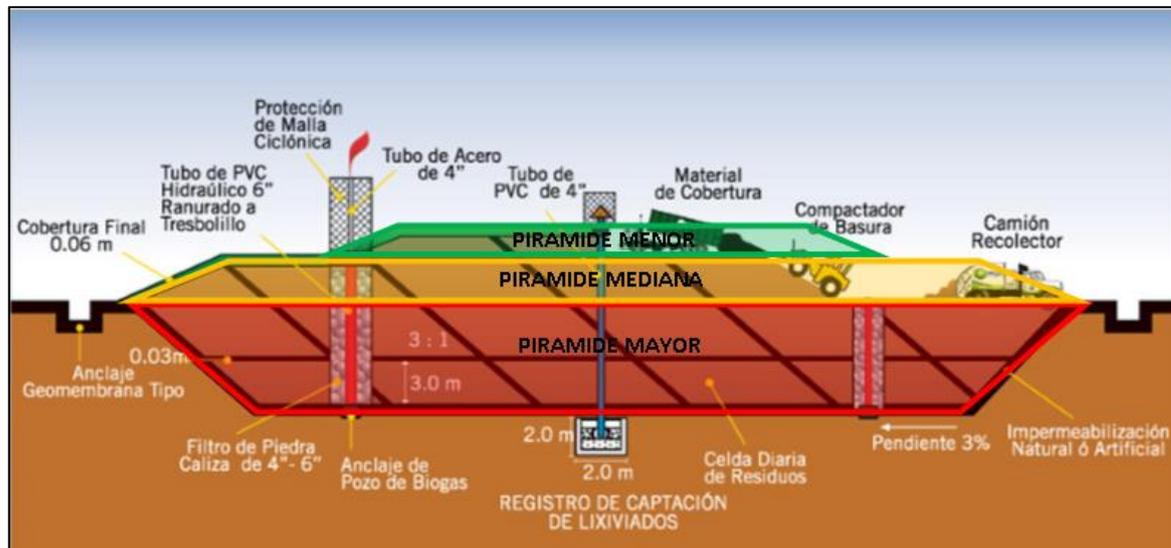
- **Relleno sanitario mecanizado:** La operación se realiza íntegramente con equipos mecánicos como el tractor de oruga, cargador frontal y su capacidad de operación diaria es mayor a las 50 toneladas.
- Por consiguiente, el tipo de relleno sanitario a implementar será de tipo mecanizado, debido a que en la ciudad de Puno se produce un total de 106.09 toneladas diarias.

5.4.1 CONSTRUCCIÓN DEL RELLENO SANITARIO.

Para determinar el área total que se utilizará para el relleno sanitario, se debe considerar el volumen de cada celda que se construirá. La forma del relleno sanitario será similar a la ilustración N° 48, donde predomina la utilización de tronco pirámides.

El ancho tiene una dimensión de 66 metros por un largo de 466 metros.

ILUSTRACIÓN N° 49: PROPUESTA DE DISEÑO PARA RELLENO SANITARIO



Fuente: Elaboración propia-con imagen de <https://ambientalblog2010.wordpress.com/2010/12/07/los-rellenos-sanitarios/>.

En total serán cinco celdas que tienen la capacidad suficiente para almacenar el total de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Puno, los cuales serán generados durante los próximos treinta años desde el 2020, que es el año proyectado para su funcionamiento. Como se determinó en el cuadro N° 23, donde se determina la generación de 1'246,189.00

toneladas de residuos para disposición final controlada, y representa un volumen de 1'591,337.72 m3.

Para determinar las dimensiones de una celda es necesario calcular el volumen de servicio para recepcionar los residuos sólidos, para lo cual se utilizó la formula siguiente:

ILUSTRACIÓN N° 50: FÓRMULA PARA DETERMINAR EL VOLUMEN DE UN TRONCO PIRÁMIDE

Su **volumen** viene determinado como un tercio de la altura del tronco de pirámide (h) por la suma del área de las bases (A_{BM} y A_{Bm}) y la media geométrica de las mismas. Su **fórmula** es:

$$Volumen = \frac{h}{3} (A_{BM} + A_{Bm} + \sqrt{A_{BM} \cdot A_{Bm}})$$

siendo h la altura del tronco de pirámide, A_{BM} el área de la base mayor y A_{Bm} el área de la base menor

Fuente: <http://www.universoformulas.com/>

CUADRO N° 33: DETERMINACIÓN DE ÁREA Y VOLUMEN DEL RELLENO SANITARIO

TRONCO PIRÁMIDE	TRONCO PIRÁMIDE MAYOR	TRONCO PIRÁMIDE MEDIANA	TRONCO PIRÁMIDE MENOR
(*) ÁREA MAYOR M2 A_{BM}	30,808.15	30,808.15	13,888.85
(*) ÁREA MENOR M2 A_{Bm}	19,154.19	23,742.70	10,869.77
(*) ALTURA h	9.60	2.57	1.40
<i>Volumen</i> TOTAL POR PIRÁMIDE M3	237,614.14	69,901.03	17,287.92
VOLUMEN TOTAL POR CELDA		324,803.09	m3
VOLUMEN TOTAL EN RELLENO SANITARIO		1'624,015.46	m3
ÁREA TOTAL POR CELDA		30,808.15	m2
ÁREA TOTAL EN RELLENO SANITARIO		154,040.75	m2

Fuente: Elaboración propia.

Una vez determinada el área para las celdas del relleno sanitario, se iniciará con la descripción del proceso constructivo.

ordenada y con el menor impacto posible, del mismo modo facilitar las obras complementarias del relleno sanitario.

LIMPIEZA Y DESMONTE.

El desmonte y despalme conlleva a realizar las operaciones siguientes:

- a) Corte de árboles y arbustos.
- b) Quitar maleza, hierbas o residuos de las siembras.
- c) Sacar los troncos y tocones con todo y raíces o cortando éstas.
- d) Retirar o estibar el producto del desmonte al lugar que se indique, así como quemar lo utilizable.

El trabajo de desmonte generalmente se efectúa con la ayuda de maquinaria pesada y a mano en actividades específicas. Cuando se trata de vegetación tupida hay necesidad de cortar los árboles y cuando se trata de arbustos ralos se utiliza maquinaria por que ofrece mayor ventaja.

Para fines de desmonte se consideran los siguientes tipos de vegetación:

- a) Manglar
- b) Selva o bosque
- c) Monte de regiones áridas o semiáridas
- d) Monte de regiones desérticas, zonas cultivadas o de pastizales.

La vegetación en la ciudad de Puno tipo bosque es predominante constituida por árboles típicos de las zonas altas de clima templado o frío, como, por ejemplo: eucaliptos y podocarpáceas.

En las zonas altas de Puno, la presencia de árboles y arbustos es casi nula, sin embargo, se puede notar la presencia del j'ichu o ichu, que es un pasto andino que crece en zonas altoandinas de la Cordillera de los andes. El ichu es de fácil remoción el cual ayuda mucho en la preparación del terreno para la planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno.

5.4.3 TRATAMIENTO DEL SUELO SOPORTE.

NIVELACIÓN.

La nivelación preparatoria es el proceso de igualar el terreno o superficie, es decir poner a igual altura dos puntos del terreno, se ejecuta una vez completado los procesos de desmonte, deshierbe y excavación de tierra, se realizará principalmente en la construcción de los caminos internos y externos, el sistema de drenaje y otras instalaciones de apoyo al relleno sanitario que lo requieran.

Los planes de nivelación preparatoria deben desarrollarse de acuerdo al diseño del drenaje del sitio, las medidas de control de la erosión y las rutas de acceso. Los planos deben mostrar elevaciones del contorno de todas las zonas modificadas y deben establecer criterios para las pendientes mínimas y máximas en todas las áreas de corte y de relleno. Es importante que las pendientes e inclinaciones de la base del relleno sanitario se desarrollen sólo después de considerar cuidadosamente las condiciones subsuperficiales (por ejemplo, tipo y profundidad del suelo con respecto al nivel freático) y el drenaje del área.

En caso de construir un relleno sanitario con revestimiento impermeable y con un sistema para el manejo del lixiviado, el fondo del relleno sanitario debe tener una pendiente para facilitar la recolección de lixiviado. Se recomienda una pendiente mínima de 1%. Para rellenos no revestidos, la nivelación preparatoria es menos crítica, pero debe

hacerse de acuerdo al plan de diseño a fin de eliminar irregularidades superficiales, controlar la esorrentía y prevenir el estancamiento.

DRENAJE.

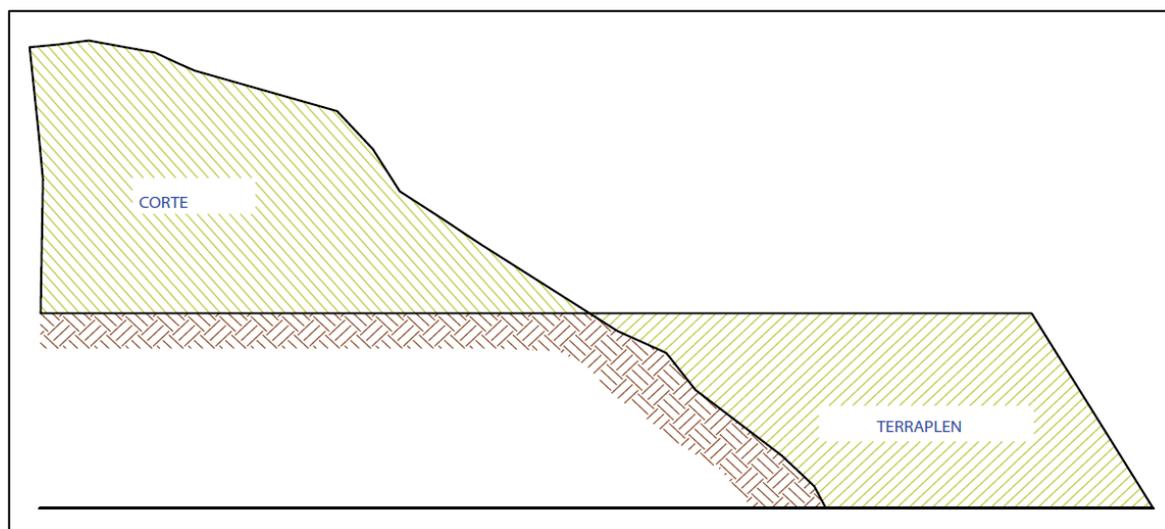
No se ubicará el relleno sanitario sobre un terreno pantanoso, una pequeña corriente o nacimiento de agua, o donde la napa freática se encuentre muy somera.

CORTES Y CONFORMACIÓN DE TALUDES.

Cortes

Son las excavaciones o remoción de los materiales, realizadas en el terreno natural, en la ampliación o abatimiento de taludes, en derrumbes y en rebajes de terraplenes.

ILUSTRACIÓN N° 51: CORTES Y TERRAPLENES



Fuente: MINAM, M. d. (2013). Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario.

Los materiales excavados de acuerdo con la dificultad que presenten para su extracción y carga se clasifican en:

Material A:

Es el blando o suelto, que puede ser eficientemente excavado con tractor de orugas de 90 a 110 HP de potencia en la barra – sin auxilio de arados o tractores empujadores, aunque podrían utilizarse ambos para mejores rendimientos. Los materiales clasificables

como material “A” son los suelos poco o nada cementados con partículas menores de 7.5 cm. de diámetro.

Material B:

Es el que por la dificultad de extracción y carga sólo puede ser excavado eficientemente por tractor de orugas con cuchilla de inclinación variable de 140 a 160 HP en la barra o con pala mecánica de capacidad mínima de un metro cúbico sin el uso de explosivos, aunque por conveniencia se utilicen para incrementar el rendimiento, bien que pueda ser aflojado con arado de 6 toneladas remolcado por tractor de orugas de las características mencionadas. Además, se consideran como material “B” a las piedras sueltas menores de $1/2$ m³ y mayores de 20 cm. de lado. Los materiales comúnmente clasificables como material “B” son las rocas muy alteradas, conglomerados mediante cementados, areniscas blandas y tepetates.

Material C:

Es el que por su dificultad de extracción sólo puede ser excavado mediante el empleo de explosivos de detonación rápida; también se consideran como material “C” las piedras sueltas que aisladamente cubiquen más de 1 m³. Entre los materiales clasificables como material “C” están las rocas basálticas, las areniscas y los conglomerados y fuertemente cementados, calizas, riolitas, granitos y andesitas sanas.

Los taludes del terreno se dejan de tal manera que no causen erosión y puedan darle una buena estabilidad al relleno. Estos pueden ser desde verticales hasta del tipo 3:1 (horizontal: vertical), dependiendo del tipo de suelo.

La superficie de las terrazas o terraplenes deberá tener una pendiente del 2% con respecto a los taludes interiores, a fin de conducir las aguas de lixiviado a las zanjas de drenaje y evitar encharcamientos cuando se usen como vías temporales de acceso; lo anterior contribuye también a brindar estabilidad a la obra.

Las zanjas podrán tener forma trapezoidal, cuadrada o rectangular, dependiendo de las condiciones del suelo. La separación entre ellas será de 0.5 a 1 m., según se requiera para garantizar su estabilidad mientras permanecen vacías.

5.4.4 PROCESO CONSTRUCTIVO.

MÉTODO CONSTRUCTIVO.

Tipo de Terreno

Para el proceso constructivo del relleno sanitario para la ciudad de Puno, se tomará en cuenta el uso de material de impermeabilización como también considerar el tipo de material más grueso para el aislamiento entre los residuos y el impermeabilizante.

La utilización de geomembranas HDPE para el recubrimiento de celdas y lagunas de lixiviados, tienen una función muy importante, es la de evitar que todos los lixiviados puedan llegar a fuentes de agua subterránea. Este material debe cumplir con los estándares de seguridad y de control de calidad actuales para proyectos de este tipo.

IMAGEN N° 11: IMPERMEABILIZADO CON GEOMEMBRANA HDPE



Fuente: Geosintéticos Origo S. A. de C. V.

CONSTRUCCIÓN DE TRINCHERAS.

Se realizarán trabajos de movimiento de tierras, ejecutando excavaciones en el terreno hasta llegar a los niveles establecidos en los perfiles.

Se nivelará y compactará el fondo y paredes de la trinchera, dejándolo listo para recibir su impermeabilización, la cual se indicó anteriormente con el uso de geomembranas de HPDE (espesor recomendado 1mm), y una protección con el empleo de geotextiles.

Las geomembranas y geotextiles son empotradas en sus extremos al terreno de fundación en la parte superior de las trincheras mediante dados de anclaje (50 x 50 cm. aprox.); rellenos con material propio de la zona.

Sobre el terreno emparejado se colocarán 0,60 m de material arcilloso, homogéneo, sin contenido orgánico, con no menos de 40% de su peso seco que pase la malla A.S.T.M. N° 200. Este material se colocará en capas de 0,20 o 0,30 m.

CONSTRUCCIÓN DE DRENES DE LIXIVIADOS EN TRINCHERAS.

Se construirán drenes de lixiviados en el interior de las trincheras en toda su dimensión mayor (largo de la trinchera) para la captación y conducción de los lixiviados hacia la planta de tratamiento respectivo, las dimensiones en el diseño de los drenes de lixiviados estar de acuerdo a las estimaciones de producción de lixiviado; estos drenes pueden ser alternativamente impermeabilizadas con geomembranas de polietileno de alta densidad - HPDE (de 1mm de espesor aprox.) y protegidas con geotextiles, o impermeabilizadas con arcilla siguiendo el mismo procedimiento de la construcción de trincheras; el componente principal del dren comprende su interior que está constituido con piedra seleccionada de 4" a 6" de diámetro aproximadamente, el cual estará cubierto con geodren que permite el paso del lixiviado aislando el dren de los residuos sólidos.

Existe la posibilidad de usar tubería perforada en la conformación del dren de lixiviados, esta tubería debe estar protegida por una capa de grava de menor diámetro para evitar daños a la tubería.

CONSTRUCCIÓN DE DRENES DE LIXIVIADOS EN PLATAFORMAS.

Se construirán drenes de lixiviados en el exterior de las plataformas, en todo lo largo a pie de talud, se captarán y conducirán a los lixiviados hacia la poza de captación, serán impermeabilizadas con geomembranas de HPDE (de 1mm de espesor aprox.) y protegidas con geotextiles; en su interior estarán constituidas con piedra seleccionada (de 6" a 8" de diámetro aproximadamente).

Los drenes de lixiviados conducirán a una poza de captación donde posterior a su almacenamiento y traslado a la planta de lixiviados para su tratamiento.

IMAGEN N° 12: CONSTRUCCIÓN DE DRENES DE LIXIVIADOS EN PLATAFORMAS



Fuente: Geosintéticos Origo S. A. de C. V.

CONSTRUCCIÓN DE CELDAS.

Se llama celda a la conformación geométrica que se le da a los residuos sólidos y al material de cubierta (tierra) debidamente compactados mediante un equipo mecánico.

Las celdas se diseñan conociendo la cantidad de residuos sólidos recolectados diariamente que llegan al sitio del relleno sanitario seleccionado. En este ítem desarrollaremos las pautas principales a tomarse en consideración para la construcción de las celdas de trabajo.

Dimensiones:

Las dimensiones de la celda de trabajo diario han quedado previamente establecidas durante la etapa de diseño; considerándose entre los principales elementos de la celda los siguientes: altura, largo, ancho del frente de trabajo, pendiente de los taludes laterales y espesores del material de cubierta diario y del último nivel de celdas.

Conformación de las celdas de trabajo diario:

Se recomienda que las celdas tengan un talud máximo de 1 a 3, es decir, que por cada metro de altura se avance 3 metros de forma horizontal, lo cual proporciona un mayor grado de compactación, mejor drenaje superficial, menor consumo de tierra y mejor contención y estabilidad del relleno.

Para la construcción de las celdas de trabajo se deberá apoyar cada celda en el talud del terreno natural o en las paredes de la trinchera y durante el avance sobre la celda ya terminada, esto con la finalidad de brindarle más estabilidad al relleno.

COBERTURA.

Se recomienda un espesor de 0.15 a 0.20 m. compactados de tierra entre los niveles de celdas y de 0.60 m. de tierra en la capa final. La cobertura final se realizará en dos etapas, con capas de 0.30 m. y a intervalos de un mes, con finalidad de cubrir posibles asentamientos que se produzcan en la superficie.

A continuación, se detallan algunas consideraciones para llevar a cabo la cobertura del relleno de acuerdo al tipo:

a) Relleno sanitario de área.

Si el material para cobertura es extraído del mismo lugar, se ahorrarían costos en su transporte. Se recomienda que dicha extracción se realice en época de estiaje y el material obtenido sea acumulado contiguo al área destinada para la construcción de las celdas.

b) Relleno sanitario de trinchera.

Es un hecho que al trabajar con este método el material de cobertura se encuentra garantizado; se recomienda acumular el material extraído a un lado de la trinchera o sobre otra ya rellena.

CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS.

Las chimeneas serán construidas principalmente para la extracción de biogás generados por la descomposición de los residuos orgánicos.

Están construidas por tuberías de alta resistencia a la compresión, de preferencia de PVC con perforaciones y rodeadas de una capa de agregado grueso de canto rodado o piedra seleccionada. (ver ilustración N° 41 y 42).

5.5 PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LIXIVIADOS.

El lixiviado es el líquido producido cuando el agua percola a través de cualquier material permeable.

Este líquido se encuentra comúnmente asociado a rellenos sanitarios, en donde, como resultado de la filtración a través de los desechos sólidos y la reacción con los productos en descomposición y otros compuestos, es producido el lixiviado.

Si el relleno sanitario no tiene sistema de recogida de lixiviados, éstos pueden alcanzar las aguas subterráneas y causar, como resultado, problemas medioambientales o de salud.

5.5.1 SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA LIXIVIADOS.

En la actualidad existen varios sistemas de tratamiento de aguas residuales y lixiviados, la diferencia radica principalmente en la pureza del agua tratada. Para el tratamiento de lixiviados del relleno sanitario de la ciudad de Puno, se ha diseñado con diversas tecnologías de tratamiento, que van desde las comúnmente utilizadas por procesos físicos, hasta los utilizados en la actualidad en diversos países de todo el mundo, esta tecnología se conoce como Reactores Biológicos de Membrana, (MBR) por sus siglas en inglés.

A continuación, veremos las etapas de procesamiento y tratamiento de lixiviados provenientes del relleno sanitario.

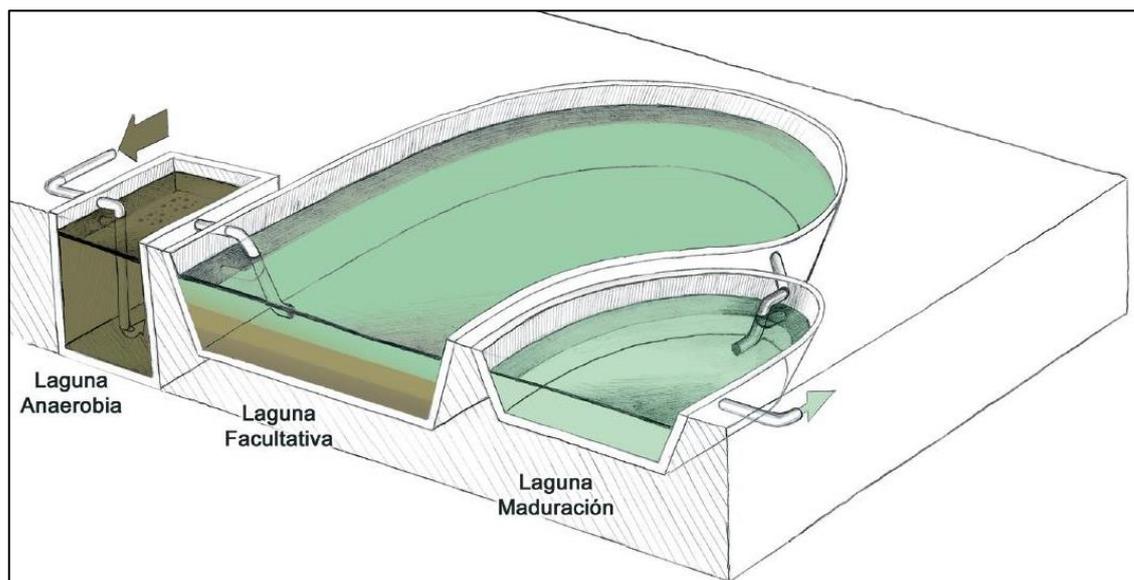
5.5.1.1 LAGUNAS ESTABILIZADORAS.

Son lagunas artificiales en las que, debido a la materia disuelta y en suspensión que soporta, imperan condiciones de ausencia de oxígeno, proliferando las bacterias anaerobias.

Para la planta de tratamiento se diseñará la construcción de tres lagunas, la primera será la alaguna anaerobia, en donde la función principal es la de retener la mayor cantidad de materia disuelta, luego pasará a la laguna facultativa en donde se estabilizará con mayor tiempo los residuos disueltos y flotantes, para luego pasar a una laguna de maduración, donde se extraerá el lixiviados con cantidades de materia muy baja en comparación a la inicial.

Este sistema funcionará por vertido gravitacional, sin otro tipo de tratamiento.

ILUSTRACIÓN N° 52: LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE LIXIVIADOS



Fuente: <http://depuranatura.blogspot.pe/2011/05/lagunas-anaerobias.html>.

5.5.1.2 TAMIZ ROTATIVO.

El tamiz rotativo tiene la función de seguir atrapando y separando materia fina que viene de la laguna de estabilización, y como su nombre lo indica es un sistema de rotación constante, en consecuencia, su capacidad de retención es continua.

Sus características de diseño le confieren un alto rendimiento para la separación de tamaños bastante menores si se comparan con otros filtros, llegan atrapar partículas de hasta 15 mm.

Por su concepción, se trata de un dispositivo de funcionamiento Auto limpiante, capaz de operar durante largos periodos de tiempo sin necesidad de atención.

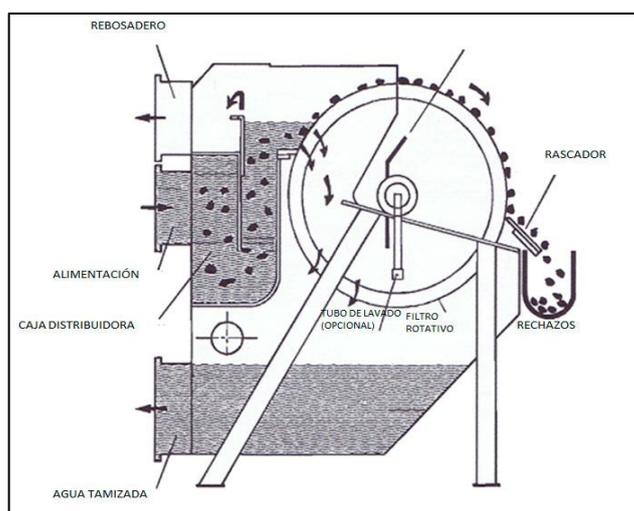
FUNCIONAMIENTO

El líquido a filtrar penetra en la caja de alimentación, situada en la parte posterior del tamiz, a través de una tubuladura de diámetro adecuado al caudal calculado; la caja está diseñada para tranquilizar el flujo y distribuirlo a todo lo largo del cilindro filtrante. El cilindro constantemente en movimiento filtra el líquido a través de unos perfiles

calibrados, quedando los sólidos mayores que la luz de rendija seleccionada, retenidos en la superficie del tambor.

El cilindro filtrante, animado de una lenta velocidad de rotación, va transportando y escurriendo los sólidos hasta un dispositivo rascador que los desprende de su superficie.

ILUSTRACIÓN N° 53: TAMIZ ROTATIVO



Fuente: <http://hidrometalica.com/tamiz-rotativo/>

Prosiguiendo su desplazamiento, el cilindro filtrante es limpiado por la fuerte caída del líquido filtrado eliminando completamente las pequeñas partículas que pudieran haber quedado retenidas.

EL líquido que pasa a través de las rendijas del cilindro filtrante es conducido hacia la salida que puede

estar en la parte inferior o posterior del cuerpo.

5.5.1.3 SISTEMA DE FLOTACIÓN POR AIRE DISUELTO (DAF).

Los sistemas de flotación por aire disuelto eliminan eficazmente los residuos finos disueltos, flotantes y otros contaminantes del agua residual. Conceptualmente, el proceso que realiza el sistema DAF es simple, las pequeñas burbujas de aire se adhieren a los contaminantes sólidos haciendo que floten y luego los lodos son separados por raspado de la superficie del agua.

FUNCIONAMIENTO.

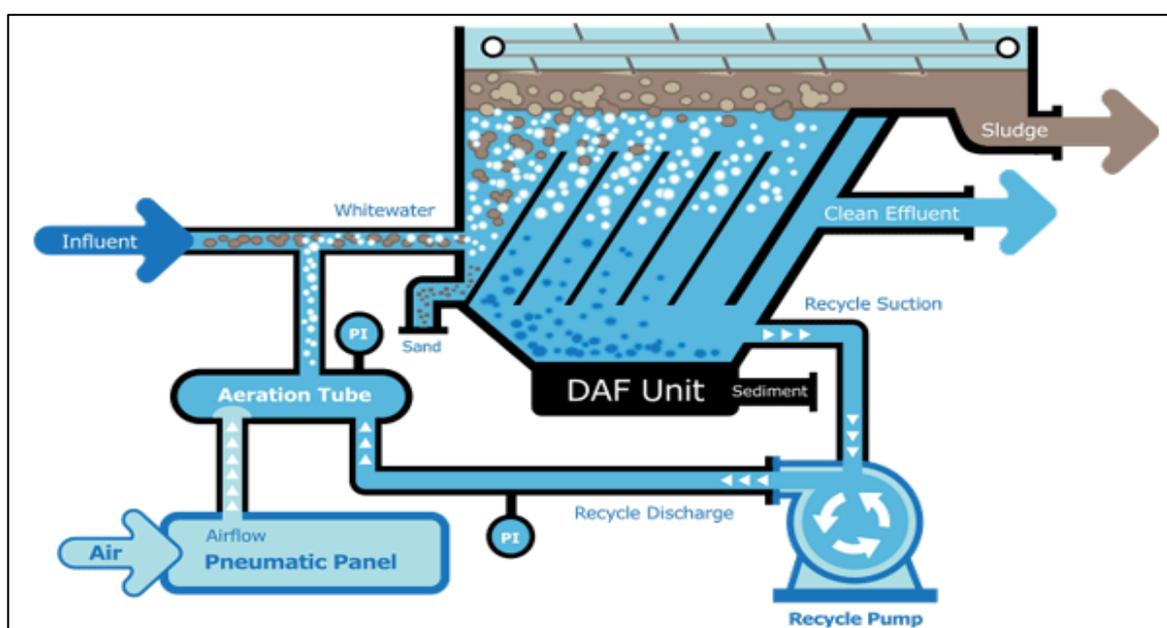
El lixiviado que ingresan el sistema DAF es inmediatamente golpeado con una corriente de “aguas blancas”, y no es más que el agua clarificada desde el DAF, estas aguas blancas son super saturadas con aire disuelto. A medida que estas dos mezclas se

unen, las burbujas microscópicas se adhieren a partículas sólidas, dándoles suficiente flotabilidad a la superficie en el depósito de DAF.

Los sólidos se acumulan en una capa que flota en la parte superior del tanque de DAF, un skimmer o pala empuja suavemente el lodo hacia una tolva de descarga.

Cualquier sólido que no flote se hundirá hasta el fondo en forma de “V” del sistema DAF. Sólidos sedimentados se concentran y se descargan por una válvula de drenaje neumático controlado de forma automática.

ILUSTRACIÓN N° 54: SISTEMA DE FLOTACIÓN POR AIRE DISUELTO



Fuente: <http://frsystems.com/pcl-dissolved-air-flotation-systems/>

El agua clarificada fluye hacia fuera a través de un vertedero bajo, el cual se encuentra a cada lado de la unidad DAF. Parte de esta agua se utiliza en el bucle de recirculación, mientras que el resto fluye fuera del recipiente.

5.5.1.4 SISTEMA DE REACTORES BIOLÓGICOS DE MEMBRANA (MBR).

Los Reactores Biológicos de Membrana (reactor biológico + ultrafiltración) se incluyen en las denominadas tecnologías de alta eficiencia en el tratamiento de aguas

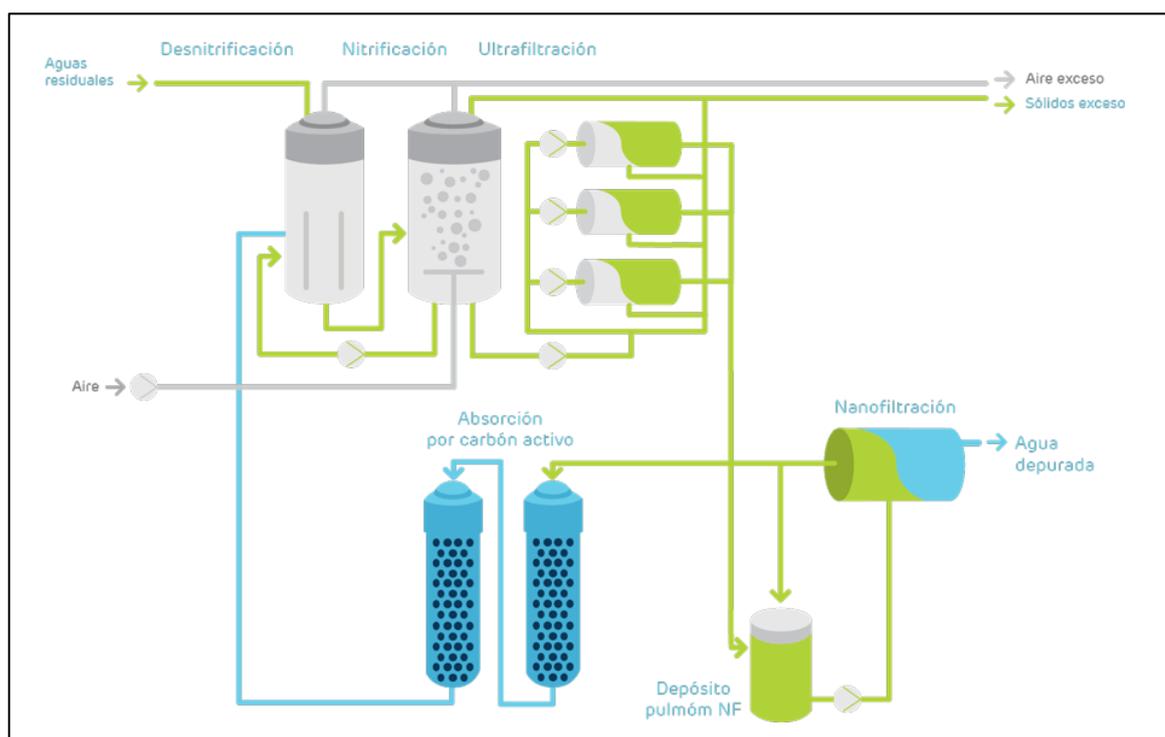
residuales y lixiviados, las cuales han experimentado un gran desarrollo en la última década. La aplicación de estas tecnologías a los MBR permite la separación del lodo y el líquido mediante membranas, obteniendo ventajas importantes frente a la separación en los tradicionales decantadores secundarios. La importancia de conservar recursos hídricos, tanto superficiales y subterráneas, ha impulsado la implantación de estos sistemas a escala real, especialmente en aquellos casos como este, en que se plantea la posibilidad de reutilización de agua.

FUNCIONAMIENTO.

El lixiviado ya ha tenido diversas fases de filtración de matarías disueltas y flotantes en los sistemas anteriormente descritas, a esta etapa llega un líquido semi claro, pero con una pureza del 80% a 90 %, aun así, en esta agua pre-clarificada encuentran contaminantes inorgánicos y biológicos. En estos casos se usan tratamientos terciarios físico – químicos. Cuyos costes económicos cobran importancia con el aumento de las exigencias de los parámetros de vertido.

Este sistema combina un sistema de reactores biológicos con membranas, los cuales destruirán la totalidad de agentes biológicos que pudieron haber sobrevivido al sistema DAF, y con la conexión a una Nano-filtración a través de un ultra permeado, el agua depurada puede alcanzar un 99.9% de pureza, todo dependerá de la cantidad de reactores biológicos de membrana (MBR).

ILUSTRACIÓN N° 55: SISTEMA DE REACTORES BIOLÓGICOS DE MEMBRANA (MBR)



Fuente: <http://www.wehrle-umwelt.com/proceso-biomembrat-plus>.

OSMOSIS INVERSA.

La ósmosis inversa es una tecnología de purificación de agua mediante la cual se logra un elevado porcentaje de retención de contaminantes, iones, moléculas, y partículas más grandes del agua a través de una membrana semipermeable, obtiene hasta un 99% de retención de sales disueltas).

Para lograr la ósmosis inversa se aplica una presión para vencer la presión osmótica, que es una propiedad coligativa producida por diferencias de potencial químico del solvente, un parámetro termodinámico. La ósmosis inversa puede eliminar muchos tipos de elementos suspendidos en el agua, incluyendo bacterias, y está utilizada tanto en procesos industriales como para la producción de agua potable.

FUNCIONAMIENTO.

Cuando dos líquidos, con distinta concentración salina, están separados por una membrana semipermeable, se establece una diferencia de presión entre una y otra parte de la membrana que es función de la diferencia de concentraciones. Esta presión, denominada osmótica, hace pasar agua pura del lado de menos concentración hacia el lado de más concentración, hasta que las concentraciones se igualen.

El resultado es que la disolución es retenida del lado presurizado de la membrana y el solvente puro puede pasar al otro lado. Para lograr la "selectividad", esta membrana no debe dejar pasar iones o moléculas grandes a través de sus poros (o agujeros), pero debe dejar pasar libremente componentes más pequeños de la solución (como las moléculas solventes).

El resultado final es un líquido de alta pureza, que puede ser utilizado para el riego tecnificado de las áreas de reforestación en el cierre del relleno sanitario que se está proponiendo, además se puede utilizar para los diversos procesos de segregación y proceso de mecanización de los residuos sólidos reciclables.

Adicionalmente se utilizará para el lavado del complejo de segregación y aprovechamiento, de esta manera se cierra el ciclo de la gestión adecuada en la PLANTA ECOLÓGICA PARA LA SELECCIÓN, TRATAMIENTO, APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE PUNO.

CAPITULO VI

CRITERIOS PARA EL ESTUDIO DE UBICACIÓN Y DETERMINACION DEL AREA PARA EL DESARROLLO E IMPLEMENTACION DEL PROYECTO.

6.1 CRITERIOS PARA EL ESTUDIO DE SELECCIÓN DE ÁREA.

6.1.1 CRITERIOS Y ASPECTOS TÉCNICOS.

A continuación, se describen algunos de los aspectos técnicos importantes para el estudio de selección de área:

6.1.1.1 UBICACIÓN DEL ÁREA PARA FUTURO RELLENO SANITARIO.

Un relleno sanitario bien operado no causa molestias, sin embargo, es preferible ubicar el sitio alejado de centros poblados, previendo que al final de la vida útil del relleno, éste se pueda usar como área verde.

Según la *guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario del Ministerio del Ambiente, asimismo, el Sistema Nacional de Estándares de Urbanismo, en su Capítulo III, infraestructura para la disposición de residuos sólidos*, indican que el sitio para el relleno sanitario esté cercano al centro urbano

al cual servirá, la razón es el coste en la operación del transporte de residuos. La **Ley General de Residuos Sólidos**, en el TÍTULO V, Infraestructuras de Residuos Sólidos, el Artículo 69.- Requisitos para la presentación de proyectos de infraestructura, numeral 4, indica:

Su ubicación debe establecerse de modo tal, que su operación no cause riesgo a la salud, el ambiente y el bienestar de la población en general, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

a. Planta de transferencia y tratamiento:

- No deberá ubicarse en áreas de zonificación residencial, comercial o recreacional;

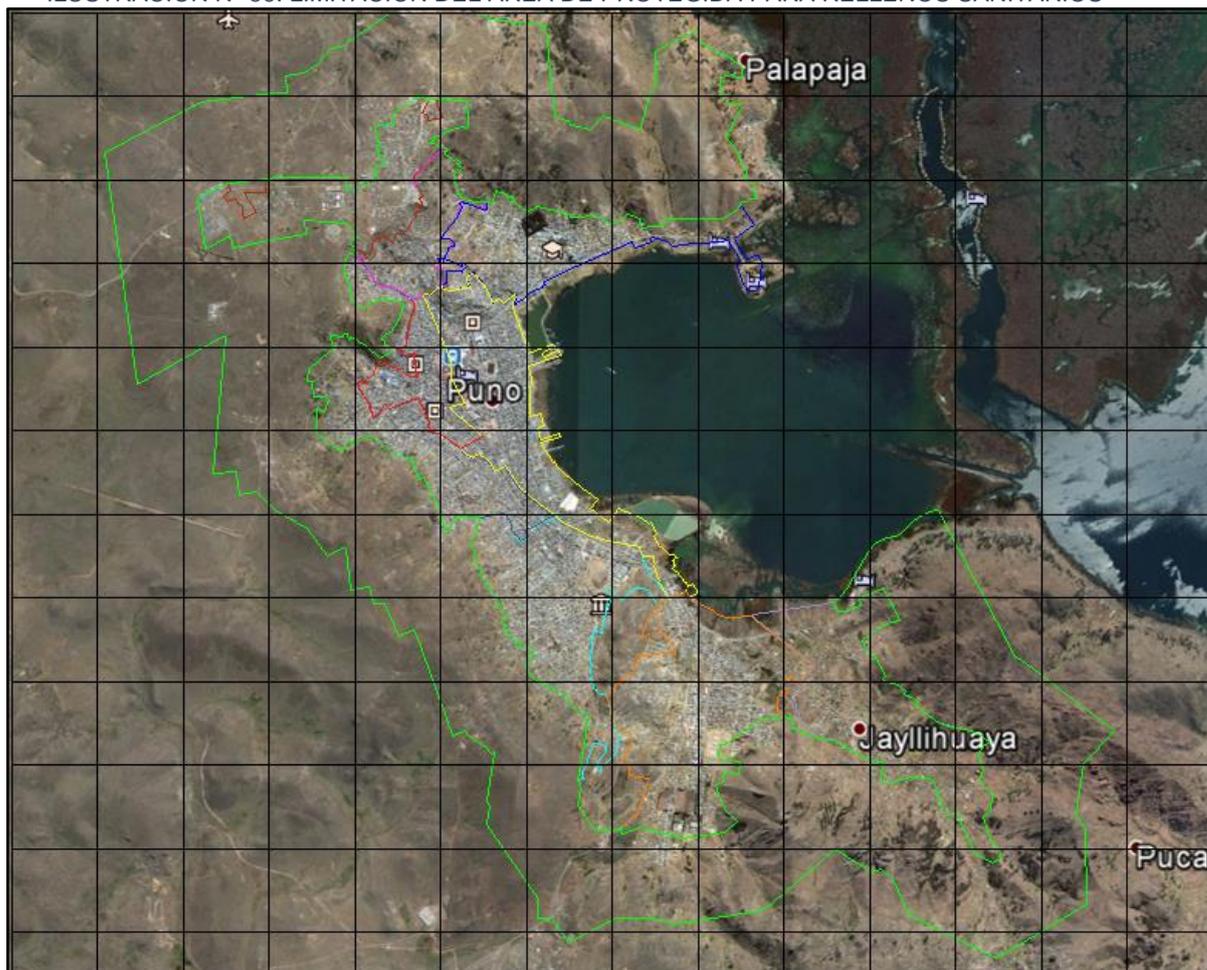
b. Rellenos sanitarios y rellenos de seguridad:

- Deberán ubicarse a una distancia no menor de mil (1000) metros de poblaciones, así como de granjas porcinas, avícolas, entre otras; residuos.

Por excepción y de acuerdo a lo que establezca el respectivo EIA, la Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA podrá autorizar distancias menores o exigir distancias mayores, sobre la base de los potenciales riesgos para la salud o la seguridad de la población, que pueda generar el relleno sanitario.

Para la planta ecológica para la selección, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno, se ha trazado un límite de 1000 metros desde las habilitaciones urbanas registradas en la Gerencia de Desarrollo Urbano de la municipalidad Provincial de Puno.

ILUSTRACIÓN N° 56: LIMITACIÓN DEL ÁREA DE PROTEGIDA PARA RELLENOS SANITARIOS



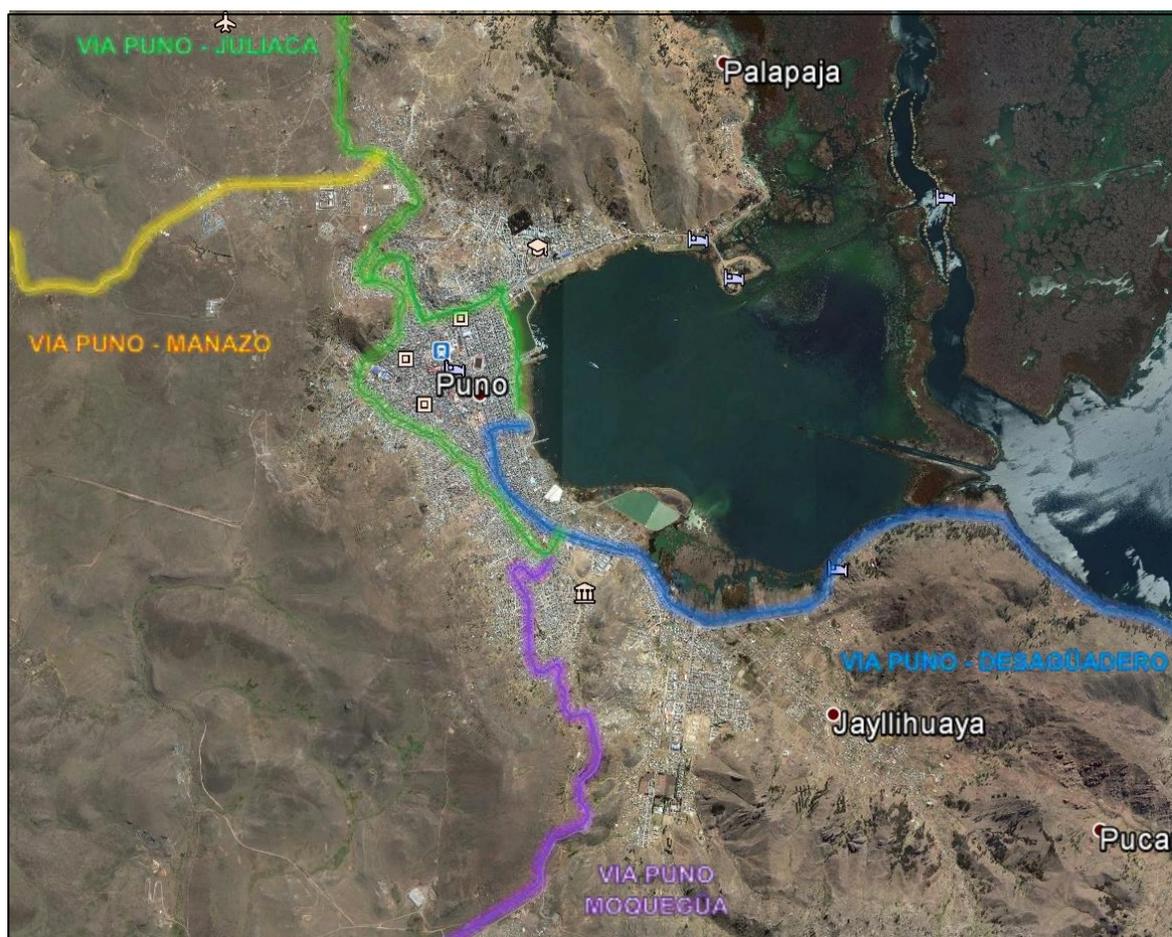
Fuente: Elaboración Propia, Habilitaciones urbanas autorizadas por la MMP.

6.1.1.2 VÍAS DE ACCESO.

Las condiciones de tránsito de las vías de acceso al relleno sanitario afectan el costo global del sistema, retardando los viajes y dañando vehículos; por lo tanto, el sitio debe estar de preferencia a corta distancia del área urbana a servir y bien comunicado por carretera, o bien, con un camino de acceso corto no pavimentado, pero transitable en toda época del año.

El relleno sanitario propuesto debe estar ubicado en una zona cercana a las vías principales que se muestran en la ilustración N° 57.

ILUSTRACIÓN N° 57: VÍAS DE ACCESO A LA CIUDAD DE PUNO.



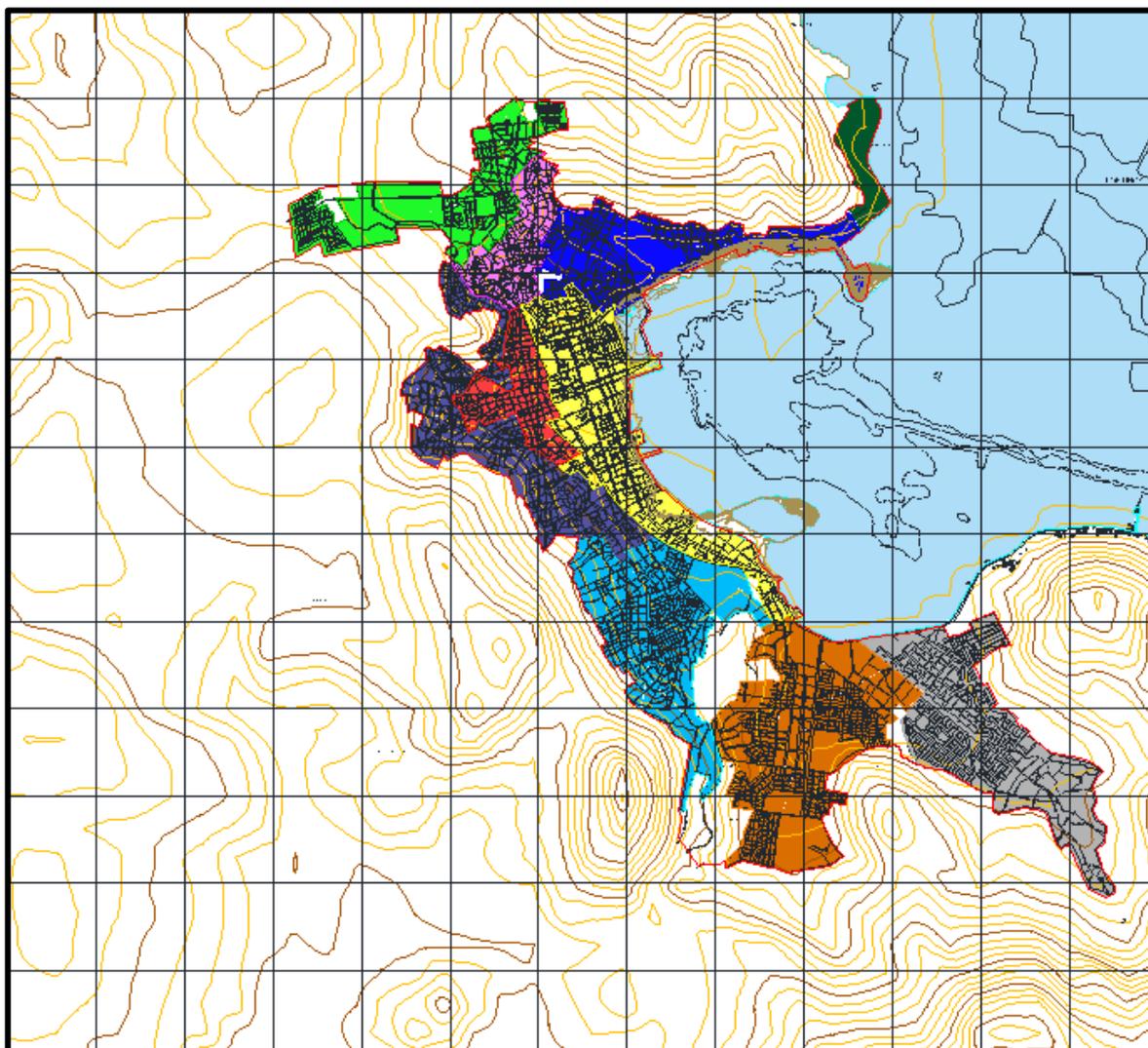
Fuente: Elaboración Propia, Habilitaciones urbanas autorizadas por la MMP.

6.1.1.3 TOPOGRAFÍA.

En la ilustración N° 49, propuesta de diseño para relleno sanitario, se la tipología que se construirá para el relleno sanitario de la ciudad de Puno. Adicionalmente la topografía debe tener las condiciones favorables para la infraestructura de segregación y aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos.

Se sugiere una topografía llana, para la operatividad favorable de todos los recursos que ayudaran a la gestión de residuos sólidos.

ILUSTRACIÓN N° 58: PLANO TOPOGRÁFICO PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración Propia, Habilitaciones urbanas autorizadas por la MMP.

6.1.1.4 VIDA ÚTIL DEL SITIO.

Las normativas vigentes en temas de gestión de residuos sólidos indican que para una infraestructura de este tipo sea viable, debe tener una vida útil de al menos 5 años, por lo que la compatibilidad con la gestión, los costos de adecuación, instalación y las obras de infraestructura puedan ser manejables por las entidades administrativas.

Como se nota en el cuadro N° 21, generación máxima de RSU, el establecimiento estará diseñado para treinta años de vida útil.

6.1.1.5 COMPATIBILIZACIÓN CON EL USO DE SUELO Y PLANES DE EXPANSIÓN URBANA

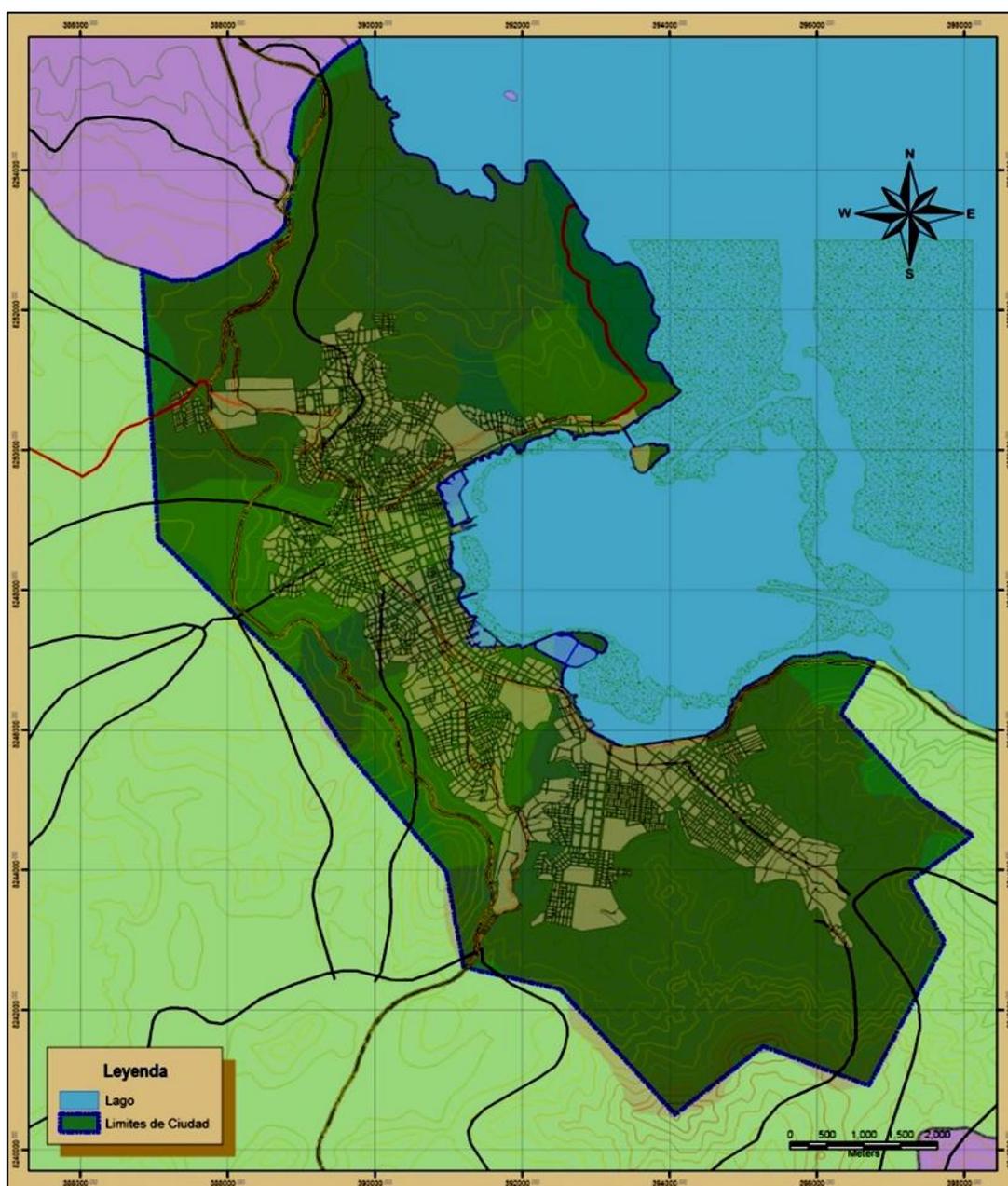
De igual manera la ubicación de una infraestructura de disposición final debe estar acorde a la proyección de expansión de la población, así como también debe compatibilizar con el uso de suelos, esto contemplado en el plan de desarrollo urbano distrital o el plan de acondicionamiento territorial de los Gobiernos Provinciales.

La Municipalidad Provincial de Puno, en el ámbito territorial del Plan de Desarrollo Urbano de Puno corresponde al área ocupada por el centro urbano más el entorno geográfico inmediato sobre el que se localizan las futuras áreas de expansión urbana y las áreas de reserva (ilustración N° 59). Además de este concepto básico, se considerarán dentro del ámbito de análisis del desarrollo urbano todos aquellos elementos o condicionantes que, aunque no estén localizados en el entorno geográfico inmediato, tengan impacto sobre la dinámica del centro urbano.

Es importante considerar un espacio de análisis más allá de los límites jurisdiccionales debido a que existen compromisos recíprocos entre el centro urbano y el territorio en que se localiza, en razón a que:

- Contiene elementos vitales para la vida y desarrollo del centro urbano y su población.
- Soporta las consecuencias de las demandas urbanas por recursos. (agua, el espacio agrícola, entre otros).
- Constituye el medio físico-geográfico en el que se originan o desarrollan procesos naturales y humanos con implicancias diversas sobre el centro urbano.

ILUSTRACIÓN N° 59: ÁREAS DE EXPANSIÓN URBANA Y ÁREAS DE RESERVA



Fuente: Plan Vigente De Desarrollo Urbano De La Ciudad De Puno 2008-2012.

6.1.2 CRITERIOS SOCIALES.

6.1.2.1 GRADO DE ACEPTACIÓN RESPECTO A UNA FUTURA CONSTRUCCIÓN DEL RELLENO SANITARIO.

Es un tema muy complicado de tratar, principalmente por que la noción de la comuna puneña es de rechazo hacia un relleno sanitario, debido a que en esta ciudad

nunca se ha dado un tratamiento adecuado a los residuos sólidos y por lo contrario ha generado problemas ambientales y de salud.

Sin embargo, el presente trabajo presenta muchísimos beneficios en temas ambientales, sociales y hasta económicos, tal como se indica en el Capítulo V, el sustento técnico del proyecto se sustenta en el proceso de alta tecnología que se implementara en la segregación de residuos sólidos urbanos.

La aceptación de la población tiene, necesariamente, ser impulsada por instrumentos de información y sensibilización de la gestión de RSU, se trata de diseñar y efectuar la campaña de educación e información a través de los medios de comunicación, instituciones del estado como privadas, instituciones educativas y asociaciones sociales, que entre otros objetivos busque aclarar la confusión que existe por parte de la población, originada por la creencia que un relleno sanitario es un botadero a cielo abierto.

En todos los pasos es recomendable la participación o supervisión de profesionales en ciencias sociales, ingenieros ambientales, profesionales de la salud, y otros que sean especialistas en el tema, a fin de reforzar esta iniciativa y lograr un cambio en el imaginario social con respecto a una planta ecológica para la selección, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos provenientes de la ciudad de Puno.

6.1.3 CRITERIOS MEDIOAMBIENTALES.

La preservación ambiental es un criterio relevante para proyectos en gestión de residuos sólidos, en las últimas décadas no se le dio la importancia que esta merece, dejando sin importancia ante el inminente desarrollo urbano. Tal es el impacto negativo al medio ambiente que en la actualidad ya se nota sus efectos, la contaminación del lago

Titicaca es un ejemplo muy ilustrativo de la falta de criterio en la planificación urbana de la ciudad de Puno.

Por tanto, es imperante respetar y preservar las fuentes y cursos de aguas superficiales y subterráneas, la convivencia con otras especies nativas de nuestra ciudad, cuidar y proteger nuestra flora y fauna. Bajo estos principios deberían de gestionarse todos los proyectos arquitectónicos y obras civiles, sin embargo, se viene haciendo todo lo contrario y el tema ambiental es dejado de lado y sin importancia alguna.

El presente trabajo de investigación reivindica la fuerte influencia que tiene un medio ecológico, por tal razón, la ubicación del terreno para la planta de tratamiento de RSU, evitara un impacto de grandes proporciones, no solo en el tema ecológico, sino también en el aspecto social y hasta cultural.

6.1.3.1 ECOLOGÍA.

De acuerdo a esta Clasificación de Zonas de Vida, elaborado por el Dr. Leslie R. Holdridge se han identificado dos formaciones ecológicas, estas son:

- bosque húmedo - Montano Subtropical (bh - MS) y,
- páramo muy húmedo - Subalpino Subtropical (pmh - Sa S).

a. bosque húmedo - Montano Subtropical (bh - MS)

la Zona de Vida bosque húmedo - Montano Subtropical, se distribuye en la región latitudinal Subtropical, siendo en nuestra área de estudio la de mayor extensión.

Geográficamente, se distribuye a lo largo de las pampas del Altiplano, a una altura de 3.500 a 4,000 m.s.n.m. en esta zona se encuentra ubicada la mayor parte del territorio urbano de la ciudad de Puno.

En cuanto al clima, es conocido que el Lago Titicaca actúa como termo regulador, creando un microclima en la bahía interior del lago, por lo tanto, la temperatura varía de 15 °C. como media anual máxima y 4° C como media anual mínima, presentándose heladas en los meses de junio a agosto. El promedio máximo de precipitación total por año es de 1.159.60 mm. y su promedio mínimo es de 711.30 mm. anuales.

El relieve es predominantemente diverso, con espacios llanos que ascienden y forman diversos relieves, comúnmente conocidos como cerros en el anillo circunlacustre de la ciudad, para luego dar paso a territorios llanos por la zona de Totorani, Ventilla, Cancharani, Itapalluni y Mi Perú.

La vegetación natural es común en estas zonas de vida, prácticamente se reduce a pequeños relictos o bosques residuales homogéneos, como el “Chachacomo” (*Escallonia* sp.), “quinual o queñual” (*Polylepis* sp.), “ulcumano”, “romerillo” o “intimpa” (*Podocarpus* sp.) o pequeños bosques heterogéneos constituidos por especies de los géneros *Gynoxis*, *Polylepis*, *Berberis*, *Eugenia*, *Senecio*, *Podocarpus*, *Baccharis*, *Oreopanax*, *Solanum*, etc.

Tanto el “quinual o queñual” (*Polylepis* sp.) como el “sauco” (*Sambucus* peruviana) se encuentran cerca de casas, aparentemente bajo un cuidado riguroso como planta cultivada. El “mutuy (*Cassia* sp.), arbusto de flores amarillas, es también muy frecuente, así como el “tarhui” o “chaco” silvestre (*Lupinus mutabilis*) cerca de los caminos, especie esta gran indicadora de la parte alta de estas formaciones ecológicas.

Se observa la presencia de grandes extensiones de pastos naturales altoandinos, constituidos principalmente por especies de la familia de las Gramíneas como *Stipa*, *Calamagrostis*, *Festuca* y *Poa*, entre las más importantes. Todas las plantas mencionadas pueden ser consideradas como indicadoras de estas Zonas de Vida.

La fauna está representada por las siguientes especies: *Dusicyon culpaeus* “zorro andino”, *Lama guanicoe* “guanaco”, *Lama (Vicugna)* “vicuña”, *Lagidium peruanum* “vizcacha” *Cavia tschudii* “cuy silvestre”. Entre las aves se tienen a los siguientes ejempleres: *Falco sparverius* “cernícalo americano”, *Columba fasciata* “paloma torcaza”, *Carduelis crassirostris* “jilguero”, *Carduelis atrata* “jilguero negro”, *Zonotrichia capensis* “gorrión americano”, *Phrygilus alaudinus* “fríngilo cola blanca”, *P. plebejus* “plomito pequeño”, *Patagona gigas* “picaflor”, *Notiochelidon murina* “Golondrina plomiza”, *Nothoprocta pentlandii* “Perdiz”.

b. Páramo muy húmedo - Subalpino Subtropical (pmh - Sa S).

Se ubica en la zona alta de la ciudad, como alto Puno y Ventilla, y ocupa gran parte de la zona Altoandina.

El clima en páramo muy húmedo – Subalpino subtropical, oscila en una máxima anual de 13° C. y la media anual mínima, de hasta 4.6° C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 1,088.5 milímetros y el promedio mínimo, de 613.4 milímetros.

Se observa en determinados momentos problemas de sequías y heladas que imposibilitan la agricultura.

El escenario vegetal está constituido por una abundante mezcla de gramíneas y otras hierbas de hábitat perenne. Entre las especies dominantes, se tiene la *Festuca dolycophylla*, *Festuca orthophylla*, *Calamagrostis antoniana*, *C. Intermedia*, *C. vicunarum*, *Stipa brachyphylla*, *S. ichu*, *S. obtusa* y *S. inconspicua*; además de estas especies dominantes, se encuentran otras tales como: “grama salada”, *Distichlis humimlis*, *Bromus* sp, *Trifolium amabile*, “grama dulce”, *Muhlenbergia ligularis*, *M. peruviana*, *Alchemilla pinnata*, *Poa gynnantha*, *P. annua*, *Paspalum* sp., *Bromus lanatus*,

Agrotis breviculmis, *Luzula racemosa*, *Hypochoeris elata*, *H. stenocephala* y *H. oayeniana*.

Debido al intenso sobrepastoreo, prolifera la “Chaca” o “romero” (*Chuquiragua huamanpinta*), “caqui caqui” (*Adesmia spinosissima*), “garbancillo” (*Astragalus garbancillo*) y “pacco Pacco” (*Acoachene pulvinata*).

Entre las especies forestales más comunes que se observa en forma aislada o formando bosques residuales de árboles pequeños, tenemos el “quinual o queñual” (*Polylepis* sp.) el “q’olle” el “chachacomo” (*Escallonia* sp.) y la “inntimpa”, una especie del género *Podocarpus* que se ubica en las quebradas o en los límites inferiores de esta Zona de Vida.

La fauna está representada por las siguientes especies: *Pseudalopex culpaeus* “zorro colorado”, *Oncifelis colocolo* “gato montés”, *Lagidium peruanum* “Vizcacha”, *Cavia tschudii* “cuy silvestre”. En aves tenemos: *Nothoprocta ornata* “pisacca”, *Tinamotis pentlandii* “kiula”, *Buteo poecilochrous*, “aguilucho cordillerano”, *Oreopholus ruficollis*, “chorlo del campo”, *Attagis gayi* “kulle kulle”, *Thinocorus orbignyianus* “puco puco de altura”, *Upucerthia jelskii* “bandurrita cordillerana”, *Nothoprocta pentlandii* “perdiz serrana”, *Zonotrichia capensis* “gorrión americano”, *Phrygilus gayi* “piccolín”, *Metriopelia ceciliae* “cascabelita”.

6.1.3.2 CLIMATOLOGÍA.

El clima de la ciudad y su periferia son completamente variados, tal como se describió anteriormente las temperaturas difieren en promedio 2.0°C, por la ubicación se distinguen dos estaciones, el invierno de intenso frío y el verano con sus copiosas lluvias y calor que distingue a esta estación, el invierno comienza en junio y termina en agosto, eventualmente en septiembre, la estación verano empieza en octubre y termina en marzo.

Como resultado del empleo del referido sistema de clasificación climática, se determinó que el clima del área estudiada corresponde al tipo semiseco y frío. Habiendo sido posible observar algunas variaciones en la vegetación natural y cultivada relacionada estrechamente con las condiciones de temperatura principalmente.

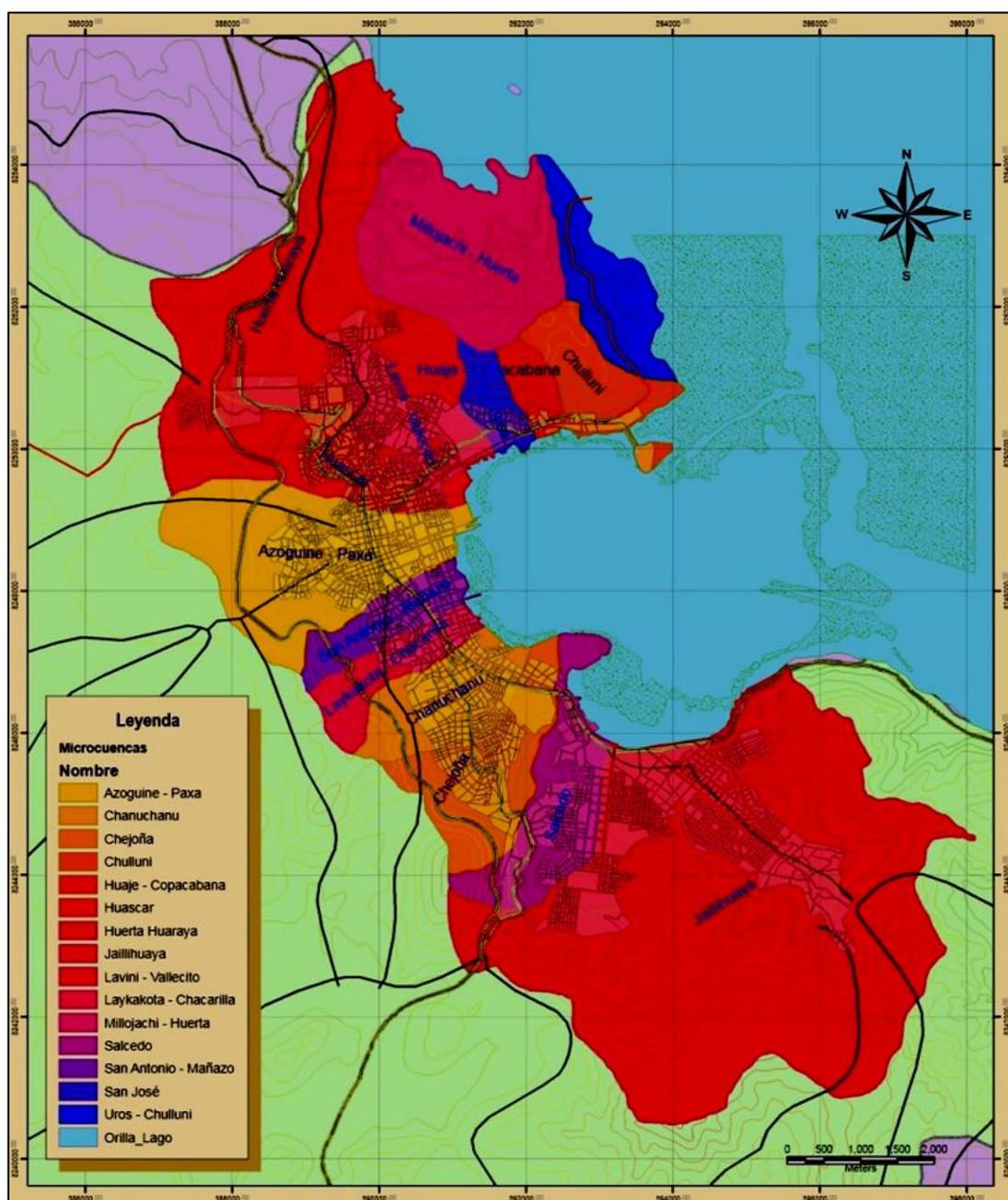
6.1.3.3 VIENTOS DE SUPERFICIE.

El estudio correspondiente ha sido efectuado mediante los datos registrados en la estación meteorológica de Huaje – Puno. El origen de estos vientos se encuentra fundamentalmente en las brisas lago-tierra-lago. Durante el día, el aire se desplaza desde el Lago Titicaca hacia las pampas, en un sentido de norte a sur, nor oeste y noreste, invirtiéndose de sentido durante la noche. La velocidad de estos vientos varía entre un máximo de 6.2 m/seg. y un mínimo de 1.0 m/seg. En la zona alta de Puno se registran vientos que pueden alcanzar los se han registrado ventarrones de más de 12 m/seg. sobre todo, en el mes de agosto.

6.1.3.4 HIDROLOGÍA.

la hidrología en la ciudad de Puno esta denotado principalmente por la presencia del lago Titicaca y sus micro afluentes (ilustración N°60); sin embargo, existe otro sistema igual de importante, el cual se ubica en las zonas altas de la ciudad, entre las comunidades de Totorani, Cancharani, Itapalluni, Mi Perú, los cuales unen sus aguas y forman las microcuencas de Jayllihuaya.

ILUSTRACIÓN N° 60: MICROCUENCAS PRESENTES EN LA CIUDAD DE PUNO

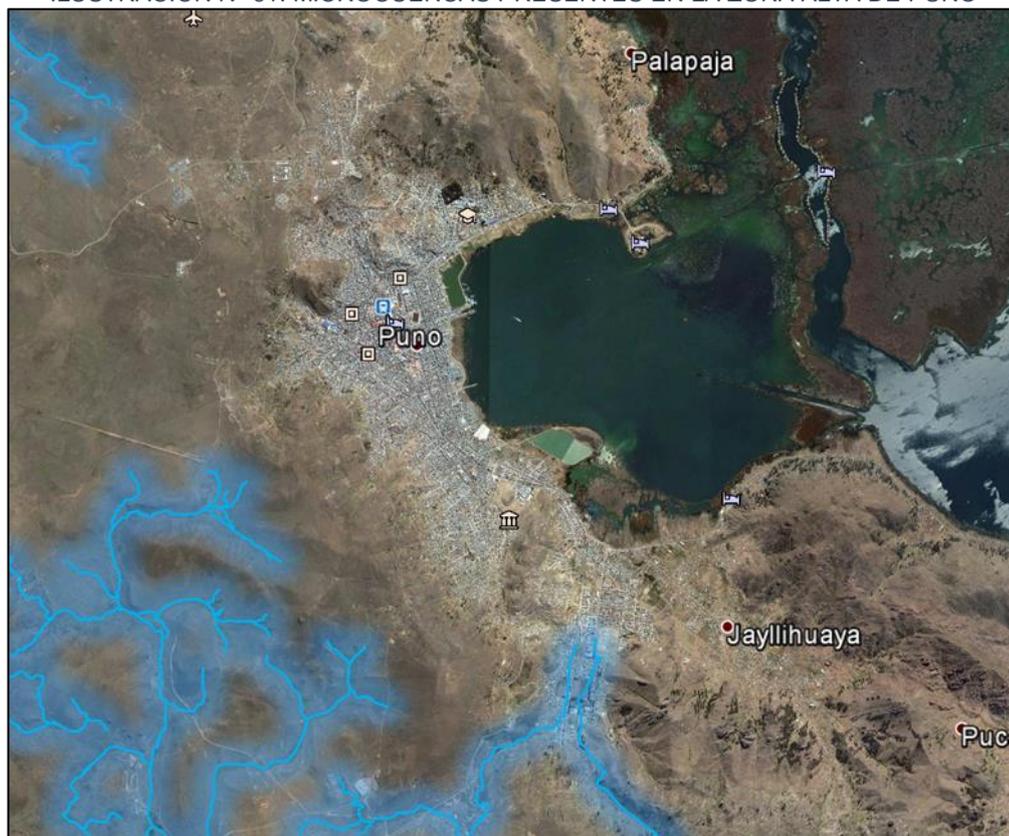


Fuente: Plan Vigente De Desarrollo Urbano De La Ciudad De Puno 2008-2012.

El Modelamiento de las Microcuencas del territorio (Ilustración N° 60) apunta a tener una idea clara del verdadero soporte físico ambiental de una ciudad.

Así mismo, se tiene otras microcuencas que por su configuración y recorrido, se sitúan en la zona lata del distrito de Puno, donde claramente se observa la importancia de preservación y cuidado del recurso hídrico que es un recurso necesario para la actividad pecuaria que se puede encontrar en dicho lugar.

ILUSTRACIÓN N° 61: MICROCUENCAS PRESENTES EN LA ZONA ALTA DE PUNO



Fuente: Elaboración Propia.

6.1.4 CRITERIOS PATRIMONIALES Y ARQUEOLÓGICOS.

La preservación del patrimonio arqueológico es un criterio importante, el terreno no debe estar ubicado en un área perteneciente a una zona arqueológica de ser así es un criterio de restricción de ubicación. Para mayor detalle revisar el 3.2.5 *Disposición Final de los RSU de la Ciudad de Puno*. Párrafo seis.

6.1.5 PRESERVACIÓN DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

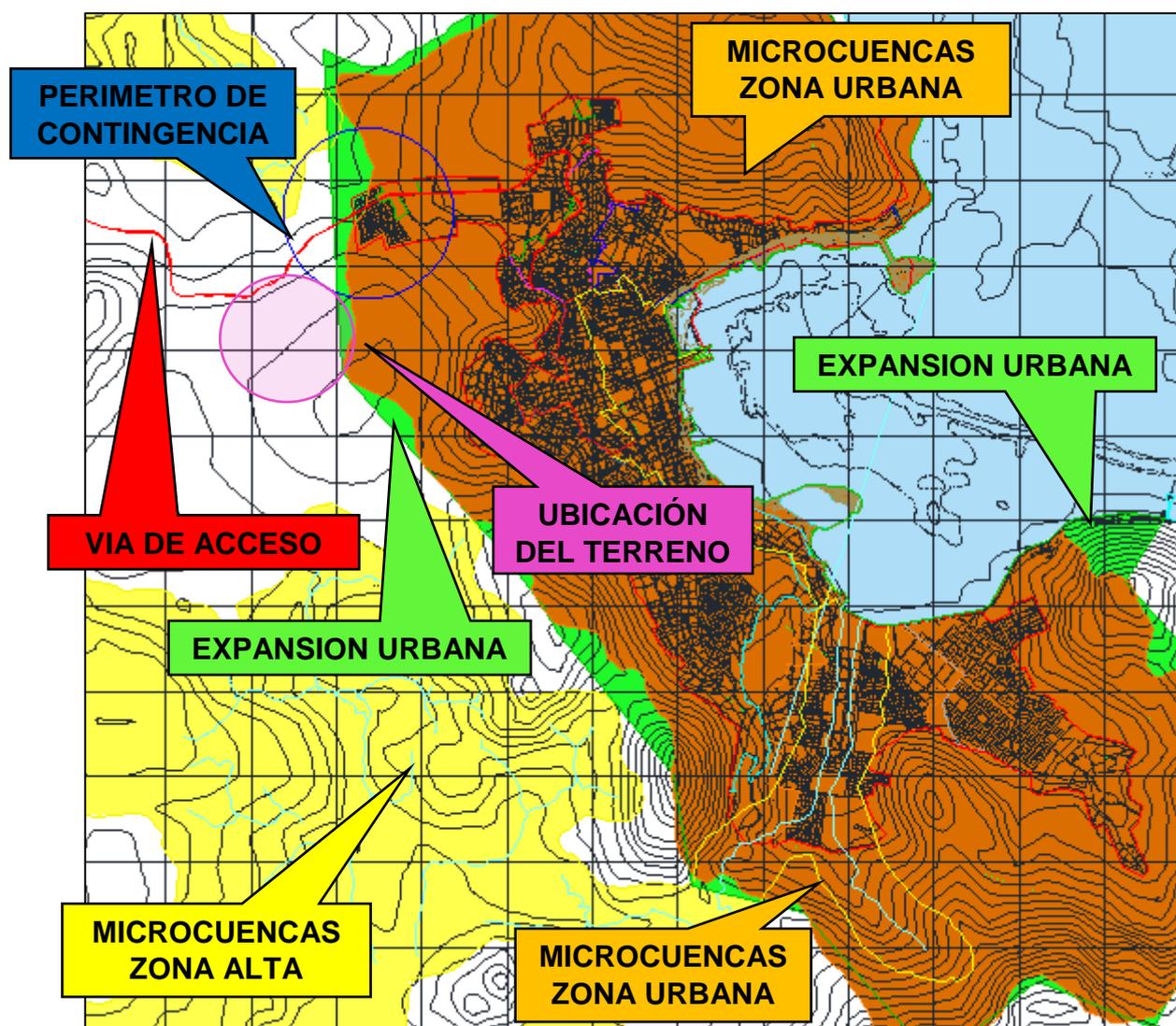
Para la evaluación del siguiente criterio es importante que el lugar posible no afecte un área natural protegida por el estado.

En caso, si existiese, este sería un criterio de restricción de ubicación.

6.2 DETERMINACION FINAL DEL AREA PARA EL DESARROLLO E IMPLEMENTACION DEL PROYECTO.

De acuerdo al análisis realizado, se nota claramente que existen zonas libres en la comunidad de Totorani y parte de Ventilla, para el proyecto el factor determinante será el acceso a vías que permitan la comunicación con la ciudad.

ILUSTRACIÓN N° 62: UBICACIÓN DEL ÁREA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE RSU



Fuente: Elaboración Propia.

El lugar elegido reúne las condiciones apropiadas para diseñar y construir una planta de tratamiento de residuos sólidos y la disposición final de los mismos. Se ubica a unos cuatro kilómetros en la vía Puno – Mañazo.

Como se ve en la ilustración N° 62, el terreno está libre de recursos hídricos, ubicado a una distancia aceptable del área urbana más cercana, además se sitúa cerca de una vía principal que facilitará la circulación de los vehículos encargados del recojo y transporte de residuos sólidos urbanos provenientes de la ciudad de Puno, además el impacto ambiental será mínimo, debido a que el lugar no existe presencia de actividades agrícolas, pecuarias o ganaderas.

La vegetación es característica de la zonas alto andinas, son la presencia en casi su totalidad del ichu, y la fauna es casi nula, debido a las condiciones climáticas del lugar.

IMAGEN N° 13: VISTAS FOTOGRÁFICAS DEL TERRENO ELEGIDO



Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO VII

PROPUESTA DE DISEÑO

7.1 PRINCIPIOS DE DISEÑO DE LA ARQUITECTURA INDUSTRIAL²⁸.

La *Arquitectura Industrial*, estudia la aplicación de técnicas constructivas para mejorar las características estéticas y el funcionamiento de los edificios que requieren construirse en el menor tiempo posible y con el mejor número de elementos.

7.1.1 CLASIFICACIÓN.

La industria se clasifica en valores diferentes según su forma de aprovechar la materia prima, factores de operación de esa materia, de su limpieza, etc.

7.1.1.1 CLASIFICACIÓN POR GRUPO.

- Primer Grupo: Pesada, Mediana, Ligera.
- Segundo Grupo: Primaria, Transformación.
- Tercer Grupo: Seca, Húmeda.
- Cuarto Grupo: Contaminante y No Contaminante.

Con los cuatro grupos se pueden hacer combinaciones de varios tipos.

7.1.1.2 CLASIFICACIÓN POR SU DISEÑO.

- Industria Pesada.

²⁸ Plazola Cisneros, A. (1994). Enciclopedia de Arquitectura Plazola. Volumen 7.

- Industria Primaria.
- Industria Secundaria.
- Industria Terciaria.

7.1.1.3 CLASIFICACIÓN POR MANUFACTURA Y MATERIALES USADOS.

- Peligrosa.
- Medianamente Peligrosa.
- Poco Peligrosa.

7.1.1.4 CLASIFICACIÓN POR MAQUINARIA.

- Pesada.
- Semipesado.
- Ligera.

7.1.2 GENERALIDADES.

7.1.2.1 FACTIBILIDAD CONSTRUCTIVA.

Es el primer punto que se analiza. Se eligen varios sitios, se revisan las leyes, reglamentos de construcción, zonificación y uso del suelo, Se recopilan datos sobre el equipamiento urbano, disponibilidad de los servicios de infraestructura, ya que influyen a la selección del lugar.

También se analiza cuantitativa y cualitativamente el producto por elaborar; lugares donde se puede abastecer de Materia Prima e insumos y redes de distribución del producto. Entre otros puntos importantes están el costo del terreno, promoción, disponibilidad de mano de obra, protección al ambiente, ubicación geográfica, etc.

Después de haber determinado el lugar más adecuado, se elabora un plan de financiamiento para buscar inversionistas que aporten los recursos económicos.

El estudio se completa con un plan de futuro desarrollo y crecimiento dentro del terreno y con miras a construir fábricas en otras zonas industriales.

7.1.2.2 PLANIFICACIÓN.

En la parte de planificación se debe estudiar minuciosamente el reglamento de uso del suelo, planos de reserva ambiental, restricciones de construcción, tipo de industria existente y el que es factible construir, sistema de producción; necesidad de transporte (por carretera, ferrocarril, aéreo, fluvial o marítimo).

Elaborar esquema general de edificios requeridos, etapas de construcción, tiempo y modificaciones a futuro e inserción inicial.

Se determina el partido de tipo Horizontal o Vertical.

El edificio construido en una planta es el más indicado.

Estudiar sistemas constructivos, tecnológicos, sistemas automatizados.

7.1.2.3 TRANSPORTE.

Es uno de los puntos más delicados en el establecimiento de una zona industrial. En este aspecto se consideran varios factores: ubicación geográfica de la industria, origen de la materia prima, población consumidora, entre otros.

La infraestructura vial es la que da la pauta para saber el medio de transporte por el cual llega la materia prima y después el movimiento de él. Con este dato se sabrá el movimiento de la mercancía: vía aérea, terrestre o marítima. Entonces ya se puede estimar el costo de producción y la ubicación de los centros de producción y la ubicación de los centros de distribución.

7.1.2.4 UBICACIÓN.

La ubicación de una zona industrial debe estar de acuerdo con la ley de planificación y zonificación de protección ambiental y los reglamentos respectivos del lugar.

Seleccionar terrenos con características topográficas planas y de resistencia alta.

Evitar ubicar zona donde inciden vientos dominantes; cuando es así se construirá una barrera vegetal natural (parque).

La zona debe contar con los servicios que a continuación se mencionan:

- Drenaje y alcantarillado.
- Corriente eléctrica.
- Agua
- Gas
- Planta tratadora de desechos químicos.
- Vialidades: carreteras, vías férreas y terminales de carga aérea.

Por otra parte, los oleoductos, gasoductos y líneas de transmisión de alta tensión son apoyos urbanos mayores.

7.1.2.5 TERRENO.

Terreno plano y localización lejos del corazón de la ciudad.

Terreno con pendiente se recomienda construir en desniveles.

Se puede construir pasos a desnivel para conectar edificios mediante vehículos y montacargas.

7.1.3 PROCESO DE PRODUCCIÓN.

El proceso de producción tiene cinco fases básicas:

La llegada de materia prima a la planta industrial y su almacenamiento. La recepción se hace por medida, peso, volumen o número de piezas y de acuerdo con esta recepción se hace el almacenamiento que puede ser en bodegas secas, húmedas, refrigeradas y aisladas especialmente para materiales y líquidos explosivos, corrosivos y malolientes.

La siguiente etapa es la de preparación de materia prima como paso previo a la producción. En esta etapa la materia prima se limpia, corta o separa por peso, volumen o número de piezas, etc. Esta etapa es el inicio del proceso industrial y ya forma parte del mismo.

La tercera etapa es la de producción y puede ser una fase lineal simple en uno o varios pasos. Estos pasos pueden ser marcados por el número de máquinas por las que pasa la materia prima Original antes de ser producto terminado y en esta etapa puede haber introducción de materias o métodos complementarios que mejoren el producto y que se realicen en cualesquiera de los pasos de la producción.

El paso siguiente es el de revisión del producto terminado y su envase, si es necesario antes de almacenar en bodega especial de producto terminado. Puede haber una bodega especial de empaques en esta fase del proceso y también puede ser que por condición misma del producto industrial su almacenamiento, cuando ya es producto terminado.

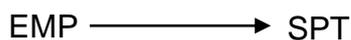
La última fase del proceso es la salida del producto terminado que también se hace por un sistema de control basado en el peso, volumen, medida o número de piezas.

En el proceso en "U", esta etapa y la de llegada de materia prima se simplifican ya que se agrupan y casi se confunden, lo que permite que una sola persona o un solo grupo de personas realicen este control.

El proceso de producción industrial se puede realizar siguiendo un sistema lineal, el cual inicia desde que la materia prima llega del proveedor, la empresa la recibe y la canaliza al almacén. De ahí se pasa la materia prima a las máquinas que la van a transformar en materia elaborada. Esto se hace en uno o varios pasos y en diferentes máquinas, pero siempre siguiendo una línea de producción que no se altera hasta llegar a la etapa final de "producto elaborado". Puede haber etapas intermedias en que se introduzcan mejoras al proceso, pero sin alterar la línea principal de producción que se conserva "lineal" hasta la fase final.

En ocasiones, la línea de proceso tiene forma de escuadra o de "U", pero conserva un eslabonamiento de las máquinas de producción que siempre es en línea y que debido a la forma misma de las máquinas nunca será en línea curva, sino en línea recta y con enlaces entre máquina y máquina en donde la materia semielaborada sí puede desplazarse en tramos que parecerían curvos, pero sin confundir que este trazo curvo es de la materia en producción y no de las máquinas, que siempre conservarán la línea de producción en forma de una línea recta.

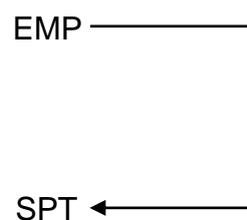
Proceso lineal simple



Proceso en escuadra



Proceso en U



E.M.P. Entrada de materia prima; S.P.T. Salida de producto terminado.

7.2 CONCEPTUALIZACIÓN.

La realidad nos muestra con total frialdad un escenario donde cada vez nos rodeados de artefactos desechados, y difíciles de reutilizar. El consumismo nos ha sumido en un bienestar efímero y con fecha de caducidad programada, con la única finalidad de seguir dando cuerda a un círculo viciosos que no ve su fin próximo.

Lo realmente preocupante es que nadie quiere hacer un cambio en pro del bienestar de las futuras generaciones de todos los seres vivientes que pisan el planeta tierra. La humanidad destruye su propio hogar por pura ambición y poder, pero no nota que cada vez cava, con mayor rapidez, la tumba que nos arrasará al olvido eterno.

Lo que me pasa es que no consigo andar por el mundo tirando cosas y cambiándolas por el modelo siguiente sólo porque a alguien se le ocurre agregarle una función o achicarlo un poco.

No hace tanto, con mi mujer, lavábamos los pañales de los críos, los colgábamos en la cuerda junto a otra ropita, los planchábamos, los doblábamos y los preparábamos para que los volvieran a ensuciar.

Y ellos, nuestros nenes, apenas crecieron y tuvieron sus propios hijos se encargaron de tirar todo por la borda, incluyendo los pañales.

¡Se entregaron inescrupulosamente a los desechables! Si, ya lo sé. A nuestra generación siempre le costó botar. ¡Ni los desechos nos resultaron muy desechables! Y así anduvimos por las calles guardando los mocos en el pañuelo de tela del bolsillo.

¡¡¡Nooo!!! Yo no digo que eso era mejor. Lo que digo es que en algún momento me distraje, me caí del mundo y ahora no sé por dónde se entra. Lo más probable es que lo

de ahora esté bien, eso no lo discuto. Lo que pasa es que no consigo cambiar el equipo de música una vez por año, el celular cada tres meses o el monitor de la computadora todas las navidades.

¡Guardo los vasos desechables! ¡Lavo los guantes de látex que eran para usar una sola vez! ¡Los cubiertos de plástico conviven con los de acero inoxidable en el cajón de los cubiertos! ¡Es que vengo de un tiempo en el que las cosas se compraban para toda la vida!

¡Es más! ¡Se compraban para la vida de los que venían después! La gente heredaba relojes de pared, juegos de copas, vajillas y hasta palanganas de loza.

Y resulta que, en nuestro no tan largo matrimonio, hemos tenido más cocinas que las que había en todo el barrio en mi infancia y hemos cambiado de refrigerador tres veces.

¡¡Nos están fastidiando!! ¡¡Yo los descubrí!! ¡¡Lo hacen adrede!! Todo se rompe, se gasta, se oxida, se quiebra o se consume al poco tiempo para que tengamos que cambiarlo. Nada se repara. Lo obsoleto es de fábrica.

¿Dónde están los zapateros arreglando las media-suelas de los tenis Nike? ¿Alguien ha visto a algún colchonero escardando colchones casa por casa? ¿Quién arregla los cuchillos eléctricos? ¿El afilador o el electricista? ¿Habrán teflón para los hojalateros o asientos de aviones para los talabarteros?

Todo se tira, todo se desecha y, mientras tanto, producimos más y más y más basura.

El otro día leí que se produjo más basura en los últimos 40 años que en toda la historia de la humanidad.

El que tenga menos de 30 años no va a creer esto: ¡¡Cuando yo era niño por mi casa no pasaba el que recogía la basura!!

¡¡Lo juro!! ¡Y tengo menos de... años!

Me caí del mundo y no sé cómo se entrar, Eduardo Galeano.

Arthur Bispo do Rosario fue negro, pobre, marinero, boxeador y artista por cuenta de Dios. Vivió en el manicomio de Río de Janeiro. Allí, los siete ángeles azules le transmitieron la orden divina: Dios le mandó hacer un inventario general del mundo. Monumental era la misión encomendada. Arthur trabajó noche y día, cada día, cada noche, hasta que, en el invierno de 1989, cuando estaba en plena tarea, la muerte lo agarró de los pelos y se lo llevó.

El inventario del mundo, inconcluso, estaba hecho de chatarras,

vidrios rotos,

escobas calvas,

zapatillas caminadas,

botellas bebidas,

sábanas dormidas,

ruedas viajadas,

velas navegadas,

banderas vencidas,

cartas leídas,

palabras olvidadas y

aguas llovidas.

Arthur había trabajado con basura. Porque toda basura era vida vivida, y de la basura venía todo lo que en el mundo era o había sido. Nada de lo intacto merecía figurar. Lo intacto había muerto sin nacer. La vida solo latía en lo que tenía cicatrices.

Inventario general del mundo. Eduardo Galeano.

Hubo un dios que escapó a esa desagradable tentación divina de hacer al hombre, es decir al otro, a su imagen y semejanza. No era un Dios triste y vencido.

Primero hizo la Tierra y cuando la vio redonda, hermosa y completa le sobraron restos, pedacitos, migajas, desechos...

En seguida hizo el Tiempo y en cuanto el Tiempo se puso a andar quedaron restos, pedacitos, migajas, desechos...

Luego hizo los Lagos, los Ríos, los Océanos y cuando ya las aguas crecieron y se pusieron a subir y bajar, a correr había nuevamente restos, pedacitos, migajas, desechos...

Creó entonces los Árboles y en cuanto la Tierra estuvo toda verde y respiró, tenía, una vez más, restos, pedacitos, migajas, desechos...

Todos esos restos, esos pedacitos, esas migajas, esos desechos... comenzaron a estorbarle y él se deshizo de ellos, los botó al fondo de un abismo.

Continuó su feliz tarea de creador: hizo la Distancia, hizo la Noche, hizo las Estrellas, hizo la Luna, el Día, la Nube, la Montaña, el Sol, los Vientos... Y cada vez le sobraron restos, pedacitos, migajas, desechos... que echó al fondo del abismo. Y el hombre, él ella, tenía ganas de ser, tenía ganas de existir, pero Dios no lo hacía; estaba muy ocupado, o tal vez lo había olvidado. Ya, en aquel entonces, el hombre soportaba mal el olvido. Y tenía tantas, pero tantas ganas de ser, tantas ganas de existir, que decidió hacerse,

crearse a sí mismo. Y se hizo, allá, en el fondo del abismo, con todos aquellos restos, pedacitos, migajas, desechos...

Es por eso que en cada hombre hay un poco de Tierra, hay un poco de Tiempo, hay un poco de Río, hay un poco de Árbol...

Es por eso que cada mujer es un poco Distancia, es un poco Noche, un poco Estrella, un poco Luna, Día, Nube, Sol, Montaña y Viento.

La creación del Hombre. Por Nicolás Buenaventura.

Esos pocos y con capacidad de resolver problemas, tenemos una responsabilidad que va mucho más allá de una profesión, la empatía es algo que ya muchos perdimos o que se nos ha sido arrancado por la virtualidad falsa y sin aviso alguno, preocupantemente, a la mayoría le resulta agradable.

7.3 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO.

El programa arquitectónico es una herramienta de lineamiento y premisas resumidas previo a un estudio y análisis problemático que necesitan ser solucionados mediante el desarrollo de actividades en un contexto y espacio determinado.

El presente trabajo de investigación pretende solucionar la problemática actual en la gestión de residuos sólidos urbanos, este problema no únicamente afecta a la ciudad de Puno; sino, como es de conocimiento público, este problema en la última década viene afectando a gran parte de la región.

Realizar un proyecto que pueda solucionar esta problemática se convierte en un hito referencial para ser imitado por muchos otros distritos y provincias, la finalidad de

la actual investigación, además de los objetivos establecidos, se convierte en objetivos no planificados, pero con gran importancia en aras de la conservación ambiental, mitigación de residuos sólidos urbanos, aprovechamiento energético y fuente generatriz de economía local. Por lo que la importancia de realizar un correcto programa arquitectónico es fundamental para el óptimo funcionamiento de la propuesta arquitectónica.

Mediante el estudio de caracterización de los residuos urbanos de la ciudad de Puno, se ha determinado la producción diaria y la generación total de residuos dentro de los próximos treinta años, establecer un sistema de gestión de residuos sólidos óptimo, sugiere adoptar procesos tecnológicos adecuados a la realidad en generación de los mismos. El resultado de este análisis se resume en la adopción de un partido eco tecnológico, en el cual se detalla el proceso al cual estará sometido los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puno.

Mediante el partido eco tecnológico analizado y adoptado para el correcto funcionamiento de una propuesta arquitectónica en gestión de residuos sólidos urbanos, se ha determinado dos importantes fases. El primero corresponde a la planta de tratamiento residuos sólidos urbanos, iniciando por la recepción, procesamiento, aprovechamiento; el segundo paso es la disposición final de los desechos no reutilizables, pero con propiedades aprovechables, como por ejemplo la producción de biogás y posterior generación energética.

Finalmente se estableció el programa arquitectónico siguiente:

7.3.1 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO GLOBAL.

Un programa de esta característica no es más que una síntesis de los espacios predominantes en el proyecto. Contiene un resumen cuantificable por áreas totales según características espaciales.

CUADRO N° 35: PROGRAMA ARQUITECTÓNICO GLOBAL

ÁREA NETA PARA EL PROYECTO DE TRATAMIENTO DE RSU			
AMBIENTES Y/O ÁREAS	AREA UNITARIA (M2)	PORCENTAJE (%)	ÁREA TOTAL (M2)
ÁREA NETA PARA RELLENO SANITARIO CONTROLADO	131,389.00	54.85%	239,528.00
ÁREA NETA PARA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RSU	16,111.50	6.73%	
MUROS Y CIRCULACION INTERNA	3,461.00	1.44%	
CIRCULACION VEHICULAR	51,387.40	21.45%	
CIRCULACION PEATONAL	3,651.60	1.52%	
AREA LIBRE Y/O ÁREA DE CONTINGENCIA	33,527.50	14.00%	

Fuente: Elaboración Propia.

7.3.2 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO ESPECÍFICO.

En primera, trata de una planta de tratamiento RSU, donde se concentra casi la totalidad de la infraestructura y se llevará actividades en tratamiento, procesamiento especializado, aprovechamiento y selección para la disposición final.

El segundo corresponde a los espacios propuestos para la disposición final de los residuos que no tengan propiedades reutilizables, sin embargo, pueden producir emisiones de gases propias de la degradación bacteriana, algunos de estos gases son aprovechables y de gran valor energético, los cuales producirán energía eléctrica.

CUADRO N° 36: PROGRAMA ARQUITECTÓNICO ESPECÍFICO - PLANTA DE TRATAMIENTO DE RSU

ÁREA NETA PARA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RSU			
AMBIENTES Y/O ÁREAS	AREA UNITARIA (M2)	PORCENTAJE (%)	AREA TOTAL (M2)
ÁREA ADMINISTRATIVA	146.00	0.27%	53,450.00
PLANTA DE TRATAMIENTO DE RSU	3,942.00	7.38%	
PLANTA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS	333.50	0.62%	
BIOHUERTO	4,130.00	7.73%	
PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGAS	668.00	1.25%	
TALLER PARA MAQUINARIA PESADA	725.00	1.36%	
PLANTA DE PRODUCCIÓN ENERGÉTICA	206.00	0.39%	
PLANTA DE PRODUCCIÓN DE COMPOST	1,603.00	3.00%	
SERVICIOS COMPLEMENTARIOS	3,691.00	6.91%	
INGRESO Y CONTROL AL COMPLEJO	667.00	1.25%	
MUROS Y CIRCULACION INTERNA	3,461.00	6.48%	
CIRCULACION VEHICULAR	12,066.40	22.58%	
CIRCULACION PEATONAL	3,651.60	6.83%	
AREA LIBRE Y/O ÁREA DE CONTINGENCIA	18,159.50	33.97%	

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 37: PROGRAMA ARQUITECTÓNICO ESPECÍFICO - RELLENO SANITARIO CONTROLADO

ÁREA NETA PARA RELLENO SANITARIO CONTROLADO			
AMBIENTES Y/O ÁREAS	AREA UNITARIA (M2)	PORCENTAJE (%)	AREA TOTAL (M2)
ÁREA PARA RELLENO SANITARIO	131,389.00	70.61%	186,078.00
CIRCULACION VEHICULAR Y PEATONAL	39,321.00	21.13%	
AREA LIBRE Y/O ÁREA DE CONTINGENCIA	15,368.00	8.26%	

Fuente: Elaboración Propia.

7.3.3 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO DESARROLLADO.

Después de establecer el partido eco tecnológico, y los espacios complementarios para una planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos para la ciudad de Puno, se realiza el programa arquitectónico desarrollado, donde se puede observar con mayor detalle, los espacios y/o ambientes necesarios para el correcto funcionamiento de la planta, tal cual se observa en los siguientes cuadros:

CUADRO N° 38: PROGRAMA ARQUITECTÓNICO DESARROLLADO POR ZONAS Y ÁREAS

ÁREA ADMINISTRATIVA					
ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTES Y/O ÁREAS	AREA UNITARIA (M2)	PORCENTAJE (%)	AREA PARCIAL (M2)
ÁREA ADMINISTRATIVA	DIRECCION GENERAL	DIRECCIÓN GENERAL	13.00	1.21%	58.00
		SECRETARÍA GENERAL	10.00	0.93%	
		SS. HH. DIRECCIÓN GENERAL	3.50	0.33%	
		SALA DE JUNTAS	28.00	2.62%	
		SS. HH. SALA DE JUNTAS	3.50	0.33%	
	RECEPCION E INFORMES	INFORMES	19.00	1.78%	42.00
		SECRETARÍA DE ÁREA	13.00	1.21%	
		RECAUDACIÓN	10.00	0.93%	
	DIRECCIÓN DE ADMINISTRACIÓN	DIRECCIÓN DE ADMINISTRACIÓN	13.00	1.21%	91.50
		SS. HH. DIRECCIÓN DE ADMINISTRACIÓN	3.50	0.33%	
		UNIDAD DE LOGÍSTICA	13.00	1.21%	
		UNIDAD DE COMERCIALIZACIÓN	13.00	1.21%	
		UNIDAD DE CONTABILIDAD	13.00	1.21%	
		UNIDAD DE TESORERÍA	13.00	1.21%	
		UNIDAD DE RECURSOS HUMANOS	13.00	1.21%	
		UNIDAD DE IMAGEN INSTITUCIONAL	10.00	0.93%	
	DIRECCIÓN DE INGENIERÍA	DIRECCIÓN DE INGENIERÍA	13.00	1.21%	78.00
		SECRETARÍA DE ÁREA	13.00	1.21%	
		UNIDAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA	13.00	1.21%	
		UNIDAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E HIDROCARBUROS	13.00	1.21%	
UNIDAD DE INGENIERÍA FORESTAL, AGRÍCOLA Y MA.		13.00	1.21%		
UNIDAD DE INGENIERÍA SANITARIA		13.00	1.21%		

DIRECCIÓN DE SERVICIOS COMPLEMENTARIOS	DIRECCIÓN DE SERVICIOS COMPLEMENTARIOS	13.00	1.21%	291.00
	UNIDAD DE PESAJE Y ALMACENES	10.00	0.93%	
	SALÓN DE USOS MÚLTIPLES	70.00	6.54%	
	ESCENARIO	15.00	1.40%	
	LOBBY	10.00	0.93%	
	CONTROL Y DEPOSITO DE EQUIPO AUDIOVISUAL	10.00	0.93%	
	UNIDAD EDUCATIVA	10.00	0.93%	
	LOBBY	10.00	0.93%	
	EXPOSICION PERMANENTE	114.00	10.65%	
	VIDEOVIGILANCIA Y SEGURIDAD INTERNA	20.00	1.87%	
	CUARTO DE TELECOMUNICACIONES	9.00	0.84%	
TÓPICO	ADMISIÓN	12.00	1.12%	27.50
	TÓPICO	12.00	1.12%	
	SS. HH. TÓPICO	3.50	0.33%	
SERVICIOS HIGIÉNICOS (PÚBLICO)	SS. HH. MUJERES	20.00	1.87%	58.00
	SS. HH. VARONES	27.00	2.52%	
	SS. HH. DISCAPACITADOS	4.00	0.37%	
	DEPOSITO PARA ASEO DE SS. HH.	5.00	0.47%	
	DEPOSITO PARA ASEO DE PISO	2.00	0.19%	
SS. HH. PERS.	SS. HH. MUJERES	7.00	0.65%	14.00
	SS. HH. VARONES	7.00	0.65%	
	MUROS Y CIRCULACION	410.00	38.32%	410.00

PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS					
ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTES Y/O ÁREAS	AREA UNITARIA (M2)	PORCENTAJE (%)	AREA PARCIAL (M2)
PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	ÁREA TÉCNICA Y OPERATIVA	HALL Y ESPERA	18.00	0.26%	104.00
		DIRECCIÓN DE ÁREA ELECTROMECAÁNICA	18.00	0.26%	
		ÁREA MECÁNICA	14.00	0.20%	
		ÁREA ELÉCTRICA	14.00	0.20%	
		AULA PARA CAPACITACIONES	40.00	0.58%	
	ÁREA DE TRATAMIENTO ESPECIALIZADO DE RSU	RECEPCIÓN	650.00	9.36%	4420.00
		SELECCIÓN GRANULOMÉTRICA (TROMMEL SEPARADOR)	900.00	12.96%	
		SELECCIÓN MANUAL DE SUBPRODUCTOS	950.00	13.67%	
		SEGREGACION MECÁNICA ESPECIALIZADA	1,300.00	18.71%	
		DEPÓSITO DE MATERIALES TRATADOS	130.00	1.87%	
		AREA DE CARGA-MATERIALES TRATADOS	230.00	3.31%	
		AREA DE RECEPCIÓN-MATERIALES PARA DISPOSICIÓN FINAL	75.00	1.08%	
		AREA DE CARGA-MATERIALES PARA DISPOSICIÓN FINAL	185.00	2.66%	
	SERVICIOS GENEALES	ESTACIONAMIENTO PARA VEHICULOS PESADOS	600.00	8.64%	900.00
		ESTACIONAMIENTO PARA VEHICULOS LIVIANOS	300.00	4.32%	
	SERVICIOS COMPLEMENTARIOS (PERSONAL LABORAL DE LA PLANTA)	DUCHAS ANTIBACTERIALES	12.00	0.17%	117.00
		LAVANDERIA	15.00	0.22%	
		SECADO Y PLANCHADO	22.00	0.32%	
		SS. HH. MUJERES	18.00	0.26%	
		DUCHAS Y VESTIDORES PARA MUJERES	14.00	0.20%	
SS. HH. VARONES		22.00	0.32%		
DUCHAS Y VESTIDORES PARA VARONES		14.00	0.20%		
SS. HH. (TÉCNICOS)	SS. HH. MUJERES	2.50	0.04%	6.00	
	SS. HH. VARONES	3.50	0.05%		
	MUROS Y CIRCULACION	1,400.00	20.15%	1400.00	

PLANTA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS					
ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTES Y/O ÁREAS	AREA UNITARIA (M2)	PORCENT AJE (%)	AREA PARCIAL (M2)
PLANTA LIXIVIADOS	ÁREA DE PLANTA DE TRATAMIENTO	LABORATORIO	10.00	2.36%	253.50
		SS. HH.	3.50	0.83%	
		PLANTA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS	240.00	56.67%	
	ÁREA DE LAGUNAS	LAGUNA ANAERÓBIA	20.00	4.72%	80.00
		LAGUNA FACULTATIVA	30.00	7.08%	
		LAGUNA DE MADURACIÓN	30.00	7.08%	
	MUROS Y CIRCULACION	90.00	21.25%	90.00	

RELLENO SANITARIO CONTROLADO					
ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTES Y/O ÁREAS	AREA UNITARIA (M2)	PORCENT AJE (%)	AREA PARCIAL (M2)
RELLENO SAN	ÁREA PARA DISPOSICIÓN FINAL	AREA PARA RELLENO SANITARIO CONTROLADO N° 01	11,450.10	6.15%	131,389.00
		AREA PARA RELLENO SANITARIO CONTROLADO N° 02	7,740.20	4.16%	
		AREA PARA RELLENO SANITARIO CONTROLADO N° 03	32,825.20	17.64%	
		AREA PARA RELLENO SANITARIO CONTROLADO N° 04	30,247.50	16.26%	
		AREA PARA RELLENO SANITARIO CONTROLADO N° 05	28,560.50	15.35%	
		AREA PARA RELLENO SANITARIO CONTROLADO N° 06	20,565.50	11.05%	
	CIRCULACION	CIRCULACION VEHICULAR Y PEATONAL	39,321.00	21.13%	39,321.00
ÁREA LIBRE	AREA LIBRE Y/O ÁREA DE CONTINGENCIA	15,368.00	8.26%	15,368.00	

BIOHUERTO					
ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTES Y/O ÁREAS	AREA UNITARIA (M2)	PORCENT AJE (%)	AREA PARCIAL (M2)
BIOHUERTO	ÁREA PARA BIOHUERTO	LABORATORIO PARA COMPOST	22.00	2.56%	860.00
		ALMACÉN PARA ABONO NATURAL (COMPOST)	20.00	2.33%	
		LABORATORIO PARA ESPECIES FORESTALES	30.00	3.49%	
		ALMACÉN Y GERMINACIÓN DE ESPECIES FORESTALES	28.00	3.26%	
		BIOHUERTO	280.00	32.56%	
		MUROS Y CIRCULACION	480.00	55.81%	
	AREA DE PLANTADO	ÁREA LIBRE - PLANTADO DE EJEMPLARES PEQUEÑOS	1,250.00	33.33%	3750.00
		ÁREA LIBRE - PLANTADO DE EJEMPLARES GRANDES	2,500.00	66.67%	

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS					
ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTES Y/O ÁREAS	AREA UNITARIA (M2)	PORCENT AJE (%)	AREA PARCIAL (M2)
BIOGÁS	PRODUCCIÓN CONTROLADA	LABORATORIO PARA CALIDAD DE BIOGÁS EXTRAÍDO	22.00	2.95%	160.00
		SUCCIÓN E IMPULSIÓN DE BIOGÁS	60.00	8.04%	
		MUROS Y CIRCULACION	78.00	10.46%	
	ALMACENAJE EXTERIOR	CONTENEDOR ESFÉRICO PARA BIOGÁS	570.00	76.41%	586.00
		SISTEMA DE CLARIFICACIÓN DE BIOGÁS Y ELIMINACIÓN	16.00	2.14%	
	PROTECCIÓN	ÁREA LIBRE - ÁREA DE EXPANSIÓN Y PROTECCIÓN	280.00	100.00%	280.00

TALLER PARA MAQUINARIA PESADA					
ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTES Y/O ÁREAS	AREA UNITARIA (M2)	PORCENT AJE (%)	AREA PARCIAL (M2)
TM	TALLER	TALLER MECÁNICO	725.00	80.56%	725.00
		MUROS Y CIRCULACION	175.00	19.44%	175.00

PLANTA DE PRODUCCIÓN ENERGÉTICA					
ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTES Y/O ÁREAS	AREA UNITARIA (M2)	PORCENT AJE (%)	AREA PARCIAL (M2)
ENERGÍA	PRODUCCIÓN ELÉCTRICA	SUCCIÓN Y ALIMENTACIÓN DE BIOGÁS	55.00	6.95%	100.00
		AREA DE GENERADORES ELÉCTRICOS	45.00	5.69%	
	ÁREA DE TRANSFERENCIA	ÁREA PARA TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS	72.00	9.10%	106.00
		ÁREA PARA TORRE DE ALTA TENSIÓN	34.00	4.30%	
		MUROS Y CIRCULACION	155.00	19.60%	155.00
PROTECCIÓN	ÁREA LIBRE - ÁREA DE EXPANSIÓN Y PROTECCIÓN	430.00	54.36%	430.00	

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE COMPOST					
ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTES Y/O ÁREAS	AREA UNITARIA (M2)	PORCENT AJE (%)	AREA PARCIAL (M2)
COMPOST	ÁREA DE CONTROL DE COMPOST	PRUEBAS DE CALIDAD PARA COMPOST	15.00	0.57%	370.00
		DEPÓSITO DE COMPOST TRATADO	45.00	1.70%	
		ÁREA DE CARGA	310.00	11.70%	
	ÁREA DE PRODUCCIÓN DE COMPOST	DEPÓSITO DE MATERIAL PARA COMPOST	105.00	3.96%	1225.00
		SELECCIÓN DE MATERIAL PARA COMPOST	105.00	3.96%	
		TRIZADO Y SELECCIÓN DE MATERIAL ÓPTIMO	375.00	14.15%	
		ÁREA DE FERMENTACIÓN Y MADURADO DE COMPOST	640.00	24.15%	
	SS. HH. (TÉCNICOS)	SS. HH. MUJERES	3.50	0.13%	8.00
		SS. HH. VARONES	4.50	0.17%	
		MUROS Y CIRCULACION	122.00	4.60%	122.00
PROTECCIÓN	ÁREA LIBRE - ÁREA DE EXPANSIÓN	925.00	34.91%	925.00	

SERVICIOS COMPLEMENTARIOS					
ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTES Y/O ÁREAS	AREA UNITARIA (M2)	PORCENT AJE (%)	AREA PARCIAL (M2)
	ÁREA CÍVICA	PLAZOLETA	400.00	7.50%	400.00
SERVICIOS	ÁREA PARA COMENSALES	COMEDOR	45.00	0.84%	65.00
		COCINA	15.00	0.28%	
		DEPÓSITO	5.00	0.09%	
	LOSAS DEPORTIVAS	LOSA DEPORTIVA	870.00	16.31%	1230.00
		GRADERÍOS	360.00	6.75%	
	ÁREA DE JUEGOS	MÓDULO DE JUEGOS INFANTILES - CASTILLO DE JUEGOS	155.00	2.91%	235.00
		MÓDULO DE JUEGOS INFANTILES - TORTUGA	80.00	1.50%	
	SERVICIOS GENERALES	SS. HH. MUJERES	12.00	0.22%	45.00
		DUCHAS Y VESTIDORES PARA MUJERES	9.00	0.17%	
		SS. HH. VARONES	15.00	0.28%	
DUCHAS Y VESTIDORES PARA VARONES		9.00	0.17%		
ESTACIONAMIENTO	ESTACIONAMIENTO	1,170.00	21.93%	1170.00	
	MUROS Y CIRCULACION	546.00	10.23%	546.00	
ÁREA LIBRE	ÁREA LIBRE - ÁREA DE EXPANSIÓN	1,644.00	30.82%	1644.00	

INGRESO Y CONTROL AL COMPLEJO					
ZONA	AREA GENERAL	AMBIENTES Y/O ÁREAS	AREA UNITARIA (M2)	PORCENT AJE (%)	AREA PARCIAL (M2)
VEHÍCULOS	ÁREA DE INGRESO PEATONAL,	CASETA DE CONTROL	12.00	2.07%	198.80
		REGISTRO DE INGRESO	12.00	2.07%	
		VIDEOVIGILANCIA	36.00	6.21%	

	MONITOREO BÁSCULAR Y VIDEOVIGILANCIA INTERNA	GABINETE DE TELECOMUNICACIONES	1.70	0.29%	
		MONITOREO DE BÁSCULAS	12.00	2.07%	
		BÁSCULAS PARA VEHÍCULOS PESADOS - INGRESO	60.00	10.34%	
		BÁSCULAS PARA VEHÍCULOS PESADOS - SALIDA	60.00	10.34%	
		LOCKER PARA GUARDIÁN	1.70	0.29%	
		DUCTO PARA SERVICIOS	3.40	0.59%	
	ÁREA DE REGISTROS VEHICULARES	REGISTRO DE VEHÍCULOS - INGRESO	10.00	1.72%	40.00
		REGISTRO DE VEHÍCULOS - SALIDA	10.00	1.72%	
		REGISTRO DE PESAJE - INGRESO	10.00	1.72%	
		REGISTRO DE PESAJE - SALIDA	10.00	1.72%	
	SS. HH. (TÉCNICOS)	SS. HH. MUJERES	2.10	0.36%	4.20
		SS. HH. VARONES	2.10	0.36%	
	SS. HH. (PÚBLICO)	SS. HH. MUJERES	5.25	0.91%	10.50
		SS. HH. VARONES	5.25	0.91%	
ÁREA DE PASO	ÁREA DE PASO PARA VEHICULOS	180.00	31.03%	180.00	
	MUROS Y CIRCULACION	146.50	25.26%	146.50	
VEHICULOS LIMPIANDOS	INGRESO PEATONAL	REGISTRO DE INGRESO	7.00	7.61%	7.00
	REG. VEHICULAR	REGISTRO DE VEHICULOS INGRESO Y EGRESO	6.50	7.07%	6.50
	SS. HH. (TÉCNICOS)	SS. HH.	3.50	3.80%	3.50
	ÁREA DE PASO	ÁREA DE PASO PARA VEHICULOS	70.00	76.09%	70.00
		MUROS Y CIRCULACION	5.00	5.43%	5.00

Fuente: Elaboración Propia.

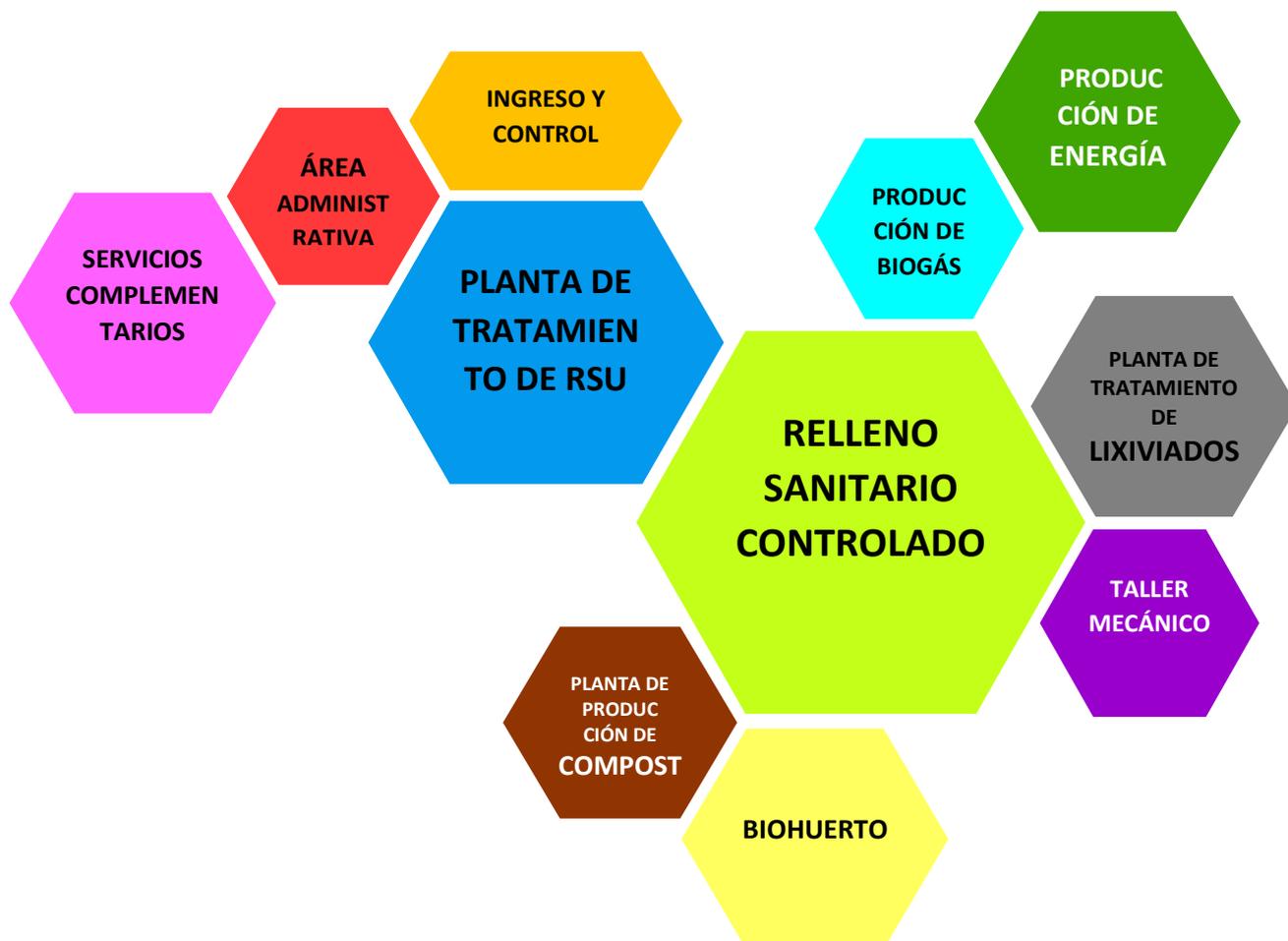
7.4 ORGANIGRAMA FUNCIONAL.

El organigrama funcional incluye las principales funciones que se tienen asignadas, además de las unidades y sus interrelaciones. Este tipo de organigrama es de gran utilidad para visualizar y representar la estructura de organización por zonas, áreas y ambientes que fueron programadas anteriormente.

En este sentido, el organigrama es una herramienta de organización espacial, con la cualidad informativa, pues en él se encuentran representadas las unidades espaciales y su distribución, funciones y competencias, así como información relativa a las atribuciones relacionales y las estructuras jerárquicas de un proyecto arquitectónico.

7.4.1 ORGANIGRAMA FUNCIONAL GLOBAL.

Como organigrama funcional para el siguiente proyecto denota las funciones, competencias y atribuciones de cada zona y área programada.

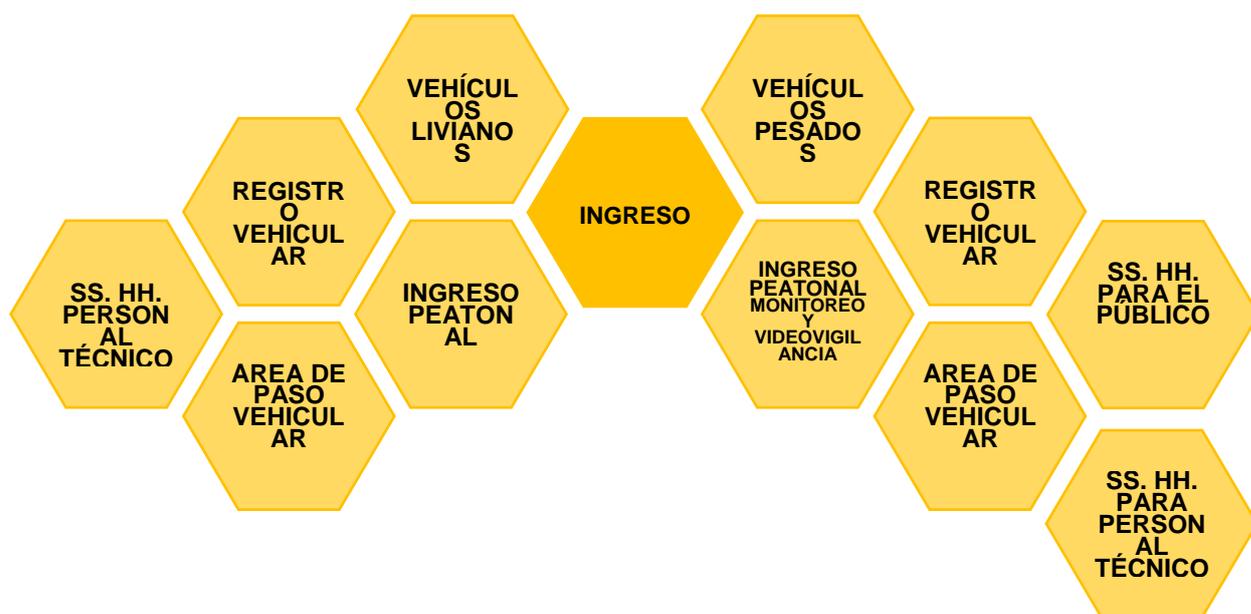


Fuente: Elaboración Propia.

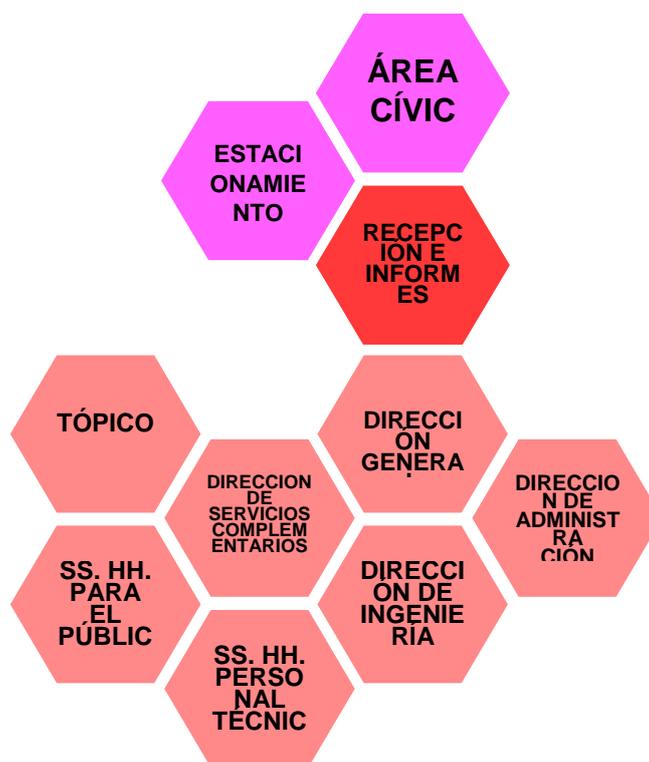
7.4.2 ORGANIGRAMA FUNCIONAL DESARROLLADO POR ZONAS Y ÁREAS.

Antes de zonificar, se realiza la tarea de organizar los núcleos y áreas que fueron programadas, para lo cual a continuación se ilustrará la manera como se organiza las unidades espaciales.

a. INGRESO Y CONTROL AL COMPLEJO.



b. ÁREA ADMINISTRATIVA.



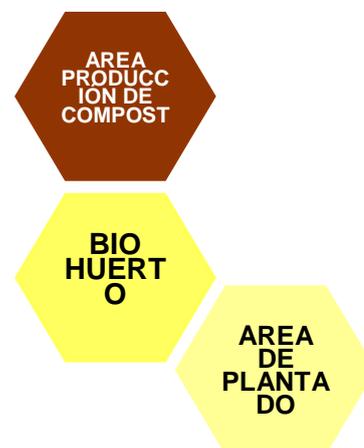
c. PLANTA DE TRATAMIENTO DE RSU.



d. PLANTA DE PRODUCCIÓN DE COMPOST.



e. BIOHUERTO.



f. RELLENO SANITARIO CONTROLADO. BIOGÁS.



g. PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.



**h. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA.
LIXIVIADOS.**



i. PLANTA DE TRAT. DE



j. TALLER PARA MAQ. PESADA.



**k. SERVICIOS
COMPLEMENTARIOS.**

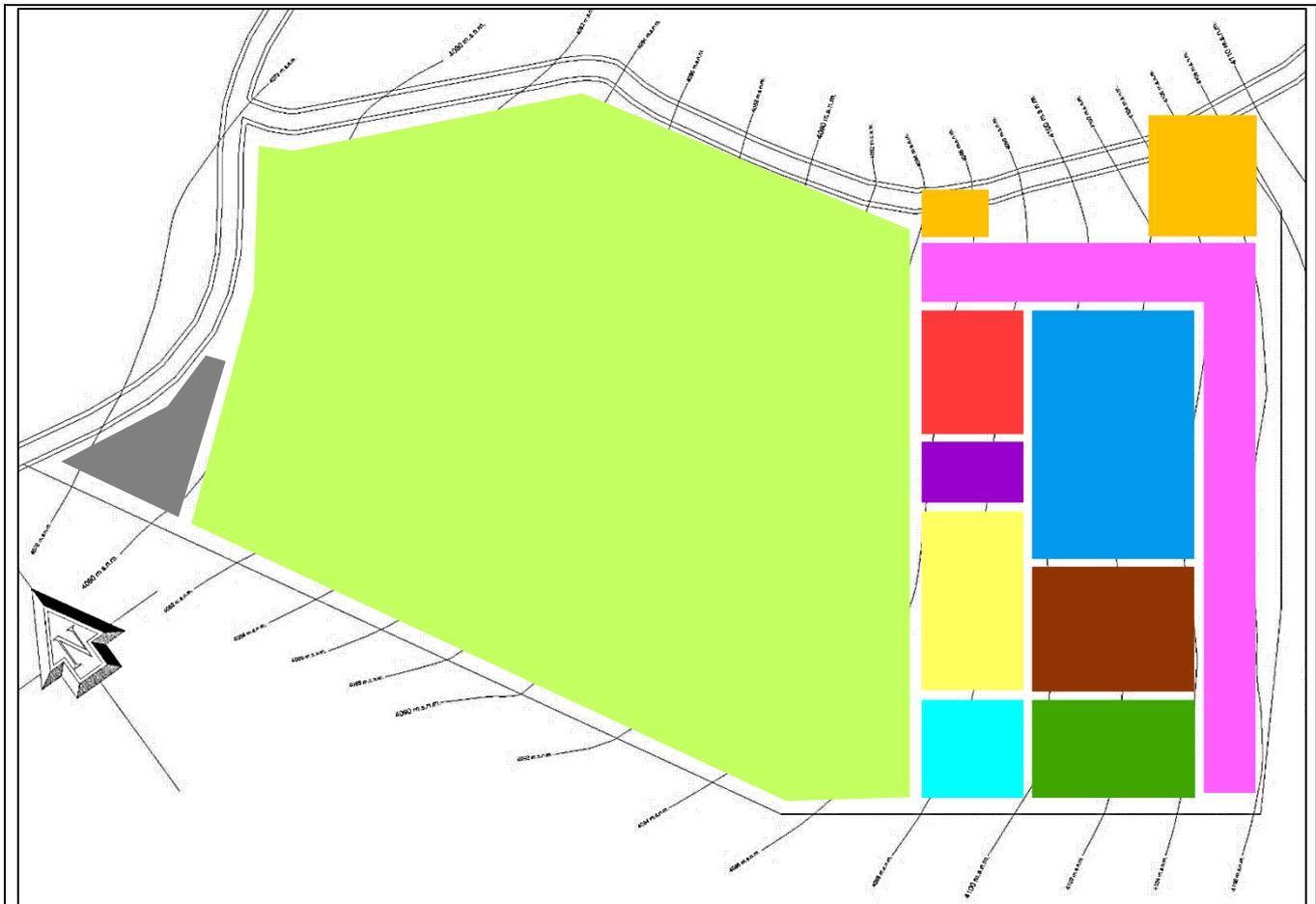


Fuente: Elaboración Propia.

7.5 ZONIFICACION.

La zonificación es la ubicación de los espacios arquitectónicos en los sitios adecuados según las necesidades que vayan a satisfacer, tomando en cuenta la disposición, coordinación y circulaciones con los demás espacios arquitectónicos de funciones afines y/o complementarios.

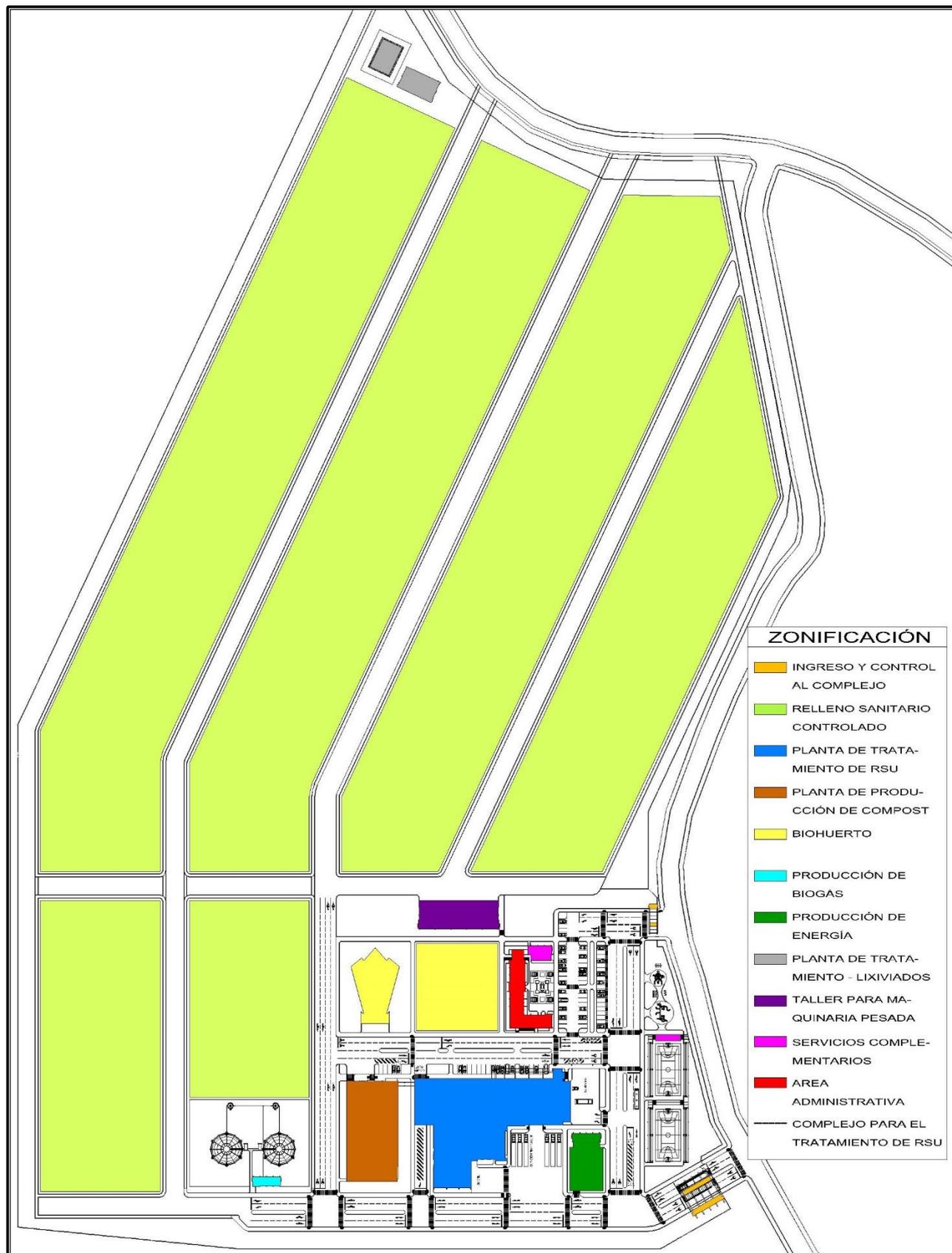
ZONIFICACIÓN PRIMARIA O INICIAL.



*****ZONIFICACIÓN*****

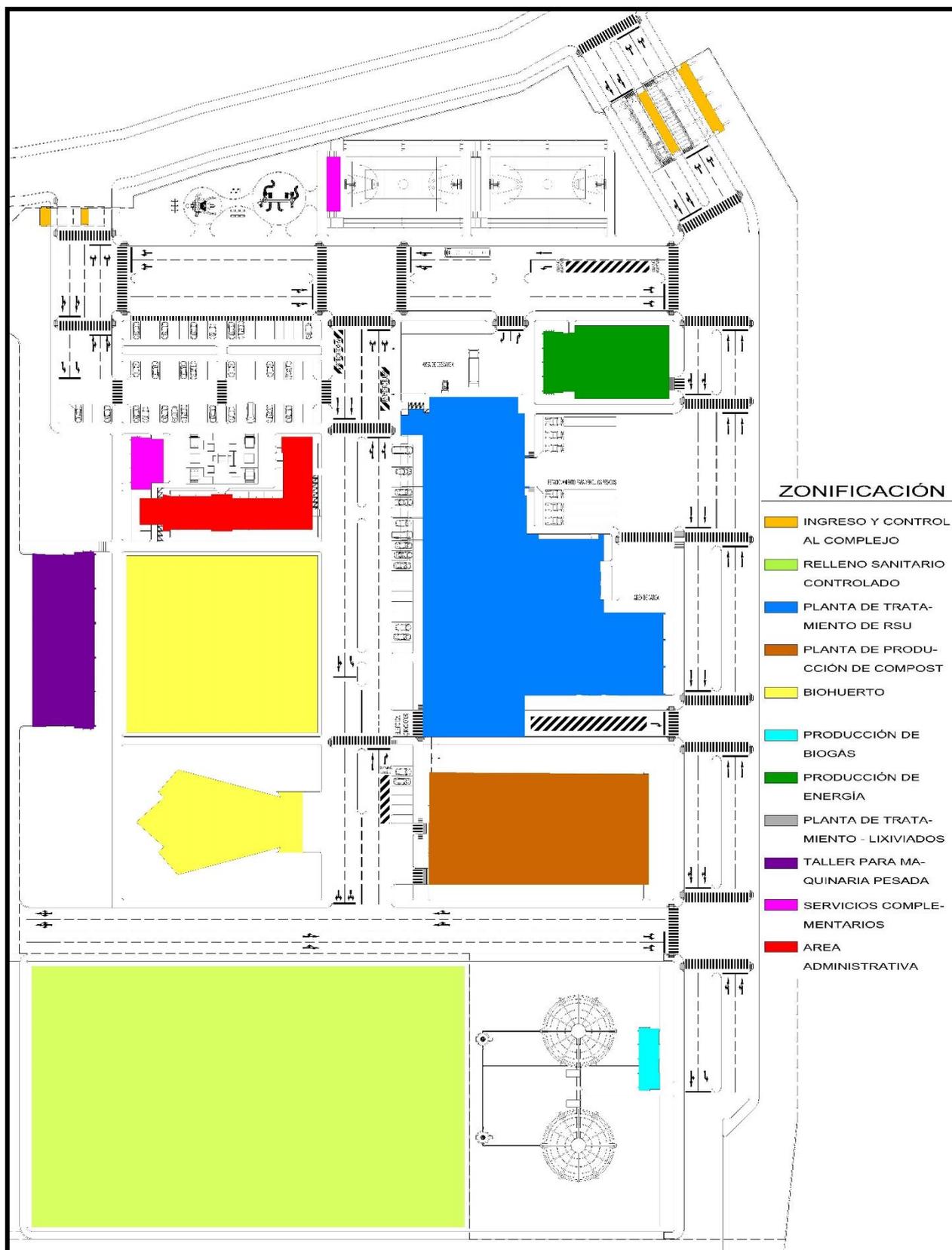
	INGRESO Y CONTROL AL COMPLEJO		PRODUCCIÓN DE ENERGÍA
	RELLENO SANITARIO CONTROLADO		PLANTA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE RSU		TALLER PARA MAQUINARIA PESADA
	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE COMPOST		SERVICIOS COMPLEMENTARIOS
	BIOHUERTO		ÁREA ADMINISTRATIVA
	PRODUCCIÓN DE BIOGÁS		Fuente: Elaboración Propia.

DEPURADO - PROYECTO DE TRATAMIENTO DE RSU.



Fuente: Elaboración Propia.

DEPURADO - PLANTA DE TRATAMIENTO DE RSU.



Fuente: Elaboración Propia.

7.6 ESPECIES VEGETALES.

Las especies vegetales fueron seleccionados según sus características para la adaptación al proyecto, estas se dividen en tres grupos:

7.6.1 ESPECIES VEGETALES – ARBOLES ENDÉMICOS E INTRODUCIDAS.



-NOMBRE CIENTIFICO:
BUDLEJA CORIACEA
-NOMBRE FAMILIA:
LOGANIACEAE
-NOMBRE COMÚN:
Q'OLLE

Características: Árbol nativo, alcanza los 5 metros alto. Flores de 7 mm de largo, agrupadas en racimos. Presenta troncos delgados y largos, con abundantes hojas de superficie brillante. Es una especie que se ha adaptado a las diferentes zonas del altiplano. La floración ocurre de enero a junio, desarrollándose desde los 3.810 a 4.200 msnm.

Características: Crecen en laderas rocosas, planicies y a lo largo de pequeñas quebradas, entre los 3,500- 4,800 m. Tiene una altura de 4-6 m, posee hojas compuestas por folíolos pequeños. Su tronco es retorcido y está cubierto por una corteza de, del cual se desprenden láminas delgadas. La corteza laminada forma un paquete alrededor del tronco que actúa a modo de aislante térmico, que lo protege de las heladas. Sus flores son pequeñas, polinizadas por el viento.

-NOMBRE CIENTIFICO:
POLYLEPIS INCANA
-NOMBRE FAMILIA:
ROSACEAE
-NOMBRE COMÚN:
QUEÑUA



-NOMBRE CIENTIFICO:
SHINUS MOLLIS
-NOMBRE FAMILIA:
ANACARDIACEAE
-NOMBRE COMÚN:
MOLLE

Características: El molle es oriunda del Perú. Son árboles que alcanzan una altura de 15 m. y un diámetro de 30 m. Ramas colgantes, corteza exterior de color café o gris. Es una especie que crece en zonas ubicadas entre los 2,500 hasta los 3,900 m.s.n.m., tolera sequias y temperaturas extremas.

Características: Es un árbol introducida y aclimatada a las alturas del altiplano, de aproximadamente 15 a 20 metros de altura. Posee una copa piramidal en su juventud y aplanada o abovedada en su madurez, con ramas inferiores extendidas. Tiene el tronco recto con ritidoma grueso de color pardo-rojizo. Las hojas de agujas son de unos 15 cm de longitud agrupadas en tres. con las escamas externas muy prominentes.

-NOMBRE CIENTIFICO:
PINUS RADIATA
-NOMBRE FAMILIA:
PINACEAE
-NOMBRE COMÚN:
PINO SERRANO



-NOMBRE CIENTIFICO:
CUPRESSUS MACROCARPA
-NOMBRE FAMILIA:
CUPRESSACEAE
-NOMBRE COMÚN:
CIPRES

Características: Es una conífera, de hoja perenne, pueden alcanzar los 20 m de altura con un diámetro de 2 a 4 m. Su porte es piramidal, de crecimiento rápido en los primeros años de vida, ralentizándose después y pudiendo alcanzar los 300 años de vida. Poseen un tronco recto y de corteza delgada en la que se forman fisuras longitudinales. Las hojas son muy pequeñas (2-6 mm de longitud) con forma de escama, se utiliza como árbol ornamental en parques y jardines.

7.6.2 ESPECIES VEGETALES – ARBUSTOS ENDÉMICOS E
INTRODUCIDAS.



-NOMBRE CIENTIFICO:
CANTUA CUZCOENSIS
-NOMBRE FAMILIA:
POLEMONIACEAE
-NOMBRE COMÚN:
CANTUTA

Características: Arbusto, de 3 m de altura. Su apariencia es similar a las demás especies del mismo género, que son mucho más frecuentes. Sus flores son de colores rojas, rosadas, amarillas, de hasta 7 cm de largo, se reúnen en inflorescencias poco numerosas.

Se usa para adornar arcos florales, sombreros y las casas en fiestas de carnaval. Este arbusto crece en zonas altas hasta los 4,000 m.s.n.m.

Características: Planta arbórea de hasta 3,5 m de alto. Es cultivada en jardines. Sus flores tienen unos 4 cm de diámetro, presentando un color fucsia con jaspes lilas. En el altiplano de Puno esta especie es apreciada por niños y caminantes debido al néctar que producen sus flores, desarrollándose entre los 3800 a 4200, con más frecuencia en localidades cercanas al lago Titicaca. Florece durante casi todo el año.

-NOMBRE CIENTIFICO:
LAVATERA OFICINALIS
-NOMBRE FAMILIA:
MALVACEAE
-NOMBRE COMÚN:
MALVA



-NOMBRE CIENTIFICO:
CASSIA TOMENTOSA L.F.
-NOMBRE FAMILIA:
FABACEAE
-NOMBRE COMÚN:
MUTUY

Características: Es un arbusto leguminoso, de flores amarillas que se abren durante todo el año, ofreciéndose así a la vista como una planta de floración perpetua, símbolo de la juventud lozana y primaveral.

Este arbusto crece en zonas ubicadas entre los 3,400 hasta los 4,500 m.s.n.m.

Características: Es una cactácea rupícola, tiene la particularidad de crecer en zonas altoandinas.

Crece en densa masa, pudiendo alcanzar 3 m de altura; hojas perennes, largas y finas, 1-2 m de largo y 1 cm ancho, con bordes muy afilados (debiéndose manipular con cuidado), color verde llegando a gris beige, sus espiguillas de 15-25 mm, c/una con 4-6 flores.

-NOMBRE CIENTIFICO:
CORTADERIA SELLOANA
-NOMBRE FAMILIA:
POACEAE
-NOMBRE COMÚN:
COLA DE ZORRO



-NOMBRE CIENTIFICO:
CASSIA TOMENTOSA L.F.
-NOMBRE FAMILIA:
FABACEAE
-NOMBRE COMÚN:
RETAMA

Características: Arbusto de 1.5 a 2.5 m. de alto, de tallo verde erguido y duro, con hojas pequeñas, caducas, estipuladas y pecioladas. Las flores tienen color amarillo y semejan mariposas. El fruto es una vaina negra y aplastada. Es original de Europa y está presente en varias partes del Perú, principalmente en la sierra.

Este arbusto crece en zonas ubicadas entre los 2,500 hasta los 3,900 m.s.n.m.

7.6.3 ESPECIES VEGETALES – HIERBAS Y PLANTAS ENDÉMICAS E INTRODUCIDAS.



-NOMBRE CIENTIFICO:
**ECHINOPSIS
MAXIMILIANA**
-NOMBRE FAMILIA:
CACTACEAE
-NOMBRE COMÚN:
SANKAYO, WARAKO

Características: Especie nativa, con tallo globoso de 10 cm de diámetro. Presenta abundantes espinas arroquetadas de color amarillo rojizo. Sus flores de 5-6 cm de diámetro y sin pedicelo, de color rojo a rosado, muy vistosas. Produce un fruto comestible, agrídulce, apreciado por los caminantes. Crece en el altiplano puneño, en áreas secas, rocosas y pedregosas; se desarrolla entre 3.850 a 4.100 msnm.

Características: Flor color naranja. Esta planta es una hierba que puede crecer hasta 1.3 m de alto. Sus flores son tubulares y crecen en inflorescencia, en laderas, roquedales y cerca de andenes. Se desarrolla desde los 3.300 hasta 3.900 msnm. En Puno el látex de esta planta se utiliza como goma de mascar, luego de dejarlo coagular por unos minutos. En algunos lugares las flores son utilizadas como adornos en los sombreros, particularmente en periodo de carnaval.

-NOMBRE CIENTIFICO:
**SYPHOCAMPILLUS
TUPAEFORMIS**
-NOMBRE FAMILIA:
CAMPANULACEAE
-NOMBRE COMÚN:
QAUSILLO



-NOMBRE CIENTIFICO:
**HIPOCHOERIS
MEYENIANA**
-NOMBRE FAMILIA:
ASTERACEAE
-NOMBRE COMÚN:
**PILLI, MISK'IPILLI
(QUECHUA), HARP'A
(AYMARA)**

Características: Planta que crece a nivel del suelo. Presenta una flor compuesta con apariencia de una roseta de 5 cm de diámetro, de color amarillo intenso, luego corola en lígulas terminada en cinco pequeños dientes florece en primavera hasta fines de verano. El fruto es un aquenio (cipsela) con largo pico y vilano. Crece en lugares semihúmedos con "ichu" entre piedras y tallos que le dan sombra, desde la zona lago a la cordillera (3850 a 4600 msnm).

Características: Hierba de 40 cm de alto. Las flores se encuentran en inflorescencias de 4 a 5 cm de diámetro. El misiq'o está ampliamente propagado en el altiplano puneño y florece de octubre a junio a alturas de 3.700 a 4.100 msnm. Las flores, en cocción junto a otras especies, se utilizan para tratar afecciones al hígado. También añadiendo las flores al hervir la leche, para mejorar su sabor. Finalmente se utilizan los pétalos para teñir lana, fibra y tejidos.

-NOMBRE CIENTIFICO:
BIDENS ANDICOLA
-NOMBRE FAMILIA:
ASTERACEAE
-NOMBRE COMÚN:
MISIQ'O



-NOMBRE CIENTIFICO:
ERODIUM CICUTARUM
-NOMBRE FAMILIA:
GERANIACEAE
-NOMBRE COMÚN:
AUJA-AUJA

Características: Planta de 40 cm de altura, con tallos tendidos. Las flores, de 8 mm de diámetro, se hallan en umbelas de 3 a 5 flores que presentan un largo pedúnculo. Habita cerca de campos de cultivo, bordes de caminos, planicies húmedas cerca del lago y andenes a alturas entre 3.600 a 4.000 msnm. El "auja-auja" florece de setiembre a mayo.



-NOMBRE CIENTIFICO:
ROSA
-NOMBRE FAMILIA:
ROSACEAE
-NOMBRE COMÚN:
ROSA

Características: Los rosales son arbustos, generalmente espinosos, que alcanzan de 2 a 5 metros de altura. Tienen tallos semileñosos, casi siempre erectos, algunos de textura rugosa y escamosa. Presentan notables formaciones epidérmicas persistentes, bien desarrolladas y de formas variadas, conocidas como espinas. Las hojas pueden ser perennes o caducas, pecioladas e imparipinnadas. Las flores, generalmente aromáticas.

Características: es una planta que florece en otoño, y por ello tiene la fama de ser la planta de los muertos. Es muy habitual utilizar el crisantemo para el Día de Todos los Santos, ya que justo en esa época está en plena floración.

Otras flores interesantes para dar color al jardín en los aburridos días de invierno son los crisantemos, que se los encuentra con tonos rosa, rojo, púrpura, violeta, blanco y bronce.

-NOMBRE CIENTIFICO:
CHRYSANTHEMUM
-NOMBRE FAMILIA:
ASTERACEAE
-NOMBRE COMÚN:
CRISANTEMOS



-NOMBRE CIENTIFICO:
GERANIUM
-NOMBRE FAMILIA:
GERANIACEAE
-NOMBRE COMÚN:
GERANIO

Características: Según su uso paisajístico se las clasifica como herbáceas, respecto de arbustivas y arbóreas. Muchas especies aquí agrupadas, poseen fitotoxinas, lo cual hace que otras herbáceas encuentren dificultades en penetrar plantaciones ya establecidas de una especie determinada de este género. Por ello se las reconoce como confiables tapizantes.

Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES.

En la actualidad la Municipalidad Provincial de Puno, viene equipando con maquinaria e implementos para la gestión de residuos sólidos urbanos de la ciudad, adicionalmente se tienen programas para la segregación en la fuente, programa de reciclaje para instituciones educativas y viviendas, instalación de contenedores en diversos puntos estratégicos, y renovación de equipamiento urbano para este fin.

El problema radica en que no se han adoptado sistemas de recolección y transporte de los residuos hacia el botadero, por lo que se necesita más horas de trabajo por mano de obra y maquinaria, de otra manera, con instalaciones modernas, soterradas y automatizadas la recolección y el transporte se hace mucho más eficiente.

La problemática de la gestión de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Puno viene siendo observada desde varias décadas atrás, debido a que en la actualidad no existe un sistema eficiente en el tratamiento y disposición final de los residuos. Si bien es cierto que el botadero municipal de Cancharani, está siendo clausurado, esta actividad no se

realiza con los estándares de calidad medioambientales. Es fácil observar que solo se realizó el recubrimiento con material extraído a unos kilómetros al lugar siendo obviado el material geotextil que sirve de aislamiento entre los residuos depositados y el material de recubrimiento final.

El presente proyecto tiene la capacidad de resolver el problema de residuos sólidos urbanos de la ciudad de manera eficiente y con un impacto ecológico bajo, por lo contrario, este proyecto pretende revitalizar un espacio eriazo con la forestación futura al cierre del relleno sanitario controlado, el mismo que forma parte de toda la planta.

Otro de los objetivos de la planta es el aprovechamiento de residuos reutilizables, la producción de compost orgánico y la generación de energía eléctrica a través de la captación de gases propios del proceso de descomposición del material orgánico.

Con la venta de productos reutilizables y la producción de energía eléctrica, se concluye que la planta es autosuficiente para abastecer todos sus procesos con energía producida por los residuos sólidos. Para el abastecimiento de sistemas de saneamiento se debe recurrir al suministro público, lo mismo ocurre con sistemas de información global (internet).

Finalmente, la ciudad de Puno, de misma manera para todo gobierno local, tiene la responsabilidad y la obligación de mantener una imagen urbana libre de residuos que lo afecten, proponiendo un modelo de ciudad sostenible en cuanto a la gestión de sus residuos sólidos, potenciando además la utilización de energías aprovechables y renovables.

8.2 RECOMENDACIONES.

El fomento de hábitos de reciclaje, reutilización y segregación de residuos sólidos urbanos debe ser una prioridad en los núcleos familiares y posteriormente reforzados por las instituciones educativas. El gobierno local tiene la obligación de ser un ente ejemplificador de esta actitud, para luego ser repetida por otras instituciones públicas y privadas.

Uno de los lineamientos del gobierno local es mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos, por lo que para una adecuada gestión de residuos sólidos debe realizarse asignaciones presupuestales para proyectos que mejoren todo el equipamiento urbano, capacitación e implementos para los involucrados directamente con esta actividad.

La Universidad Nacional del Altiplano, tiene como misión la generación de conocimientos y formación integral de personas competentes a nivel de pregrado, post título y posgrado; realiza extensión cultural y proyección social, para promover el desarrollo humano y sostenible en el ámbito regional, nacional y mundial. La realidad dista mucho de lo que se pretende, más aún si no se tienen convenios interinstitucionales.

Para lograr una postura firme y sustentada no solo es necesaria la participación de la escuela profesional de arquitectura, sino otras escuelas competentes en proyectos de implementación futura por el gobierno local, regional y nacional, solo a través de esta amalgama entre la representación de las instituciones de educación superior, instituciones públicas y privadas, colegios profesionales y ciudadanía en general en coordinación con el gobierno local, regional y nacional mediante sus respectivos representantes se puede lograr proyectos objetivos, políticas y normativas claras para el beneficio común.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, L. E. (2005). *La Era del Consumo*. Madrid: SIGLO XXI.
- Angel, M. (11 de diciembre de 2014). *El Correo de Prietto*. Obtenido de El Correo de Prietto: http://www.elcorreodeprietto.com/index.php?option=com_content&view=article&id=17691:2014-12-12-01-55-59&catid=2:local&Itemid=3
- Arroyo Robles, G., Arroyo Zambrano, T., & Salazar Solís, V. (2014). *Unidad de Ecotecnologías del Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia*. Morelia, México: Imagia Comunicación.
- Cámara Argentina de la Construcción. (2010). *Residuos Sólidos Urbanos, Argentina, Tratamiento Y Disposición Final Situación Actual Y Alternativas Futuras*. Buenos Aires.
- Claude, M. (1997). *Una vez más la Miseria ¿Es Chile un país sustentable?* Santiago: LOM Editores.
- Crespo Endara, Y. (2006). *Zonificación Y Diseño De La Infraestructura Para Los Residuos Sólidos Urbanos De Puno – BIOCEP*. (tesis de Grado) Universidad Nacional del Altiplano: Puno.
- emusssa. (08 de marzo de 2015). *Empresa Municipal Santiago de Surco S. A.* Obtenido de emusssa: <http://www.emusssa.com/>
- Enkerlin, H. (1997). *Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible*. Mexico D. F.: Internacional.
- Enríquez Palomino, A., Abril Sánchez, C., & Sánchez Rivero, J. M. (2010). *Manual para la integración de Sistemas de Gestión: Calidad, Medio Ambiente y Prevención de Riesgos Laborales*. Madrid: FC EDITORIAL.
- Esquer Verdugo, R. A. (2009). *Reciclaje Y Tratamiento De Los Residuos Sólidos Urbanos*. (Examen de Grado) Instituto Politécnico Nacional: Mexico D.F.
- Flores C., E. (2004). *Contaminación Ambiental De La Bahía De Puno Del Titicaca*. (Tesis de Grado) Universidad Nacional Federico Villarreal: Lima.
- Fundación Universidad Tecnológica Regional Mendoza. (2004). *Diseño De Un Sistema De Gestión Integral De Residuos Sólidos Urbanos Para El Área Metropolitana Mendoza*. México.
- Gaggero, E., & Ordoñez, M. (2012). *Gestión integral de Residuos Sólidos Urbanos*. Buenos Aires: OPDS.
- Gerencia de Medio Ambiente y Servicios, MPP. (2013). *Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la Provincia de Puno*. Puno.
- Gonzáles, G. L. (2011). *Tratamiento Y Disposición Final Situación Actual Y Alternativas Futuras*. Cámara Argentina de la Construcción: Buenos Aires.
- Idme, M. A. (2013). *Estudio de Caracterización Física de Residuos Sólidos del distrito de Puno*. Puno.

- KDM energía s. a. (2011). *Proyecto Generación Eléctrica con Gas de Relleno Sanitario*. Santiago, Chile: KDM ENERGÍA S.A.
- Leff, E. (2008). *Discursos Sustentables*. México: SIGLO XXI.
- (2004). *Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos*. Lima.
- López Aguila, I., & Chagollan Amaral, F. (2006). *Ecología*. Jalisco, México: Umbral Editorial S.A. de C.V.
- Mackenzie L., D., & Masten J., S. (2004). *Ingeniería y Ciencias Ambientales*. Mexico D.F.: McGraw-Hill.
- Mancomunidad de la Comarca de Pamplona. (10 de marzo de 2015). *Mancomunidad de la Comarca de Pamplona*. Obtenido de <http://www.mcp.es/residuos/gestion-de-residuos/>: <http://www.mcp.es/>
- MINAM, M. d. (2013). *Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual*. Lima, Perú: MINAM.
- Ministerio del Ambiente - MINAM. (2011). *Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado*. Lima, Perú: Ministerio del Ambiente - MINAM.
- Municipalidad Provincial de Puno. (2011). *Plan de Desarrollo Provincial Concertado 2011-2021*. MPP: Puno.
- MVCS-Dirección Nacional de Urbanismo. (2011). *Sistema Nacional de Estándares de Urbanismo*. Lima.
- Neufert, E. (1995). *Arte de Proyectar en Arquitectura*. Barcelona, España: Gustavo Gili.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA. (2014). *La Fiscalización Ambiental en los Residuos Sólidos*. Lima: Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú.
- Panero, J., & Zelnik, M. (1996). *Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores*. México D.F.: G. GILI, S.A. de C.V.
- Plazola Cisneros, A. (1994). *Enciclopedia de Arquitectura Plazola*. México: PLAZOLA EDITORES.
- RAMIREZ DORAZCO, M. A. (2012). *Historia de la Arquitectura II*. Estado de Mexico: RED TERCER MILENIO S.C.
- Sampieri, R. H., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación 4ta Edición*. Mexico D.F.: McGraw-Hill.
- SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA. (1985). *Ecotecnología: Un Marco Conceptual*. México: SEUDE.
- SEMARNAT. (2011). *Minimización Y Manejo Ambiental De Los Residuos Sólidos*. Mexico: SEMARNAT.
- Tchobanoglous, G. (1994). *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Madrid, España: McGRAW HILL.

ANEXOS.

ANEXO I: VISTAS DEL PROYECTO.

IMAGEN N° 14: PLANIMETRÍA GENERAL



IMAGEN N° 15: PLANIMETRÍA DEL COMPLEJO PARA EL TRATAMIENTO DE RSU



IMAGEN N° 16: INGRESO Y CONTROL PARA VEHÍCULOS PESADOS



IMAGEN N° 17: PLANTA DE TRATAMIENTO Y SEGREGACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS



IMAGEN N° 18: PLANTA PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPOST



IMAGEN N° 19: ÁREA ADMINISTRATIVA



IMAGEN N° 20: ÁREA PARA BIOHUERTO Y ZONA DE ACLIMATACIÓN DE ESPECIES



IMAGEN N° 21: PERSPECTIVA-INGRESO PARA VEHÍCULOS PESADOS

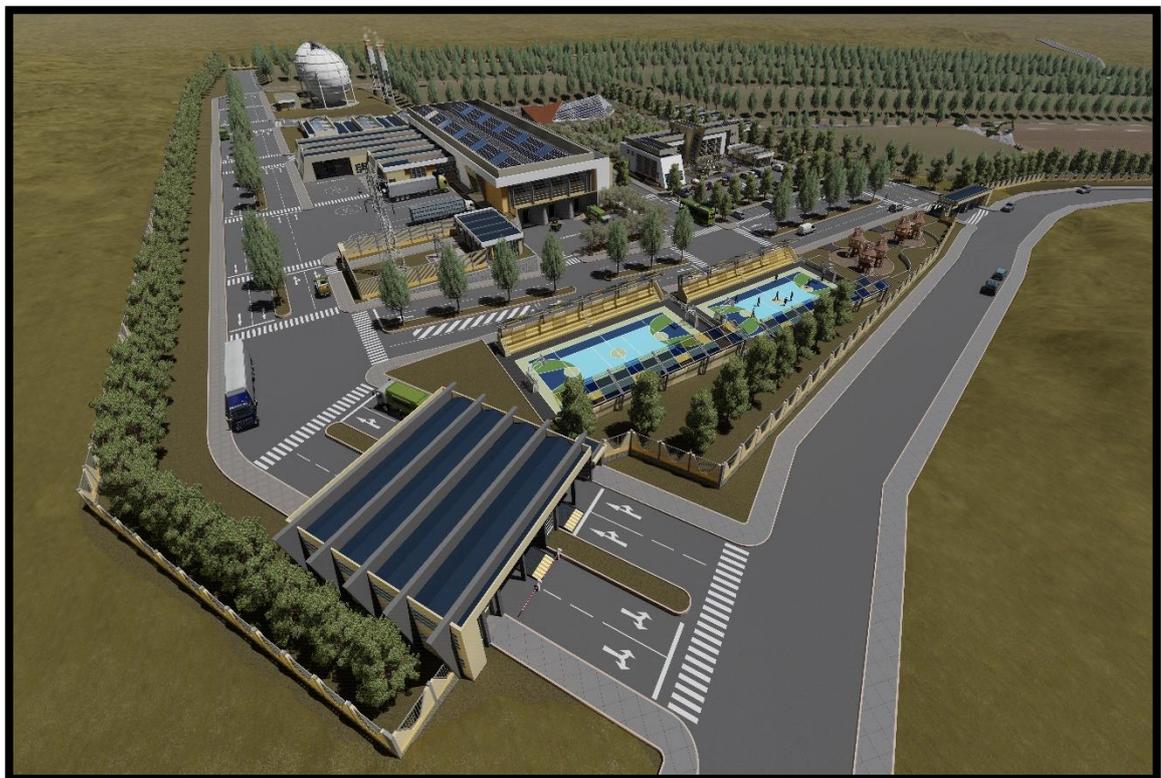


IMAGEN N° 22: PERSPECTIVA-INGRESO PARA VEHÍCULOS LIVIANOS



Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO II: PLANOS DE UBICACIÓN Y ARQUITECTURA.

- **U-01 PLANO DE LOCALIZACIÓN.**
- **U-02 PLANO DE UBICACIÓN Y PERIMÉTRICO.**
- **T-01 PLANO TOPOGRÁFICO.**
- **A-01 PLANIMETRÍA GENERAL.**
- **A-02 PLANIMETRÍA GENERAL DEL COMPLEJO PARA RSU – PLANTA DE TRATAMIENTO DE RSU.**
- **A-03 ÁREA ADMINISTRATIVA Y SERVICIOS COMPLEMENTARIOS.**
- **A-04 PLANTA DE TRATAMIENTO DE RSU – PRIMER NIVEL.**
- **A-05 PLANTA DE TRATAMIENTO DE RSU – SEGUNDO NIVEL Y, PLANTA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS.**

- **A-06 PLANTA DE TRATAMIENTO DE RSU - TERCER NIVEL Y, PLANO DE TECHOS.**
- **A-07 PLANTA DE COMPOSTAJE, PLANTA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA Y SERVICIOS.**
- **A-08 PLANTA DE SUCCIÓN E IMPULSIÓN DE BIOGÁS, BIOHUERTO Y TALLER MECÁNICO.**
- **A-09 PLANO DE CONTROL E INGRESO AL COMPLEJO.**
- **A-10 ELEVACIONES EN CONJUNTO.**
- **A-11 ELEVACIONES – ÁREA ADMINISTRATIVA, PLANTA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA Y BIOHUERTO.**
- **A-12 ELEVACIONES – PLANTA PARA TRATAMIENTO DE RSU, COMPOSTAJE Y TALLER MECÁNICO.**
- **A-13 CORTES Y SECCIONES – PLANTA PARA TRATAMIENTO DE RSU.**
- **A-14 SECCIONES Y PLANO DE TECHOS - PLANTA PARA TRATAMIENTO DE RSU.**
- **A-15 CORTES Y SECCIONES – ÁREA ADMINISTRATIVA.**
- **A-16 CORTES Y SECCIONES – BIOHUERTO Y, PLANO DE TECHOS– ÁREA ADMINISTRATIVA Y BIOHUERTO.**