

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente

Escuela profesional de Arquitectura



ARQUITECTURA INDUSTRIAL: PLANTA DE SEGREGACION, VALORIZACION Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS PARA AREQUIPA METROPOLITANA

Tesis presentada por:

Bach. Arq. Herberth Ismael Jara Paredes

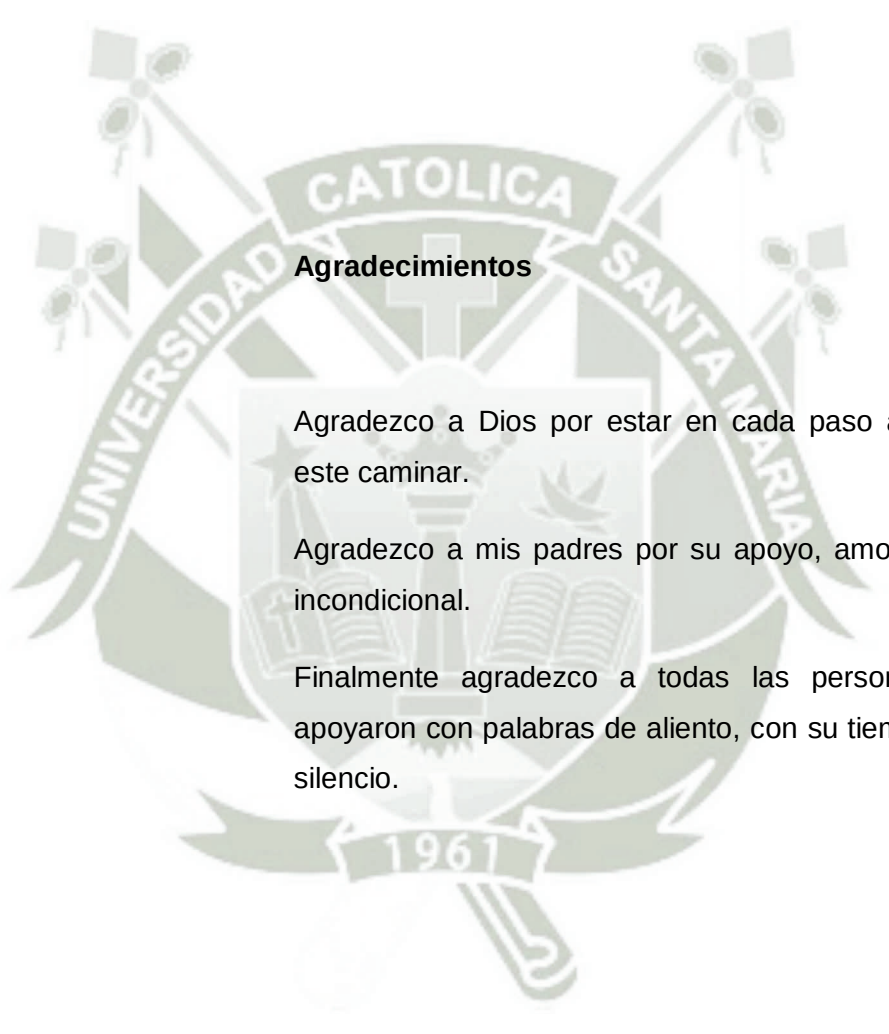
Para optar por el Título Profesional de Arquitecto

Asesor:

Arq. Raúl Carlos Javier Damiani Najarro

Arequipa – Perú

2017



Agradecimientos

Agradezco a Dios por estar en cada paso a lo largo de este caminar.

Agradezco a mis padres por su apoyo, amor y paciencia incondicional.

Finalmente agradezco a todas las personas que me apoyaron con palabras de aliento, con su tiempo, y con su silencio.

***"SON MUCHAS LAS MANOS Y LOS CORAZONES
QUE CONTRIBUYEN AL ÉXITO DE UNA PERSONA"***

-Walter Elías Disney-

INDICE

LISTA DE ACRÓNIMOS

LISTA DE ILUSTRACIONES

LISTA DE TABLAS

LISTADO DE PLANOS

INTRODUCCION 1

CAPITULO I: TEMATIZACIÓN 2

A. La problemática

1. Contexto de la problemática 3

2. Definición y formulación del problema 4

3. Dinámica del problema 6

4. Justificaciones y motivaciones 6

5. Alcances y limitaciones 7

B. Objetivos

1. General 8

2. Específicos 8

C. Selección del área de intervención 9

D. Las variables y la investigación

1. Las variables 11

2. Metodología de la investigación 12

CAPITULO II – MARCO TEORICO CONCEPTUAL 14

A. Ecología Urbana

1. Metabolismo Urbano

1.1. Lineal 16

1.2. Circular 16

2. Los recursos naturales

2.1. El aire 18

2.2. El agua	19
2.3. El suelo	21
2.4. La energía	23
3. Generación de residuos sólidos y sus factores contaminantes	
3.1. Los residuos urbanos	26
3.2. Contaminación por residuos	37
4. El desarrollo sostenible	40
B. La ingeniería industrial en la gestión de RSU	
1. Componentes de la G-RSU	
1.1. Generación de residuos	46
1.2. Recolección y transporte	46
1.3. Separación, almacenamiento y valorización final	47
1.4. Disposición final	48
1.5. Recuperación de materia y energía	49
2. Componentes del SIG-RSU	
2.1. Reducción del consumo	50
2.2. Reutilización en origen	51
2.3. Generación de residuos	52
2.4. Manipulación, separación y almacenamiento	52
2.5. Recolección y transporte	53
2.6. Tratamiento y valorización final	57
2.7. Disposición final	64
2.8. Recuperación de materia y energía	73
C. Arquitectura Eco-industrial	
1. Las ciencias inter-relacionales e interdisciplinarias	
1.1. Arquitectura ecológica	80
1.2. Arquitectura industrial	84
2. La arquitectura Eco-industrial	
2.1. La permacultura como principio	85
2.2. La teoría general de sistemas	89
D. Conclusión capitular	91

CAPITULO III – MARCO NORMATIVO

92

A. Análisis de la normatividad

- | | |
|-------------------------------|----|
| 1. Normatividad internacional | 93 |
| 2. Normatividad nacional | 94 |

B. Competencias de los niveles de gobierno

- | | |
|------------------------------------|-----|
| 1. Autoridades competentes | |
| 1.1. Ministerio de Salud | 100 |
| 1.2. Ministerio del Ambiente | 102 |
| 1.3. Gobiernos locales | 102 |
| 1.4. Otras autoridades competentes | 104 |
| 2. Análisis de competencias | 104 |

C. Conclusión capitular

105

CAPITULO IV – MARCO REFERENCIAL

107

A. Análisis de las experiencias confiables

- | | |
|------------------------------------|-----|
| 1. “Las Dehesas” | 109 |
| 1.1. Análisis de las políticas | 110 |
| 1.2. Análisis funcional | |
| 1.2.1. Ubicación y accesibilidad | 110 |
| 1.2.2. Zonificación | 112 |
| 1.2.3. Circulaciones | 113 |
| 1.3. Análisis formal y estilístico | |
| 1.3.1. Geometrización | 114 |
| 1.3.2. Relación espacial | 115 |
| 1.3.3. La piel | 116 |
| 1.4. Análisis constructivo | 118 |
| 2. “CTRV” | 119 |
| 2.1. Análisis de las políticas | 120 |
| 2.2. Análisis funcional | |
| 2.2.1. Ubicación y accesibilidad | 121 |
| 2.2.2. Zonificación | 122 |
| 2.2.3. Circulaciones | 123 |

2.3. Análisis formal y estilístico	
2.3.1. Geometrización	124
2.3.2. Relación espacial	125
2.3.3. La piel	126
2.4. Análisis constructivo	127
3. Algimia de Alfara	129
3.1. Análisis de las políticas	129
3.2. Análisis funcional	
3.2.1. Ubicación y accesibilidad	130
3.2.2. Zonificación	132
3.2.3. Circulaciones	134
3.3. Análisis formal y estilístico	
3.3.1. Geometrización	135
3.3.2. Relación espacial	137
3.3.3. La piel	138
3.4. Análisis constructivo	138
B. Cuadro resumen	
1. Estado, ubicación y accesibilidad	140
2. Respuesta formal al entorno	140
3. Circulaciones	141
4. Materiales y técnica constructiva	142
5. Reutilización de las instalaciones	142
<u>CAPITULO V – MARCO REAL</u>	<u>143</u>
A. Dinámica Territorial	
1. Dinámica externa – Arequipa Metropolitana	144
1.1. Planificación Urbana	144
1.2. Ubicación geográfica y estructura física	146
1.3. Aspectos socioeconómicas y culturales	149
1.3.1. Población urbana	149
1.3.2. Población económicamente activa	151
1.3.3. Pobreza urbana	154
1.3.4. Nivel educativo y analfabetismo	156

1.4. Manejo de residuos	
1.4.1. Aspectos técnico-operativos	160
1.4.2. Generación	160
1.4.3. Composición	162
1.4.4. Densidad y humedad	162
1.4.5. Almacenamiento	164
1.4.6. Puntos críticos	165
1.4.7. Recolección	166
1.4.8. Transferencia y disposición final	167
1.4.9. Segregación de residuos reaprovechables	168
1.4.10. Costos y financiamiento	169
2. Dinámica interna – Pampa Escalerilla	
2.1. Emplazamiento y límites del área de intervención	172
2.2. Accesibilidad	176
2.3. Análisis topográfico	177
2.4. Análisis climatológico	
2.4.1. Carta estereográfica	179
2.4.2. Factores de soleamiento	180
2.4.3. Temperatura	182
2.4.4. Orientación optima	182
2.4.5. Vientos	183
2.5. Análisis geológico	185
2.6. Análisis geomorfológico	187
2.7. Análisis hídrico	188
2.8. Riesgos y peligros	189
2.9. Mapa resumen de los riesgos y peligros	190
B. Conclusión capitular	192
<u>CAPITULO VI – PROPUESTA URBANO ARQUITECTONICA</u>	194
A. Análisis preliminar	195
1. Análisis del contexto interno (Pampa Escalerilla)	
1.1. Análisis físico espacial	195
1.2. Análisis topográfico y geomorfológico	196

1.3. Análisis de accesibilidad	197
1.4. Análisis climático	198
B. Conceptualización del proyecto	199
C. Programación urbana	200
1. Tamaño poblacional y cantidad de RSU producidos	
1.1. Proyección demográfica	200
1.2. Proyección de producción per cápita	200
1.3. Proyección de producción de RSU	201
2. Segregación de residuos reaprovechables	
2.1. Reciclaje de residuos reaprovechables	201
2.2. Residuos restantes post-segregación (rechazo)	202
3. Área y volumen necesario para el relleno sanitario	203
4. Diagrama de flujo	204
5. El programa	205
D. La propuesta urbana	
1. Idea conceptual urbana	206
2. Sistema de ordenamiento territorial	
2.1. Comprendiendo el lugar	206
2.2. Orden y geometría	209
3. Sistema funcional	210
4. Sistema formal	211
5. Sistema de captación de gas, lixiviados, y aguas residuales	212
6. Sistema de protección de agentes externos	213
E. Programación arquitectónica	
1. Diagrama funcional	214
2. Diagrama de relaciones	215
3. El programa	
3.1. Cuantitativa	216
3.2. Cualitativa	216

F. La propuesta arquitectónica	
1. El usuario	217
2. Idea conceptual arquitectónica	218
3. Premisas y estrategias de diseño	219
4. Análisis funcional	
4.1. Ubicación y accesibilidad	220
4.2. Zonificación	221
4.3. Componentes del proyecto	224
4.4. Circulaciones	227
5. Análisis formal y estilístico	
5.1. Geometrización	230
5.2. Relación espacial	231
5.3. La piel	232
6. Análisis constructivo y funcional	233
6.1. Sistema estructural de concreto armado	234
6.2. Sistema estructural de acero	236
7. Archivo fotográfico	239
G. Presupuesto de obra y financiamiento	
1. Análisis de costos unitarios	242
2. Presupuesto de obra	242
3. Financiamiento	242
H. Memorias descriptivas	
1. Arquitectura	245
2. Estructuras	249
3. Instalaciones sanitarias	250
4. Instalaciones eléctricas y mecánicas	253
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	<u>255</u>
<u>ANEXOS</u>	<u>259</u>

LISTA DE ACRONIMOS

ALC	-	América Latina y el Caribe
AIDIS	-	Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental
AM	-	Arequipa Metropolitana
BID	-	Banco Interamericano de Desarrollo
EC	-	Edificio Conexo
LER	-	Listado Europeo de Residuos
OPS	-	Organización Panamericana de la Salud
MINAM	-	Ministerio del Ambiente
CONAM	-	Consejo Nacional del Ambiente
MINSa	-	Ministerio de Salud
RRUU	-	Residuos Urbanos
RSU	-	Residuos Sólidos Urbanos
EPSRS	-	Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos
ECRS	-	Empresa Comercializadora de Residuos Sólidos
RSa	-	Relleno Sanitario
RSe	-	Relleno de Seguridad
Ptrans.	-	Planta de Transferencia
PSV	-	Planta de Segregación y Valorización
PBI	-	Producto Bruto Interno
PEA	-	Población Económicamente Activa
No PEA	-	Población Económicamente NO Activa
PET	-	Población en Edad de Trabajar
OIT	-	Organización Internacional del Trabajo
CTR	-	Centro de Tratamiento de Residuos
INEI	-	Instituto Nacional de Estadística e Informática
DIGESA	-	Dirección General de Salud Ambiental
INGEMMET	-	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico
PLANAA	-	Plan Nacional de Acción Ambiental
G-RSU	-	Gestión de Residuos Sólidos Urbanos
SUM	-	Salón de Usos Múltiples

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración N°1.	Ubicación de los botaderos urbanos respecto al área metropolitana de Arequipa	9
Ilustración N°2.	Esquema metodológico	13
Ilustración N°3.	Metabolismo Lineal.....	16
Ilustración N°4.	Metabolismo Circular	16
Ilustración N°5.	Metabolismo urbano cíclico.....	17
Ilustración N°6.	El ciclo del agua.....	19
Ilustración N°7.	Usos de agua fresca en el mundo en 2005.	21
Ilustración N°8.	Historia/tendencia de la comercialización de energía primaria en el mundo 1990–2035.	25
Ilustración N°9.	Selección y diferencia en una línea de producción entre residuo y subproducto.....	27
Ilustración N°10.	El Desarrollo Sostenible.	41
Ilustración N°11.	Escenario actual del desarrollo mundial entre 1900 y 2100.	42
Ilustración N°12.	Sistematización de la G-RSU.	45
Ilustración N°13.	Depósito de residuos en el Botadero de “Quebrada Honda”. ...	49
Ilustración N°14.	Sistematización del SIG-RSU.	50
Ilustración N°15.	Etapabilidad del sistema de recolección y transporte (a través de una planta de transferencia) de RSU.	53
Ilustración N°16.	Corte e isometría de una planta de transferencia directa.....	54
Ilustración N°17.	Trasbordo de residuos sólidos en estaciones de transferencia indirecta.	54
Ilustración N°18.	Esquema del sistema de recogida neumática de RSU.	55
Ilustración N°19.	Sistema típico de transporte de residuos neumáticos para bloques de viviendas elevados.	56
Ilustración N°20.	Esquema general del funcionamiento de una planta de tratamiento y recuperación de RSU.	57
Ilustración N°21.	Criba vibratoria - Isometría.....	58
Ilustración N°22.	Trómel giratorio - Isometría	58
Ilustración N°23.	Criba de discos - Isometría.....	58
Ilustración N°24.	Criba vibratoria (Mogensen) – Sección.....	58
Ilustración N°25.	Trómel giratorio - Sección.	58
Ilustración N°26.	Criba de discos - Sección.....	58
Ilustración N°27.	Trituradora de martillo de Hong Ji.	59

Ilustración N°28.	Trituradora de martillo - Isometría.....	59
Ilustración N°29.	Molino batiente - Sección.....	59
Ilustración N°30.	Molino batiente - Planta.....	59
Ilustración N°31.	Molino de discos cortantes - Sección.....	59
Ilustración N°32.	Molino de discos cortantes – Isometría.....	59
Ilustración N°33.	Esquema de funcionamiento de un clasificador neumático.	60
Ilustración N°34.	Separador de airea con ventilador interno de la casa Sturtevant.	60
Ilustración N°35.	Esquema de diseño funcional de clasificadores neumáticos.....	60
Ilustración N°36.	Separador balístico - Sección.	61
Ilustración N°37.	Separador balístico – Isometría.	61
Ilustración N°38.	Separador magnético.	61
Ilustración N°39.	Separador por corriente de Foucault.	61
Ilustración N°40.	Clasificador óptico - Sección.....	62
Ilustración N°41.	Proceso de separación manual.....	62
Ilustración N°42.	Empacadora de reciclaje de residuos de papel de seda.	63
Ilustración N°43.	Peletizadora de plástico.	63
Ilustración N°44.	Esquema de operaciones y procesos en un relleno sanitario. ..	64
Ilustración N°45.	Desarrollo y clausura de un relleno sanitario de residuos sólidos.	65
Ilustración N°46.	Métodos de vertido comúnmente utilizados.	70
Ilustración N°47.	Esquema general del funcionamiento de la logística inversa.....	74
Ilustración N°48.	Esquema general del funcionamiento de una planta de compostaje.....	75
Ilustración N°49.	Esquema general del funcionamiento de una planta de biometanización.....	77
Ilustración N°50.	Diagrama de flujo del proceso de una planta de incineración.....	79
Ilustración N°51.	Frontis de la Academia de Mont-Cenis, Alemania.....	81
Ilustración N°52.	Ciclo de vida de un producto.....	83
Ilustración N°53.	Tipos de ciclos de vida de un producto.....	83
Ilustración N°54.	Principios éticos y de diseño de la permacultura.....	86
Ilustración N°55.	La flor de la permacultura.....	88
Ilustración N°56.	Residuos: Alternativas de Gestión. Salamanca, España	109
Ilustración N°57.	Vista peatonal del ingreso al complejo.....	111

Ilustración N°58.	Vista satelital del ingreso al complejo y la zona de estacionamiento.....	111
Ilustración N°59.	Recorrido y ubicación del CTR Las Dehesas con respecto al centro histórico de la ciudad de Madrid	111
Ilustración N°60.	Zonificación satelital del complejo.....	112
Ilustración N°61.	Zonificación interna de la planta de clasificación y subproductos	113
Ilustración N°62.	Plano de zonificación y circulaciones de la planta de clasificación.....	114
Ilustración N°63.	Esquema en planta y alzado de la geometrización de la planta compostaje y de la planta de clasificación	115
Ilustración N°64.	Vista aérea de la planta de tratamiento y la planta de compostaje.....	116
Ilustración N°65.	Esquematización de la volumetría de la planta de compostaje (primer boceto) y la planta de clasificación (segundo boceto).....	116
Ilustración N°66.	Vista aérea de la planta de clasificación	117
Ilustración N°67.	Vista de la cobertura vegetal de la planta de clasificación.	117
Ilustración N°68.	Vista interna de la estructura de la planta de clasificación	118
Ilustración N°69.	Vista aérea del centro de tratamiento de residuos del Valles. .	119
Ilustración N°70.	Recorrido y ubicación del CTRV con respecto al municipio de Vacarisses y de Terrasa	121
Ilustración N°71.	Vista peatonal del ingreso principal al complejo	121
Ilustración N°72.	Zonificación interna del centro de tratamiento de residuos del Valles Occidental	122
Ilustración N°73.	Plano de zonificación y circulaciones de servicio del Centro ...	123
Ilustración N°74.	Plano de zonificación y circulaciones funcionales del Centro ..	124
Ilustración N°75.	Esquema en planta de la geometrización del centro.....	124
Ilustración N°76.	Sección transversal A-A*.....	125
Ilustración N°77.	Sección trasversal B-B*	125
Ilustración N°78.	Vista aérea del CTRV	125
Ilustración N°79.	Sección Longitudinal C-C*, relación de alturas.....	126
Ilustración N°80.	Sección Trasversal A-A*, relación de alturas.....	126
Ilustración N°81.	Esquematización aérea de la cobertura vegetal del Centro.....	127
Ilustración N°82.	Vista en planta de la cobertura vegetal del Centro.....	127
Ilustración N°83.	Sección del contrafuerte perimetral típico.....	128

Ilustración N°84.	Armado de canastillas para el vaciado de losas de cimentación.....	128
Ilustración N°85.	Vista peatonal interna y externa de la estructura aporticada del Centro.	128
Ilustración N°86.	Vista aérea de la instalación del forjado colaborante de la cobertura.	128
Ilustración N°87.	Vista aérea de la planta de tratamiento de residuos Algimia de Alfara.....	129
Ilustración N°88.	Recorrido y ubicación de tratamiento de residuos Algimia de Alfara con respecto a la carretera Mudéjar de Algimia de la comarca de Sagunto.....	131
Ilustración N°89.	Vista peatonal del ingreso al complejo.....	131
Ilustración N°90.	Vista satelital del ingreso a planta de tratamiento	131
Ilustración N°91.	Zonificación de la planta de tratamiento de residuos Algimia de Alfara	132
Ilustración N°92.	Zonificación interna de la primera planta del edificio administrativo	133
Ilustración N°93.	Zonificación interna de la segunda planta del edificio administrativo	133
Ilustración N°94.	Zonificación interna de la tercera planta del edificio administrativo.....	133
Ilustración N°95.	Esquema de circulación de visitas de la planta de tratamiento	134
Ilustración N°96.	Esquema de zonificación y circulación de los residuos de la planta de tratamiento	135
Ilustración N°97.	Esquema en planta de la geometrización de la planta de tratamiento	136
Ilustración N°98.	Geometrización del corte B-B*	136
Ilustración N°99.	Geometrización del corte C-C*	136
Ilustración N°100.	Geometrización del corte A-A*	136
Ilustración N°101.	Relación espacial del corte A-A*	137
Ilustración N°102.	Relación espacial del corte D-D*.....	137
Ilustración N°103.	Relación espacial del corte C-C*.....	137
Ilustración N°104.	Relación espacial de la planta con respecto a su entorno.	138
Ilustración N°105.	Vista de la cobertura de aluminio corrugado de la planta de tratamiento.	138

Ilustración N°106.	Vista aérea del proceso constructivo de la planta de tratamiento, evidenciando su estructura interna.	139
Ilustración N°107.	Mapeo distrital (urbano y rural) del área metropolitana de Arequipa.....	148
Ilustración N°108.	Proyección del índice de crecimiento poblacional.	149
Ilustración N°109.	Crecimiento poblacional urbano proyectado (miles).....	150
Ilustración N°110.	Estructura de la población según condición de actividad	151
Ilustración N°111.	Contraste distrital de PEA (%).....	153
Ilustración N°112.	Viviendas por tipo de vivienda (%)	155
Ilustración N°113.	Viviendas con presencia de abastecimiento de energía eléctrica de red pública.....	155
Ilustración N°114.	Viviendas por tipo de conexión de servicios higiénicos.....	155
Ilustración N°115.	Mapeo de la pobreza urbana y rural de la provincia de Arequipa. 2012.	156
Ilustración N°116.	Educación inicial	157
Ilustración N°117.	Educación media e incompleta superior.	157
Ilustración N°118.	Educación superior completa.	158
Ilustración N°119.	Analfabetismo 2007 – 2015.	159
Ilustración N°120.	Proyección de la generación Per cápita (kg/hab/día)	161
Ilustración N°121.	Proyección de la generación de RSU (ton/día)	162
Ilustración N°122.	“Ubicación de la planta de transferencia y de los botaderos de la ciudad con referencia a la procedencia distrital de los residuos que albergan”	167
Ilustración N°123.	“Hangar de la planta de transferencia”.....	168
Ilustración N°124.	“Descarga de camión compactador”	168
Ilustración N°125.	“Recepción de Camión Madrina (Semitráiler)”	168
Ilustración N°126.	Esquematzación de la ubicación con referencia mundial.	172
Ilustración N°127.	Esquematzación de la ubicación con referencia al país.	172
Ilustración N°128.	Esquematzación de la ubicación con referencia al departamento.....	172
Ilustración N°129.	Esquematzación de la ubicación con referencia a la provincia.....	172
Ilustración N°130.	Esquematzación de la ubicación con referencia del distrito – Zona Pampa Escalerilla.	173
Ilustración N°131.	Plot Plan del terreno y dirección de las vistas más importantes.	173

Ilustración N°132.	Cultivos dentro de la zona del Vertedero.	174
Ilustración N°133.	Empozamiento de líquidos lixiviados producto de la descomposición de los residuos del vertedero.	174
Ilustración N°134.	Perímetro entre el vertedero y la vía de acceso principal.	175
Ilustración N°135.	Trazo vial dentro del vertedero.....	175
Ilustración N°136.	Zona de emplazamiento de viviendas y delimitación de los terrenos invasores.	175
Ilustración N°137.	Esquemmatización de los elementos existentes en el terreno....	176
Ilustración N°138.	Planimetría topografía del terreno (cada 1 m) y exteriores (cada 5m).....	177
Ilustración N°139.	Esquema isométrico topográfico con los limites naturales y antropológicos existentes.	178
Ilustración N°140.	Carta estereográfica del terreno.....	179
Ilustración N°141.	Isometrías solares percibidas a las 9:45am del 28 de junio y del 28 de diciembre	180
Ilustración N°142.	Diagrama de radiación solar directa y difusa en Pampa Escalerilla.....	180
Ilustración N°143.	Diagrama 3D de la nubosidad (en hrs y semanas) en Pampa Escalerilla	181
Ilustración N°144.	Diagrama de humedad relativa en Pampa Escalerilla	181
Ilustración N°145.	Diagrama de las temperaturas anuales en Pampa Escalerilla.....	182
Ilustración N°146.	Diagrama estereográfico de orientación optima en Pampa Escalerilla	183
Ilustración N°147.	Diagrama de la direccionalidad predominante del viento en Pampa Escalerilla	184
Ilustración N°148.	Diagramas de la intensidad (velocidad) del viento según direccionalidad en Pampa Escalerilla	184
Ilustración N°149.	Mapa geológico de la zona oeste de Arequipa.	185
Ilustración N°150.	Esquemmatización del mapa geológico de la zona oeste de Arequipa.....	186
Ilustración N°151.	Mapa geomorfológico de Pampa Escalerilla	187
Ilustración N°152.	Mapa hidrológico de la zona oeste de la ciudad y de Pampa Escalerilla	188
Ilustración N°153.	Esquema isométrico topográfico para el análisis de riesgos eólicos - Pampa Escalerilla.	189

Ilustración N°154.	Esquema isométrico topográfico para el análisis de riesgos por desborde - Pampa Escalerilla.	189
Ilustración N°155.	Esquema isométrico topográfico para el análisis de riesgo volcánico - Pampa Escalerilla.	190
Ilustración N°156.	Esquema isométrico topográfico para el análisis de riesgos por erosión - Pampa Escalerilla.	190
Ilustración N°157.	Mapeo resumen de las zonas vulnerables del terreno - Pampa Escalerilla.	191
Ilustración N°158.	Zonificación geomorfológica de la isometría topográfica del área de intervención y alrededores	196
Ilustración N°159.	Mapeo de las rutas de recolección distrital de RSU hacia la planta de transferencia y la planta La Escalerilla.	197
Ilustración N°160.	Diagnostico climático del área de intervención.	198
Ilustración N°161.	Ilustración conceptual del proyecto.	199
Ilustración N°162.	Diagrama de funcionamiento del sistema urbano del proyecto.	204
Ilustración N°163.	Valorización utilitaria de la topografía.	207
Ilustración N°164.	Valorización utilitaria de la accesibilidad.	207
Ilustración N°165.	Valorización utilitaria de la incidencia de vientos.....	207
Ilustración N°166.	Valorización utilitaria de la hidrografía.	208
Ilustración N°167.	Valorización utilitaria de la presencia de agentes contaminantes.	208
Ilustración N°168.	Valorización utilitaria resultante.	208
Ilustración N°169.	Disposición de los ejes ordenadores, eje solar y eje de vientos.	209
Ilustración N°170.	Zonificación de las actividades del proyecto (segunda macro-etapa).	210
Ilustración N°171.	Zonificación de los elementos urbanos dentro del terreno.	211
Ilustración N°172.	Diagrama de canalización para la recepción de lixiviados y gases producidos dentro del relleno sanitario.....	212
Ilustración N°173.	Diagrama de disposición de los macizos forestales según protección y canalización de vientos, y según disposición geométrica del proyecto.	213
Ilustración N°174.	Diagrama funcional del proyecto	214
Ilustración N°175.	Diagrama de relaciones.	215

Ilustración N°176.	Empleado administrativo.	217
Ilustración N°177.	Público visitante.	217
Ilustración N°178.	Empleado laboratorista.	217
Ilustración N°179.	Personal obrero.	218
Ilustración N°180.	Premisas y estrategias de diseño – Direccionalidad del partido	219
Ilustración N°181.	Premisas y estrategias de diseño – Adición volumétrica.....	219
Ilustración N°182.	Premisas y estrategias de diseño – Adición del Edificio Conexo.	220
Ilustración N°183.	Premisas y estrategias de diseño – Apertura de vanos cenitales y direccionalidad de captación fotovoltaica.	220
Ilustración N°184.	Recorrido y ubicación del ingreso al relleno sanitario	221
Ilustración N°185.	Planimetría y composición física del ingreso al proyecto; (ingreso principal: vehículos pesados y ligeros, ingreso de servicio)	222
Ilustración N°186.	Planimetría y zonificación de actividades internas y de ingresos diferenciados	222
Ilustración N°187.	Isometría del Edificio Conexo y ubicación del sector industrial.....	224
Ilustración N°188.	Isometría del Edificio Conexo y ubicación del sector de motivación y difusión del conocimiento.....	224
Ilustración N°189.	Isometría del Edificio Conexo y ubicación del sector administrativo.....	225
Ilustración N°190.	Isometría del Edificio Conexo y ubicación del sector de servicio.....	225
Ilustración N°191.	Isometría del Edificio Conexo y ubicación del sector del personal obrero.	226
Ilustración N°192.	Isometría del Edificio Conexo y ubicación del sector de investigación.	226
Ilustración N°193.	Diagramas de circulación por tipo de usuario circuito de administración y de laboratorios.	227
Ilustración N°194.	Diagramas de circulación por tipo de usuario circuito de visitantes.	227
Ilustración N°195.	Diagramas de circulación por tipo de usuario circuito de servicio.	228

Ilustración N°196.	Diagramas de circulación por tipo de usuario circuito del personal industrial.	229
Ilustración N°197.	Esquema en planta de la geometrización de la planta de segregación.	230
Ilustración N°198.	Geometrización del corte transversal A-A*.	230
Ilustración N°199.	Geometrización del corte transversal B-B*.	230
Ilustración N°200.	Esquema en planta de la relación espacial de la planta de segregación.	231
Ilustración N°201.	Relación entre los espacio de la zona industrial y el edificio conexo; corte transversal B-B*.	231
Ilustración N°202.	Relación espacial entre el área de descarga de residuos y la zona industrial, así como la relación de pertenencia de la zona de segregación manual respecto a la zona industrial.	231
Ilustración N°203.	Esquema isométrico de la estructura de sostén de las planchas metálicas corrugadas, así como las partes que componen el cerramiento del sector industrial.	232
Ilustración N°204.	Esquema de instalación en el empalme de una plancha de cerramiento y una de cobertura.	232
Ilustración N°205.	Esquema de instalación en esquina entre planchas de cerramiento.	232
Ilustración N°206.	Esquema de instalación en el empalme entre planchas de cerramiento con una altura promedio de 15.10m.	232
Ilustración N°207.	Esquema isométrico de la composición edilicia del Edificio Conexo, así como el material principal del cual se componen.	233
Ilustración N°208.	Esquema estructural isométrico del volumen 1 del Edificio Conexo, junto con la especificación de sus partes.	234
Ilustración N°209.	Esquema estructural isométrico de los volúmenes 3 y 4 del Edificio Conexo, junto con la especificación de sus partes.	235
Ilustración N°210.	Esquema estructural isométrico del volumen 2 del Edificio Conexo, junto con la especificación de sus partes.	236
Ilustración N°211.	Esquema estructural isométrico de la columna metálica propia del hangar del sector industrial, junto con la especificación de sus partes.	237

Ilustración N°212.	Esquema isométrico de la estructura de sostén de las planchas metálicas corrugadas, así como las partes que componen la cobertura del sector industrial.	238
Ilustración N°213.	Esquema de instalación, empalme entre planchas de la cobertura con longitud promedio de 21.10m.	238
Ilustración N°214.	Esquema de instalación, empalme de una plancha de cobertura y una de cerramiento.	238
Ilustración N°215.	Especificación del tipo de elementos de anclaje de la plancha metálica con las correas de la armadura metálica..	238
Ilustración N°216.	Vista aérea del estacionamiento y la fachada principal.	239
Ilustración N°217.	Vista aérea del patio de maniobras y las fachadas industriales.	239
Ilustración N°218.	Vista peatonal de aula de inducción N°1	240
Ilustración N°219.	Vista aérea del Lobby principal.	240
Ilustración N°220.	Vista peatonal del laboratorio de análisis física y química.	241
Ilustración N°221.	Vista peatonal de la oficina de administración.	241
Ilustración N°222.	Esquema de ubicación de las particiones del Edificio Conexo.	249
Ilustración N°223.	Esquema de funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua a las instalaciones de la planta de segregación.	252

LISTA DE TABLAS

Tabla N°1.	Cuadro de valorización – botaderos urbanos de Arequipa.....	10
Tabla N°2.	Descripción de las variables de investigación	11
Tabla N°3.	Matriz de oferta total de energía primaria en América Latina y el mundo – 2000	26
Tabla N°4.	Lista europea de Residuos – 2015.....	31
Tabla N°5.	Composición de residuos sólidos en el Perú – 2010, 2011	34
Tabla N°6.	Datos típicos sobre peso específico y contenido en humedad.....	35
Tabla N°7.	Consideraciones técnicas, legales y sociales para la puesta en marcha de un relleno sanitario	71
Tabla N°8.	Metales cuyo principal uso está destinado a fabricar equipos electrónicos	73
Tabla N°9.	Línea del tiempo del marco legal nacional vinculada al SIG-RSU.....	95
Tabla N°10.	Cuadro comparativo de las experiencias confiables.....	140
Tabla N°11.	Variación en la tasa de crecimiento de Arequipa Metropolitana....	149
Tabla N°12.	Tamaño poblacional de Arequipa metropolitana.....	150
Tabla N°13.	Población urbana por condición de actividad económica	152
Tabla N°14.	Estructura poblacional según actividad económica	153
Tabla N°15.	Tipos de vivienda urbanas particulares	154
Tabla N°16.	Nivel educativo alcanzado según censo realizado	157
Tabla N°17.	Analfabetismo urbano	158
Tabla N°18.	Generación per cápita.....	160
Tabla N°19.	Generación de residuos sólidos urbanos, 2012.....	161
Tabla N°20.	Composición física de los residuos sólidos urbanos	163
Tabla N°21.	Peso específico / densidad.....	164
Tabla N°22.	Puntos de acopio y recipientes de almacenaje de residuos.....	165
Tabla N°23.	Numero de rutas por días calendario del servicio de recolección y transporte de los residuos en la provincia de Arequipa	166
Tabla N°24.	Cobro del servicio de limpieza 2004-2013	170
Tabla N°25.	Déficit financiero del servicio de limpieza 2004	170
Tabla N°26.	Déficit financiero del servicio de limpieza 2013	171
Tabla N°27.	Distancia de los puntos de recogida hacia la Planta de transferencia	179

Tabla N°28.	Proyección estadística poblacional	200
Tabla N°29.	Proyección estadística de producción per cápita.....	200
Tabla N°30.	Proyección estadística de la producción de residuos sólidos urbanos	201
Tabla N°31.	Proyección estadística del avance porcentual de la meta De reciclaje dispuesto por el PLANAA	202
Tabla N°32.	Proyección estadística de la producción total de rechazo	202
Tabla N°33.	Programación urbana cuantitativa.....	205
Tabla N°34.	Valorización y costo de la edificación.....	242
Tabla N°35.	Distribución de los circuitos del proyecto	253
Tabla N°36.	Cuadro general de cargas	254



LISTADO DE PLANOS (TOMO I)

Especialidad de Arquitectura:

- Plano de ubicación U-01
- Plano topográfico T-01
- Planimetría del conjunto Pm-01
- Planimetría del proyecto Pm-02
- Planta – sótano Ar-01
- Planta – 1er nivel Ar-02
- Planta – 2do nivel Ar-03
- Planta – 3er nivel Ar-04
- Planta – azotea Ar-05
- Planta industrial – 1er nivel Ar-06
- Planta industrial – 3er nivel Ar-07
- Planta de techos Ar-08
- Cortes..... Ar-09
- Cortes..... Ar-10
- Elevaciones..... Ar-11
- Elevaciones..... Ar-12

Especialidad de Estructuras:

- Cimentaciones (Partición 1 y 2).....Es-01
- Cimentaciones (Partición 3)Es-02
- Cimentaciones (Partición 4)Es-03
- Aligerado - sótano (Partición 1 y 2)Es-04
- Aligerado – sótano (Partición 3 y 4)Es-05
- Aligerado – 1er nivel (Partición 1 y 2)Es-06
- Aligerado – 1er nivel (Partición 3 y 4)Es-07
- Aligerado – 2do nivel (Partición 1 y 2).....Es-08
- Aligerado – 2do nivel (Partición 3 y 4).....Es-09
- Aligerado – 3er nivel (Partición 1 y 2)Es-10
- Aligerado – 3er nivel (Partición 3 y 4)Es-11
- Aligerado – azotea.....Es-12

LISTADO DE PLANOS (TOMO II)

Especialidad de Instalaciones Eléctricas:

- Planimetría.....Ele-01
- Esquema de tableros generales.....Ele-02
- Esquema de tableros generales.....Ele-03
- Sótano (luminarias).....Ele-04
- Sótano (tomacorrientes)Ele-05
- 1er nivel (luminarias)Ele-06
- 1er nivel (tomacorrientes).....Ele-07
- 2do nivel (luminarias).....Ele-08
- 2do nivel (tomacorrientes).....Ele-09
- 3er nivel (luminarias)Ele-10
- 3er nivel (tomacorrientesEle-11
- AzoteaEle-12
- Electromecánicas – sótanoMe-01
- Electromecánicas – 1er nivel.....Me-02
- Electromecánicas – 2do nivel.....Me-03
- Electromecánicas – 3er nivel.....Me-04
- Electromecánicas – azoteaMe-05

Especialidad de Instalaciones Sanitarias:

- Planimetría..... Sa-01
- Sótano..... Sa-02
- 1er nivel..... Sa-03
- 2do nivel..... Sa-04
- 3er nivel..... Sa-05
- Azotea Sa-06

Resumen

Las ciudades son entes vivos realizan procesos metabólicos, es decir que consumen recursos y generan residuos, y el destino de cada uno de estos seres vivos estará en relación directa a la gestión que realicen tanto en sus *inputs* como en sus *outputs*, en la actualidad se realiza una gestión de residuos en donde la prioridad radica en la correcta disposición final de residuos sólidos urbanos (fin del ciclo), mientras que un sistema integral de gestión de residuos no solo se ocupa en la correcta disposición final de residuos sólidos urbanos, sino que involucra tanto a las empresas productoras e importadoras del producto (inicio de ciclo), como a la población que lo adquiere (inicio de etapa de disposición final) haciendo énfasis en la reinserción de materia en nuevos ciclos de vida útil para la realización de subproductos, tomando más consciencia en la extracción y el uso de los recursos.

El proyecto plantea la aplicación de los conceptos anteriormente mencionados para la construcción de una planta de segregación, valorización y disposición final de residuos sólidos urbanos, dentro de sus instalaciones también se plantean actividades socioculturales en temas relacionados al correcto manejo, almacenamiento y disposición final de los residuos que se generan día a día, así como el procesamiento que se realiza en la planta mediante un circuito de visitas; así como un sector destinado al análisis de muestras y de materiales relacionados con la producción y la disposición final de residuos. Por otra parte el proyecto propone la recaudación de energía a utilizar en sus instalaciones a través de la captación fotovoltaica y la licuación de los gases producidos en el relleno sanitario (a través de la planta de captación de gas), así como la reutilización de las dotaciones de agua (a través de las instalaciones de la planta de tratamiento de aguas). Ambas plantas como instalaciones de apoyo.

Palabras clave

Pluralidad de ciclos de vida, Metabolismo urbano circular, Sistema integral de gestión de residuos, Conciencia social, Rehabilitación de zonas degradadas, Reutilización de materiales, Relleno sanitario, Arquitectura eco-industrial.

Abstract

Cities are living entities carry out metabolic processes, they consume resources and generate residues, and the destination of each of these living beings will be in direct relation to the management that they perform both in their inputs and their outputs, nowadays the priority of waste management lies in the correct final disposal of urban solid waste (end of cycle), while an integrated waste management system not only deals with the final disposal of urban solid waste, but also involves producing and importing companies of the product (beginning of cycle), as well as to the population that acquires it (beginning of stage of final disposal) emphasizing the reinsertion of matter in new life cycles for the realization of byproducts taking more awareness in the extraction and use of resources.

The project proposes the application of the aforementioned concepts for the construction of a segregation, recovery and final disposal facility of urban solid waste, within its facilities there are also social and cultural activities related to the proper handling, storage and final disposal of residues that are generated, as well as the processing carried out inside the facilities through a circuit of visits; As well as a sector dedicated to the analysis of samples and materials related to the production and final disposal of urban waste. On the other hand, the project proposes the collection of energy to be used in its installations through the photovoltaic capture and the liquefaction of the gases produced in the landfill (through the gas capture plant), as well as the reuse of water (through the water treatment plant). Both as support facilities.

Keywords

Plurality of life cycles, Circular urban metabolism, Comprehensive waste management system, Social awareness, Rehabilitation of degraded areas, Reuse of materials, Landfill, Eco-industrial architecture.

INTRODUCCION

Hoy en día bien se sabe que el planeta está sufriendo; una minoría de personas que lo habitan quieren hacer algo al respecto, mientras que la gran mayoría aun hace la vista gorda al gran problema producido por el desmesurado consumo de materia y energía que va de la mano con una disposición final de residuos tan basta que la única manera que, el ser humano, conoce para mantener su estilo de vida es consumir aún más, finalizando en una mayor producción de residuos. Este ciclo continuará su ciclo de vida autodestructivo a menos que se comience a entender que el problema no está en mejorar los sistemas de recogida de residuos sólidos urbanos, no está en pagarle a alguien más para que se deshaga del problema, no está en encontrar una gran alfombra donde esconder el desastre; sino en comenzar a entender que todo empieza en casa, que conformamos la más grande fuerza laboral para la resolver el problema, pues si cada uno empezaría a reciclar, segregar, tomar conciencia, se vería venir la solución por sí misma.

Es aquí donde el proyecto arquitectónico se presenta como un punto de quiebre en la actual línea de actividades que se han venido desarrollando; el proyecto se plantea como un punto de referencia al proponer la rehabilitación de una de las zonas más degradadas por la disposición final inadecuada de residuos sólidos urbanos, propone el procesamiento de los residuos generados por la ciudad mediante la segregación y revalorización de los mismos, propone una extensa área para poner en marcha el segundo relleno sanitario de la ciudad (el primero se encuentra en La pascana – Yura), y principalmente propone abrirse de puertas a la población para que se realicen visitas, actividades educativas, reuniones de capacitación, entre otros, para comenzar a ilustrar y enseñar a la población que con su ayuda un mejor amanecer se vislumbra en el horizonte del cuidado del medio ambiente, del cuidado de nuestro habitat, del cuidado de nuestro planeta.

Finalmente, después de concluir su ciclo de vida como planta de segregación y valorización de residuos sólidos urbanos, las instalaciones podrán renovarse y reutilizarse como parte de la pluralidad de los ciclos de vida útil que maneja el proyecto, esto gracias a la plasticidad y libertad estructural de sus espacios, todo esto de la mano del diseño paisajístico que se le dará a la cobertura del relleno sanitario anexo.

CAPITULO I: TEMATIZACIÓN

***"EL DESARROLLO SOSTENIBLE DENTRO DE LOS LÍMITES ECOLÓGICOS,
REQUIERE UNA REVOLUCIÓN CULTURAL MÁS GRANDE QUE CUALQUIERA
DE LOS TUMULTUOSOS CAMBIOS DEL ÚLTIMO SIGLO"***

***- David Holmgren -
"La esencia de la permacultura"***

A. LA PROBLEMÁTICA

1. Contexto de la problemática

Nuestro país, el Perú, pertenece a la comunión de países que conforman el hemisferio de América Latina y el Caribe (ALC), y pese a que se encuentra entre los países que poseen una generación per cápita muy baja de RSU (0.75kg/hab/d⁽¹⁾), en comparación con otros países como: Chile: 1.25, Panamá: 1.22, Argentina: 1.15, Rep. Dominicana: 1.10, o Brasil: 1.00; sin embargo, es uno de los 5 países con el porcentaje más alto en la disposición inadecuada de sus residuos (vertedero a cielo abierto), Perú: 45.3%, Venezuela: 45.6%, Nicaragua: 59.3%, Guatemala: 69.8%, y Belice: 85.2%.⁽¹⁾, esta situación concluye en la degradación de las áreas afectadas (contaminación del aire, del agua y de la tierra), la informalidad, y la presencia de cuadros delicados de salud (la cobertura del servicio de recolección, es decir, de separación de los RSU de los centros urbanos donde se producen, tiene una relación inversamente proporcional con la mortalidad infantil). Este tema es principalmente social y político; puesto que la sociedad apenas se compromete a un cambio en su manera de habitar el entorno, con una escasa concientización del cuidado de nuestro entorno/habitad; en lo político los organismos gubernamentales (si bien implementan normativas, políticas, leyes, etc.) carecen de la rigidez necesaria para dar cumplimiento a los planes de gestión de residuos y cuidado del medio ambiente, así como ponerle fin a la resistente corrupción dentro de los municipios distritales (circunscripciones político-administrativas menores del país) como se ha venido dando, esto último evidenciado en la presentación de los informes anuales de residuos sólidos urbanos municipales dentro del país, ya que, en 2009 no más del 13.4%⁽²⁾ de los distritos presentaron dicho informe, mientras que a 2013 ascendió a no más del 40% de ellos.

Entonces, para poder solucionar este problema estos dos actores han de empezar a mejorar; objetivo bastante ambicioso y nada sencillo, pues las pautas para solucionar este problema ya se tenían claras desde el inicio del siglo XXI, ya que en el año 1992 en la Conferencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible se estableció la Agenda21, y dentro de la cual (capítulo 21) recomienda 4 puntos importantes para revertir el actual estado decadente del manejo de residuos: minimizar su generación, reciclar y reutilizar, amplia y eficiente cobertura de recolección, y una segregación

¹ Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en ALC 2010, Pg. 104 y 132

² Sexto informe nacional de residuos sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal en el Perú – 2014

y disposición adecuados, el primer punto referidos a la población, el segundo a los municipios y a la población, y los dos siguientes solo a los municipios.

2. Definición y formulación del problema

Una vez dentro del contexto de la ciudad de Arequipa la problemática yace en aspectos puntuales:

La existencia de un marco normativo claro para la segregación, transporte, reciclado, segregación, y disposición final de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), pero que al traducirse en la práctica son las autoridades quienes se muestran demasiado flexibles en dar cumplimiento a dichas normas, y con una mentalidad individualista la falta de cooperativa entre los diferentes órganos institucionales solo concluye en eternos procesos de debate y consecuentemente en el desinterés político del tema (no rentable para las autoridades) que luego da un posterior desinterés en la población por formar parte del mejoramiento de la actual situación que se vive; ya es común escuchar expresiones de *“¿por qué tengo que hacerlo yo?, que lo haga el alcalde, por algo lo elegí ¿no?”* simplemente acrecentando, por cada ciclo lectivo, el desinterés social y la falta de compromiso, olvidando que los grandes partícipes de esta situación son las autoridades, después de la misma población.

Otro punto que suma a la problemática es la ineficiente cobertura del servicio de limpieza y de recogida a lo largo de la ciudad: para el año 2009 la cobertura del servicio se posicionaba en un 90%, sin embargo para el año 2011 decaía a 79%⁽³⁾, esto trae consigo la aparición de puntos donde la gente, al no contar con un servicio de recogida óptimo, improvisa puntos de disposición de residuos indeseados dentro de sus viviendas o comercios, posteriormente estos puntos al ser aceptados socialmente por el entorno (como es el caso de los mercados, ej. San camilo, El Avelino) constituyen puntos de mayor tamaño y cantidad de RSU degradando de igual forma el entorno y presentando un riesgo sanitario.

Arequipa región poseía una generación per cápita de RSU de 0.399kg/hab/día en 2010, y de 0.568kg/hab/día para el 2011⁽⁴⁾; mientras que el área metropolitana de Arequipa poseía en promedio una gen per cápita de 0.686 kg/ hab/ día en 2003⁽⁵⁾

³ PIGARS 2013

⁴ Cuarto informe nacional de residuos sólidos municipales y no municipales en el Perú – 2012

⁵ PIGARS 2004

mientras que para 2012 ascendía a 0.697kg/hab/día⁽³⁾ mostrando un incremento a lo largo de los años.

Otra de las grandes falencias que padece el área metropolitana de Arequipa es que solo se cuenta con una planta de reciclaje formalizada (se tienen gran cantidad de establecimientos informales), la cual procesa residuos solamente inorgánicos, y no se pudo obtener información sobre la técnica que utilizan, su capacidad de procesamiento, ni la cantidad periódica reciclada, puesto que trabajan con una política de puertas cerradas; esto deja en evidencia una falta de transparencia para que el poblador pueda saber que se necesita para procesar sus residuos, el alto impacto que genera no hacerlos, acciones para contribuir al cambio y salvaguardar nuestro habitat/entorno.

La gran demanda de RSU por ser tratados se ha venido desarrollando de dos formas, una formal, a través de Empresas Prestadoras de Servicio de Residuos Sólidos (EPSRS) y Empresas Comercializadoras de Residuos Sólidos (ECSR), y otra informal que, por los grados de desempleo presentes en el área metropolitana (y fuera de ella), proliferan la aparición de grupos humanos dedicados a, literalmente, sumergirse en los grandes depósitos de residuos depositados al aire libre, sin ninguna clase de implementos de seguridad, afectando su salud y la de sus familiares; estos depósitos a cielo abierto no cuentan con ninguna clase de segregación, previo ni posterior, para evitar la proliferación de enfermedades y aparición de animales que terminan presentando un foco infeccioso y peligroso para la ciudad y sus habitantes.

Por lo tanto, se llega a la conclusión que la problemática que atraviesa Arequipa es la siguiente:

***“La deficiente segregación y la inapropiada
disposición final de residuos sólidos urbanos
que Arequipa metropolitana genera”***

Definiendo la segregación como el actuar tanto de la población como de los diferentes municipios, así como la disposición final como competencia meramente municipal.

3. Dinámica del problema

El árbol de la problemática se encuentra en el Anexo 01.

4. Justificaciones y Motivaciones

Los factores negativos perceptibles que han dado origen a la presente investigación vienen siendo la falta de conciencia por parte de los habitantes de la ciudad, como uno de los principales factores negativos, el progresivo deterioro del medio ambiente (urbano y natural), los riesgos salubres de los pobladores que viven cerca a los botaderos en las periferias de la ciudad y de los puntos informales de disposición final de residuos, el peligro que presenta la invasión de estos terrenos degradados para la edificación de viviendas informales, al igual como los trabajadores informales que viven de este rubro; estos y otros factores que se irán explicando a lo largo de la presente investigación.

4.1. Justificaciones

- De acuerdo al índice de actuación medioambiental de la universidad de Yale, El Perú se encuentra en el puesto 73° de los 180 países del mundo (no se consideraron 14 países); Así mismo ocupa el puesto 16 de los 30 países pertenecientes a Latinoamérica y el Caribe y el 7° puesto de los 12 países sudamericanos⁽⁶⁾.
- El poder adquisitivo va en aumento dentro de la ciudad, así lo refiere el Banco Central de Reserva del Perú y la cámara de Comercio e Industria, el PBI en 2009 el creció fue de 6.3%, en 2010 fue de 10.20% y en 2011 fue de 7.2% y en 2012 fue de 6.5%, tomando en cuenta que la economía y el poder adquisitivo son factores que inciden directamente en la generación de RRUU, es decir, mientras mayor el poder adquisitivo, mayor el consumo, y mayor la cantidad de residuos que se generan.

⁶ Environmental performance index – YALE university - 2016: http://epi.yale.edu/sites/default/files/2016EPI_Full_Report_opt.pdf

- El proyecto que se propone plantear una gran mejora en el tratamiento de los RRUU y su disposición final, obteniendo de éstos material reciclable fomentando un metabolismo urbano circular, y paralelo a este proceso generar energía para la sostenibilidad de la planta y si fuera posible para la misma ciudad.

4.2. Motivaciones

- Arequipa se convierte día a día en una gran metrópoli y sus hábitos de consumo (y de disposición final) deben de estar de acorde con este crecimiento, es así que considero inaceptable que siendo una de las ciudades más importantes del país se quede relegada por sus ciudades vecinas (en relevancia) en temas de tratamiento y disposición final de residuos urbanos.
- El presente trabajo forma parte de una serie de investigaciones y respuesta a problemáticas ambientales con el fin de incursionar profundamente en el tema y poder lograr una especialización, y estudios posteriores, en tratamiento y preservación medioambiental mediante el diseño y puesta en marcha de Arquitectura Eco-industrial.

5. Alcances y Limitaciones

5.1. Alcances

- El macro-proyecto abarca una zonificación de 59.5 ha., presentando la ubicación de las diferentes instalaciones necesarias para el correcto desenvolvimiento de las actividades, el proyecto abarcara la zonificación y diseño de un área de 3.08 ha a un nivel de propuesta general, proyectando y diseñando el objeto arquitectónico en un área de 7.400 m².

5.2. Limitaciones

- El acceso a proyectos nacionales de índole similar es muy limitado por temas de seguridad, político administrativas y de distancias lejanas.
- Incompatibilidad entre proyectos para Arequipa, Plan Director de Arequipa Metropolitana, Plan de Desarrollo Metropolitano, Plan de Acondicionamiento Territorial.

- El presente proyecto se enfoca en un desarrollo arquitectónico, por lo que no se entrarán en detalles sobre las áreas de los procesos de disposición final dentro del Relleno Sanitario más que en el diseño de las áreas y desarrollo de actividades posteriores al cierre.
- Se estudiarán todos los distritos que conforman el área urbana de Arequipa según el PDM vigente con excepción de los distritos de Mollebaya, Yarabamba, y Quequeña, por factores de distancias y población.

B. OBJETIVOS

1. General

APLICAR LOS CONCEPTOS BASICOS DE LA ARQUITECTURA ECO-INDUSTRIAL EN EL PLANEAMIENTO Y DISEÑO DE UNA PLANTA DE SEGREGACION, VALORIZACION Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS EN PAMPA “ESCALERILLA”, EN EL DISTRITO DE CERRO COLORADO, DE AREQUIPA METROPOLITANA

2. Específicos

- Diseñar la infraestructura de una planta de reciclaje para el tratamiento y disposición final de residuos urbanos que demuestre su compromiso de sostenibilidad tanto internamente (procesos que realiza) como externamente (diálogo y mínimo impacto sobre su entorno).
- Aplicar los principios de la Arquitectura Eco-industrial como una guía a lo largo del proyecto, desde su concepción (rehabilitación de la zona de emplazamiento) hasta sus posteriores ciclos de vida útil (reutilización de las instalaciones de la planta).
- Diseñar espacios de usos múltiples para los diferentes fines necesarios en pro de la educación e información de visitantes en temas relacionados al correcto manejo, almacenamiento y disposición final de los residuos urbanos, así como un recorrido para visitas de las mismas instalaciones.
- Plantear la zonificación y la relación espacial de los servicios complementarios a la planta de tratamiento de residuos urbanos, tales como la planta de tratamiento de lixiviados, la planta de captación y valorización final de gases y líquidos producto de la actividad propia de la planta de tratamiento, así como otras edificaciones importantes.

C. SELECCIÓN DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN

Conforme a los principios de la arquitectura eco-industrial y especialmente los principios éticos de la Permacultura (que se verán en el marco teórico) se plantea que para el “Cuidado de la tierra” es necesario tener un lugar sano donde vivir, por lo que el tratamiento de un espacio degradado y su recuperación es mucho más valioso que la propuesta de un nuevo espacio para las instalaciones y su innegable huella; para ello se han identificado 9 puntos afectados que rodean a la ciudad de Arequipa, 9 botaderos a cielo abierto, que si bien en la actualidad están clausurados, 8 de ellos no han planteado métodos de rehabilitación, presentándose como focos peligrosos para la proliferación de enfermedades, entre otros factores adversos; el único con un actual proyecto de rehabilitación es el botadero de La Pascana que se encuentra en el radio de actuación del proyecto de infraestructura del Relleno Sanitario en el distrito de Yura.

La lista de Botaderos es:

01. La Pascana
02. Alto Cayma
03. Alto Selva Alegre
04. Miraflores
05. Mariano Melgar
06. Zorro Negro
07. El cebollar
08. El Hueco
09. Pampa La Escalerilla

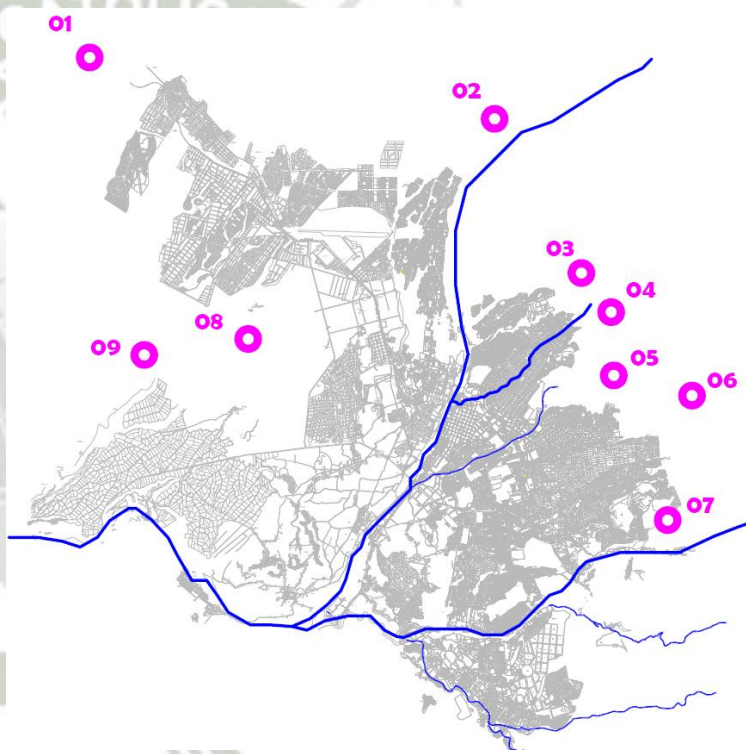


Ilustración N° 01

Para poder poner en marcha el proyecto, motivo de la presente investigación, es necesario cumplir con una serie de requisitos estipulados por la autoridad competente, se procedió a elaborar una tabla calificativa en base a los parámetros más básicos impuestos por el MINAM en su publicación “Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de rellenos sanitarios”, los resultados se presentan en la tabla N°01.

Ilustración N° 01: Ubicación de los botaderos urbanos respecto al área metropolitana de Arequipa. Edición propia.

Fuente: Google Earth

CUADRO DE VALORACION - BOTADEROS URBANOS DE AREQUIPA											
TABLA N° 01	FACTORES	VALORES DE REFERENCIA	BOTADEROS URBANOS								
			O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9
	Distancia a poblados	>1000 (1) <1000 (-1)	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1
	Distancia a fuentes de aguas superficiales	>1000 (1) <1000 (-1)	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1
	Accesibilidad	Buen estado (2) Mal estado (1) Sin acceso (-2)	2	1	1	1	1	1	2	1	2
	Vida útil del proyecto (por área del terreno)	> 5 años (2) < 5 años (-2)	2	-2	-2	2	2	-2	2	2	2
	Topografía y pendientes	Plano 0-7% (4) Inclinado 8-12% (3) Empinado 13-24% (2) Muy empinado >25% (1)	3	2	1	1	1	2	2	3	3
	Dirección predominante del viento	Contrario a la población mas cercana (1) A favor de la población mas cercana (-1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Vulnerabilidad por peligro geológico	Baja (3) Media (2) Alta (1)	1	1	1	1	1	1	2	1	3
		TOTAL	11	1	0	6	3	9	6	3	13

Fuente: Cuarto informe anual de residuos sólidos municipales en el Perú (2011)

Queda constatado que los terrenos más propicios para la puesta en marcha del proyecto son los terrenos de La Pascana (Yura), y Pampa Escalerilla (Cerro Colorado); actualmente ya se viene realizando el proyecto del primer RSa en el botadero de La Pascana, por lo que el botadero de Pampa Escalerilla es el seleccionado para la puesta en marcha del proyecto presente en este documento.

D. LAS VARIABLES Y LA INVESTIGACION

1. Las variables

TABLA N° 02		DESCRIPCION DE VARIABLES	INDICADOR
Socio-económico cultural	Urbana	Estudio del desarrollo social, económico y cultural de AM	Aspecto Demográfico
		Estudio del impacto social, económico y cultural de la población de AM en relación a la generación de RSU	Aspecto socioeconómico
Legal	Físico ambiental	Revisión de la dinámica de crecimiento y desarrollo del AM	Aspecto Cultural
		Revisión y análisis del marco Legal que envuelve al tema de los RSU	Los RSU
Funcional	Funcional	Revisión y análisis de los parámetros constructivos y urbanos de la propuesta arquitecto-eco-industrial.	Metabolismo urbano
		Identificación de la dinámica interna y externa de la Zona de estudio	Evolución urbana
Funcional	Funcional	Revisión y análisis de las diferentes gestiones de tratamiento de RSU	PDAM
		Revisión de premisas y medios para lograr un desarrollo sostenible	PIGARS
Funcional	Funcional	Revisión de premisas teóricas sobre ingeniería industrial, ecología y arquitectura y como funcionan juntas	Normalidad nacional e internacional
		Análisis y premisas de diseño envueltas en campos de ingeniería, ecología y arquitectura.	RNE
Funcional	Funcional		Estructura geográfica
			Estructura Climática
Funcional	Funcional		Contaminación por RSU
			Sistemas de gestión de residuos sólidos urbanos
Funcional	Funcional		Desarrollo sostenible
			Arquitectura industrial
Funcional	Funcional		Arquitectura ecológica
			Aspectos espaciales
Funcional	Funcional		Aspectos formales
			Aspectos constructivos
Funcional	Funcional		Aspectos funcionales

Fuente: Elaboración propia, 2014.

2. Metodología de la investigación:

2.1. Planteamiento metodológico

La metodología siguiente trata de describir paso a paso el desarrollo del presente proyecto de tesis a lo largo de cuatro etapas:

- Etapa analítica.- Contendrá las primeras aproximaciones del tema así como el planteamiento del problema, el área de estudio, los objetivos general y específicos, así como las variables de investigación y demás información necesaria para plantear la base de la investigación.
- Etapa conceptual (recopilatoria).- Contendrá la compilación de la información necesaria dentro de los campos teóricos, normativos y de referencia para la elaboración de diagnóstico.
- Etapa contextual (descriptiva).- Contendrá las variables ubicadas dentro del Marco Real tanto en el contexto externo (Arequipa metropolitana) como en el interno (Pampa Escalerilla).
- Etapa Propositiva.- Contendrá toda la información pertinente proveniente de las etapas anteriores (premisas) para el planteamiento de la idea conceptual, el partido y la ejecución del anteproyecto, afinando la propuesta estructural (proyecto arquitectónico) y el presupuesto de ejecución de obra para finalmente concluir en la presentación final del proyecto de tesis.

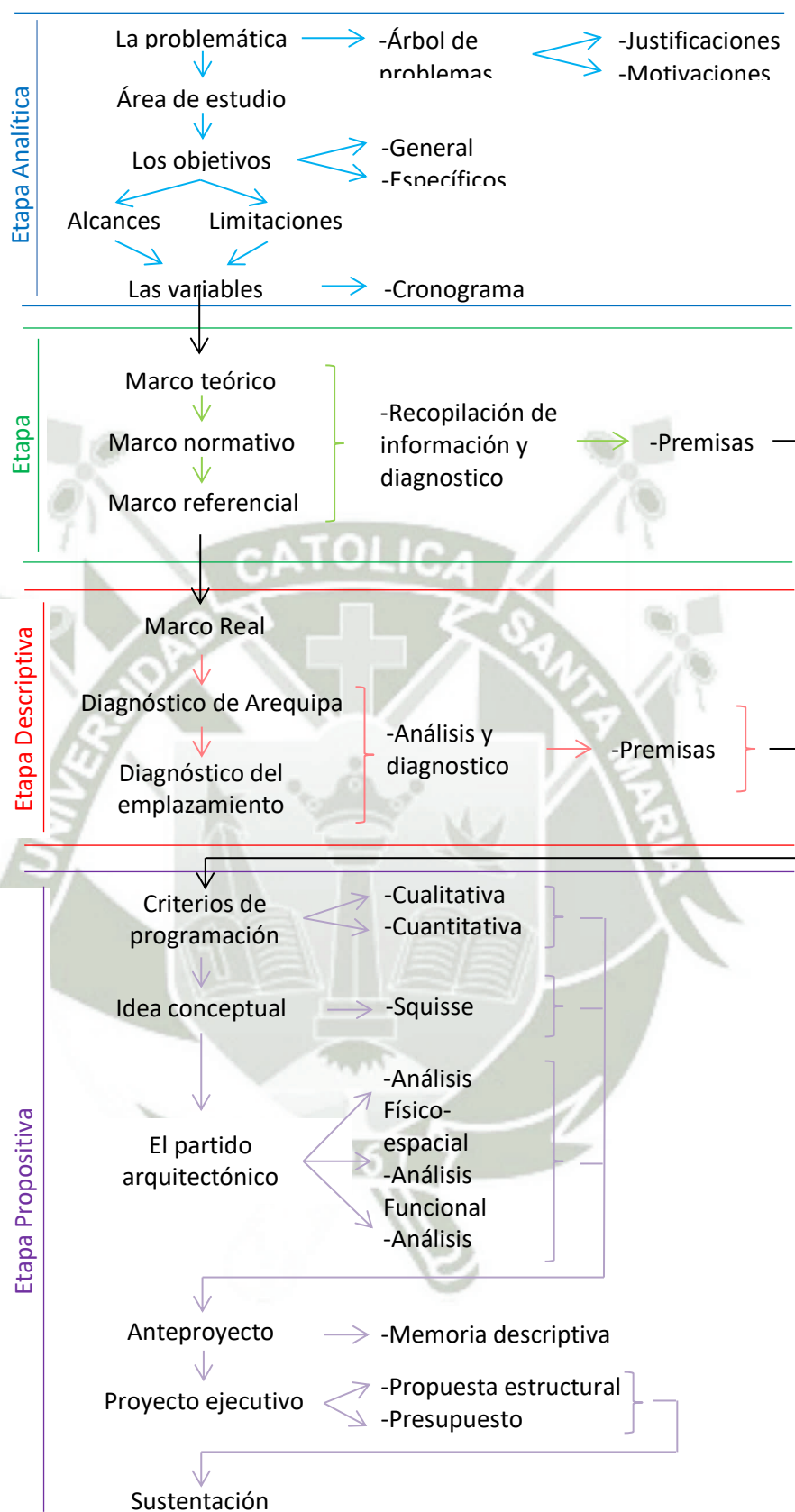


Ilustración N° 02

Ilustración N° 02: Esquema metodológico. Fuente: Elaboración propia, 2014

CAPITULO II: MARCO TEORICO – CONCEPTUAL



***"NO ES MAS LIMPIO EL QUE MAS LIMPIA,
SINO EL QUE MENOS ENSUCIA"***

- Sir Robert Baden-Powell -

A. ECOLOGIA URBANA

¿Qué es urbanismo?; la palabra tiene su origen en roma y proviene del término “*Urbis*” que significa muralla, y en general está referido a todo el entorno físico de una ciudad dentro de sus murallas⁽⁷⁾, posteriormente en el año 1867 el ingeniero catalán Ildefonso Cerdà teoriza sobre las nuevas actividades que se desarrollaban en las ciudades posterior al gran cambio que significo el ingreso de la humanidad a la era industrial. Cerdà comprendía que las ciudades no eran un habitat inerte, en ella se desarrollaban procesos diversos que a pesar de parecer funcionar de manera independiente, al observarlos más detenida y filosóficamente da a relucir interrelaciones existentes entre sus partes y que de esta manera conforman un todo unitario⁽⁸⁾. Es así que en la actualidad el concepto ha evolucionado, tornándose un campo de estudio interdisciplinar y de acción multifacética para la intervención en el sistema de planificación urbana, es decir, es el término utilizado para referirse al entorno tanto activo como físico de nuestros centros de población.

¿Qué es ecología?; desde un aspecto urbanístico la ecología es la ciencia que estudia las interrelaciones de los diferentes seres vivos entre sí y con su entorno, como los flujos de materia y energía, y los procesos de consumo y generación de residuos, entre muchas otras sumatorias de factores bióticos y abióticos. Esto aplicado al urbanismo se percibe como el metabolismo de las ciudades, o dicho de otra forma el metabolismo urbano.

1. Metabolismo Urbano

Es así que a los procesos que realizan las ciudades sobre el medioambiente se les conoce como sistemas consumidores (derivado del término de consumismo en la ecología tradicional) o metabolizadores, y al mismo tiempo se comienza a considerar a las ciudades como grandes ecosistemas, facilitando la idea de una estructura urbana como una unidad organizada, involucrando el medio físico-biológico, la extracción de recursos, la producción, la tecnología, la organización social, la economía, entre otros.

Una vez afianzados los nuevos conceptos y después de los estudios realizados al desarrollo de las ciudades, se presentaron nuevos conocimientos en cuanto el consumismo que generaban, siendo estos los siguientes:

⁷ José Luis Ramírez. “La construcción de la ciudad como lógica y retórica. Los dos significados de la ciudad”.

⁸ Cerdà Suñer I. “Teoría general de la urbanización y aplicación de sus principios y doctrinas a la reforma y ensanche de Barcelona”.

1.1. Metabolismo urbano Lineal

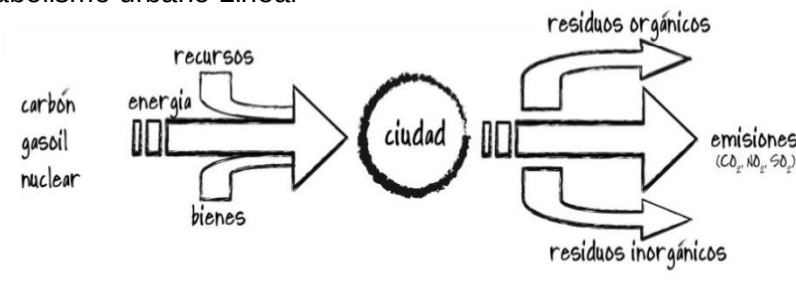


Ilustración N° 03

A lo largo de los años se ha venido siguiendo este tipo de metabolismo, obteniendo los recursos que necesitaban para el desarrollo de sus actividades y para satisfacer sus necesidades, concluyendo en la generación de residuos, algo normal en el desarrollo de la vida, pero el problema radica cuando dentro del proceso se consume y se desecha cada vez más, sobrepasando los límites de la capacidad de carga del entorno (agotamiento de recursos, contaminación del medioambiente); y en la actualidad la actividad humana ha alcanzado tal grado de extracción y procesamiento de recursos que el impacto que genera va más allá de los efectos directos en el lugar de origen, se está llegando a modificar el clima, la composición del aire, y la constitución de los suelos en diferentes partes del planeta, para finalmente concluir en un entorno insostenible que producirá el deterioro de la vida sobre el planeta.

1.2. Metabolismo urbano circular⁽⁹⁾

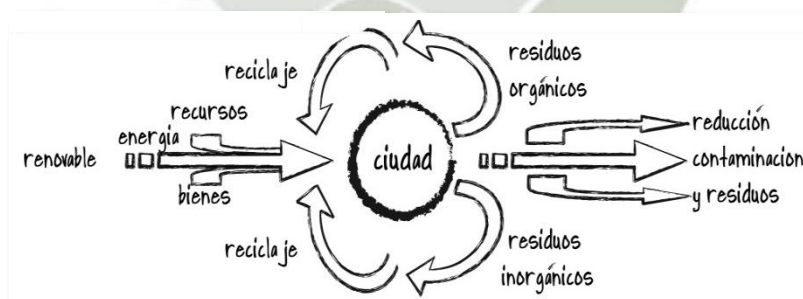


Ilustración N° 04

Teniendo en conocimiento todos los precedentes, y sabiendo que el problema radica no en uno ni en dos, sino más bien en las tres etapas del metabolismo urbano (consumo, procesamiento, desecho) es nuestra responsabilidad el encontrar nuevos modos de organización urbanos para mejorar el proceso de metabolismo y trabajar

Ilustración N° 03: Metabolismo Lineal. Edición propia.

Fuente: Rogers, R. George; Gumuchdjan, Philip. Ciudades para un pequeño planeta. Ilustrada. Gustavo Gili; 2000.

Ilustración N° 04: Metabolismo Circular. Edición propia.

Fuente: ídem.

⁹ Girardet, Et al. "Atlas Gaia: Ciudades alternativas para una vida urbana sostenible".

por hacerlo sostenible y ser capaces de pasar de un metabolismo urbano lineal a un metabolismo urbano de tipo circular acercándonos en gran medida a los procesos metabólicos dentro de la naturaleza donde todo es reciclable y puede ser reutilizado, disminuyendo en gran medida los residuos generados por una parte y la extracción de recursos para el desarrollo de las ciudades por otra.

Esto como un ideal al que debemos dirigirnos, pues nos acercaremos más a éste en la medida que encontremos soluciones de metabolismo circular para cada uno de los elementos partícipes dentro del proceso metabólico de la ciudad: el agua, la energía, la basura (como los más relevantes) racionalizando el uso de recursos (naturales, artificiales, económicos) y descontaminando el planeta que nos acoge. Los esquemas mostrados anteriormente son lo bastante explicativos para entender el significado de ambos tipos de metabolismo urbano; es verdad que muestran las tres etapas del metabolismo, pero obvian el entorno en el cual se desarrollan estos procesos. Realizando un ajuste a dichos esquemas (especialmente al metabolismo reinante en la actualidad, el lineal) podemos evidenciar que se crea un círculo vicioso de agotamiento de recursos, contaminación del ambiente, y repercusiones de los contaminantes sobre los recursos, que a su vez terminaran contaminando su centro de origen, las ciudades:

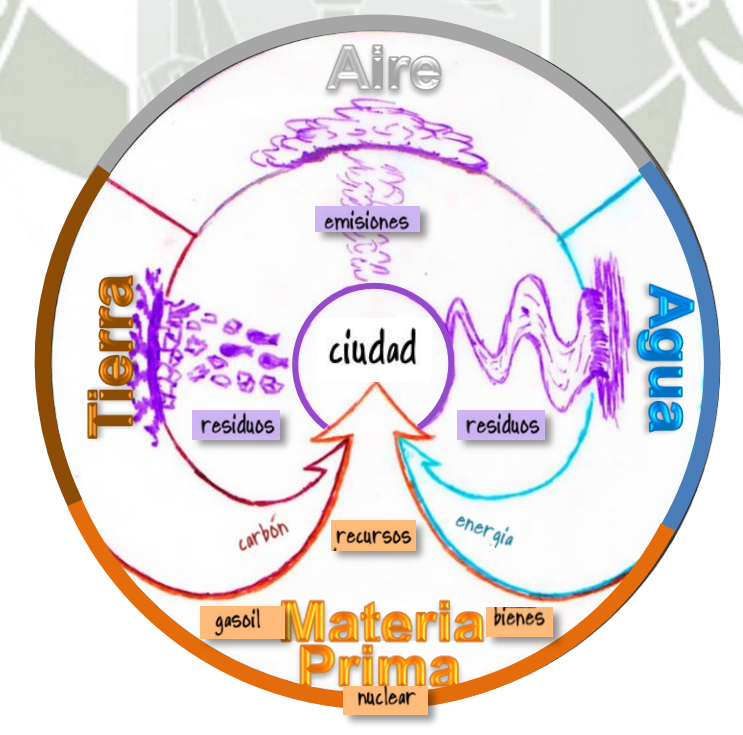


Ilustración N° 05

Ilustración N° 05: Metabolismo urbano cíclico. Edición propia.

2. Los recursos naturales

2.1. El Aire

Si bien el aire es un recurso vital para la vida, no se presenta como un recurso básico industrial para el metabolismo de las ciudades, sin embargo, es mencionado en este apartado por motivos de entender a los agentes envolventes de las ciudades y lo que se recibe de las mismas.

2.1.1. Descripción.-

El aire es una combinación de gases que aproximadamente ocupan 500.000 millones de toneladas esparcidas en toda la capa que rodea a nuestro planeta; su composición varía según la altitud, la temperatura, la estación,

El aire contenido dentro de la troposfera (desde 0 a 12km de altura) en estado seco (sin vapor de agua) combina las siguientes concentraciones aproximadas de gases:

<u>Componente</u>	<u>Simbología</u>	<u>Concentración aprox.</u>
✓ Nitrógeno	N	78.03%
✓ Oxígeno	O	20.99%
✓ Dióxido de Carbono	CO ₂	0.03%
✓ Argón	Ar	0.94%
✓ Neón	Ne	0.00123%
✓ Helio	He	0.0004%
✓ Criptón	Kr	0.00005%
✓ Xenón	Xe	0.000006%
✓ Hidrógeno	H	0.01%
✓ Metano	CH ₄	0.0002%
✓ Óxido nitroso	N ₂ O	0.00005%

El aire en su estado puro es insípido, incoloro e inodoro en pequeñas cantidades, pero en grandes masas y a gran distancia toma un color azulado que varía según la incidencia de los rayos solares sobre él.

2.1.2. Importancia.-

Para el análisis de la atmosfera en términos de efectos antropológicos se toma en cuenta las dos capas más cercanas a la corteza terrestre, dentro de la estratosfera se encuentra la capa de ozono encargada de la filtración de los rayos UV. En la troposfera se encuentran las nubes y la gran mayoría del vapor de agua, por ende, en ella se dan todos los fenómenos climatológicos, dentro de esta se da el proceso de respiración de los seres vivos como recurso natural vital para la vida, si bien el cuerpo podría vivir meses sin comer, inclusive días sin tomar agua, solo se podrían vivir unos cuantos minutos sin tener oxígeno y/o dióxido de carbono junto con los demás elementos presentes en el aire para el desarrollo de la vida.

El aire es un recurso renovable principalmente por la actividad fotosintética de las plantas verdes absorbiendo CO₂ y liberando O₂ necesario para su existencia. También llega a renovarse por el proceso perteneciente al ciclo del agua aportando y restableciendo el vapor en la atmosfera. También es fuente de materias primas, de él se extrae el oxígeno y nitrógeno industriales, y otros gases como el argón, neón, helio, etc.

Su disposición en las diferentes capas atmosféricas hace posible el desarrollo óptimo de la vida al protegerla de factores externos y condiciones agresivas propias del espacio fuera del planeta.

2.2. El Agua

2.2.1. Descripción.-

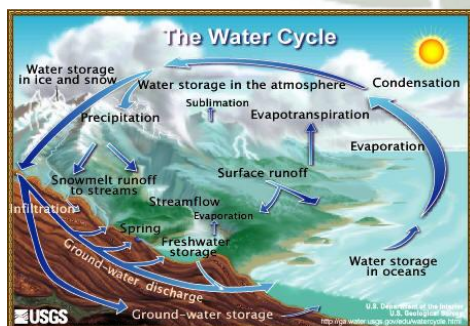


Ilustración N° 06

El agua es el componente más abundante de la tierra, cerca de $\frac{3}{4}$ (71%) de su superficie se halla cubierta por agua, dentro de este porcentaje el 97.5% se encuentra en los océanos, la cual es agua salada no apta para el consumo, al 2,5% restante se le conoce como agua fresca que se distribuye en un 68,7% en glaciares y cascos polares, 30.1% en aguas subterráneas, 0.8% como permafrost⁽¹⁰⁾, y el restante 0.4% como agua atmosférica y superficial, esta

Ilustración N° 06: El ciclo del agua

Fuente: "The Water Cycle" Estudio geológico de los Estados Unidos. <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle.html>

¹⁰ Permafrost: Capa de hielo permanente en los niveles superficiales del suelo de las regiones muy frías o periglaciares.

última, a su vez, se distribuye en un 67.4% dentro de lagos, 12.2% en la humedad del suelo, 9.5% en la atmosfera, 8.5% otros humedales, 1.6% en ríos y un pequeño 0.8% en seres vivos⁽¹¹⁾.

Existe el proceso natural de renovación del agua, no tiene un inicio ni un final, los cambios de estado que continuamente experimenta: océanos a nubes, caer a la corteza terrestre, consolidarse en nevados y volver al océano es el sistema natural de la tierra para la purificación de agua.

2.2.2. Importancia.-

Es el elemento vital para la preservación de la vida y de la cual el ser humano necesita para el desarrollo de su estilo de vida como por ejemplo: la generación de energía a tal grado que en la actualidad (desde hace más de un siglo) el agua y la energía se encuentran íntimamente relacionados y altamente interdependientes, esto quiere decir que cualquier efecto realizado en uno de ellos afectara indiscutiblemente al otro: el poder energético puede ser producto de

diferentes formas (a parte del hídrico) y cada uno de estos representa un requerimiento (o impacto) en los recursos hídricos del planeta, aproximadamente el 90% de la generación de energía se encuentra subvencionada por recursos hídricos; para poder darle un tratamiento adecuado a las aguas residuales de estos procesos, llamémosles de consumo humano, el coste energético es alto, generando así un círculo de codependencia entre ambos.

Por lo tanto el manejo de energía se ha convertido en un buen negocio, eso significa que hay mucho mejor ingreso en las empresas de producción de energía que de las que prestan servicios de agua y sanidad, esto ha llevado al “mercado” a apostar aún más por la producción de energía y restarle importancia al tratamiento de agua necesaria para dicha producción, dejando el tema a jurisdicciones de salud y bienestar público en un segundo plano de interés.

¹¹ “World Water Assessment Programme” 2006, basado en información de I. Shiklomanov “Worlds Water Resources” 1998.

2.2.3. Uso.-

El ser humano utiliza el agua para diversos fines:

- Doméstico.- alimentación, limpieza, higiene, etc.
- Público.- limpieza pública, riego de áreas verdes, usos de interés comunitario, etc.
- Agricultura.- Riego de campos.
- Ganadería.- Alimentación de animales, limpieza de establos, etc.
- Industria.- Parte del procesamiento de fabricación de productos, etc.
- Fuente de energía.- Producción de energía eléctrica o movimiento de maquinaria, etc.
- Recreación.- Deportes y actividades de ocio.

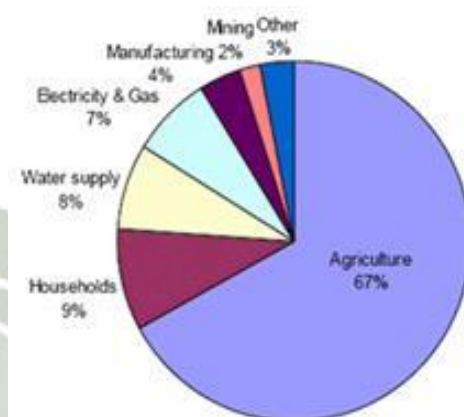


Ilustración N° 07

Siendo el sector de agricultura el mayor consumidor de agua con un aproximado de 70% del total de consumo humano⁽¹²⁾, y se prevé aun un aumento en la demanda en un 55% para 2050 ya que diversos sectores crecerán igualmente: manufactura (400%), generación energética (140%), uso doméstico (130%).

2.3. El Suelo

2.3.1. Descripción.-

Dese un punto de vista general el suelo es una capa terrestre diferente de los océanos que cubre la superficie de la tierra en diferentes niveles de profundidad. Sin embargo, en términos del presente documento la expresión “suelo” hará referencia a la capa superficial de la corteza terrestre que se encuentra en constante cambio físico/biológico, por sus importantes características de permeabilidad, porosidad, composición química, y estructura interna.

Ilustración N° 07: Usos de agua fresca en el mundo en 2005.

Fuente: Instituto del clima de los Estados Unidos

¹² <http://www.unwater.org/water-cooperation-2013/water-cooperation/facts-and-figures/en/>

Las capas de roca fresca o roca alterada por el proceso de meteorización, o las capas con una alta falta de material biológico no se considerarán dentro de este apartado.

Se trata de una estructura de niveles superpuestos con una composición química biológica conocida como perfil de suelo, diferenciada de un lugar a otro por una vasta variedad de factores. Por ello mismo existe una gran gama de clasificación de suelos:

- Según su textura: fina o gruesa.
- Según su estructura química: poder de absorción de coloides⁽¹³⁾ y su grado de acides.
- Según su estructura física: arenosos, calizos, fumíferos, arcillosos, pedregosos, mixtos (arenoso/arcilloso).
- Según su nivel de evolución: Poco evolucionados como los tipos: ránker, rendzina y estepa; y los evolucionados en los que se encuentra una gran cantidad de humus como los suelos en bosques templados, suelos con abundancia de precipitaciones, suelos rojos mediterráneos.

2.3.2. Importancia.-

Los suelos contienen sustancias minerales producto de procesos biológicos propios de la naturaleza como ecosistema propiamente dicho o como parte de un subsistema ecológico, según su jerarquía. Cabe resaltar que los suelos profundos y complejos requieren largos periodos de tiempo y con la mínima alteración en ellos, dándoles tiempo para reciclar los componentes que se encuentran dentro de él mediante cadenas tróficas internas que poco a poco lo van enriqueciendo, un claro ejemplo de ello es el humus, puesto que es un conjunto de tierra procesado repetidas veces de manera natural ganando valor químico biológico. Es así que se considera al Suelo como un elemento renovable.

Por lo tanto, es a partir de la calidad del suelo de donde los seres vivos obtendrán el alimento y nutrientes necesarios para desarrollarse; además, muchas de las materias primas como fibras, madera, algodón, entre otras, son producto de un buen tipo de suelo, por otra parte, la abundancia de vegetación

¹³Coloide: mezcla intermedia entre soluciones y suspensiones, entre 10 y 100 nanómetros.

suaviza el clima, regula el ambiente, favorece la existencia de corrientes de agua y purifica el aire.

2.3.3. Uso.-

El uso natural del suelo se da en base a la composición de los mismos, ya sean en terrenos con vegetación desértica, pantanosos, boscosos o sin uso, por citar algunos ejemplos. Sin embargo la actividad humana es capaz de modificar, producir o mantener el medio ambiente natural del suelo de acuerdo a sus necesidades y requerimientos, cambiando su uso para la edificación de terrenos con vegetación cultivada, campos de sembradío, pastizales y habilitaciones urbanas.

2.4. La Energía

2.4.1. Descripción.-

La energía es la caracterización de la capacidad que tienen los cuerpos para reproducir algún cambio en su estado, ya sea físico o químico. Es por ello que tiene diversas acepciones, pudiendo ser catalogadas en dos grandes campos: En el campo de la física, donde la energía es la capacidad de realizar un trabajo; y en el campo de la tecnología, donde la energía es un recurso natural que puede ser extraída, transformada, y reutilizada.

Dentro del presente trabajo la energía entra en escena como un recurso natural primario:

➤ E. Nuclear:

- Fisión, radiactividad del uranio o plutonio aprovechada en forma de calor
- Fusión, unión nuclear de átomos ligeros (ejem: hidrogeno e isotopos) para formar un átomo más pesado y consecuentemente la liberación de
- energía cinética y de rayos gamma⁽¹⁴⁾.

➤ E. Solar:

- E. solar térmica (calor)
- E. solar fotovoltaica (electricidad)

¹⁴ Proyecto ITER, *International Thermonuclear Experimental Reactor* o Reactor Termonuclear Experimental Internacional. <http://www.iter.org/>

- E. Química:
 - Combustibles minerales sólidos, como el carbón o el lignito
 - Hidrocarburos, como el gas natural o el petróleo
 - Biomasa (cambios químicos naturales, descomposición de la materia)
- E. mecánica (natural):
 - E. hidráulica (cursos y caídas de agua)
 - E. eólica (viento)
 - E. mareomotriz (mares)
 - E. magnética (elementos con campos magnéticos)
- E. Térmica:
 - E. solar (térmica)
 - Geotermia, calor producido por la tierra.
- O como un recurso natural derivado (secundario):
 - E. eléctrica
 - E. lumínica
 - E. mecánica
 - E. calórica
 - E. térmica, entre otras

2.4.2. Importancia.-

“La materia y la energía no se crean ni se destruyen, solo se transforman”⁽¹⁵⁾. Una de las citas más famosas sobre materia y energía, pero profundizando un poco más en el tema, nos encontramos con la siguiente cita: "En cuanto a la materia, todos hemos estado equivocados. Lo que hemos llamado materia es energía, cuya vibración ha sido tan rebajada como para ser perceptible a los sentidos. No hay materia."⁽¹⁶⁾ Concluyendo de este modo que la materia no es simplemente una masa cuantificable, sino más bien un compacto de energía. Una de las características más importantes de la energía es que puede cambiar entre los diferentes tipos existentes, desde la energía hidráulica, pasando por energía mecánica hasta convertirse en energía eléctrica; o desde la energía química (producto de la descomposición de biomasa), a través de la energía térmica (producto de su combustión) hasta la energía mecánica (dentro de un motor).

¹⁵ Antoine Lavoisier

¹⁶ Albert Einstein

Esta característica puede observarse, en su mejor proceso, dentro de ecosistemas naturales donde, al lado de la materia, todo tiene posibilidad de ser reutilizado y/o recuperado (en mismo o diferente estado al cual se dispone finalmente).

2.4.3. Uso.-

La creciente población en el mundo y las demandas de calidad de vida que vienen con ellas, sumadas a la ya demandante población mundial, concluyen indiscutiblemente en el aumento de recursos energéticos, así como de materia prima para lograr satisfacer dichas demandas. Así lo demuestra el estudio sobre la comercialización de energía en el mundo, realizada por la Oficina de información energética de los Estados Unidos.

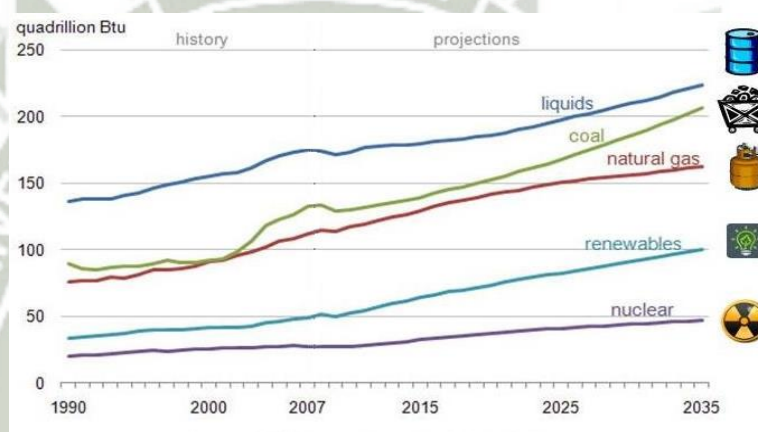


Ilustración N° 08

El estudio reveló que la extracción de recursos como son el carbón, el gas natural y la energía nuclear se habrán duplicado para el 2035 de acuerdo al porcentaje de extracción que tenían en el año 1990; de igual forma la energía de origen renovable habrá de duplicarse en el mismo intervalo de tiempo, si bien todo esto representa un duplo en el consumo de energía, el último dato representa un paso hacia la sustentabilidad de nuestra huella ecológica. Mientras en lo que respecta a los líquidos (como el petróleo y la gasolina) han tenido un constante crecimiento de 1.3% anual, extendiendo la proyección con un crecimiento con el mismo valor. En la tabla N° 3 podremos observar el porcentaje de comercialización de cada recurso nombrado dentro de cada una de las agrupaciones geográficas, de un total aproximado de 500 quads BTU⁽¹⁷⁾ que se utilizó en el año 2010.

Ilustración N°08: Historia/tendencia de la comercialización de energía primaria en el mundo 1990–2035.

Fuente: Oficina administrativa de información energética de los Estados Unidos. 2007.

¹⁷ **Fuente:** Oficina administrativa de información energética de los EUA. 2010.

TABLA N° 03 MATRIZ DE OFERTA TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA EN AMERICA LATINA Y EL MUNDO, 2000						
	Gas natural	Carbon	Petroleo	Nuclear	Biomasa no renovable	Renovables
Centro america	-	1.70%	29.60%	-	21.00%	47.70%
Caribe I	43.00%	-	50.50%	-	1.10%	5.40%
Caribe II	4.20%	0.40%	56.30%	-	3.70%	35.40%
Comunidad andina	27.70%	1.90%	49.90%	-	0.80%	19.70%
Mercosur y Chile	17.20%	6.00%	43.10%	1.00%	2.80%	29.90%
En el mundo	23.00%	26.00%	35.00%	6.00%	-	10.00%

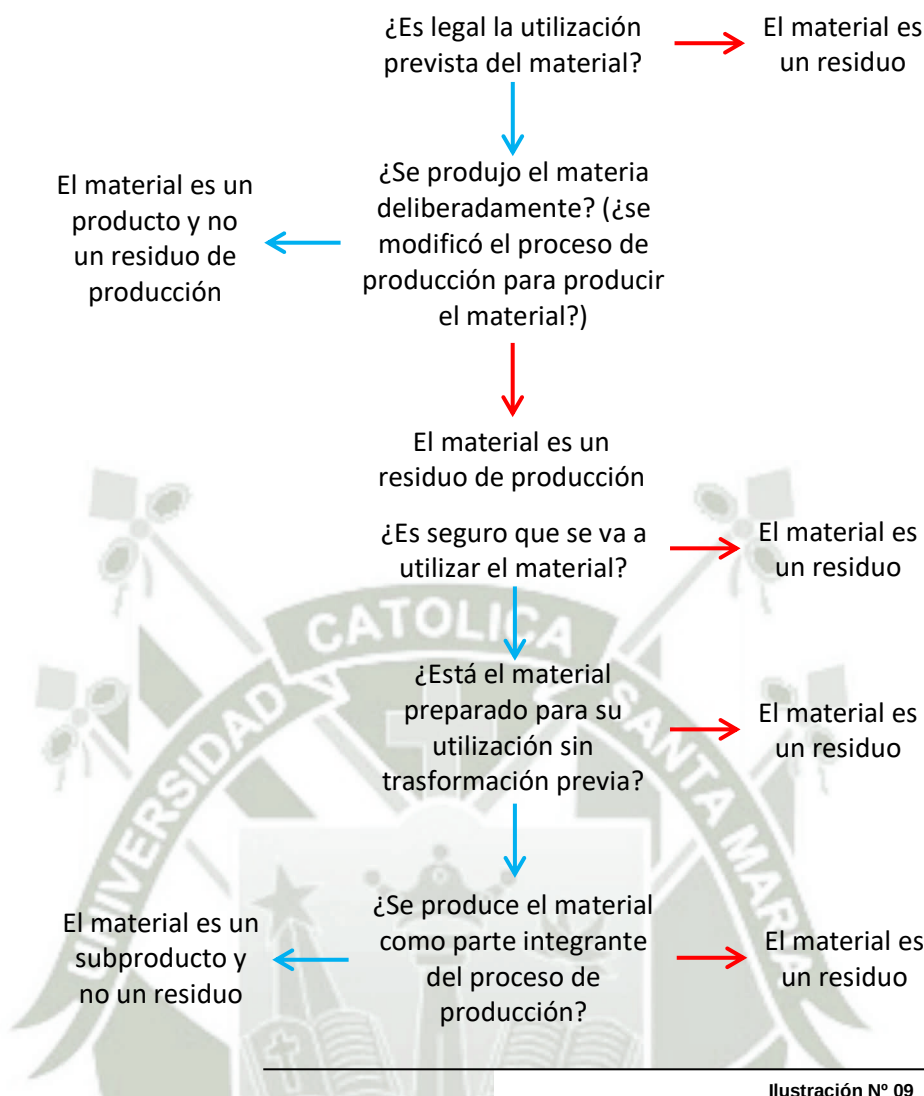
Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_primaria#cite_ref-cepal_2-0. 2000

3. Generación de residuos sólidos y sus factores contaminantes

3.1. Los residuos urbanos

Su origen data desde las primeras congregaciones humanas en donde la capacidad de asimilación de la naturaleza no presentaba problema al momento de incluir en sus procesos biológicos la asimilación de los residuos de los seres que albergaba. Sin embargo, la historia nos ha demostrado que una vez alcanzado cierto tamaño poblacional, conjuntamente con la falta de una gestión sanitaria de residuos (ejem. Paris, Francia) concluye en la propagación de plagas, roedores, epidemias, entre muchos otros vectores. Que actualmente no solo presentan problemas sanitarios sino también ambientales.

Posicionándonos en la actualidad existen una variedad inmensa de tipos de residuos sólidos, esto debido principalmente a los continuos cambios tecnológicos a la hora del procesamiento y fabricación de bienes y productos, así como los materiales usados para su empaque y transporte. Haciendo sumamente vital el contar con una correcta clasificación de dichos ítems para poder separarlos y tratarlos correctamente.



3.1.1. Clasificación de los residuos sólidos urbanos

Dicha clasificación comienza con determinar primero si son del ámbito municipal, de los cuales se encargan el MINAM y el MINSA; o no municipal, de los cuales se encargan los ministerios de producción, agricultura, energía y minas, entre otros; según su campo de aplicación y uso:

Ilustración N° 09: Selección y diferencia en una línea de producción entre residuo y subproducto.
Fuente: Comisión de las comunidades europeas

Según la entidad gubernamental a cargo:

- Municipalidades Provinciales y Distritales⁽¹⁸⁾

Regulan la adecuada gestión y manejo de residuos sólidos urbanos, tales como los domiciliarios, comerciales, de limpieza pública, y los institucionales, en el ámbito de su jurisdicción.

- Ministerio de salud⁽¹⁹⁾

Regula el manejo de los residuos sólidos de establecimientos de atención de salud, así como de los generados en campañas sanitarias.

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones⁽¹⁸⁾

Regula el transporte de los residuos peligrosos, siendo responsable de normar, autorizar y fiscalizar el uso de las vías nacionales para este fin.

- Ministerio producción⁽¹⁹⁾

Regula la adecuada gestión y manejo de residuos producto de trial y la actividad pesquera.

- Ministerio de energía y minas⁽¹⁹⁾

Regula el manejo, tratamiento y disposición final de los residuos generados principalmente por el subsector minería.

- Ministerio de vivienda y construcción⁽¹⁹⁾

Regula la adecuada gestión y manejo de residuos sólidos urbanos de la construcción y la demolición así como su tratamiento y disposición final.

- Ministerio de agricultura⁽¹⁹⁾

Regula tanto el manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos generados dentro de la aplicación de sus actividades

Sin embargo dentro del presente trabajo se pondrá más énfasis a los residuos sólidos urbanos del ámbito municipal, los cuales se sub-clasifican de la siguiente manera:

¹⁸ Ley General de Residuos Sólidos. Modificación mediante D. L. N°1065 (28 de junio de 2008)

¹⁹ Tercer informe anual de residuos sólidos municipales en el Perú (2010)

Según su origen⁽²⁰⁾:

- Domiciliario

Vivienda única en terreno, vivienda rural, vivienda de baja, media y alta densidad, viviendas unifamiliar y multifamiliar

- Comercial

Tiendas, restaurantes, mercados, edificios de oficinas, hoteles, gasolineras, talleres, etc.

- Limpieza de espacios públicos

Limpieza de calles y alcantarillado, paisajismo, limpieza de cuencas y torrenteras, parques, plazas y zonas de recreo.

- Establecimientos de atención de salud

Hospitales, clínicas, postas, etc.

- Industrial

Fabricación ligera y pesada, camales, refinerías, fundiciones, centrales térmicas, imprentas, etc.

- Construcción y demolición

Construcciones nuevas, lugares de reparación y/o renovación de carreteras y edificios, derribos de edificios, pavimentos rotos.

- Agropecuario

Explotación avícola, de bovinos, de porcinos, cosechas de campo, árboles frutales, viñedos, granjas y otros.

- Instalaciones o actividades especiales

Lixiviados, aguas residuales de proceso, entre otros

Por otra parte se realiza un ajuste en el artículo 15 de la modificación de la Ley General de Residuos Sólidos a fin de una mejor categorización de residuos:

- Institucional*

Escuelas, cárceles, centros gubernamentales.

- Minera*

Extracción de minerales, materiales ferrosos, no ferrosos, piedras ornamentales y de construcción.

²⁰ Fuente: Ley General de Residuos Sólidos, 2008.

* No constan dentro de la Ley General de Residuos Sólidos, sin embargo se pone como una clasificación externa por contener una variedad de residuos diferente al de las categorizas dentro del artículo 15.

Por otra parte se establecen normas reglamentarias y disposiciones técnicas específicas de los residuos que pueden clasificarse en función de su peligrosidad y de sus características específicas:

Según su tipo de manejo:

Baja peligrosidad

Residuos especiales (aparatos eléctricos y electrónicos)

Alta y extrema peligrosidad

Según su constitución biológica:

- Orgánicos

Elementos biológicos capaces de descomponerse mediante procesos microbiológicos, su estructura básica está formada por celulosa, tanino, cutina y lignina, así como proteínas, lípidos y azúcares; se les conoce también como elementos activos.

- Inorgánicos

Elementos que no contienen carbón y se presentan como todo el resto de elementos que no sean orgánicos como los metales, minerales elementos radiactivos, etc.; se les conoce también como elementos inertes.

La clasificación previamente detallada sirve como guía de una primera etapa en el manejo de los residuos sólidos urbanos: primero se detalla el origen del cual provienen, posteriormente se califican los residuos de acuerdo a su nivel de peligrosidad para por último ser clasificados en Orgánicos e Inorgánicos. Los últimos dos procesos son comunes dentro de las plantas de transferencia y/o en las plantas de tratamiento.

En cuanto a la evolución en la composición de residuos, es más que evidente que a lo largo de los años salen al mercado nuevos productos (nuevos materiales o modificaciones en los anteriores) por lo que los residuos de hace 50 años no son los mismos que hace 20 y habrá una clara diferenciación con los que se producirán dentro de 10 años o menos. Una pequeña muestra de ello es la diferencia en el listado de la composición física de los residuos dentro del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) en Arequipa del año

2004 con el del año 2013. Dentro del PIGARS 2004 se encuentra la siguiente clasificación de residuos: Papel y cartón, plástico, metales, vidrio, caucho, textil, orgánicos y otros; mientras que en el PIGARS 2013 se encuentra: Papel, cartón (ambos por separado), plástico PET, plástico no rígido, plástico rígido, metales ferrosos, metales no ferrosos, vidrio, madera, huesos, cuero, tecnopor, pilas, jebe, materia inerte, orgánico y otros. Claramente se nota una mejor clasificación de productos genéricos como los metales o los plásticos, pero por otra parte también se nota la aparición de nuevas categorías como la de las pilas y jebes y, conforme nuestro desarrollo y progreso actual, una categorización sobre los Equipos electrónicos y eléctricos⁽²¹⁾, estos últimos se refieren al conjunto de aparatos, equipos y/o dispositivos que, para su funcionamiento, requieren de electricidad o campos electromagnéticos, y que por sus mismos procesos de extracción de materia, manufactura, y tratamientos de disposición final, así como la creciente demanda de los mismos, requieren de una categorización urgente pero que pese a tener una reglamentación en la normativa nacional, aún no cuentan con una.

Así que, teniendo estos antecedentes y proyectando una mirada a futuro para una mejor clasificación de residuos se presenta el Lista Europeo de Residuos (LER) como punto de referencia para una mejor clasificación y catalogación de los residuos en el País y principalmente en Arequipa; dicho catalogo resuelve limites no definidos entre los residuos clasificándolos en 20 grupos, subgrupos y tipos rigiéndose en analogías fisicoquímicas y/o del proceso productivo de procedencia:

TABLA N° 04 LISTA EUROPEA DE RESIDUOS - 2015		
N° item	Categoría	Contenido
1	Residuos de la prospección, extracción, preparación y otros tratamientos de minerales y canteras	Movimiento de tierras
		Acumulacion de esteriles
		Minerales abandonados
2	Residuos de la producción primaria agraria, hortícola, de la caza, y de la pesca; residuos de la preparación y elaboración de alimentos.	Purines
		Tejidos vegetales
		Orujos
		Lodos (fangos) Depurados (LD)

²¹ D.S. N° 001-2012-MINAM - Reglamento Nacional para la Gestión de los Residuos de Aparatos Electrónicos y Eléctricos (RAEE)

TABLA N° 04		
LISTA EUROPEA DE RESIDUOS - 2015		
(continúa de pag ant...)		
N° item	Categoría	Contenido
3	Residuos de la transformación de la madera y de la producción de papel, cartón, pasta de papel, tableros y muebles.	Corteza, aserrín, corcho, similares
		LD
4	Residuos de las industrias textil, del cuero y de la piel	Grasas en general
		Ceras, tintes, pigmentos, similares
5	Residuos del refinado de petróleo, purificación del gas natural y tratamiento pirolítico del carbón.	Lodos de operaciones de limpieza y mantenimiento
		Tierras contaminadas de hidrocarburos
		Soluciones acuosas aceitosas
		LD
6	Residuos de procesos químicos inorgánicos	Soluciones ácidas
		Salas y soluciones alcalinas
		Soluciones con y sin metales
		Yesos
		Residuos de procesos de filtración
		Resinas
		Soluciones de limpieza
7	Residuos de procesos químicos orgánicos	LD
		Aguas madres y soluciones líquidas
		Lodos y residuos sólidos de procesos de filtración
		Materiales absorbentes y filtrantes
8	Residuos de la formulación, fabricación, distribución y utilización de revestimientos (pinturas, barnices, y esmaltes), pegamentos, sellantes y tintas de impresión.	LD
		Residuos de fabricación y uso de pinturas y barniz, tintas de impresión, colas, resinas y sellantes
9	Residuos de la industria fotográfica	Residuos que contienen plata procedente del tratamiento de productos fotográficos
10	Residuos inorgánicos de procesos térmicos	Cenizas y escoria de hornos
		Polvos y cenizas volantes
		Polvo y lodos de fabricación de amianto y cemento
		Arenas de fundición verdes sin logantes químicos
		LD
11	Residuos inorgánicos que contiene metales procedentes del tratamiento y revestimiento de metales y de la hidrometalurgia no férrea	Líquidos y baños de tratamiento
		Lodos y residuos sólidos de tratamiento y revestimiento de metales
12	Residuos del moldeado y tratamiento de superficie de metales y plásticos	Partículas plásticas
		Ceras, jabones y lubricantes residuales

(continua...)

TABLA N° 04		
LISTA EUROPEA DE RESIDUOS - 2015		
(continua de pag ant...)		
N° item	Categoría	Contenido
13	Aceites comestibles y los apartados 05 y 12	Aceites hidraulicos y liquidos de frenos usados Otros aceites hidraulicos clorados Aceites de aislamiento uy de transmision de calor Residuos aceitosos de navegacion LD
14	Residuos de sustancias orgánicas utilizadas como disolventes (excepto los apartados 07 y 08)	Disolventes y refrigerantes recuperados residuos de limpieza y desengrasado de metales
15	Residuos de envases; absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría.	Envases y embalajes sucios con residuos especiales Materiales absorbentes procedentes de filtracion Residuos de la limpieza de tanques y disolventes LD
16	Residuos no especificados en otro capítulo de la lista	Catalizadores retirados de vehiculos Neumaticos usados Baterias Vehiculos fuera de uso Cables Equipos electronicos LD
17	Residuos de la construccion y demolicion (incluyendo la construccion de carreteras)	Demolicion de edificios y carreteras
18	Residuos de servicios medicos o veterinarios y/o de investigacion asociada (salvo los residuos de cocina y de restaurante no procedentes directamente de los servicios medicos)	Objetos punzocortantes Citostaticos Radiografias
19	Residuos de las instalaciones para el tratamiento de residuos de las plantas externas de tratamiento de aguas residuales y de la industria del agua	Residuos de incineracion Residuos de lixiviados de vertederos Lodos de tratamiento de aguas residuales industriales LD
20	Residuos municipales y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones, incliyendo fracciones recogidas selectivamente	Maderas Residuos organicos Aceites vegetales

Fuente: <http://www.netenvira.com/medio-ambiente/noticias/publicada-la-nueva-lista-europea-de-residuos-ler-5206-543-6903-0-1-in.html>

3.1.2. Composición de los residuos sólidos

La composición está referida a las partes individuales que forman el total de los residuos sólidos, la cual se presenta a continuación:

TABLA N° 05	COMPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS EN EL PERU	
	%	
Tipo de residuos	año 2010	años 2011
Orgánico	51.97	48.7
Papel	3.95	4.96
Cartón	3.77	3.65
Plastico	8.07	9.48
Vidrio	3.1	3.76
Jebe - caucho	0.19	0.43
Chatarra (fe y no fe)	2.59	3.07
Chatarra electronica	1.64	2.26
Madera, fibra vegetal y restos de jardin	2.08	2.78
Cuero	0.93	0.58
Textiles	1.32	1.45
Tetrapak	0.73	0.47
Escombros inertes	5.74	4.51
Peligrosos	7.88	6.37
Otros no especificados	6.04	7.53

Fuente: Cuarto informe anual de residuos sólidos municipales en el Perú

Como bien se puede notar el tipo orgánico de residuos siempre ha sido, en promedio, la mitad del total de residuos sólidos dispuestos, a esta categorización le sigue la categoría de plásticos que muestra un aumento del 1,41% en tan solo un año, demostrando el incremento en su uso que cada año se incrementa por sus características moldeables y de bajo costo dentro de la industria en general.

El conocimiento de la composición de los residuos dentro de una comunidad es sumamente importante, al igual que la clasificación que se les da a los mismos como base para lograr responder de manera pertinente al momento de su segregación y tratamiento final como se verá en los siguientes capítulos.

3.1.3. Unidades de medida

El conocimiento del correcto lenguaje a la hora de estimar las cantidades de residuos es vital para poder lograr diseños, programas, estimaciones y análisis, actuales y futuros, de la cuantía de residuos a la cual estamos dando frente. Dentro de la práctica las más utilizadas son el peso y el volumen. Por otra parte el peso específico es el peso de un material por una unidad de volumen (kg/m³) y debido a los diferentes métodos de tratamiento que se les da a los residuos, a las diferentes clases de residuos, a la localización geográfica, la estación del año y el tiempo de almacenamiento; es que existe un amplio rango de medición del peso de los residuos (como se puede ver en la tabla N° 06), por otra parte otro factor que afecta el peso específico de los residuos es la humedad dentro de ellos, la cual se mide en un porcentaje definido de la siguiente forma⁽²²⁾:

$$M = \left(\frac{w - d}{w} \right) \cdot 100$$

donde:

M = Contenido de humedad (%).

w = Peso inicial de la muestra según entrega (kg)

d = Peso de la muestra después de secarse a 105°C (kg)

Sin embargo, como ya se había comentado antes, todos estos datos dependen de una variedad muy amplia de factores por lo que para un correcto desarrollo y tratamiento de los residuos han de tener un análisis propio y pertinente.

TABLA N° 06 DATOS TÍPICOS SOBRE PESO ESPECÍFICO Y CONTENIDO DE HUMEDAD					
Tipo de residuos	Peso específico (kg/m ³)			Conte. de humedad (% del peso)	
	Rango	Tipico		Rango	Tipico
Residuos de Jardín domésticos					
Hojas	30 148	59		20 40	30
Hierba verde (suelta y	208 297	237		40 80	60
Hierba verde (humeda y	593 831	593		50 90	80
Residuos de jardín (triturados)	267 356	297		20 70	50
Residuos de jardín	267 386	326		40 60	50

(continua...)

²² Tchobanoglous G, Theisen H, & Vigil S. "Gestión Integral de Residuos Sólidos". 1ª Ed. España. 1994. Pg. 84.

TABLA N° 06

DATOS TÍPICOS SOBRE PESO ESPECÍFICO Y
CONTENIDO DE HUMEDAD

(Continúa de pag. Ant.)

		Peso específico (kg/m3)			Conte. de humedad (% del peso)		
Tipo de residuos		Rango		Tipico	Rango		Tipico
Domesticos (sin compactar)							
	Residuos de comida (mezclados)	131	481	291	50	80	70
	Papel	42	131	89	4	10	6
	Carton	42	80	50	4	8	5
	Plasticos	42	131	65	1	4	2
	Textiles	42	101	65	6	15	10
	Goma	101	202	131	1	4	2
	Cuero	101	261	160	8	12	10
	Residuos de Jardin	59	225	101	30	80	60
	Madera	131	320	237	15	40	20
	Vidrio	160	481	196	1	4	2
	Latas de hojalata	50	160	89	2	4	3
	Aluminio	65	240	160	2	4	2
	Otros metales	131	1,151	320	2	4	3
	Suciedad	320	1,000	481	6	12	8
	Cenizas	650	830	745	6	12	16
	Otros	89	181	131	5	20	15
Urbanos							
	En camion compactador	178	451	297	15	40	20
	En vertedero						
	Maediante compactado	362	498	451	15	40	25
	Bien compactados	590	742	600	15	40	25
Comerciales							
	Residuos de comida (humedos)	475	950	540	50	80	70
	Aparatos	148	202	181	0	2	1
	Cajas de madera	110	160	110	10	30	20
	Podas de arboles	101	181	148	20	80	5
	Basura (combustible)	50	181	119	10	30	15
	Basura (no combustible)	181	362	300	5	15	10
	Basura (mezclada)	139	181	160	10	25	15
Industriales							
	Cenizas volantes	700	900	800	2	10	4
	Restos de cuero	100	250	160	6	15	10
	Chatarra metalica (pesada)	1,501	2,000	1,780	0	5	-
	Chatarra metalica (ligera)	498	900	740	0	5	-
	Chatarra metalica (mezclada)	700	1,500	900	0	5	-
	Aceites, alquitranes, asfaltos	801	1,000	950	0	5	2
	Serrin	101	350	291	10	40	20
	Residuos textiles	101	220	181	6	15	10
	Madera (mezclada)	400	676	498	30	60	25

Fuente: Tchobanoglous G, Theisen H, & Vigil S. "Gestión Integral de Residuos Sólidos". 1ª Ed. España. 1994. Pg. 82.

3.2. Contaminación por residuos

Es importante resaltar el hecho de que los residuos son elementos altamente cambiantes, es decir, que si bien se pueden clasificar por su origen, por su composición, o por su peligrosidad, para pasar posteriormente por diversos procesos de clasificación; existe una variedad de residuos que cambian de una categoría a otra por sus ciclos de vida, su porcentaje de degradación, etc. Es por ello que es indispensable el obtener toda la información necesaria de los diferentes residuos generados para de esta forma poder disponer finalmente de ellos de la mejor manera. Ahora si bien se desea hacer una lista de los elementos causantes de contaminación sería como querer enumerar todos los residuos existentes y adjuntar los cambios que se producen sobre ellos, sin embargo dicha descripción no es objeto de la presente investigación. Es así que de forma general se mencionan algunos de los contaminantes más significativos:

- Los metales pesados.- En altas concentraciones, usualmente procedentes de la industria, la minería y la refinería, se tornan tóxicos. Algunos ejemplos son: El plomo, arsénico, zinc, entre otros.
- Producto de la actividad viva y descomposición de la materia.- el Dióxido de carbono (CO_2) producto de la descomposición aeróbica, el Óxido de nitroso (N_2O) producido por la descomposición bacteriana de nitratos orgánicos, el metano (CH_4) que también pertenece a los hidrocarburos, es el principal producto de la descomposición de la materia.
- Las emisiones atmosféricas.- procedentes en su mayoría de plantas industriales y el tráfico rodado como por la quema de basura a altas temperaturas (SO_x , Óxidos de azufre). Son las más comunes en cuanto a la disminución del pH de los suelos modificando su composición química y afectando a su común desarrollo particular o como fuente de nutrientes.
- Plásticos.- Son sustancias químicas sintéticas denominadas polímeros cuyo principal componente es el carbono, sin embargo el nombre plástico está más referido a sus propiedades de plasticidad más que a una denominación al material en sí. La mayoría de estos compuestos no son susceptibles de ser asimilados por el entorno natural y sumando esto a la producción en grandes cantidades, principalmente por su bajo coste de producción y por ser un elemento muy trabajable, es que se presenta como un elemento altamente contaminante.

- Lixiviados.- Son sustancias líquidas que percolan a través de los residuos sólidos urbanos, estos líquidos pueden ser de origen natural como agua de lluvia, o proveniente de los procesos de degradación de los mismos residuos; el resultado es una sustancia generalmente líquida con altos niveles de toxicidad contaminando no solo suelos sino aguas subterráneas y demás elementos que encuentra a su paso.
- Los aparatos electrónicos y eléctricos.- Si bien esta clase de residuos están compuestos de elementos que pueden ser clasificados en los apartados superiores, se le considera en una categoría especial por presentar una serie de contaminantes a lo largo de su vida (desde la extracción de materia hasta su disposición final), como la contaminación industrial en las fases de extracción, hasta la contaminación de sus elementos compositores al final de su vida útil.

En primera instancia, la contaminación produce un fuerte impacto en la vegetación, los seres vivos vegetales muestran una mayor sensibilidad a la mayor parte de contaminantes atmosféricos o a través de la contaminación hídrica, sufriendo alteraciones en sus procesos biológicos con menores cantidades de las que afectan a la vida humana o animal, por otra parte también puede llegar a contaminar cadenas tróficas con una posible bioacumulación en cada cadena ascendente, hasta llegar al hombre.

Los residuos sólidos urbanos contienen una infinidad de compuestos tóxicos que pueden llegar a contaminar fuentes de agua directamente (en contacto directo) o indirectamente (mediante traslación de sus puntos de origen por medio de los efectos del viento o las corrientes de agua); dichos contaminantes perjudican la calidad del agua, dificultando o imposibilitando su autodepuración, volviéndola potencialmente peligrosa y afectando a toda clase de ecosistemas en contacto con ella.

Una reacción más pasiva vendría a ser la acidificación del suelo produciendo procesos de biometanización, siendo el mercurio, plomo, arsénico y cromo los metales que muestran una mayor afinidad a este proceso. Una manera para poder estimar rangos de contaminación de los suelos es a través de factores umbrales de contaminación, los cuales están definidos por:

- La vulnerabilidad.- representa el grado de sensibilidad a los agentes contaminantes, depende de la intensidad de los agentes contaminantes, del tiempo al que el suelo está expuesto a dichos agentes y la velocidad con que el suelo se ve afectado por los agentes externos.
- El poder de amortiguación.- es la capacidad del suelo de repeler agentes extraños en sus niveles físicos, químicos y biológicos. Si un suelo es catalogado como contaminado es porque su factor de amortiguación fue superado por algún(os) contaminante(s) pasando de ser un sistema protector, a un ente productor de problemas para la atmosfera, el agua, y los seres vivos. La capacidad de amortiguación es inversamente proporcional al factor de vulnerabilidad.
- La autodepuración.- el suelo es considerado un sistema abierto que evoluciona hasta alcanzar el equilibrio con su entorno y es considerando depurador porque tiene la capacidad de degradar agentes extraños en él con un grado limitado de depuración.
- La movilidad.- entiéndase al suelo como un elemento parecido al agua, en términos de transporte pero mucho más lento; los suelos contaminados tiene la capacidad de contaminar áreas cercanas a ellos aumentando su rango de toxicidad, afectando otros ecosistemas.

Concluyendo de este modo en la pérdida de valor y productividad del suelo llegando a afectar no solo la vida que se da sobre él, sino la degradación de paisajes como parte de los efectos más graves.

Finalmente es necesario aclarar que estos incidentes están fuertemente relacionados unos con otros, es decir, que si se produce la contaminación de alguno de estos (aire, agua o suelo) los otros dos factores se verán afectados de una u otra forma mostrando lo vital que es el evitar la contaminación de la naturaleza que nos acoge. Pues de esta es que el hombre depende.

4. El desarrollo sostenible

A finales del siglo XIX el modo de comunicación que se tenía comenzaba a vivir el inicio de una nueva era para la humanidad, la era de la información y las telecomunicaciones comenzaba con la invención del teléfono, mediante el cual el flujo de información venía a ser más rápido que el flujo de movimiento físico. Un siglo después la humanidad comenzaba a ser consciente del impacto que significaba su desarrollo dentro del planeta evidenciado por un agotamiento de los recursos de los cuales se valía, y por lo cual se comenzaba a utilizar la idea de optar por un desarrollo sustentable (desarrollo capaz de mantenerse en un estado sin degradarse así mismo o al ambiente que lo acoge), posteriormente el termino cambia de sustentable a sostenible, al considerar parte de esta ideología a las condiciones económicas, sociales y ambientales para sostenerse sin afectar los recursos.

La primera vez que se utilizó el término desarrollo sostenible como directriz formal fue en el periodo posterior a la Conferencia de Estocolmo (1972), específicamente en el año 1987 dentro del informe Brundtland “Nuestro futuro en Común”, para ser reiterado como uno de los principios más importantes para el desarrollo humano dentro de la Declaración de Río (1992), donde se acotaba la responsabilidad de satisfacer nuestras necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras por satisfacer las suyas, de este modo el desarrollo sostenible se fundamenta en sus tres pilares básicos: lo económico, lo social, y lo ecológico.

Paralelamente al avance del desarrollo sostenible, un grupo conocido como El Club de Roma, ONG fundada en 1968 en Roma por un pequeño grupo de científicos, empresarios y políticos interesados en mejorar el futuro del planeta de un modo interdisciplinar y holístico, dicha ONG encargo al MIT la realización de un informe estadístico sobre el para entonces actual desarrollo de la raza humana en términos de crecimiento poblacional, el crecimiento económico y el incremento de la huella ecológica, siendo la conclusión la siguiente:

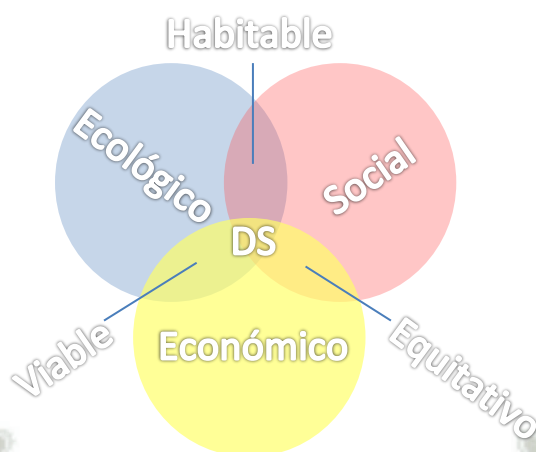


Ilustración N° 10

Si la industrialización, la contaminación ambiental, la producción de alimentos y el agotamiento de los recursos mantienen las tendencias actuales de crecimiento de la población mundial, este planeta alcanzará los límites de su crecimiento en el curso de los próximos cien años. El resultado más probable sería un súbito e incontrolable descenso, tanto de la población como de la capacidad industrial”⁽²³⁾

Los especialistas del MIT diseñaron y utilizaron un programa denominado *World3* con el objetivo de recrear una estadística en base a simulaciones de crecimiento poblacional y económico extralimitado, y a la extracción de los recursos naturales hasta su agotamiento, y así dar paso a un colapso en la economía y un decrecimiento brusco de la población humana. Dichos estudios se publicaron en el año 1972 y formaron una referencia de gran valor dentro de la conferencia de Estocolmo celebrada en junio de ese mismo año. Posteriormente se publicó una segunda edición del texto en el año 1992, 20 años después, titulado “más allá de los límites del crecimiento”, contenía la actualización de los datos de la 1ª edición y exponía que la capacidad de carga de la tierra como sostén de la raza humana estaría siendo superada a finales de siglo. 10 años después se presentaba la 3ª edición del escrito con fecha: 1 de junio de 2004: con el título “Los límites del crecimiento: 30 años después”, dentro de esta edición se discutía el imparable crecimiento poblacional, el aumento de la producción industrial, el sobre explotamiento de los recursos, el efecto del aumento de los diferentes tipos de contaminación y la oferta tecnológica que se hacía presente.

Ilustración N° 10: El Desarrollo Sostenible. Fuente: Propia.

²³ Meadows D, Randers J. “Los límites del crecimiento”.

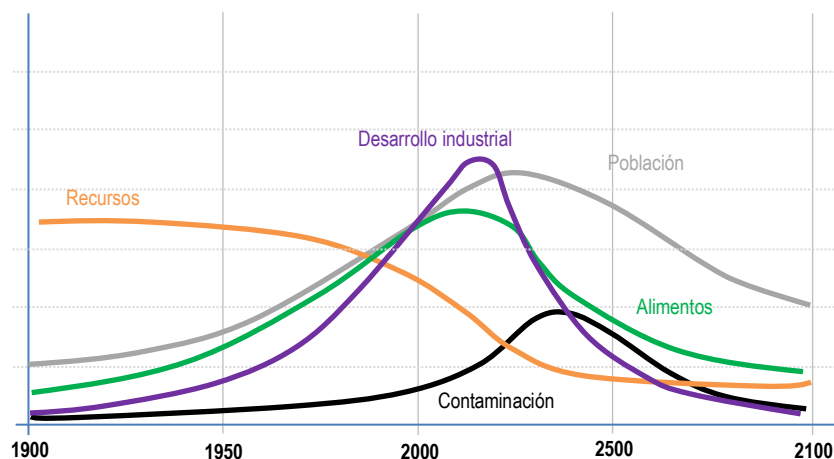


Ilustración N° 11

Por lo expuesto anteriormente se llega a comprender que la puesta en marcha de un desarrollo sostenible es necesaria, y para ello hay que comprender las partes que lo componen:

- La sostenibilidad económica, el actual progreso económico que se tiene acentúa la desequilibrada distribución de riqueza en las naciones, pues mientras unos aumentan su capital físico cultural otros sufren mucho más para generarlo, evidenciando la necesidad de un cambio en el actual desarrollo económico de las naciones y poder estabilizar la inflación de riqueza y potenciar el desarrollo de los menos favorecidos. Es así que la sostenibilidad económica se entiende como la capacidad de generar y preservar la riqueza en sus múltiples formas (capital físico: dinero, edificios, bienes y servicios, etc. capital natural: recursos renovables, no renovables, y ambientales; capital cultural: conocimientos e información) a lo largo del tiempo mediante una actividad económica equilibrada mediante el uso eficiente de recursos, descentralizando y diversificando la capacidad productiva, fomentando un intercambio equitativo de recursos en los diferentes niveles y sectores sociales, entre muchas otras acciones.
- La sostenibilidad social, al igual que el factor económico existen grandes brechas en el acceso a la información necesaria para mantener niveles de vida dignos, mostrando de este modo la falta de cooperación social en aras de un desarrollo unitario más que individualista. La sostenibilidad social se refiere

Ilustración N° 11: Escenario actual del desarrollo mundial entre 1900 y 2100. Edición propia.
Fuente: Meadows D, Randers J. Limits of Growth. 3ª Ed. Estados Unidos: Chelsea Green; 2004.

entonces al desarrollo de la población mediante la generación de conocimientos y la subsistencia de niveles armónicos de educación, crecimiento poblacional, capacidad de auto-valía económica y una continua concientización sobre el entorno global, algunas de las directrices son: promover la libertad humana, la adopción de valores con uno mismo, con los demás y con el entorno que nos rodea, facilitar la creación y mantener una diversidad cultural, entre otras.

- La sostenibilidad ecológica, Actualmente se vive una era de híper-consumismo que viene acompañado de una alta dosis de disposición final de residuos, que concluye en la aclamación a gritos del planeta traducido en la evidencia del agotamiento de recursos y los altos índices de contaminación. es así que la también conocida sostenibilidad ambiental envuelve las dos anteriores ya que representa el “donde” del cual obtenemos nuestros recursos y el “donde” en el cual disponemos nuestros residuos generados, temas socioeconómicos muy bien marcados. La sostenibilidad ecológica trata de conservar el correcto desenvolvimiento de la biodiversidad y de los diferentes ecosistemas presentes en el planeta, así como su productividad, diversidad y continua existencia a lo largo del tiempo mediante planes, normativa, acciones políticas y sociales para la conservación del entorno que nos acoge, principalmente por su preservación, seguidamente por la continuidad de la existencia humana que depende de ella.

B. LA INGENIERIA INDUSTRIAL EN LA GESTIÓN DE RSU

La gestión de los RSU es un proceso interdisciplinario que involucra temas como la salud pública, la economía, el ambiente, la tecnología, la estética, etc., y éstas, a su vez, involucran a cada uno de sus campos: temas jurídicos y judiciales, planificación urbana y planeamiento, economía y sociología, ingeniería y tecnología, así como la misma ecología. Sin embargo, en este capítulo, tal y como lo muestra el título se hará un mayor énfasis en el papel de la Ingeniería industrial dentro de dicha gestión.

Ingeniería industrial: ciencia que se ocupa de la planificación, implantación, desarrollo, mantenimiento y evaluación de los sistemas de producción industrial de bienes y servicios, así como de sistemas integrados de personal, información, equipamiento, energía, materiales y procesos; es decir, emplea conocimientos y métodos de una forma amplia y general para determinar y analizar dichos sistemas, y así poder predecir y evaluar resultados en el campo donde se inserte. En otras palabras (y en este caso en específico) la ingeniería industrial es la encargada de promover, acompañar, y evaluar los procesos tanto internos como externos de los sistemas de gestión de RRUU como un sistema unitario. Las tareas de la ingeniería industrial dentro de la gestión de RSU, entonces, comienzan con la etapa de generación de residuos, concluyendo en la evacuación y disposición final de los mismos.

Actualmente en países como el nuestro los procesos industriales necesarios para el correcto manejo de los RSU aún se encuentran en desarrollo pues aun batallamos por ejecutar procesos con el objetivo de disponer de dichos residuos de manera adecuada sin poner en peligro la salud de la población ni perjudicar el medio ambiente. Sin embargo, países como España, Alemania, Suecia, Holanda o Suiza son reconocidos por sus altos índices de reciclaje y reutilización de materia a partir de sus RSU, porque han llevado su gestión de RSU a un nivel integral, pues no solo toma en cuenta minimizar los impactos de los RSU sino más bien incluye criterios de reutilización en origen, separación y clasificación antes de la recogida, entre otros. Dentro de los últimos avances dentro de la gestión, debido a la alza de precios en la obtención de materias primas para la producción de bienes, se encuentra la participación de las empresas productoras por “re”-extraer materia útil dentro de los RSU conocido como Minería Urbana y de “re”-obtener sus productos (al cabo de la vida útil de los mismos) para la fabricación de nuevas líneas de productos, conocido como Logística Inversa, ambas referidas al reprocesamiento de los residuos conformados en

su mayoría por aparatos eléctricos y electrónicos. Es así que la concepción de la Gestión Integral de RSU (GI-RSU) evoluciona nuevamente en un sistema más complejo con muchos más *inputs* y *outputs* en su desarrollo, dicho nuevo procesamiento se le conoce como Sistema Integral de Gestión de RSU (SIG-RSU)

A continuación se explicarán ambas gestiones:

1. Componentes de la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (G-RSU)

El inicio de todo ciclo de vida de cualquier bien o producto se da en la actividad de extracción de recursos naturales junto con todos los procesos derivados que siguen para su elaboración. Dentro del entorno latinoamericano, en su mayoría, todas estas actividades concluyen al momento de la comercialización del ítem; hace bien hacer un énfasis en la palabra “concluyen” pues de igual forma es aquí donde termina la responsabilidad de las empresas productoras o importadoras por tomar en cuenta la vida posterior de sus productos y de a dónde van a ir a parar después de haber concluido con su vida útil; para finalmente dar paso a la disposición de residuos sólidos urbanos (a gran escala).

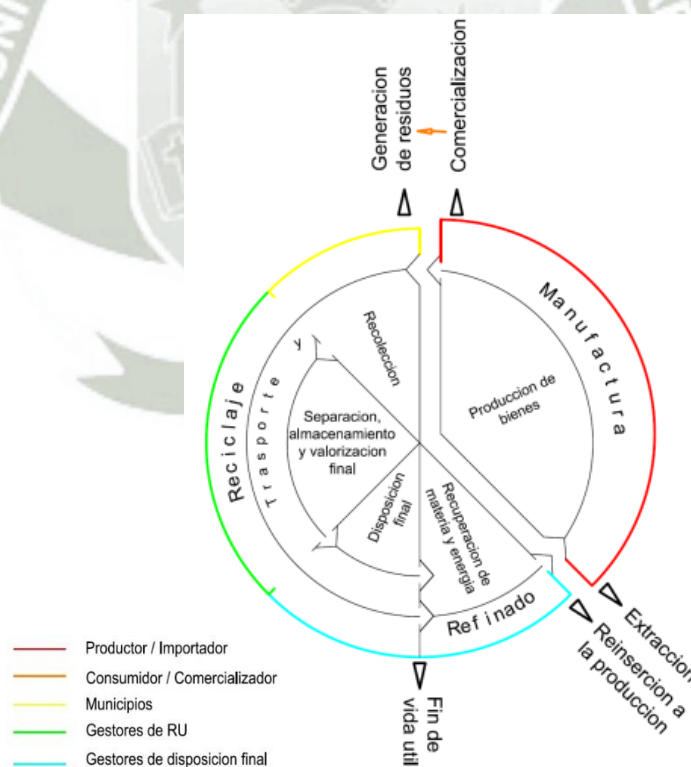


Ilustración N° 12

Ilustración N° 12: Sistematización de la G-RSU. Fuente: Propia; 2014.

Posicionándonos aun en el entorno latinoamericano, hay muchos países, como el Perú, que siguen arraigados a una gestión de residuos sólidos en la cual prioriza la producción, comercialización y consumo de productos y en donde el sistema de reciclaje mantiene un procesamiento inadecuado el cual comienza con:

1.1. Generación de residuos

La generación de residuos está definida como la etapa en donde los ítems son identificados como sin ningún valor adicional marcando el final del papel del consumidor dentro del ciclo y dando pase al papel de los municipios para su traslado y tratamiento fuera de los núcleos urbanos, sin embargo dicho proceso se ve dificultado en gran medida por la falta de conciencia por parte de los consumidores al momento de desechar los residuos, que generalmente se hace al aire libre, exponiendo los RSU a factores climáticos (ej. El sol), o tirándolo simplemente en cualquier parte de la calle dificultando su recolección en gran medida.

1.2. Recolección y transporte

Esta etapa está referida a todo movimiento de residuos sólidos urbanos dentro del sistema, no solo desde los puntos de disposición, sino entre las varias instalaciones a lo largo de las diferentes etapas de la gestión de RU, dependiendo del residuo y del estado en el que se encuentra.

Existen 3 tipos de recolección generalizada para las zonas residenciales: en acera, sacar-devolver, y sacar⁽²⁴⁾. La recolección en acera trata sobre la recolección de residuos dispuesto por el mismo usuario en el punto de recogida; la recolección de sacar-devolver, a diferencia de la primera, es la tarea de los operarios de recogida el sacar los contenedores y devolverlos vacíos para el ciclo de recogida; y por último la recolección de sacar está referida a la espera del camión recolector, siendo los usuarios los que salen con sus residuos para depositarlos en estos, a esta última también se le conoce como recogida a granel. Posteriormente, y dependiendo de la zonificación, se utilizaron bolsas (25 a 50lts de Cap.), sacos (80 a 120lts), o contenedores de mayores capacidades (600-1100lts) en puntos

²⁴ Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil S. "Gestión Integral de Residuos Sólidos". Pg. 222.

específicos de la vía pública (aceras, callejones, etc.) para el almacenamiento de RSU a la espera de los vehículos compactadores-recolectores (de carga trasera o lateral), siguiendo los 3 tipos de recolección ya mencionados, estas tipologías de recogida son las más utilizadas en el Perú.

Sin embargo, al momento de la recolección de RSU de las maneras anteriormente mencionadas, y sumado a una mala planificación de recogida de residuos por parte de algunos municipios, es que la recogida se realiza solo por zonificación y no por clasificación de residuos, es decir, que un mismo camión recolector recepciona todos los RSU de la zona, o ruta, que se le ha dispuesto, teniendo en su carga RSU domiciliarios, comerciales, institucionales, y hasta incluso en algunos casos de procedencia industrial. Conllevando a un gran problema al momento de la clasificación en las estaciones de reciclaje.

Posterior a la recogida se efectuaba la transferencia a los diferentes puntos de disposición, esto depende mucho del papel, compromiso, y acuerdos legales de las municipalidades para el tratamiento de residuos sólidos urbanos; pero por lo general se disponen de ellos en plantas de reciclaje para cumplir las tareas de pretratamiento, separación, y clasificación de los diferentes residuos. Posteriormente, y dependiendo de las edificaciones de reciclaje, son trasladados a plantas de valorización (o son valorizadas en las mismas plantas de reciclaje) para finalmente ser transferidos a industrias de refinado o de reestructuración para su inserción en el mercado de materiales, o ser transferidos a puntos de evacuación y disposición final en el caso de residuos sin ningún reúso posible. Todo este proceso en mención se ve complicado en relación a las distancias que ha de cubrir, pues mientras más grande es la urbe, más largos son los tramos de recogida y finalmente se contamina mucho más el ambiente al momento del traslado de RSU.

1.3. Separación, almacenamiento y valorización final

Una vez recepcionados los residuos provenientes de los diferentes puntos de recogida se procede a la separación y clasificación de los mismos dentro de las plantas de reciclaje o estaciones de transferencia (según sea el caso). La primera etapa de la clasificación, como se vio en el punto “A.3.2.- clasificación de residuos sólidos urbanos”, es determinar si los residuos son del ámbito municipal o no para que de acuerdo a esta clasificación poder determinar la entidad gubernamental a

cargo del tratamiento, separación y disposición final de cada uno de los diferentes tipos de residuos. Posteriormente se realiza una sub-clasificación (dentro del ámbito municipal) según su origen (domiciliario, comercia, institucional, etc.) ya que según de donde provengan se espera cierto tipo y cantidad de residuos en específico, y de manera paralela también se empieza a separar en cuanto a su nivel de peligrosidad, para como último paso realizar la clasificación por su constitución biológica obteniendo de este modo todos los restos orgánicos para el refino de compostaje.

Dentro de la etapa de valorización participan los procesos finales de selección de residuos potencialmente reutilizables como: plásticos, papel, cartón, entre otros; usualmente la valorización final de residuos se realiza dentro de las plantas de reciclaje como proceso final de las mismas, sin embargo es posible que esta etapa también pueda darse dentro de las plantas de transferencia y/o en cualquier infraestructura de recepción de residuos, que cuente con una etapa de separación y clasificación, ya que si se llega a segregar correctamente los residuos y se verifica la capacidad de reutilización de los mismos es posible continuar con la etapa de refinamiento del material en cuestión.

Y si bien parece ser un sistema que funciona, el gran detalle radica en su posicionamiento como segunda etapa dentro del a gestión de RU (después de la recolección de residuos), ya que al momento de la recogida indiferenciada muchos de los residuos que pudieron haber estado preclasificados son nuevamente juntados con otros diferentes haciendo el trabajo de la separación y clasificación un proceso de doble esfuerzo, tiempo, y costo; no teniendo suficiente con ello la mezcla de algunos residuos potencialmente útiles para reciclarse se contaminan con otros perdiendo dicha característica y aumentando las cantidades de residuos para disposición final como residuo inservible reduciendo la vida útil de procesamiento de los rellenos sanitarios.

1.4. Disposición final

1.4.1. Botaderos

Los botaderos son un recurso que el hombre ha usado desde hace mucho para “separarse” de la basura que él mismo produce, usualmente se ubican a las afueras de los focos urbanos donde se deposita todo residuo generado y

usualmente sin ningún tratamiento previo (del lugar o del propio residuo), por lo tanto se presenta como un foco de contaminación del aire, del agua y del suelo por la producción de gases, lixiviados y demás sustancias contaminantes. Por otra parte en ellos se congregan personas buscando recursos para sobrevivir (ya sea reciclándolos de manera informal o buscando alimentos para las granjas informales que mantienen o incluso para el consumo de ellos mismos), resultando en la apropiación ilícita de estas áreas para el desarrollo de sus comunidades (depredación de áreas e invasión de terrenos) volviéndose rápidamente un punto peligroso para la salud y la seguridad de las mismas personas invasoras, y para la ciudad en general.



Ilustración N° 13

1.5. Recuperación de materia y energía

Como se puede esperar, la recuperación de materia está principalmente referida a toda la materia revalorada y que reingresa a los procesos de producción para cumplir un nuevo ciclo de utilización o de producción de otros enseres. Sin embargo, los residuos dispuestos en los rellenos sanitarios también tienen algo que ofrecer, se les puede utilizar como punto de extracción de biogás que es producido por la descomposición (generalmente anaeróbica) de la materia orgánica, consta de una mezcla constituida por una gran cantidad de gas metano y en menor medida por dióxido de carbono; esta mezcla es útil para sistemas de combustión a gas pudiendo utilizarse para la generación de energía calórica y/o eléctrica.

Por otro lado una fuente tanto de recuperación de materia como de energía es la materia orgánica preseleccionada, pues de ella se puede generar compost (materia) y a la vez se extrae biogás (energía) del mismo procesamiento de compostaje.

Ilustración N° 13: Depósito de residuos en el Botadero de "Quebrada Honda".
Fuente: <http://proyectosigarequipa.blogspot.pe/2009/04/visita-al-botadero-controlado.html>.

2. Componentes del Sistema Integral de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (SIG-RSU)

Muy parecido a la G-RSU se toma como punto de partida de este ciclo a la extracción de recursos para la elaboración de bienes, sin embargo, como ya se mencionó anteriormente, las empresas productoras de bienes abren una gran puerta para el reciclado de materiales de bajo costo para la puesta en marcha de nuevas líneas de productos que se encuentran detallados más adelante en el apartado de “Refinado”. Posteriormente se ingresa a la etapa de comercialización y es aquí donde a la par del desarrollo cotidiano de la población se tienen los puntos importantes de Reducción de consumo y la Reutilización de productos, marcando la primera gran diferencia entre las dos gestiones de residuos.

2.1. Reducción del consumo

La reducción del consumo se presenta como la parte vital para disminuir la problemática de la Gestión de RSU pues mientras menos se consume menos se desecha, mientras menos se invierte en materia prima los costos en las gestión de residuos son menores; y de este modo poder pasar de un uso intensivo de recursos a un uso eficiente de recursos, sin embargo esta etapa es la más difícil de lograr pues involucra ir en contra de la actual demanda consumista de las masas que muy lejos de satisfacer necesidades vitales se denota una necesidad de satisfacer necesidades creadas por las empresas para el consumo de sus bienes. Todos los estudios muestran un aumento en el consumo de materia y energía producto del acelerado proceso de vida de las masas, y todo esto por el activo proceso capitalista que actualmente forma parte fundamental del desarrollo de este sistema social.

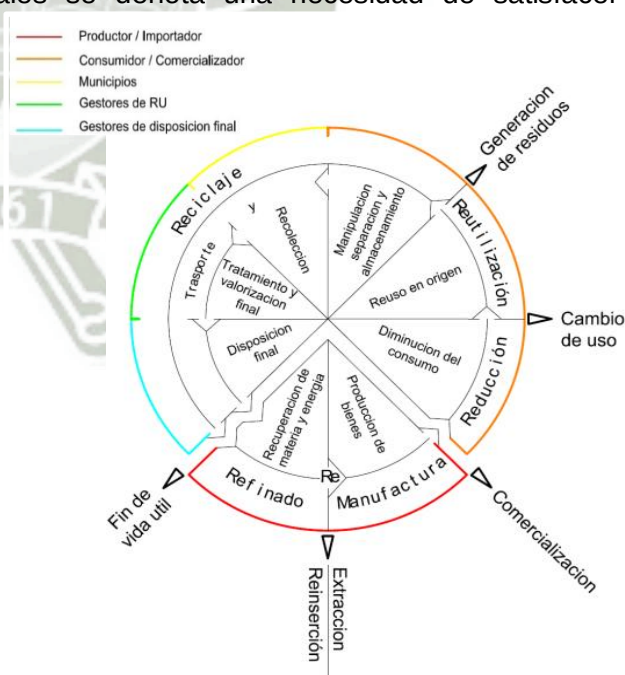


Ilustración N° 14

Ilustración N° 14: Sistematización del SIG-RSU. Fuente: Propia; 2014.

2.2. Reutilización en origen

Componente que marcaría una pauta de diferenciación entre la relación directamente proporcional que se tiene entre el desarrollo económico y la producción de residuos, pues dicha relación sería reemplazada por la relación inversamente proporcional entre la cantidad de residuos reutilizados y la disposición final de residuos, por ende menos cantidad de dinero, recursos y tiempo requeridos. Puede realizarse en diferentes escalas, desde el ámbito industrial, pasando por el municipal, hasta el familiar (residencial), presentándose como el segundo componente vital fuera del campo de acción directo del SIG-RSU. Por otra parte la prevención y reducción también engloba las actividades de: concepción, diseño, producción, distribución, y consumo de productos; es decir todo el proceso de desarrollo para obtener productos con bajos niveles de toxicidad, menores volúmenes y con una vida útil más larga, o en su defecto productos que una vez concluida su vida útil puedan fácilmente utilizarse como materia prima secundaria para un nuevo proceso de producción, contribuyendo significativamente a la reducción de residuos a disponerse finalmente así como la reducción de la extracción de recursos naturales. Sin embargo esto va en contra del actual proceso capitalista de consumo de las empresas que lanzan productos con cortos periodos de vida para una renovación constante del mercado. Sin embargo es posible lograr esto mediante normativas y reglamentación municipal, como es el caso de España que viene siendo el país con un desarrollo acorde a los principios mencionados anteriormente, producto de su ley 22/2011 del 28 de julio y ejecutada a través del programa estatal de prevención de residuos 2014-2020 en donde plantea 4 lineamientos estratégicos para la prevención de residuos:

- Reducción de la cantidad de residuos,
- Reutilización y alargamiento de la vida útil de los productos,
- Reducción del contenido de sustancias nocivas en materiales y productos, y
- Reducción de los impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente, de los residuos generados.

Por otra parte ha de recalcarse que la información sobre las cantidades de residuos generados, los tipos y la ubicación de los mismos son primordiales para el SGIRU, determinando los periodos de recogida, la tecnología y equipo a utilizar, y el diseño específico para su transporte y tratamiento.

Los componentes mencionados anteriormente, 2.1 y 2.2 (reducción y reutilización), pertenecen a un proceso de reforma educativa, de compromiso y participación por parte de la población; que si bien se presenta como una premisa para un eficiente sistema de gestión de residuos, se procede a ejecutarla de manera adyacente, pues solo se alcanzará mediante el cambio de mentalidad y aumento de la responsabilidad social, producto de un constante periodo de concientización.

2.3. Generación de residuos

Al igual que la G-RSU la generación de residuos es la etapa donde los productos no tienen más una utilidad aparente para su poseedor sin embargo el papel de los consumidores no terminan aquí, estos son los encargados de una correcta disposición final de sus residuos mediante una correcta clasificación de los mismos, así como disponerlos en los diferentes (y más adecuados) puntos de recogida.

2.4. Manipulación, separación y almacenamiento

Otro aspecto vital para un correcto SIG-RSU, la manipulación, separación y almacenamiento de los mismos abarca desde la generación de los mismos, el transporte hasta los contenedores para almacenamiento y disposición final en los puntos de recogida; existen diferentes métodos de realizar este procedimiento, y todos ellos dependen de las condiciones sociales, normativas, y de consumo dentro del área de generación, pero el más común es la separación y almacenaje de residuos en pequeños contenedores dentro de las viviendas para posteriormente disponerlos en contenedores mayores fuera de sus hogares a la espera de la recogida de los mismos; es decir que el actor principal de este proceso es la población de los cuales provienen dichos residuos, estos son los encargados de simplificar y mejorar el resto de procesos del sistema pues con una mejor clasificación se mejoran los medios para su almacenamiento y posteriormente su transporte, para de este modo ayudar inmensamente en su clasificación final y tratamiento de recuperación dentro de las plantas destinadas a estos objetivos, disminuyendo finalmente los rechazos destinados a los rellenos sanitarios.

2.5. Recolección y transporte

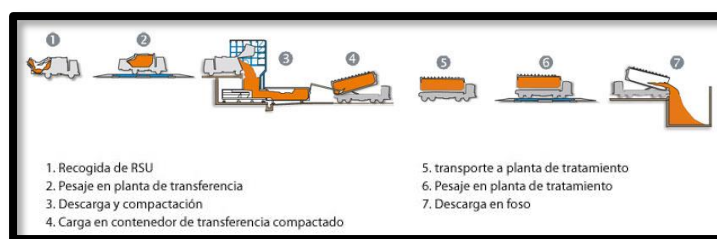


Ilustración N° 15

A diferencia de los medios de recogida ya mencionados dentro de la anterior G-RSU, una correcta recolección de residuos y transporte posee una pre-clasificación en fuente, recorridos eficientes al momento de la recogida, usualmente se tienen horarios y/o días designados para la recogida por tipo de residuo, a excepción del orgánico que siempre ha de ser recolectado diariamente, o inter-diario en el peor de los casos.

Los sistemas de recogida son diversos, dejando el sistema de recogida a granel obsoleto, se puede encontrar el sistema convencional de la recogida de contenedores diferenciados de acera, o bien la recolección de contenedores soterrados los cuales, como su nombre lo dicta, se encuentran bajo el nivel del suelo con un pequeño buzón en la parte superior para el depósito de RR y que se eleva a nivel del suelo al momento de la recogida. Todo este procesamiento se realiza sin mayores complicaciones si la distancia entre los puntos de recogida y el punto de disposición de residuos es corta, por lo que al momento de enfrentar realidades en donde dichas distancias han de tener que ser realmente largas (mayores a 15km) es que se empieza a hablar de la premisa de construir estaciones de transferencia donde los vehículos recolectores de bajo tonelaje pueden depositar los residuos para ser densificados y ser transportados en tráileres container de gran tonelaje. Existen diferentes tipos de estaciones de transferencia, pero todas contienen los siguientes componentes, como mínimo:

- Plataforma de recepción
- Ingreso con zona de amortiguación y balanza
- Pozo de almacenamiento
- Equipo de movilización de residuos
- Equipos de compactación (generalmente estacionados)
- Sistemas de captación y tratamiento de aguas
- Oficinas administrativas

Ilustración N° 15: Etapabilidad del sistema de recolección y transporte (a través de una planta de transferencia) de RSU.
Fuente: Resur granada, España.

Y dentro de su desarrollo de actividades se pueden dividir en las siguientes clases:

2.5.1. Estaciones de trasfencia directa

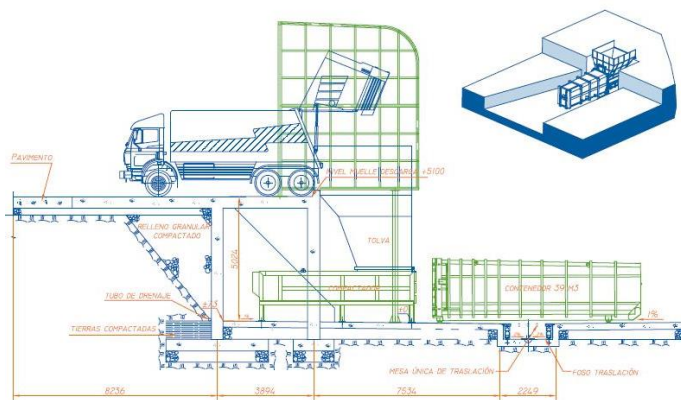


Ilustración N° 16

Consiste en un sistema de descarga por gravedad desde los camiones recolectores hacia tráileres designados para el transporte de residuos. El proceso comienza con el ingreso de los camiones recolectores hacia las balanzas para su registro y pesaje, posteriormente se dirigen hacia un patio de maniobras en donde se encuentran las tolvas receptoras o cintas transportadoras que redirigen los residuos hacia los tráileres con capacidades de entre 20-25tn ubicados en el patio de carga, pudiendo haberse compactado o no dichos residuos en el proceso. Una vez llenos se procede a colocar un recubrimiento para evitar que se dispersen los residuos al momento de su traslado, o mediante sellado propio de los container especiales para dicha actividad.

2.5.2. Estaciones de trasfencia indirecta

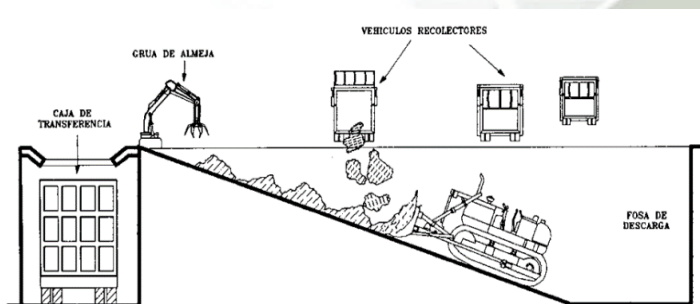


Ilustración N° 17

En esta clase de estación los residuos son depositados en una fosa o en tolvas de recolección de las cuales, posteriormente, se abastecen a los tráileres mediante equipos auxiliares, pudiendo haberse compactado o no dichos residuos en el proceso.

Ilustración N° 16: Corte e isometría de una planta de trasfencia directa.

Fuente: ECOPOLIS, Costa Rica.

Ilustración N° 17: Traslado de residuos sólidos en estaciones de trasfencia indirecta.

Fuente: Instituto Nacional de Ecología INECC. Estaciones de trasfencia de residuos sólidos en áreas urbanas.

Al igual que la anterior estación, el proceso comienza con el ingreso de los camiones recolectores hacia las balanzas para el registro y pesaje, luego se dirigen al patio de maniobras en el cual se haya una fosa (común o diferenciada) para la recepción de RR, para luego mediante cintas transportadoras, grúas mecánicas, u otros sean llevados a las cajas de trasferencia para el deposito en los tráileres de transporte final de los residuos. Adicionalmente, estas estaciones pueden venir acompañadas de instalaciones de acopio de subproductos reciclables.

2.5.3. Estaciones de trasferencia mixta

Como bien lo dice su nombre se tratan de instalaciones que manejan los dos procesos mencionados anteriormente, las principales ventajas de las estaciones de trasferencia son:

- Disminución de costos en el transporte
- Aumento de la vida útil y disminución en costos del mantenimiento de los camiones recolectores
- Incremento en la eficiencia del servicio de recolección
- Reducción en la contaminación al momento del traslado

2.5.4. Estaciones de trasferencia neumática



Ilustración N° 18

Otro tipo de sistema de recogida más especializado es el de la recogida neumática, en donde todo residuo depositado en los buzones designados o en las bajantes de los edificios multifamiliares es transportado inmediatamente a una central de recogida neumática fija o móvil por medio de un sistema de extracción al vacío. La central móvil extrae los RU,

alejándolos del punto de origen, para almacenarlos hasta la recogida de camiones

Ilustración N° 18: Esquema del sistema de recogida neumática de RSU.
Fuente: ENVAC, Suecia.

compactadores de basura, de este modo se evita las múltiples paradas y los grandes recorridos de los camiones de basura acumulando los desechos de los puntos de acopio esparcidos en el área urbana. La central fija es la que extrae los RSU desde el origen hasta la planta final, sin utilizar camiones de transferencia, este sistema es ideal en grandes concentraciones de población pues disminuye los riesgos sanitarios del almacenamiento de RU cerca del origen (proceso de descomposición, olores desagradables, puntos poco atractivos), y libera las zonas residenciales de la molesta presencia de los camiones recolectores y por ende de la contaminación auditiva (90 – 120dB) y atmosférica (emisiones de gas) que lleva consigo dicha forma de recogida; llevando la recogida a cabo de forma absolutamente hermética. El sistema móvil es mucho mejor si es posicionado cerca de concentraciones de población de tamaño promedio pues representa un gasto energético menor que el de un sistema fijo, desplazando la basura hasta la central de succión cercana para posteriormente compactarla y/o depositarla en camiones de basura para su traslado a las instalaciones pertinentes para su tratamiento, como los centros de transferencia directa, indirecta o mixta.

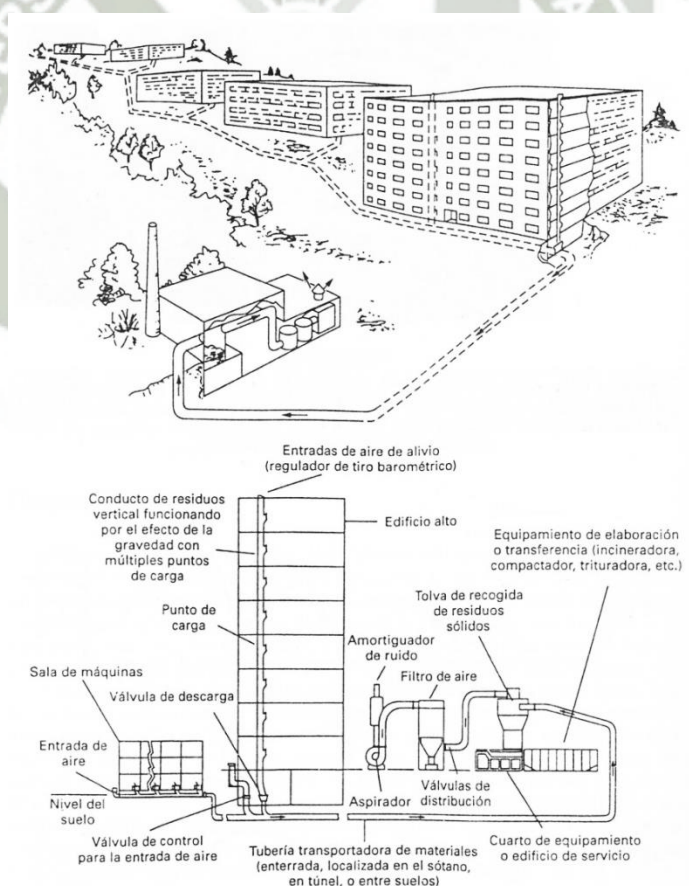


Ilustración N° 19

Ilustración N° 19: Sistema típico de transporte de residuos neumáticos para bloques de viviendas elevados.
Fuente: Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil S. "Gestión Integral de Residuos Sólidos". Pg. 194.

2.6. Tratamiento y valorización final

2.6.1. Instalaciones de Tratamiento de Residuos (ITR)

A continuación se muestra el esquema general del recorrido de los residuos para lograr su correcta segregación, valorización y disposición final:

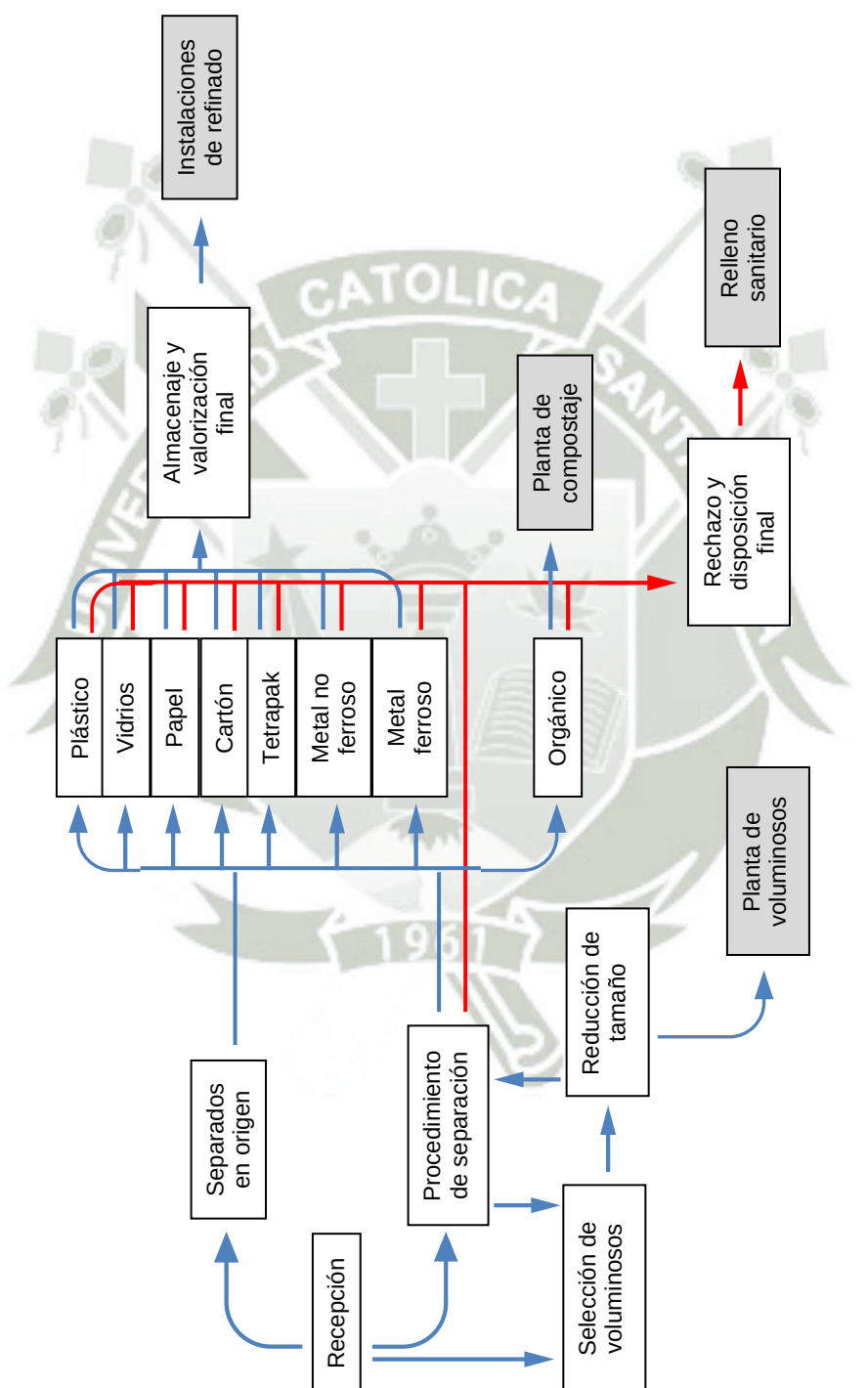


Ilustración N° 20

Ilustración N° 20: Esquema general del funcionamiento de una planta de tratamiento y recuperación de RSU.

Fuente: Propia, 2014.

2.6.1.1. Recepción de residuos

Fosas profundas de gran capacidad para la recepción de residuos que llegan a las ITR, usualmente se encuentran compartimentados tanto para residuos segregados como para los no segregados, luego son trasladados al interior de las ITR para ser depositados en fajas transportadoras hacia las siguientes etapas del proceso.

2.6.1.2. Separación por tamaño

Cabe constar que si bien se ha realizado una selección previa desde los puntos de origen, siempre existirá un porcentaje de residuos no segregados por diversos motivos. Como primer paso se procede a separar los residuos voluminosos como podrían ser refrigeradoras, televisores mueblería, etc. los cuales son tratados para su reducción de tamaño aparte. Los residuos descartados de esta categorización entran a un circuito de equipos (mecánicos y/o manuales según sea el caso) que cumplen la función de un colador (criba o trómel) separando residuos en distintas medidas (según la maquinaria en cuestión) para que de este modo se logre tener dos o más grupos de tamaños homogéneos, adyacentemente a la separación por tamaño se puede segregar por su densidad, y su composición básica.

Algunas de las maquinarias usadas son:



Ilustración N° 21

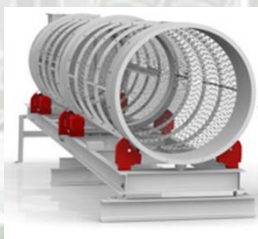


Ilustración N° 22



Ilustración N° 23

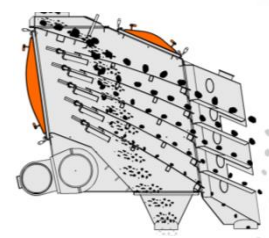


Ilustración N° 24

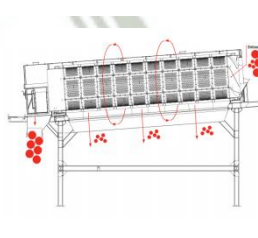


Ilustración N° 25

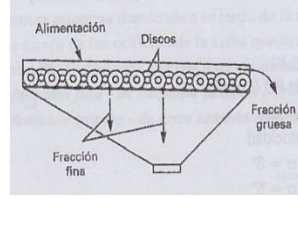


Ilustración N° 26

Ilustración 21 Criba vibratoria - Isometría. **Fuente:** Vecoplan Co; Alemania

Ilustración 22 Tromel giratorio - Isometría. **Fuente:** Ídem.

Ilustración 23 Criba de discos - Isometría. **Fuente:** Ídem.

Ilustración 24 Criba vibratoria (Mogensen) – Sección. **Fuente:** Compañía Allgaier Mogensen, Alemania.

Ilustración 25 Trómel giratorio - Sección. **Fuente:** Masias Co; Portugal

Ilustración 26 Criba de discos - Sección. **Fuente:** Bartesaghi Koc, C. Reciclaje Sistemico, Instalaciones de tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos de Arequipa metropolitana.

2.6.1.3. Reducción de tamaño

El objetivo es obtener cantidades medianamente homogéneas y semejantes para poder ser catalogadas dentro de las cribas y consiguientemente seguir el ciclo de segregación. Se utilizan maquinarias tanto de impacto como de corte para lograr dicho objetivo pudiendo realizarse una y otra vez hasta obtener el tamaño adecuado.

Algunas de las maquinarias usadas son:



Ilustración N° 27

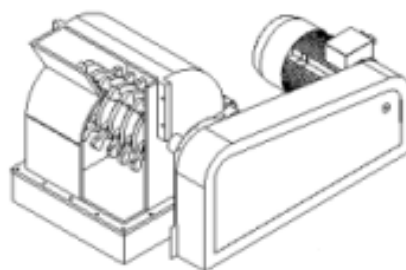


Ilustración N° 28

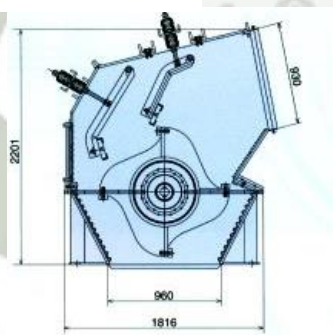


Ilustración N° 29

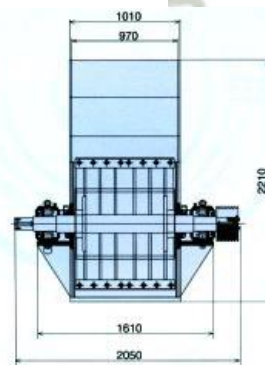


Ilustración N° 30

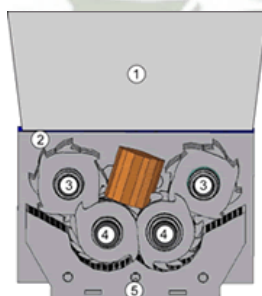


Ilustración N° 31

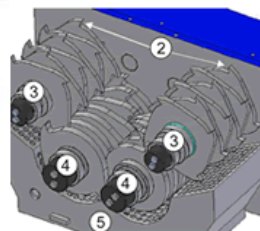


Ilustración N° 32

Ilustración 27 Trituradora de martillo de Hong Ji. **Fuente:** Hong Jimaquinaria de precisión; Taiwan.

Ilustración 28 Trituradora de martillo - Isometría. **Fuente:** Talleres Guillen, España.

Ilustración 29 Molino batiente - Sección. **Fuente:** Manfredini & Schianchi, Italia.

Ilustración 30: Molino batiente - Planta. **Fuente:** Ídem.

Ilustración 31: Molino de discos cortantes - Sección. **Fuente:** ISVE Co; Italia.

Ilustración 32: Molino de discos cortantes – Isometría. **Fuente:** Ídem.

2.6.1.4. Separación densimétrica

Se trata simplemente de la separación de material ligero de material pesado mediante corrientes de aire, usualmente se usa para separar materia orgánica (más densa) de materia inorgánica (menos densa), pero también se usa para separar residuos como papel o cartón de metales o vidrio. Se tiene una doble entrada, usualmente una superior, para el ingreso de los materiales, y una inferior, para el suministro de aire ascendente; también consta de dos salidas: una para los materiales ligeros y otra para los pesados. (Separación de papel y plástico de vidrio y metal por nombrar un ejemplo).

Algunas de las maquinarias usadas son:



CLAVES

- Flujo de partículas gruesas
- Flujo de partículas extra gruesas
- Flujo de producto fino

Ilustración N° 33

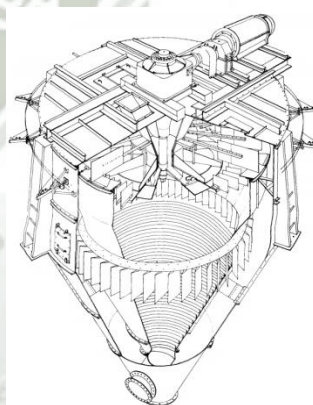
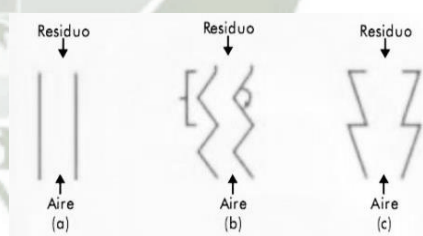


Ilustración N° 34



(a) Recto (tipo conducto) no pulsado o pulsado activado con válvula de tabillitas.

(b) No pulsado en zigzag.

(c) Sección triangular con pulsado pasivo.

Ilustración N° 35

Ilustración 33 Esquema de funcionamiento de un clasificador neumático.

Fuente: *International innovative technologies Co; Inglaterra.*

Ilustración 34: Separador de aire con ventilador interno de la casa Sturtevant.

Fuente: <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion16.CEMENTOS.SeparadoresAire.TIPOS.pdf>

Ilustración 35: Esquema de diseño funcional de clasificadores neumáticos.

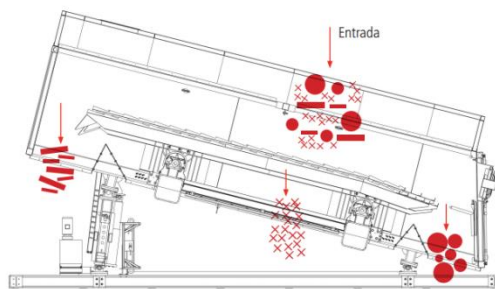


Ilustración N° 36

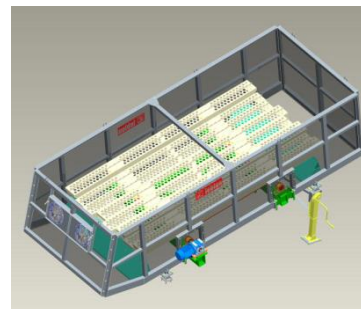


Ilustración N° 37

2.6.1.5. Separación magnética y electrostática

La separación magnética es utilizada para separar los residuos metálicos del resto de residuos aprovechando sus propiedades magnéticas, usualmente consta de una faja de atracción magnética posicionada sobre la faja de transporte de residuos para atraer los metales y llevarlos hacia otra faja transportadora y hacia su área de tratamiento designada.

La separación electrostática consta de la generación de corrientes de electrones dentro de materiales conductores (como el aluminio) por efecto de un campo magnético, a estas corrientes generadas se les conoce como corrientes de Foucault, las cuales constan de la creación de electroimanes con campos magnéticos que se oponen al efecto de un campo magnético aplicado (imán). El campo magnético aplicado es directamente proporcional a la creación del campo electromagnético opuesto, lo mismo sucede con la conductividad del conductor o la velocidad relativa de movimiento entre el material conductor y el núcleo magnético. De este modo es posible separar en 3 clasificaciones residuos de una misma faja transportadora, elementos magnéticos, elementos conductores y el resto.

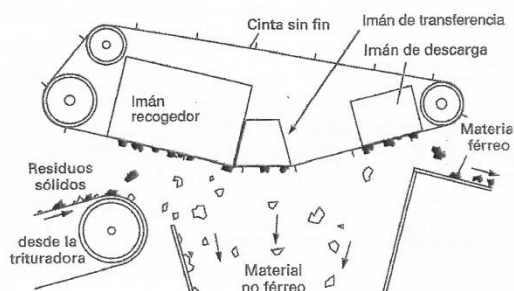


Ilustración N° 38

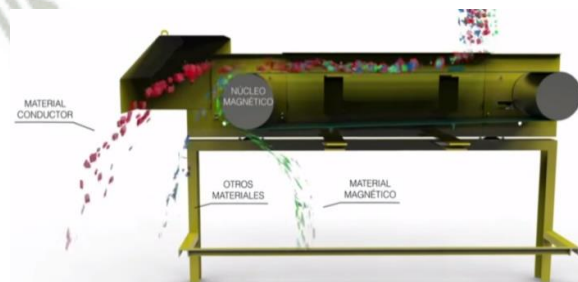


Ilustración N° 39

Ilustración 36: Separador balístico - Sección. **Fuente:** Masias Co; Portugal

Ilustración 37: Separador balístico – Isometría. **Fuente:** LEBLAN Ingeniería; España

Ilustración 38: Separador magnético.

Fuente: Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil S. "Gestión Integral de Residuos Sólidos".

Ilustración 39: Separador por corriente de Foucault. **Fuente:** IMA Magnet Factory, España.

2.6.1.6. Separación óptica

Consta de un sistema de clasificación de precisión, el residuo previamente suelto, disperso y dispuesto en una sola capa a lo ancho de la faja transportadora cae por unos ductos provistos de una (s) cámara(s) lineal(es) que escanean todos los residuos que caen y mandan las imágenes a un ordenador programado para identificar dichos residuos y accionar válvulas de aire comprimido, o paletas de segregación, al momento exacto que el residuo pasa por estas válvulas para ser separados del grueso en cuestión de microsegundos.

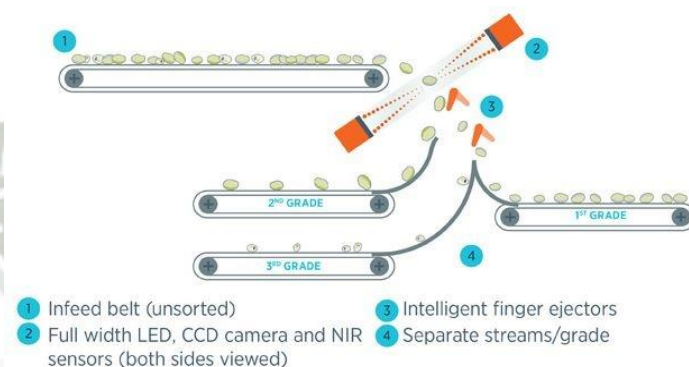


Ilustración N° 40

2.6.1.7. Separación manual



Ilustración N° 41

Este tipo de separación puede realizarse solo y también puede apoyarse a las categorías descritas anteriormente, todo en pro de aumentar la eficiencia en el segregado de materiales para su tratamiento individual.

Se lleva a cabo mediante la selección de residuos transportados a baja velocidad a lo largo y ancho de una faja transportadora ubicada mayormente en lugares altos para que se puedan dejar caer los residuos seleccionados por ductos a otras fajas transportadoras ubicadas en el nivel inferior. Al operar con la ayuda de mano de obra los espacios designados para estos procesos han de cumplir normativas de acondicionamiento preservando un ambiente libre de contaminación y preparado para cualquier accidente producto de la tarea en sí misma.

Ilustración 40 Clasificador óptico - Sección. **Fuente:** Tomra sorting solutions; España.

Ilustración 41: Proceso de separación manual. **Fuente:** Municipalidad de Surco, Lima, Perú

2.6.1.8. Densificación

También conocida como Reducción mecánica de volumen. El objetivo de este proceso es el de reducir el volumen de los residuos aumentando su densidad, haciendo más eficiente su almacenaje y transporte. Primero se dispone a triturarlos (el papel, el cartón, la madera) y molerlos (vidrio, plástico), luego a compactarlos (latas o botellas de plástico) en pacas o faros, o prensarlos hasta formar cubos (chatarra mecánica y electrónica).

Otro proceso considerado dentro de la densificación de residuos es la peletización, la cual consta de la aglomeración de los residuos dispuestos a altas temperaturas para obtener una masa homogénea y poder dividirla en tiras, las cuales se enfrían y se cortan en pequeñas cuasi-esferas (pellets) con características físicas y químicas bien definidas según el material en cuestión, este proceso que data de a finales del siglo XX se realizaba con minerales de hierro (óxido de aluminio, fósforo, azufre, magnesio, entre otros), sin embargo actualmente se pueden obtener pellets de madera, biomasa, y plástico.

Algunas de las maquinarias usadas son:



Ilustración N° 42



Ilustración N° 43

Ilustración 42 Empacadora de reciclaje de residuos de papel de seda.

Fuente: Techgene Machinery Co; Taiwán.

Ilustración 43 Peletizadora de plástico. **Fuente:** México DF.

2.6.1.9. Almacenaje

Es el último proceso dentro del tratamiento y valorización final de residuos dando paso a la disposición final y a la comercialización de materia reutilizable. Existen una amplia variedad de equipos y lugares de almacenamiento, algunos de estos incluyen espacios designados para la exhibición del material en cuestión para su comercialización, sin embargo todos deberán estar adecuados para protegidos de los factores físicos del lugar, así como de los factores químicos propios de la planta de tratamiento, asegurando su calidad para su post-comercialización.

2.7. Disposición final

A diferencia de la G-RSU los vertederos no son una opción viable para la disposición final de RSU por sus factores contaminantes que atentan contra la salud, la seguridad y la preservación del medioambiente, en su lugar son las instalaciones de los rellenos sanitarios las que se presentan como la opción más segura y fiable, a largo plazo.

2.7.1. Rellenos Sanitarios (RSa)

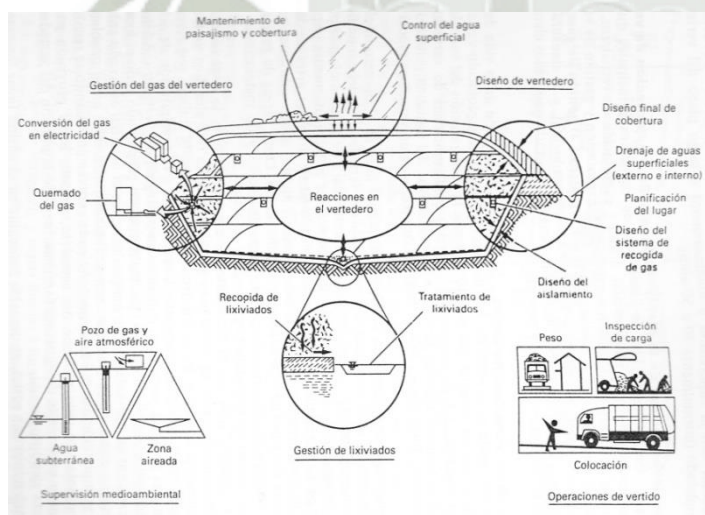


Ilustración N° 44

También conocidos como Vertederos Controlados. Los RSa son el método más económico y ambientalmente más aceptable para la evacuación de RSU, e implica una planificación, diseño, desarrollo, clausura y pos clausura. Su funcionamiento, al ser instalaciones de tratamiento de insumos contaminantes, sigue estrictas

normas y leyes para un correcto tratamiento de los RSU.

Ilustración N° 44: Esquema de operaciones y procesos en un relleno sanitario.
Fuente: Tchobanoglous G, Theisen H, & Vigil S. "Gestión Integral de Residuos Sólidos". Pg. 412.

Una “celda” incluye los residuos depositados en un periodo de tiempo (usualmente 1 día) y la materia de cubrición que consta de alrededor de 15 a 30 cm de suelo natural. Los objetivos de hacerlo de este modo es tener control sobre el vuelo de materiales residuales, ingreso de vectores sanitarios (roedores, insectos, otros), y vigilar las operaciones cuando de factores climáticos, como la lluvia, se tratase.

Un “nivel” es una capa completa de celdas dispuestas sobre la superficie total del relleno sanitario, usualmente el primer nivel es 1.5 veces más alto que sus sucesores encima de éste.

Una “berma” (o terraza) es utilizada para mantener la estabilidad de las pendientes del RSa, en ellas se pueden poner las canaletas para aguas superficiales, tuberías para la extracción de gases, entre otros usos.

El “nivel” final está dispuesto por el material de cubrición que se aplica una vez concluida las operaciones de relleno del RSa para el posterior tratamiento paisajista.

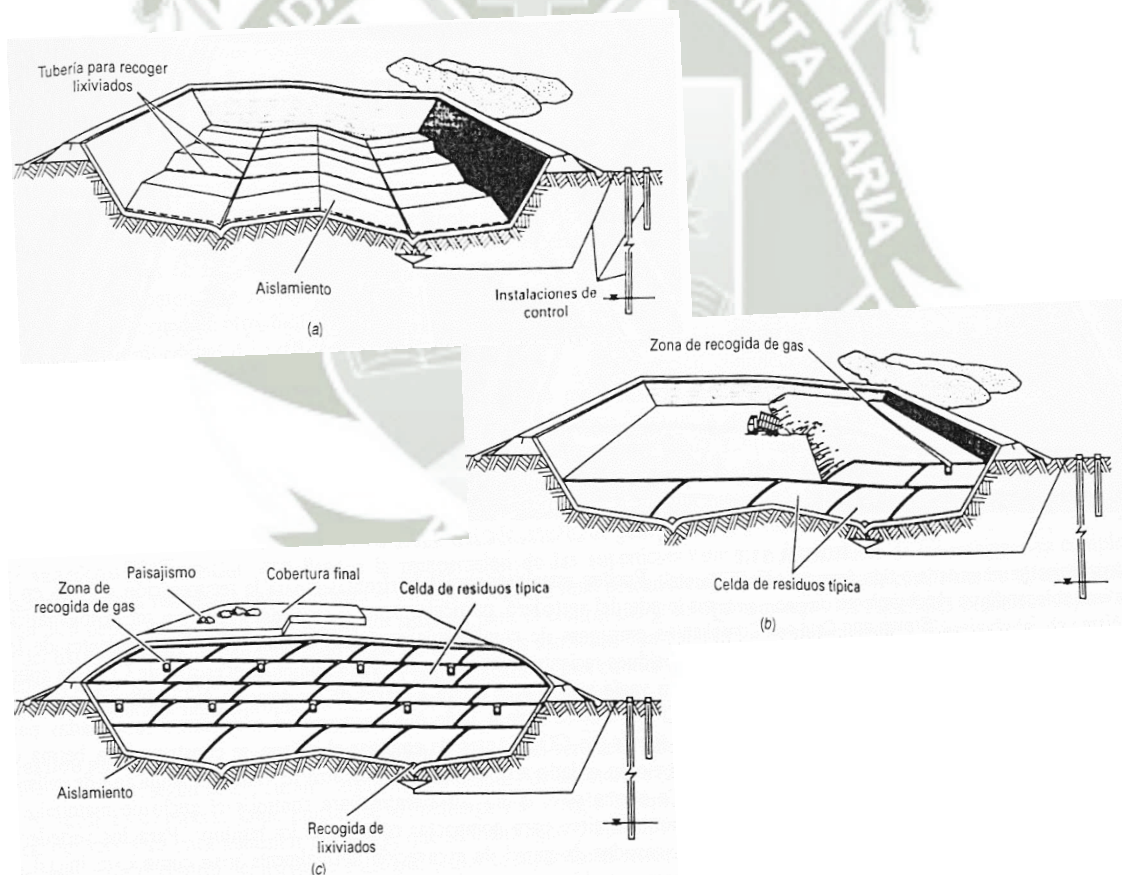


Ilustración N° 45

Ilustración N° 45: Desarrollo y clausura de un relleno sanitario de residuos sólidos.

- (a) Excavación e implantación del recubrimiento del vertedero.
- (b) Vertido de residuos sólidos en el vertedero.
- (c) Sección del vertedero clausurado.

Fuente: ídem

2.7.1.1. Clasificación

Según el tipo de residuo:

Tipo I	Residuos peligrosos
Tipo II	Residuos singulares
Tipo III	Residuos sólidos urbanos

Según el tipo de técnica y tecnología

RSa Mecanizado.- cuando todo el proceso, o parte del mismo, se realiza con maquinaria especializada; usualmente son los RSa funcionando en grandes ciudades en donde la producción de residuos sobrepasa las 50ton/día.

RSa Manual.- cuando todo el proceso, o gran parte del mismo, se realiza de manera artesanal, es decir con las propias manos o con apoyo de animales de carga; este tipo de RSa funcionan en pequeñas comunidades en donde la producción de residuos no sobrepasa las 15ton/día.

RSa Semimecanizado.- cuando dentro del proceso existe una repartición del trabajo entre el aspecto manual y el mecanizado, este tipo de RSa son usuales en comunidades mucho mayores, generalmente aun rurales, puesto que reciben entre 15 a 50 ton/día.

2.7.1.2. Diseño y planeamiento

a) Demografía y producción de residuos.

Es importante conocer la masa poblacional para obtener los números de generación de RSU hasta la fecha.

- Generación per cápita

Dentro de la generación de residuos se tiene que tomar en cuenta la procedencia de los mismos, porque no es lo mismo la generación

de residuos de un ámbito municipal (en donde se tienen inmersos los residuos de oficinas, escuelas, mercados, industria) y los del ámbito residencial (donde predominan notoriamente los residuos domiciliarios).

$$G_{pc} = \left(\frac{C_{rs}}{Pob \times Cob} \right)$$

Dónde:

G_{pc} : (kg/hab/día) Generación per cápita

C_{rs} : (kg/d) Cantidad de residuos recolectados en 1 día.

Pob : (hab) Población

Cob : (%) Cobertura

- Cobertura del servicio

Resulta de la división de la población que se llega a atender al momento de la recogida municipal entre la población total bajo el ámbito municipal.

$$Cob = \left(\frac{Pob \text{ aten}}{Pob T} \right) \times 100$$

Dónde:

Cob : (%) Cobertura del servicio

$Pob \text{ aten}$: (hab) Población atendida

$Pob T$: (hab) Población total

- Proyección de la población

Es necesario hacer una proyección futura de cada uno de los cálculos ya mencionados para poder determinar los valores que se tomaran en cuenta a fin de poder establecer el tiempo de operación del RSA, siendo el más importante el de la proyección poblacional.

$$P_f = P_o (1 + r)^n$$

Dónde:

- Pf: (hab) Población futura en el año “f”
Po: (hab) Población actual en el año “o”
r: (índice) Tasa de crecimiento poblacional
n: (años) “f – o”

- Proyección de la producción de residuos
Cantidad (usualmente en kg/día) referida a la total de residuos que se generan en un determinado tiempo, días, semanas, meses, años. Y por una determinada población.

$$Prsu = Pob \times Gpc$$

Dónde:

- Prsu: (kg/d) Cantidad de residuos
Pob: (hab) Población generadora
Gpc: (kg/hab/d) Generación per cápita.

b) Volumen de residuos y material de cobertura.

Una vez teniendo los datos de la producción de residuos, así como de la población (ambos datos actuales y futuros) procedemos al cálculo del volumen necesario para la puesta en marcha del RSA, así como el tiempo de vida que tendría respecto al área y con la cual cuenta el terreno previamente seleccionado.

En la tabla N° 6 los RSU compactados están referidos al volumen de residuos que ingresan a la planta con un compactado leve procedente de los camiones recogedores para el transporte de la misma (desde los puntos de origen), esto dependerá de las capacidades técnicas de los vehículos transportadores; los RSU estabilizados están referidos a los residuos rechazados de la segregación dentro de las plantas de

tratamiento y valorización, dicha estabilización se encuentra entre los 500 a 600 Kg/m³⁽²⁵⁾; El material de cobertura tiene una relación de 1:5 con el volumen que se va a enterrar, por lo que su valor está dado por el 20% del volumen de los RSU estabilizados; y finalmente para poder hallar el volumen necesario para enterrar los RSU se suman los volúmenes de los RSU estabilizados con el material de cobertura.

c) Vida útil del relleno sanitario

Como último paso la vida útil del RSa está determinada por determinar la capacidad volumétrica del terreno, la cual está dada por el área del mismo menos el área donde se construirán las instalaciones, el área donde se realizarán las vías de transporte, así como otras áreas pertinentes; de acuerdo al tipo de RSa que se vaya a poner en marcha multiplicamos esta área útil por la altura que tendrá el RSa, desde la cota más baja de excavación hasta la más alta de relleno.

2.7.1.3. Métodos de construcción

Los métodos de vertido están en relación con el emplazamiento del RSa, como se puede ver en la ilustración N° 46, siendo los más conocidos:

- a) Método celda/zanja excavada.- ideal en terrenos con basta materia a ser utilizada para la cubrición del relleno y con un nivel freático muy profundo; los RSU se depositan en las excavaciones previamente recubiertas por una membrana sintética. Las celdas suelen ser cuadradas, de 300m de largo y ancho, entre 1 a 3m de altura y con pendientes laterales de 1,5:1 a 2:1.
- b) Método en zona.- a diferencia del método anterior, éste se utiliza en terrenos en donde no es viable la excavación en el mismo usualmente por la presencia de un nivel freático muy cerca de la superficie; por lo que el material de cobertura ha de obtenerse de otra fuente cercana.

²⁵ Jaramillo J. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales". Pg. 85.

- c) Método en depresión.- utilizado en zanjas, fosas y barrancos; al técnica varía de acuerdo con la topografía específica del lugar, por lo que ha de generarse una serie de terrazas compactadas para ir rellenándolas desde la inferior hasta poder conformar niveles uniformes.

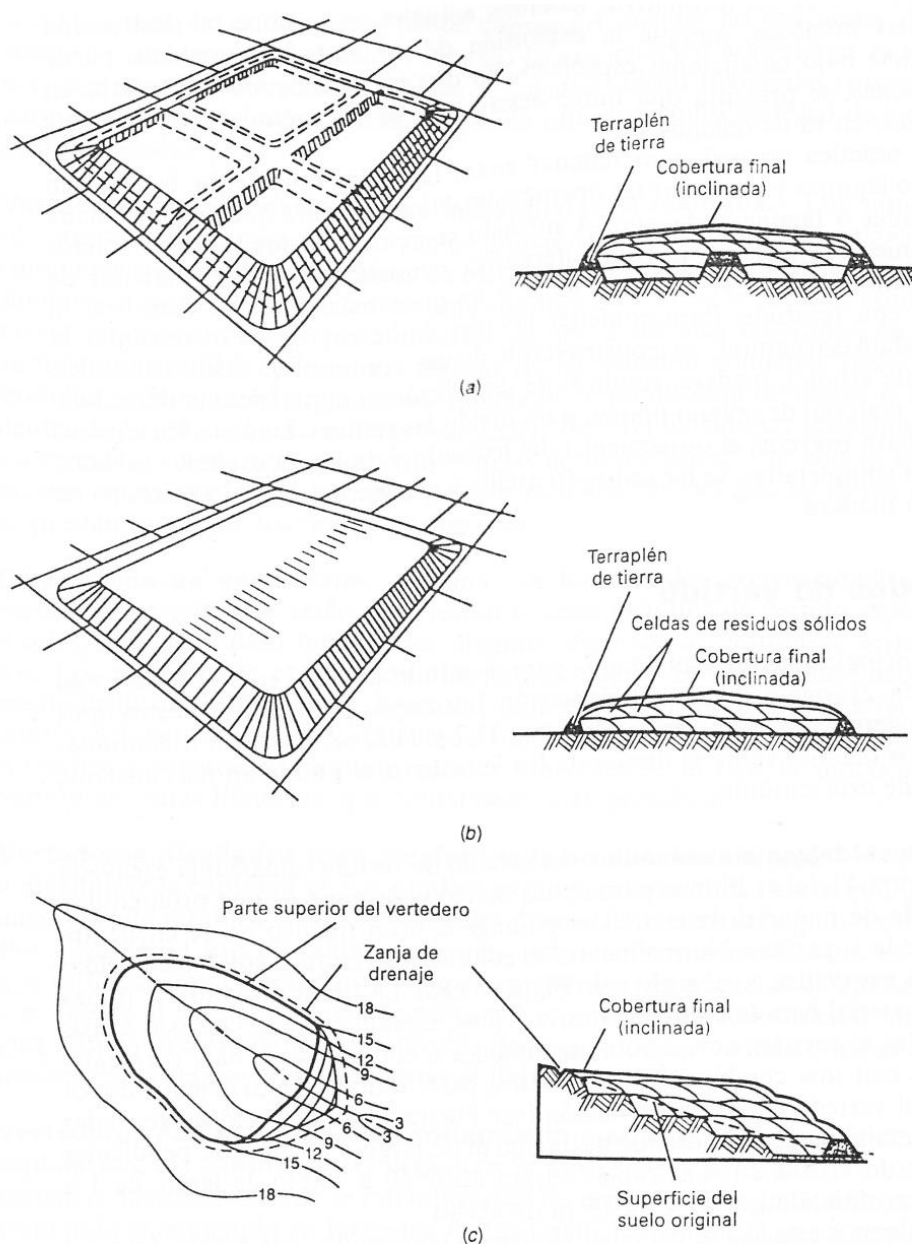


Ilustración N° 46

Ilustración N° 46: Métodos de vertido comúnmente utilizados.

Fuente: Tchobanoglous G, Theisen H, & Vigil S. "Gestión Integral de Residuos Sólidos". 1ª Ed. España. 1994. Pg. 422.

2.7.1.4. Consideraciones en la localización del RSa

Una de las tareas más difíciles es la localización de un RSa pues se tienen que tener en cuenta consideraciones técnicas, legales y sociales⁽²⁶⁾ resumidas en la tabla N° 7.

TABLA N° 07 CONSIDERACIONES TECNICAS LEGALES Y SOCIALES PARA LA PUESTA EN MARCHA DE UN RELLENO SANITARIO		
TIPO	INDICADOR	PARAMETRO
Prevención de riesgos	Distancias a poblaciones más cercanas	-Mayor a 1km
	Distancia a focos de crianza de animales	-Mayor a 1km
	Distancia a aeropuertos	-Mayor a 3km
	Accesibilidad a las instalaciones	-Limitado
	Cercanía a vía principal	-Menor a 2km
Condiciones Físico-geográficas	Distancia a una fuente de agua superficial	-Si se tratara de una quebrada seca: mayor a 300m -Si se tratara de flujo constante: mayor a 600m
	Vulnerabilidad por peligro geológico	-Consideraciones en las premisas de diseño
	Topografía (pendientes)	-Consideraciones en las premisas de diseño pero preferiblemente: Menor al 25%
	Condiciones del terreno para el uso de barreras sanitarias naturales	-Consideraciones en las premisas de diseño
	Material de cobertura	-Consideraciones en las premisas de diseño
	Profundidad de la napa freática	-Mayor a 10m

(continua...)

	Dirección de los vientos	-Contrario a la población más cercana
	Cercanía a pasivos ambientales	-Mayor a 5km
Proyecciones y compatibilidades de uso	Propiedad del terreno	-Saneado
	Vida útil del terreno en función a su área	-Mayor a 5 años
	Uso del suelo y del área de influencia	-Uso compatible con RSa preferiblemente terreno eriazo
	Áreas naturales protegidas	-Fuera de áreas protegidas
	Áreas con restos arqueológicos	-inexistencia de restos
Opinión Social	Opinión e interés general del proyecto	-Interés mayor al 80%
	Actitud y participación	-Interés mayor al 80%

Fuente: Basado en D.S. N° 057-2004-PCM. Art 67 (Perú), conjuntamente con la Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario. - MINAM

2.7.1.5. Clausura del relleno sanitario

Una de las pautas más importantes al momento de planificar la puesta en marcha de un RSa es el plan de clausura de éste, en el cual se han de especificar las siguientes: El diseño de la cobertura final que tendrá después de haber alcanzado el nivel máximo de relleno, dando lugar al diseño paisajístico pos clausura; adyacente al anterior se encuentra el diseño de todo el sistema de drenajes para salvaguardar la integridad de las capas de cubrición; Un sistema de supervisión ambiental donde pueda descartarse valores de contaminación en el subsuelo, en la superficie y en el aire, principalmente ocasionados por los gases y los lixiviados producidos; El control de los gases producidos mediante un sistema de recogida así como un sistema perimétrico, de cada celda, para el control de fugas de gas, principalmente en el subsuelo; La recogida y tratamiento de los lixiviados generados en una planta adyacente al RSa.

²⁶ Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario. - MINAM

2.8. Recuperación de materia y energía

Tal y como ya se había mencionado en un capítulo anterior del presente documento, en términos de recuperación de materia, la sociedad actual está dominada por un desarrollo consumista, que conjuntamente con una dinámica de use-tire, y centrándonos en el ya mencionado crecimiento de los RAEE (Residuos de Aparatos Electrónicos y Eléctricos) es que no nos damos cuenta de que dentro de estos artículos, considerados residuos, arrojamos al tacho metales como cobre, estaño, aluminio, hierro, oro, plata y diversos plásticos (petróleo industrializado); ocasionando el efecto conocido como “Minería Inversa”, es decir, enterrar metales e insumos altamente valorizados⁽²⁷⁾.

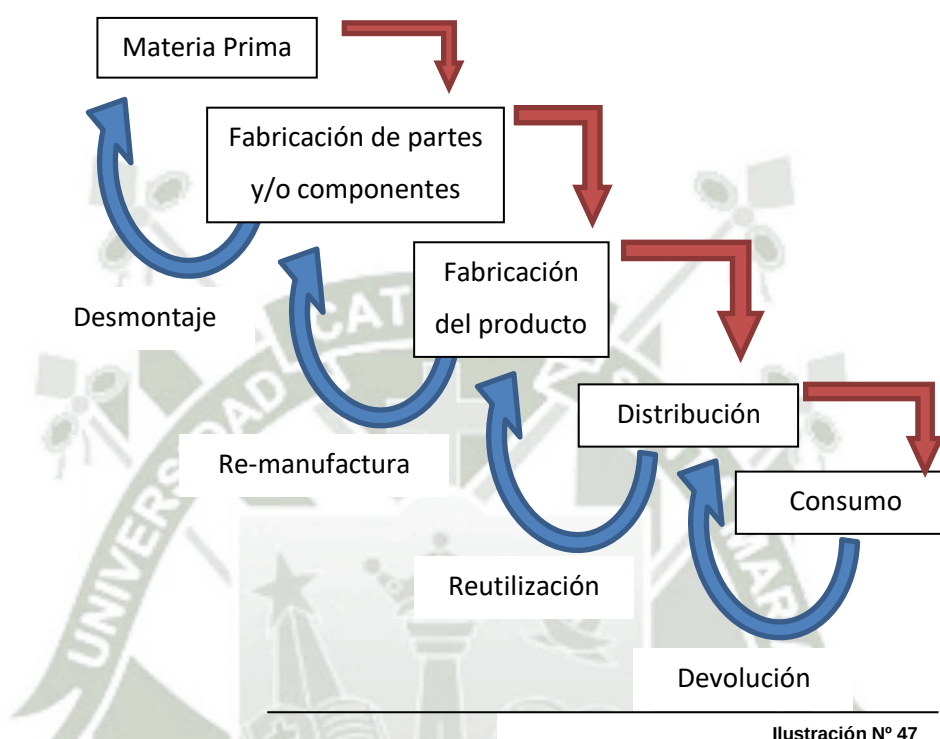
Es por ello que la extracción de los materiales necesarios para la producción de bienes ha de centrarse en extraer dichos requerimientos en los desechos que diariamente se generan, aplicar la dinámica de Minería Urbana, extracción de materia dentro de las ciudades, en este caso, dentro de lo que producen las ciudades, los residuos. Grandes potencias como Estados Unidos y Alemania ya realizan Minería Urbana, llegando a alcanzar un 70% de recuperación de acero y un 35% de cobre y aluminio proveniente de la chatarra que generan⁽²⁶⁾.

TABLA N° 08 METALES CUYO PRINCIPAL USO ESTA DESTINADO A FABRICAR EQUIPOS ELECTRONICOS			
Metal	% usado en Aparatos electronicos	Aplicaciones principales	Es un producto obtenido del refinado de
Indio	80	LCD	Zinc y plomo
Rutenio	50	Discos duros	Grupo del platino
Antimonio	50	Retardantes de llama	Cobre, zinc y plomo
Estaño	35	Soldaduras	
Cobre	30	Cables, motores, plaquetas, etc.	
Plata	30	Contactos, soldaduras	Plomo y zinc
Cobalto	20	Baterías recargables	Níquel y cobre
Selenio	20	Electro-ópticos	Cobre, zinc y plomo
Paladio	15	Conectores	Grupo del platino
Oro	10	Contactos, microprocesadores	Cobre

Fuente: Fernández Protomastro G. Minería Urbana y la Gestión de los Recursos Electrónicos. 1ª ed. Buenos Aires: Grupo uno, 2013.

²⁷ Minería Urbana y la Gestión de los Recursos Electrónicos - Fernández Protomastro G. 2013

Por otra parte algunas empresas comercializadoras-fabricantes apuestan por un sistema más directo al momento de recolectar materiales producto del reciclaje; dichas empresas realizan un seguimiento a sus productos, que una vez hayan cumplido su vida útil aparenten retornen hacia las mismas empresas para abastecerse de todo material potencial para ser reutilizado en nuevas líneas de producción de bienes, este sistema se conoce como Logística Inversa.



Una cosa que se tiene que tener muy clara es que si no existen recuentos económicos dentro de las acciones sostenibles, estas serán simples ideas sin llegar a hechos, y dentro de esta premisa es cuando la Logística Inversa se presenta como el método sistemático de disminuir los costos de obtención de materias primas, disminuir costes de transporte y obteniendo nuevas ganancias por productos (a precios más cómodos) que no se hayan llegado a vender. Por ende la logística inversa se presenta como una ventaja competitiva, y un sistema de reducción de costes⁽²⁸⁾.

Dentro de la recuperación de energía podemos encontrar instalaciones especializadas para diversos fines, las más relevantes son:

Ilustración N° 47: Esquema general del funcionamiento de la logística inversa. Fuente: Propia, 2015.

²⁸ <http://www.cadenadesuministro.es/noticias/la-logistica-inversa-como-fuente-de-negocio-en-las-empresas/>

2.8.1. Instalaciones de Conversión Biológica de Residuos (ICB-R)

Dentro de estas instalaciones se encuentran dos grandes procesos para la conversión de residuos biológicos, el compostaje (compostaje aeróbica) y la metanización (digestión anaeróbica):

Compostaje

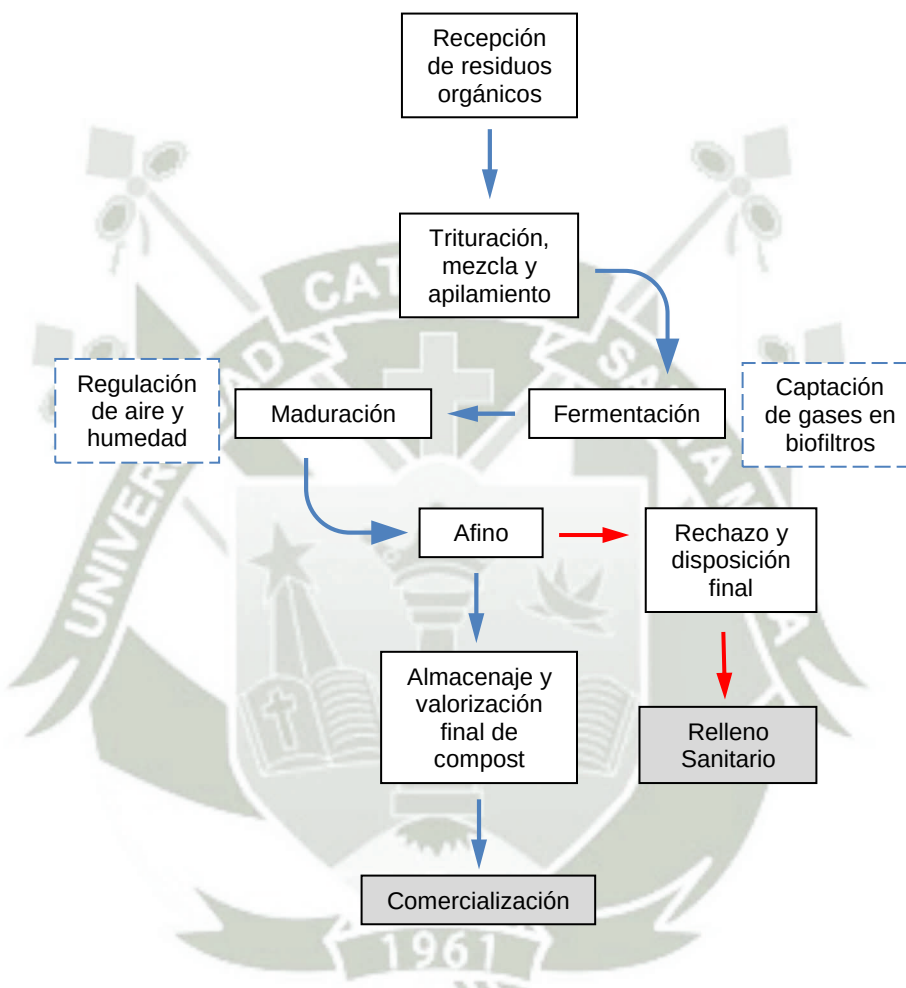


Ilustración N° 48

El compostaje se desarrolla mediante la actuación de microorganismos en la descomposición de materia orgánica mediante el suministro controlado de oxígeno (de la atmosfera o por inyección) y agua. La aireación y humectación de la materia en cuestión es para obtener un clima propicio y conseguir el desarrollo y multiplicación de microorganismos mesófilos (periodo mesófilo) que a su vez por su actividad natural producirán un incremento de la temperatura produciendo La aparición de microorganismos termófilos (periodo termófilo) para la

Ilustración N° 48: Esquema general del funcionamiento de una planta de compostaje. Fuente: Propia, 2015.

transformación del nitrógeno en amoníaco reorganizando y reincorporando ambos componentes a la materia orgánica microbiana, y de este modo iniciar el proceso de fermentación de la materia. Todo el proceso mencionado puede darse de manera abierta (dentro de un ambiente acondicionado) o de manera cerrada (dentro de un reactor). Durante el proceso de manera abierta la materia puede irse moviendo periódicamente para la renovación del oxígeno, controlando la temperatura y entremezclando todo el conjunto para la obtención de un producto uniforme; o puede permanecer estática con la inyección de oxígeno en puntos determinados a lo largo del campo de fermentación. Durante el proceso en reactor todo el material se carga en contenedores cerrados acondicionados con sistemas de captación de olores, humedad interna y flujos de aire acelerando el proceso de fermentación. Una vez concluida la fase de fermentación inicial se procede a la del periodo de enfriamiento logrando disminuir a 0 la actividad termofílica y que se reinicie la actividad mesofílica obteniendo finalmente compost fresco, sin embargo para mejorar su desempeño se le destina a un periodo de maduración para la obtención de compost curado, dentro de este periodo se dispone a revolver el material para su continua oxidación conjuntamente con un sistema de regadío para mantener una temperatura y humedad propicia para el término de la maduración que suele ser entre 6 y 8 semanas después del proceso de fermentación. Finalmente se llega al proceso de afino del material, en el cual se procede a la separación del compost de los elementos de rechazo, dicho procedimiento puede realizarse mediante maquinaria especializada como las mesas densimétrica o por trómeles, entre otras; separando el compost del rechazo tanto ligero como grueso producto de la segregación final.

La biometanización tiene un desarrollo parecido al del compostaje con la clara diferencia de la generación en grandes cantidades de gas metano por lo que su aplicación se limita a grandes procesos industriales (a diferencia de la del compostaje), para dicho fin es necesario preparar la materia aumentando drásticamente las cantidades de agua dentro del proceso (fase hidrolítica), seguidamente se incluyen cultivos de bacterias acetogénicas (fase acetogénica) para la conversión molecular en ácidos como el acético, seguidamente se dispone la materia dentro del digestor entre temperaturas de 55 - 60°C controlando la humedad y la temperatura donde, si fuera necesario, se añaden nutrientes en forma de fangos de aguas residuales de restos humanos, animales y agrícolas que contienen mayor concentración de metano.

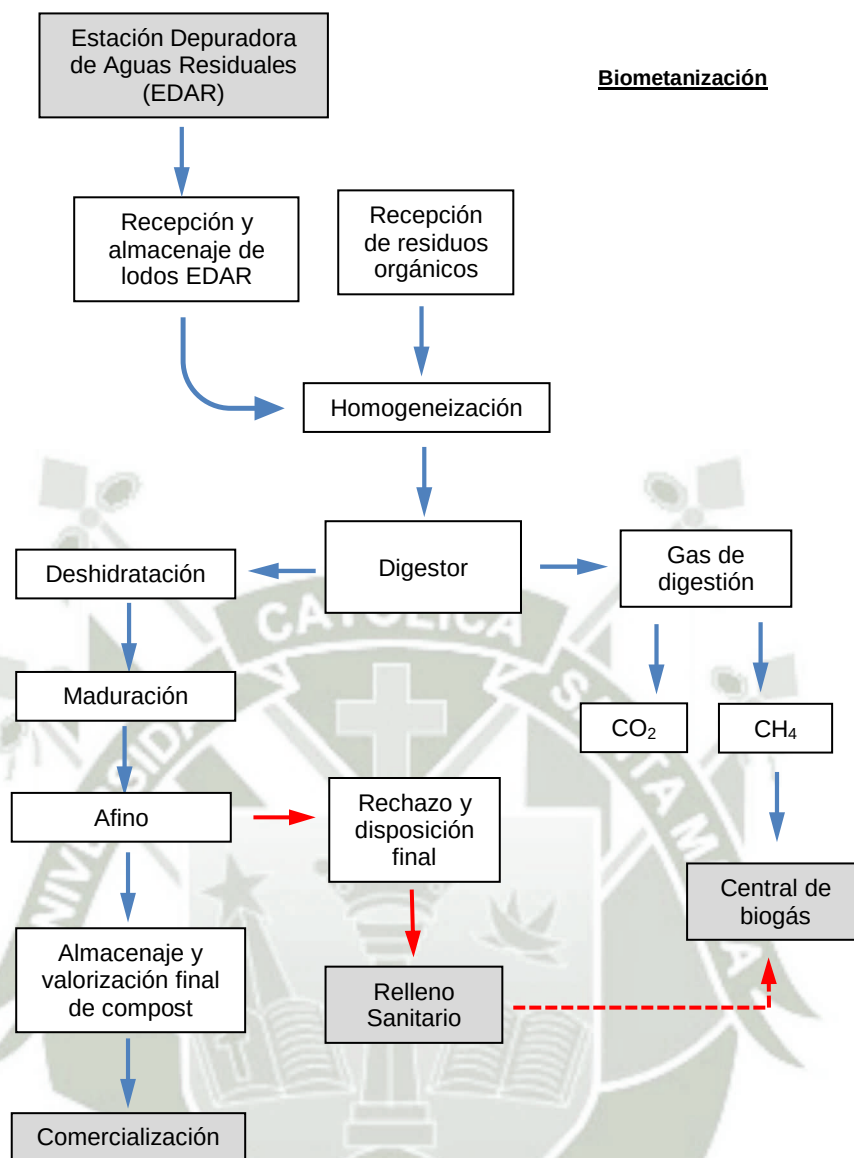


Ilustración N° 49

Finalmente dentro del digestor las bacterias convierten el ácido acético en metano y CO₂ (fase metanogénica) para ser extraído luego a una planta de biogás para su licuación como combustible o su utilización para la generación de energía, principalmente la de electricidad. Después del proceso de fermentación se procede a la evacuación de los fangos digeridos deshidratándolos obteniendo una materia orgánica parcialmente transformada que se tiene que estabilizar, por lo que se inicia una etapa de maduración y afino tal y como fue explicado en el compostaje aeróbico si se quiere obtener un material parecido al compost que sin embargo no llegara a ser de igual calidad.

Ilustración N° 49: Esquema general del funcionamiento de una planta de biometanización. **Fuente:** Propia, 2015.

Ahora si bien, el compostaje aeróbico produce un compost de mejor calidad padece de ciertas desventajas como por ejemplo: un mayor gasto en el requerimiento de energía por el aporte de oxígeno necesario dentro de su procesamiento, la necesidad de mayores áreas de trabajo. Por otra parte la digestión anaeróbica requiere de menores espacios y menos maquinaria especializada, no emite gases contaminantes a la atmosfera, y su principal característica, produce grandes cantidades de biogás para la obtención de energía; pero también tiene sus desventajas, la obtención de biogás es sumamente compleja pues involucra reacciones químicas por el metabolismo microbiano, y dichos organismos son sensibles a sustancias toxicas, y el compost producido es de mucho menor calidad que el obtenido en el primer proceso.

Por otra parte existe otra fuente de obtención de gas metano que se encuentra dentro del SIG-RU, los rellenos sanitarios albergan materia orgánica dentro de sus rechazos por lo que, si bien, la producción dependerá en gran medida del proceso interno que sigan dichos residuos y el no poder manejarlo como se hace en la digestión anaeróbica, es un efecto de esta actividad que no puede dejarse pasar.

2.8.2. Instalaciones de conversión térmica de residuos (ICT-R)

Los sistemas de incineración son procedimientos térmicos mediante oxidación química con cantidades estequiométricas (Cantidades exactas de oxígeno) o en exceso de oxígeno. Existe una amplia variedad de tipos de plantas incineradoras según el tipo de residuos a tratar (residuos sólidos urbanos, hospitalarios, industriales, etc.) sin embargo todas contienen un procesamiento muy similar como se describe en la ilustración N° 50. Sin embargo este proceso de disposición final de residuos, que si bien genera energía calórica que después se transforma en energía eléctrica, ha de desarrollarse bajo estrictas condiciones de desempeño, puesto que: las cenizas generadas son toxicas y precisan de ser transportadas a vertederos especiales para estas, los gases generados son igualmente tóxicos presentándose como el principal tema a discutir al momento de querer poner en marcha estas instalaciones por su rápida propagación debido a su estado gaseoso, La inversión económica en equipamiento, implementación y

²⁹ Puig Ventosa I, et al. La incineración de residuos en cifras. España. 2010.

mantenimiento es muy alta (250mill euros para tratar 450.000tn/año)⁽²⁹⁾, y en términos de la mejora del SIG-RSU se presenta como un desincentivo en las políticas de reducción de consumo y reutilización de residuos puesto que necesitan de grandes cantidades de residuos a incinerar para justificar su funcionamiento.

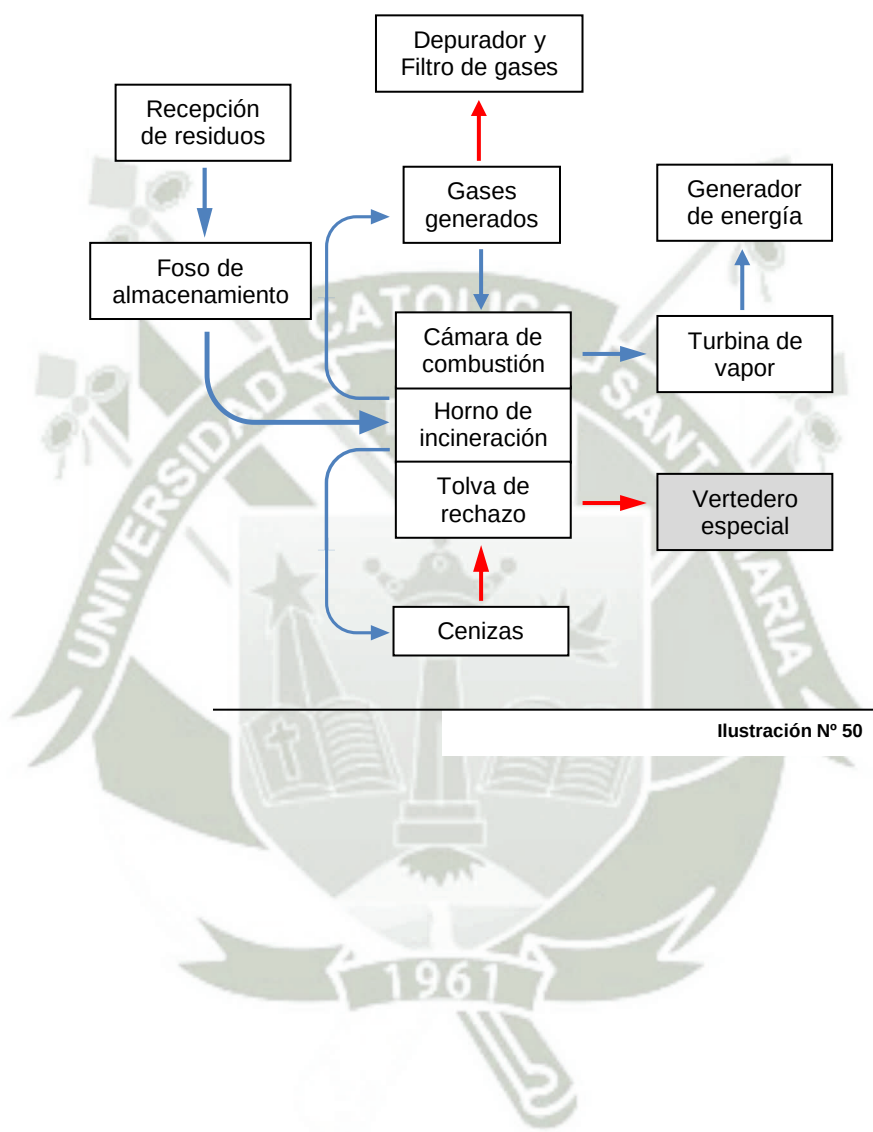


Ilustración N° 50

Ilustración N° 50: Diagrama de flujo del proceso de una planta de incineración. **Fuente:** Propia, 2015.

C. ARQUITECTURA ECO-INDUSTRIAL

A continuación se procede a explicar el origen, tanto del término como del papel que tiene, de la arquitectura eco-industrial desde una perspectiva conexa y componencial de sus partes entendiendo de este modo de dónde es que procede y el potencial que tiene como nueva ciencia a futuro.

1. Las Ciencias inter-relacionales e interdisciplinarias

Hasta este punto se ha tratado bastante sobre el desarrollo de las ciudades desde una perspectiva ecológica (ecología urbana), por otra parte se han estudiado las partes, procesos, clasificaciones y demás temas pertenecientes al tratamiento de residuos sólidos urbanos (ingeniería industrial), pero y ¿cuál es el papel de la arquitectura?

Pero primero ¿Qué es arquitectura? Se entiende como Arquitectura al conjunto de pensamientos organizados (o una filosofía) que tiene como objetivo la creación de un espacio en el cual exista la integración del hombre y de su entorno natural, ambos factores pertenecen al mismo sistema de interacciones y son necesarios el uno para el otro, y de este modo generar el espacio físico que los involucra, el espacio arquitectónico. Seguidamente profundizamos en el concepto de que el proyecto a exponer dentro de este trabajo de investigación se encuentra enmarcado por las tres ciencias anteriormente mencionadas (ecológica, ingeniería industrial, y arquitectura) por lo que se procede a enfatizar la capacidad de interrelación de cada una de ellas y formar ciencias más especializadas e interdisciplinadas:

- ✓ Ecología + Arquitectura = Arq. Ecológica
- ✓ Ing. Industrial + Arquitectura = Arq. Industrial

1.1. Arquitectura Ecológica

La arquitectura ecológica o eco-arquitectura tiene su origen en el tercer cuarto del siglo XX posterior al informe Brundland (1987), y trata de la mayor participación del sector medioambiental dentro del diseño arquitectónico, enfatizando su planeamiento, construcción, utilización y hasta el final de su vida útil de manera sostenible, ¿Cómo?, adquiriendo recursos naturales de manera responsable, minimizando impactos ambientales (como el paisaje), optimizando el uso energético,

y considerando la posibilidad de tener más de un solo uso al final de su vida útil, sin desmerecer el confort ambiental de la edificación⁽³⁰⁾.

1.1.1. Uso energético (y consciente) de los recursos

Un análisis estadístico realizado en 2012 demostró que el rubro de la construcción y operación de las edificaciones son responsables de un 12-16% del consumo de agua; un 25% de la madera cosechada; un 30-40% del consumo energético; un 40 % de los recursos naturales extraídos y un 20-30% de las emisiones de gases de efecto invernadero⁽³¹⁾, convirtiéndose en la actividad menos sostenible del planeta. Así que para poder contrarrestar estos valores es necesario el uso más responsable y eficiente de los recursos naturales, especialmente el agua y la energía.

El quehacer del arquitecto consta de diseñar estructuras que aporten significativamente al ahorro de energía, captándola de su entorno o generándola ella misma; algunas de estas premisas son la captación de energía solar para obtención de energía eléctrica y/o energía termina, también se encuentra la reconversión de la energía eólica, así como la recolección



Ilustración N° 51

de fuentes de agua natural (como agua de lluvia) y el reciclaje y tratamiento de concentraciones de agua no toxica (como el caso de las aguas grises); otras premisas se centran en la obtención de materiales o recursos de origen poco convencional como de bajo consumo energético (principalmente evitando la contaminación que demandaría su transporte), otro tipo de recursos también pueden provenir de lo que en un primer momento se consideró residuos desechables; logrando de este modo no solo la obtención de materia y energía no proveniente de la extracción de recursos naturales, sino de minimizar los procesos de disposición final de residuos realmente sin valor aparente revalorando la premisa de trabajar en un sistema de metabolismo circular.

³⁰ Elaboración propia, Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_sustentable;
<http://html.rincondelvago.com/arquitectura-del-hierro-e-industrial.html>

³¹ FuMacozoma D. S. (2002), Construction site waste management and minimization: international report, International council for Research and Innovation in Buildings, Rotterdam. Available at <http://cibworld.xs4all.nl/dl/publications/Pub278/06Construction.pdf> [accessed on 1st March 2013]

Uno de los ejemplos más notables es la Academia de Mont-Cenis en Alemania cuyo diseño incluye la puesta en operación de 3185 módulos solares con un producción diaria de 2MWh reduciendo las emisiones de CO2 en aproximadamente 525 Ton anuales. Vendiendo parte de la misma a la red general de abastecimiento de energía disminuyendo costos y contribuyendo al medioambiente⁽³²⁾.

Otro factor a tomar en cuenta es el lugar donde uno se emplaza, el recurso “terreno”, pues en los últimos años debido a la escases de áreas edificables, en algunos países, el papel del arquitecto sobre el uso del terreno ha de tomar mucha más consciencia, más aun si se tratase de un terreno virgen (no edificado) optando por la utilización de terrenos lo más afectados, para no solo conservar los espacios vírgenes sino para intervenir y contrarrestar los impactos negativos generados.

1.1.2. Pluralidad de los ciclos de vida útil

Al igual que si de un producto se tratase los edificios tienen un momento de pre-desarrollo, un momento de edificación, un crecimiento (que va de la mano con las actividades que se da en este), llegando a un punto en el que depende fuertemente de las actividades que albergue para continuar con su ciclo de vida o llegar a un declive y ser olvidado.

Dentro de la elaboración de productos existen muchas líneas de tendencia: de madurez estable, penetración rápida, Relanzamientos sucesivos, etc., entonces ¿por qué no plantearse hacer lo mismo con los edificios? Y no solo se trata de hacerlos con materiales reciclables o de hacerlos desmontable para el reúso de sus partes y materiales, sino de empezar a concebir (ciertos edificios) con la posibilidad no solo de albergar funciones diversas, si no de pluralizar sus ciclos de vida, a una manera de Relanzamiento. Concluyendo en premisas de diseño que involucren la plasticidad de espacios y la libertad de estructura interna, es decir tener una planta libre (aquí entran las nuevas tecnologías constructivas propias de una arquitectura más industrializada), logrando una mayor eficiencia energética, material y funcional.

³² Arquitectura y entorno: El diseño de la construcción bioclimática - David Jones. 2002

Ilustración N° 51 (pág. Ant.): Frontis de la Academia de Mont-Cenis, Alemania. **Fuente:** Parraudin Architects, 2015.



Ilustración N° 52

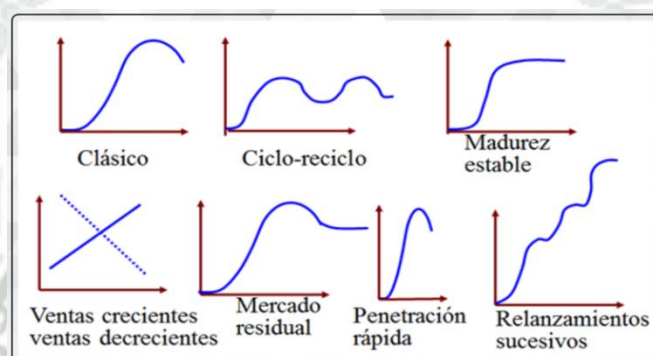


Ilustración N° 53

1.1.3. Industrialización

Desde finales del siglo pasado se ha venido tomando cada vez más en serio la preservación del medioambiente, tanto así que actualmente en una expansión de las actividades ecológicas se ha procedido a su industrialización tratando de desarrollarlas a mayores escalas e inmiscuyendo en diferentes campos de aplicación. Dentro del campo de la arquitectura ecológica, este proceso ha puesto a la mano tecnológicas de diversa jerarquía para atisbar a una mayor eficiencia en términos medioambientales; con esto no se tiene que desmerecer el trabajo de un arquitecto frente a la tecnología (como puede pasar en muchos otros campos) puesto que ella ha de servir al quehacer el hombre y no reemplazarlo; sin embargo si bien el papel de la arquitectura radica en la materialización, funcionalidad, confort y calidad, todas relacionadas a la espacialidad, la industrialización trae consigo la implementación de sistemas de desarrollo

Ilustración N° 52: Ciclo de vida de un producto.

Fuente: Ciclo de vida de un producto. Amaze [en internet] - : Martínez Gutiérrez M. 2015.

Ilustración N° 53: Tipos de ciclos de vida de un producto.

Fuente: Ídem.

multidisciplinar (de la energía, de los procesos internos, de la explotación de recursos, de los análisis requeridos, entre otros) abriendo puertas a nuevas premisas de diseño interdisciplinar dentro del campo que podrían definirse como la Arquitectura Eco-industrial.

1.2. Arquitectura Industrial

La rama industrial de la arquitectura vio la luz por primera vez como consecuencia de los muchos cambios que trajo la revolución industrial a mitad del S. XVIII, la necesidad de espacios más amplios, los nuevos materiales, y por ende las nuevas tecnologías constructivas. Pero no fue hasta a mediados del siguiente siglo cuando es que se evidencia claramente que los grandes protagonistas de este periodo constructivo urbano ya no son los arquitectos, como lo habían sido desde hace siglos atrás, sino más bien los ingenieros constructivos (civiles) dejando a los arquitectos en el diseño de la cascara de los nuevos edificios, de las fachadas, ornamento, exteriores, etc. Posteriormente el arquitecto toma interés sobre los nuevos materiales utilizándolos dentro de sus proyectos pero a un nivel estructural, ocultándola, aún, bajo fachadas y coberturas; aun así estos arquitectos eran escasos, reafirmando el papel del ingeniero sobre el arquitecto. Más tarde los nuevos conceptos y materiales evolucionan, de la mano con el cambio de mentalidad social acerca de la espacialidad de los edificios, dejando atrás la importancia inclusive del material a utilizar, más enfatizando el aspecto funcional de los espacios, por lo que el arquitecto Louis Sullivan es quien postula el concepto de “la forma sigue a la función” como pilar sobre la que la corriente funcionalista se da a conocer.

La cobertura entonces toma un papel relevante dentro de la historia arquitectónica así como la interiorización de la nueva espacialidad dentro de estas grandes estructuras de metal, puesto que la escala humana se hace a un lado para dar cabida a los nuevos usuarios de esta época, la maquinaria industrial y el proceso industrializado. Todo esto concluye con la priorización de la función, seguida de la espacialidad flexible, para dejar al último a la forma, que simplemente se determinaba por el resultado de los dos aspectos anteriores.

La arquitectura industrial es entonces una de las extensiones de la arquitectura que se dedica al planeamiento, diseño y construcción de edificios (y otras estructuras) destinadas a la actividad industrial, condicionada por dos factores

fundamentales: la funcionalidad, que se concreta en la organización interior y exterior del edificio de forma que favorezca lo más posible la eficacia del proceso productivo, y el control de los trabajadores, desde el punto de acción de dar las condiciones necesarias para el correcto desempeño de los mismos.

1.2.1. Preservación del medioambiente

Llegada la actualidad la arquitectura industrial muta antiguos conceptos y cambia ideologías, principalmente en pro de cuidar el medio ambiente, tocando de manera tangencial una de estas premisas nos encontramos con uno de los 5 postulados más importantes de Le Corbusier: *“la terraza jardín”*, nos sumergimos en su teorización y entendemos que, según Le Corbusier, se trata de devolverle al terreno algo que nos otorgó al momento del emplazamiento del proyecto, convirtiendo la terraza de un espacio subutilizado de mera observación, a un espacio de esparcimiento y recreación activa, aparte de dar condiciones de aislamiento térmico al piso inferior.

En resumen, con estas ideologías se comienza a formar una nueva forma de concebir los proyectos arquitectónico-industriales, explotando aún más el aspecto ambiental propio de la arquitectura, llegando inclusive a plantearse la reutilización de las mismas estructuras como si se tratara de un elemento más en la ecología. Es así que nace el concepto de la arquitectura Eco-industrial como una nueva inter-disciplina.

2. La nueva rama de la arquitectura, la arquitectura eco-industrial

2.1. La Permacultura como principio

A principios de los años 70's el ingeniero agrónomo David Holmgren conjuntamente con el naturalista y científico Bruce Charles Mollison, ambos de origen australiano, desarrollaron el concepto de la permacultura como una contracción de “Agricultura Permanente”, y que por su desarrollo a lo largo de los años cambiaría más bien a la contracción de “Cultura Permanente”. Este concepto nace en contra del, ya muy conocido, despilfarro energético y de recursos en el desarrollo del hombre, planteándose como la adaptación de los procesos ecológicos de la naturaleza al desarrollo dentro de nuestras ciudades, integrando armoniosamente sus partes, ahorrando recursos, produciendo menos desechos, reaprovechando cada elemento útil, logrando la construcción de hábitats sostenibles.

El sistema holístico se maneja en base a 3 principios éticos:

- El cuidado de la tierra.- La preservación de la calidad del aire, de la tierra y del agua es vital para la supervivencia de los seres humanos, por lo que, sin un lugar sano donde vivir no hay vida que proteger.
- El cuidado de la gente.- Como principio natural, el cuidado de nosotros mismos y de nuestra sociedad para una continua y larga existencia armónica.
- La repartición justa.- principio de armonía entre los dos primeros, obteniendo lo necesario de nuestro entorno de manera igualitaria entre la sociedad, y regresando los excedentes al ciclo para una reutilización de los recursos de manera sostenible.

Y para poder lograr el objetivo de la sostenibilidad, la permacultura ha desarrollado y propuesto 12 principios de diseño:

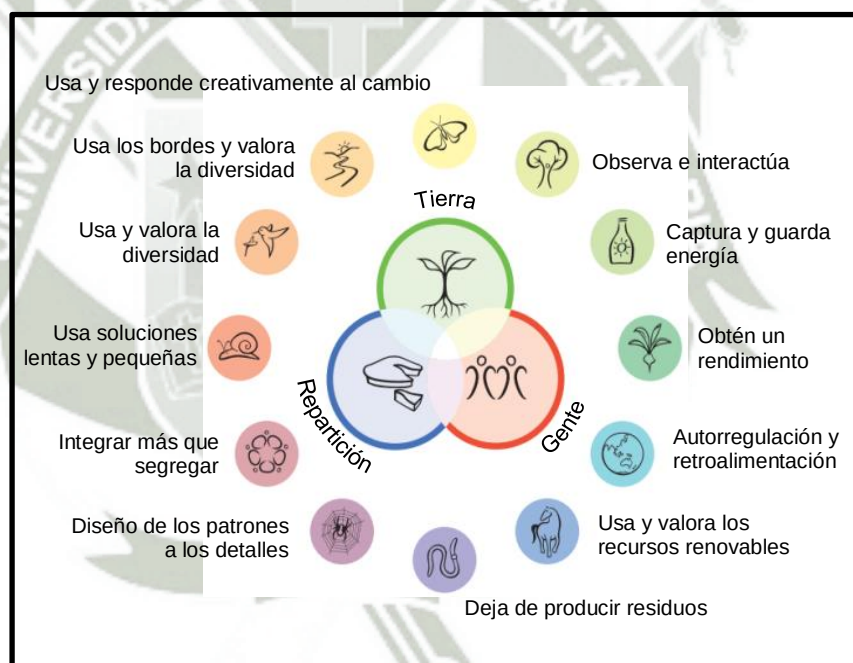


Ilustración N° 54

- Observa e interactúa
- Diseña desde los patrones a los detalles
- Integra más, segrega menos
- Aplica la autorregulación y acepta la retroalimentación

Ilustración N° 54: Principios éticos y de diseño de la permacultura.

Fuente: La esencia de la permacultura - Lopez A. & Scotti A, 2013.

Estos cuatro principios de diseño están evocados a analizar la naturaleza y los procesos de retroalimentación en ella, así como los patrones y conexiones, las relaciones de cooperatividad existentes, los grados de complejidad (y simplicidad) que contiene, en fin una gran variedad de pautas que desde hace mucho el hombre ha ido adoptando y mejorando para el desarrollo de nuevas tecnologías, y que sirven para un continuo fortalecimiento y mejora del conjunto que componen.

- Usa los bordes y valora lo marginal
- Usa y valora la diversidad
- Usa y responde creativamente al cambio

Estos tres principios están relacionados a los cuatro anteriores, pero están más enfocados al análisis de los procesos que se dan en los bordes naturales entre entornos diferentes, las interfaces entre la tierra, el agua y el aire presentan un mayor dinamismo de actividad metabólica por lo que llaman a valorar las diferencias existentes en un entorno de desarrollo biológico puesto que una respuesta nacida de la unión de diferentes entidades se encontrara menos vulnerable a posibles amenazas que pudieran atentar contra ella, volviéndola única y especial.

- Captura y almacena recursos
- Usa y valora los servicios y recursos renovables
- Obtén un rendimiento
- Deja de producir residuos
- Usa soluciones lentas y pequeñas

Los últimos cinco principios tratan sobre el metabolismo sostenible de todo ser vivo, específicamente de un metabolismo circular en el cual se prioriza la reutilización de recursos para una menor extracción de materia y energía, y una menor disposición de residuos de rechazo (sin uso), así mismo impulsa a la búsqueda de resultados positivos que garanticen una vida plena sin afectar ni a su entorno (toda vida alrededor) ni al futuro (vidas por venir). Una productividad cuantificable a través de un esfuerzo invertido.

Teniendo claro los principios éticos y de diseño, la permacultura propone siete etapas de aplicación de dichos principios para la creación del futuro sostenible; dichas etapas obedecen a una metodología de nutrición (de los principios),

retroalimentación (entre las etapas), e interacción (con los factores externos), estas 7 etapas son:

- Administración de la tierra y de la naturaleza
- Entorno construido
- Herramientas y tecnología
- Cultura y educación
- Salud y bienestar espiritual
- Finanzas y economía
- Tenencia de la tierra y gobernación comunitaria



Ilustración N° 55

Ilustración N° 55: La flor de la permacultura.

Fuente: La esencia de la permacultura - Lopez A. & Scotti A, 2013. Edición propia, 2015

Cada uno de estos se apoya en diferentes métodos, técnicas, instrumentos, etc. para su desarrollo, y es dentro del “entorno construido” en donde la arquitectura ha de desarrollar su papel, teniendo sus bases dentro de los principios éticos y de diseño, retroalimentándose de las premisas dentro de cada una de las otras 6 etapas y planteando un diseño de acorde con las necesidades y requerimientos del lugar (físico, social, ambiental, económico) en el cual se ha de emplazar.

2.2. La teoría general de sistemas

Un sistema es un objeto simple o complejo cuyos componentes están relacionados entre sí, todo a nuestro alrededor está dado por sistemas en mayor o menor medida y complejidad, por ejemplo, sin recurrir a estudios avanzados sobre la unidad mínima de la materia, podemos tomar a un átomo y darnos cuenta que está compuesto por protones y neutrones, una célula está compuesta por orgánulos relacionados metabólicamente entre sí, y en mayores escalas en donde nuestro planeta es parte de un sistema solar, y que este a su vez es parte de la vía láctea, y así podemos seguir encontrando muchos más sistemas.

El medio ambiente, es entonces, un sistema que para poder ser entendido ha de estudiarse en sus diferentes ramas, al igual que la sociedad (cultura, economía, etc.), y es por ello que el ser del arquitecto radica en el estudio de los sistemas que rodean y se relacionan con el proyecto arquitectónico, pues este a su vez se convertirá en un nuevo agente del sistema con el que se interrelacionará, estas premisas no son nuevas, pues se vienen realizando desde hace muchos años atrás, sin embargo un factor que salta a la vista en las últimas décadas es el impacto que generan algunos proyectos en su entorno, pues muchas veces estos se edifican como sistemas cerrados que no hacen más que generar impactos negativos en los inevitables lazos de interrelación con su hábitat. Desde hace algunos años se ha venido trabajando para resolver el mencionado problema, tomando premisas de auto-sustentabilidad (utilizar los recursos que da el entorno de manera sostenible y tratar de minimizar el impacto que se genera con la mínima intervención posible); y es la arquitectura eco-industrial la que analiza las bases de los recursos necesarios, así como los procesos que requiera para el desarrollo del objeto arquitectónico, inclusive pudiendo tener las premisas de ir más allá del actuar mínimamente sobre su entorno, sino más bien de actuar sobre él pero de manera positiva, pudiendo contribuir con entornos afectados y/o mejorando la calidad de su hábitat.

Es entonces que los parámetros que intervienen realmente en la arquitectura eco-industrial, dentro de esta nueva perspectiva, son sobre el análisis del sistema complejo a través del análisis de sus subsistemas, que lo componen, pasando de la complejidad a la simplicidad para mantener el equilibrio armónico en los sistemas vivos⁽³³⁾.



³³ Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_de_sistemas

D. CONCLUSIÓN CAPITULAR

Los seres humanos somos parte de este planeta, somos tan solo uno más de los seres vivos que la habitan, pero gracias a nuestro raciocinio “superior” es que nos posicionamos en la cabeza como raza gobernante, y esto no estaría para nada mal si tan solo entendiéramos que el que se encuentra en la cabeza no es el primero en implantar su soberanía, sino el primero en servir a los demás. Somos una pequeña parte del mundo (como especie) y con tan solo entender lo simple que es vivir en armonía con todas las especies empezaríamos a apoyar la depuración de nuestro ambiente actualmente ya degradado. “más ayuda el que menos estorba” y nosotros ya hemos estorbado demasiado con nuestras huellas ecológicas.

Es necesaria una concientización profunda (lo más difícil) y empezar a hacer algo por nuestro futuro (el del hombre y el de todas las demás especies), se necesita la utilización de nuestros recursos pensantes para poder generar este cambio tan ansiado, y uno de los modos para poder lograrlo es a través que una reestructuración de nuestro procesamiento metabólico de consumir más y desechar más, y uno de los primeros pasos que hemos de dar es la transición de un pensamiento a otro, conjuntamente con acciones que sean consecuentes con este nuevo pensamiento, y es aquí donde la Ingeniería industrial ha de formar parte vital del cambio. Somos una generación notoriamente industrializada y por ello mismo es necesaria un cambio en nuestros procesos industrializales, esto en los diferentes niveles del metabolismo urbano, re industrialización en los procesos de extracción, en los procesos de consumo y en los procesos de disposición final de recursos; una de las acciones que se pueden efectuar en los procesos de extracción (por ejemplo) es la minería urbana, o el rediseño de productos para la utilización de menos materia prima; otras acciones efectuadas en los procesos de consumo son la disminución de este o la pluralidad de los ciclos de vida útil alargando de este modo la vida de un producto más allá del cual estaba previsto.

Es así que con todos los puntos rescatados en el presente capítulo se comienza a madurar una idea de ¿cuál es la problemática (más profundamente)? y ¿cuáles son los puntos a los cuales hemos de centrarnos (en resolver, en mejorar) para iniciar la conceptualización de un partido urbano arquitectónico.

CAPITULO III: MARCO NORMATIVO



**"EL MUNDO ES UN LUGAR PELIGROSO. NO POR CAUSA DE LOS
QUE HACEN EL MAL, SINO POR AQUELLOS QUE NO HACEN
NADA POR EVITARLO"**

- Albert Einstein -

A. ANALISIS DE LA NORMATIVIDAD

1. Normatividad internacional

Todo comienza en la Conferencia de Estocolmo en el año 1972 en la cual se llegaron a diferentes acuerdos acerca de la preservación del medioambiente como recurso, las cuales sirvieron de punto de partida para diferentes ramas de preservación medioambiental, entre ellas se rescata el informe Brundland⁽³⁴⁾ en el cual se acota el principio de “satisfacer nuestras necesidades sin involucrar la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” mediante procesos solidarios, ilustrados y equilibrados.

En el año 1992 el mundo (178 países) vuelve a reunirse para tratar temas concernientes al medioambiente, a la cual denominaron la Conferencia de la Tierra de Rio de Janeiro precisamente como conmemoración de la Conferencia de Estocolmo en su 20° aniversario, esta conferencia fue considerada el gran impulso en el marco del derecho internacional del medio ambiente para el desarrollo sostenible, pues se establecieron convenios como base normativa para dar paso a instrumentos vinculantes como protocolos, programas o directrices que servirían como estructura de desarrollo, conformando un gran paso hacia adelante para una normativa de estructura evolutiva. Entre los principales instrumentos se pueden mencionar:

- El programa global para el desarrollo sostenible en el siglo XXI (conocido también como la Agenda 21⁽³⁵⁾), se trata de un plan detallado de acciones dirigido a la comunidad internacional para que adopten medidas para la mejora de sus planes de desarrollo a planes de desarrollo sostenible en los diferentes niveles de gobierno (nacional, regional y local) a través del cambio de pautas no sostenibles de producción y de consumo, entre sus principales capítulos constan temas como: la salud humana, el consumismo y el manejo de residuos.
- La convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (CMNUCC), aprobada en 1992 y entro en vigencia en 1994⁽³⁶⁾, con el propósito de estabilizar y reducir (en 5% desde 2008 a 2012) las emisiones de seis de los gases de efecto invernadero más perjudiciales que contribuyen al calentamiento

³⁴ Brundland: Nuestro futuro en común.

³⁵ <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/index.htm>

³⁶ <http://unfccc.int/2860.php>

global, siendo el más dañino el dióxido de carbono (CO₂), uno de los principales instrumentos para lograr este fin fue El Protocolo de Kyoto⁽³⁷⁾.

Paralelo a este último periodo, otro convenio de importancia es el Convenio de Basilea⁽³⁸⁾, adoptado en 1989 y que entró en vigencia todavía hasta 1994, el objetivo del mismo fue establecer directrices para controlar el movimiento de desechos peligrosos transfronterizos, contuvo una gran variedad de tipologías de desechos considerados peligrosos ya sea por su origen o por su composición (art 1 y anexos I, III, VIII y IX) y otra gama de desechos categorizados como “otros” incluyéndose los de origen doméstico y los restos de incineradores (art 1 y anexo II). Entre sus principales apartados consta la disminución de la generación de desechos peligrosos, dondequiera que se realice su eliminación; la restricción de los movimientos trasfronterizos, salvo en casos en que se estima que se ajusta a los principios de la gestión ambientalmente racional; y un sistema reglamentario aplicable a casos en que los movimientos trasfronterizos son permisibles⁽³⁹⁾.

2. Normatividad nacional

En la última década del S. XX nuestro país comienza su normativa respecto a los avances internacionales, a partir de ahí ha ido renovando y aprobando diversas leyes, cada vez más puntuales dentro del tema de los RSU. En la Tabla N° 9 se puede observar un listado de la evolución normativa hasta el presente. Posteriormente se muestra una revisión a cada uno de los artículos que influyen directa o indirectamente al SIG-RSU.

2.1. Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales.-

Entre sus títulos preliminares constan temas como el derecho a gozar de un medio ambiente saludable y equilibrado, prohibición del traslado transfronterizo de residuos y promover la educación ambiental. Establece la obligación de elaborar EIA (art. 8) para la elaboración de proyectos y de igual forma demanda una continua evaluación de la política ambiental (art. 20) y por consiguiente la implementación de tecnología necesaria para asegurar la preservación del ambiente natural en caso existirá algún riesgo (art. 27).

³⁷ http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php

³⁸ <http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/text/BaselConventionText-s.pdf>

³⁹ <http://sinia.minam.gob.pe/index.php?accion=verElemento&idElementoInformacion=1143&verPor=&id...TipoElemento=28&idTipoFuente=#>

Tabla N° 09 LINEA DE TIEMPO DEL MARCO LEGAL NACIONAL VINCULADA AL SIG-RSU		
Aprobación	Decreto	Normal Legal
08.set.90	D.L. N° 613	Código del Med. Amb. Y de los Recursos Naturales
20.jul.97	Ley N° 26842	Ley General de Salud
27.jul.2000	Ley N° 27314	Ley General de Residuos Solidos
23.abril.01	Ley N° 27446	Ley del Sist. Nac. De Evaluación de Impacto Amb. (SEIA)
27.may.03	Ley N° 27972	Nueva Ley Orgánica de Municipalidades
18.jun.04	Ley N° 28256	Ley que regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos
24.jul.04	D.S. N° 057-2004-PCM	Reglamento de la Ley General de Residuos Solidos
22.abr.05	D.C.D. N° 004-2005-CONAM/CD	Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Solidos
15.oct.05	Ley N° 28611	Ley General del Ambiente
10.jun.08	D.S. N° 021-2008-MTC	Reglamento Nacional de Transporte terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos
25.set.09	D.S. N° 019-2009-MINAM	Aprobación del Reglamento del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SNEIA)
07.oct.09	Ley N° 29419	Ley que regula la Actividad de Recicladores
03.jun.10	D.S. N° 005-2010-MINAM	Reglamento de la Ley que regula la Actividad de Recicladores
27.jun.12	D.S. N° 001-2012-MINAM	Reglamento Nacional para la Gestión de los Residuos de Aparatos Electrónicos y Eléctricos (RAEE)

Edición: Propia.

Fuente: Normas legales revisadas en el IV informe Nacional de la Situación de la gestión y Manejo de los Residuos Sólidos (set 2012).

2.2. Ley General de Salud.-

También reconoce al Estado como el responsable de la protección de la salud ambiental; en el Cap IV art 96 menciona que en cuestión de manejo de residuos peligrosos se deben tomar todas las medidas y precauciones para prevenir daños a la vida humana y al ambiente; en el Cap VIII art 99, 104 y 107 enfatizan los derechos y responsabilidades jurídicas en torno a efectuar descargas de sustancias contaminantes al agua, al aire o al suelo.

2.3. Ley General de Residuos Sólidos.-

Establece las normas de la gestión de manejo de Residuos Sólidos dentro del país; y en su posterior modificación (mediante D.L. N° 1065) en el art 5 incisos 4 y 5 establece incluir en el estado del ambiente (informes nacionales) los análisis referidos a la gestión y manejo de los residuos sólidos, así como el seguimiento de la gestión; incluir en el sistema nacional de información ambiental los datos pertinente a la gestión de manejo de dichos residuos; en el art 7 determina: el MINSA es la

institución encargada de normar aspectos técnicos – sanitarios del manejo de residuos sólidos, incluyendo el reciclaje, reutilización y recuperación de los mismos. Y dentro de su reglamento en el Art 6 menciona: “La autoridad de salud de nivel nacional para los aspectos de gestión de residuos previstos en la Ley, es la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud; y en el nivel regional, son las Direcciones de Salud (DISA) o las Direcciones Regionales de Salud, según corresponda”. Así mismo la Norma Técnica Peruana (NTP 900.058) establece un código de colores para la identificación de los residuos y su almacenamiento correspondiente, siendo estos los siguientes:

Amarillo – metales

Verde – vidrio

Azul – papel y cartón

Blanco – plástico

Marrón – orgánico

Rojo – residuos peligrosos

Negro – residuos generales que no se reciclan.

2.4. Ley del Sist. Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).-

“Quedan comprendido en el ámbito de aplicación de la presente ley, las políticas, planes y programas dentro del territorio nacional, así como proyectos de inversión pública, privada y mixta que impliquen actividades que puedan causar impactos ambientales negativos significativos”. En su reglamento (D.S. N°019-2009 MINAM) se señalan los proyectos y actividades comerciales y de servicios que se sujetan a la presente disposición. En su Art. 5 inciso “b” menciona “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 y radiactivas” como criterio para poder clasificar los proyectos dentro del SEIA.

2.5. Ley que regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.-

Regula las actividades concernientes al traslado terrestre de material y/o residuos peligrosos con sujeción a los principios de prevención y protección de las personas, el ambiente y la propiedad.

2.6. Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos.-

El objetivo del plan es, primero, la concientización de la población acerca del estado en el cual se encuentra el país con respecto al tratamiento de los residuos sólidos, luego reducir la producción de residuos y la producción per cápita de los mismos mediante estrategias y recomendaciones para la gestión integral de residuos sólidos. El plan se enmarca en un contexto desde el ámbito internacional hasta el local/municipal, pues su planeamiento emerge de los puntos principales que se tocaron en la Conferencia de la Tierra de Rio de Janeiro enfatizando las referidas al programa de la agenda 21.

El ámbito de aplicación del plan abarca tanto entidades municipales como no municipales y para el tratamiento de los diferentes tipos de residuos: domiciliarios, comercial, establecimientos de salud, industria, etc. Lo que muestra que dicho plan ha de aplicarse por las diferentes instituciones nacionales como el MINSA y el MINAM, como prioritarios.

2.7. Ley General del Ambiente.-

Establece principios y normas básicas asegurando el derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado; proteger el ambiente para una mejor calidad de vida de la población y lograr un desarrollo sostenible en el país. En el art 119 inciso 1 dice: "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.

2.8. Reglamento Nacional de Transporte terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.-

Encargada de regular las normas y procedimientos que regulan las actividades, procesos y operaciones de transporte terrestre de materiales y/o residuos peligrosos así como planes de contingencia para situaciones de emergencia para minimizar riesgos y prevenir daños a la salud, al ambiente y a la propiedad.

2.9. Reglamento Nacional para la Gestión de Residuos de aparatos electrónicos y eléctricos (RAEE).-

Tiene el objeto de: “establecer un conjunto de derechos y obligaciones para la adecuada gestión y manejo ambiental de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) a través de las diferentes etapas de manejo: generación, recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, reaprovechamiento y disposición final, involucrando a los diferentes actores en el manejo responsable, a fin de prevenir, controlar, mitigar y evitar daños a la salud de las personas y al ambiente. Así mismo, establece las responsabilidades de los actores involucrados en el manejo de los RAEE y que los productores de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), para que conjuntamente con las municipalidades, los operadores de RAEE y consumidores o usuarios de AAE, asuman algunas etapas de este manejo, como parte de un sistema de responsabilidad compartida, diferenciada y con un manejo integral de los residuos sólidos, que comprenda la responsabilidad extendida del productor”.

2.10. Ley Orgánica de Municipalidades.-

En su artículo 80, inciso 3 y 3.1, indica que es una función exclusiva de las municipalidades distritales “Proveer el servicio de limpieza pública, determinando las área de acumulación de desechos, rellenos sanitarios, entre otros” y como Funciones específicas compartidas de éstas “Administrar y reglamentar, directamente o por concesión el servicio de limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando esté en capacidad de hacerlo”. En el inciso 1 establece como una función exclusiva de las municipalidades provinciales “Regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial”. Y como Funciones específicas compartidas de las municipalidades provinciales en materia de saneamiento, salubridad y salud “Administrar y reglamentar directamente o por concesión el servicio de limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando por economías de escala resulte eficiente centralizar provincialmente el servicio”.

2.11. Ley que regula la actividad de recicladores.-

Su objetivo es establecer la normatividad regulatoria de las actividades de los trabajadores del reciclaje, orientada a la protección, capacitación y del desarrollo social y laboral, promoviendo su formalización, asociación y contribuyendo a la mejora del manejo ecológicamente eficiente de los residuos sólidos en el país". Es así que se establece que "El Estado reconoce la actividad de los recicladores, su formalización e integración a los sistemas de gestión de residuos sólidos de todas las ciudades del país a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud y de las Municipalidades Provinciales" y conjuntamente al Ministerio de Educación para promover programas educativos y de capacitación. Posteriormente en su reglamento (D.S. N° 005-2010-MINAM) tiene por objeto contribuir a la protección, capacitación y promoción del desarrollo social y laboral de los trabajadores del reciclaje, contribuyendo a la mejora en el manejo de los residuos sólidos en el país.



B. LAS COMPETENCIAS DE CADA NIVEL DE GOBIERNO

1. Autoridades competentes

1.1. Ministerio de Salud (MINSA)⁽⁴⁰⁾

De acuerdo a la Ley General de Residuos Sólidos⁽⁴¹⁾ se nombra al MINSA como institución encargada de formular, planificar, dirigir, coordinar, ejecutar, supervisar y evaluar la Política Nacional del Ambiente, aplicable a nivel nacional, regional y local; dicha información es corroborada por la Ley General de Salud⁽⁴²⁾ junto a la Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Salud⁽⁴³⁾, al nombrar al MINSA como órgano especializado de máxima autoridad normativa en materia de salud del Poder; así mismo es la encargada de garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental mediante funciones de fiscalización, supervisión, evaluación y control, siendo de igual forma la encargada de ejercer las sanciones pertinentes en materia de su competencia dirigiendo el régimen de fiscalización y control ambiental y el régimen de incentivos previstos por la Ley General del Ambiente⁽⁴⁴⁾. Cuenta con sub-órganos especializados para el control sanitario y ambiental como son la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y el Centro Nacional de Salud Ocupacional y Protección del Ambiente para la Salud (CENSOPAS) ambos a nivel nacional. Es importante resaltar que todas las entidades públicas que están facultadas para controlar aspectos sanitarios y ambientales, así como los colegios profesionales de las ciencias de la salud (referido a la vigilancia que realizan sobre las actividades en el ejercicio de su profesión), quedan sujetas a súper-vigilancia de la Autoridad de la Salud, es decir del Ministro de Salud. Por este motivo los decretos supremos referidos al tratamiento de los residuos urbanos (por estar relacionados al impacto en el ambiente y la salud) dictados posteriores a la Ley General de Salud deberán ser firmados por el Ministro de Salud, quedando sin validez jurídica si no fuese así⁽⁴⁵⁾.

1.1.1. Dirección General de Salud Ambiental

Organismo encargado de los aspectos técnicos normativos del saneamiento básico, salud ocupacional, zoonosis⁽⁴⁶⁾ y protección del ambiente. Y entre sus principales funciones radica el articular y concertar los planes, programas y

⁴⁰ DL N°584, publicado el 18/04/1990

⁴¹ Ley N° 27314 artículo 7, publicada el 27/07/2000

⁴² Ley N° 26842 título quinto, publicada el 20/07/1997

⁴³ DL N°584, publicado el 18/04/1990

⁴⁴ Ley N° 28611, publicada el 15/10/2005

⁴⁵ Reciclaje Sistemático, Carlos Bartesaghi. 2011

⁴⁶ Zoonosis.- Grupo de enfermedades transmitidas de animales a seres humanos mostrando quizá más que otra enfermedad la relación existente entre la salud pública, el ambiente y el bienestar socioeconómico, determinado por la influencia de los factores socioculturales y económicos existentes en la realidad nacional. **Fuente:** Ministerio de Salud

proyectos nacionales de salud ambiental, conducir la vigilancia de riesgos ambientales y la planificación de medidas de prevención y control, promoviendo una conciencia ambiental en la población.

Por ende es la encargada de: aprobar los EIA y el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) de los proyectos de infraestructura de transferencia, tratamiento y disposición final de residuos con excepción de aquellas instalaciones productivas, concesiones de extracción o aprovechamiento de recursos naturales de responsabilidad del generador; emitir opinión técnica previa para la aprobación de proyectos de infraestructura, tratamiento y disposición final de residuos del ámbito municipal y omitiendo las ya exceptuadas anteriormente en el caso del ámbito no municipal⁽⁴⁷⁾; de igual forma emitir opinión técnica sobre la necesidad de aprovechar las economías de escala que los proyectos de tratamiento de residuos podrían generar⁽⁴⁸⁾, esto mismo se da a escala provincial y distrital⁽⁴⁹⁾

1.1.2. Centro Nacional de Salud Ocupacional y Protección del Ambiente para la Salud.

Creado el 28 de oct de 1985⁽⁵⁰⁾ como el Consejo Nacional de Protección del Medio Ambiente para la Salud (CONAPMAS) denominación que cambió a la de Instituto Nacional de Protección del Medio Ambiente para la Salud (INAPMAS) en 1990, posteriormente se une al Instituto de Salud Ocupacional “Alberto Hurtado Abadía” para conformar el CENSOPAS⁽⁵¹⁾. Siendo sus objetivos funcionales: Promover y desarrollar proyectos y programas para la protección del ambiente para la salud con una amplia investigación científica y tecnológica a nivel nacional, regional y local; promover la prevención y control de riesgos y daños ocupacionales y ambientales; lograr que se establezca en la unidad orgánica y en el ámbito de su competencia las acciones de control interno, previo, simultaneo y posterior; Coordinar planes regionales y locales de protección medioambiental compatibilizando y coordinando las políticas, estrategias, planes y programas de los organismos a nivel nacional y regional vinculados directa o indirectamente al medio ambiente; Promover la investigación, desarrollo y difusión de la tecnología a nivel nacional para proteger y conservar el uso sostenido del medioambiente así como el uso de los recursos naturales.

⁴⁷ Reglamento de la Ley General de residuos Sólidos Ley N° 27314 – 24 jul 2004. Art 6

⁴⁸ Ley Orgánica de Municipalidades Ley N° 27972 – “7 may 2003. Art 80, 2.1 y 4.1.

⁴⁹ Ley Orgánica de Municipalidades (LOM) Ley N° 27972 – 27 may 2003, art 80, inciso 2.1. y 4.1

⁵⁰ DL N°354, publicado el 28/10/1985

⁵¹ DS N°001-2003-SA, publicado el 11/01/2003

1.2. Ministerio del Ambiente (MINAM)⁽⁵²⁾

Es la autoridad ambiental nacional y órgano rector del sistema nacional de gestión ambiental, encargado de promover la sostenibilidad ambiental del país, conservando, protegiendo, recuperando y asegurando las condiciones ambientales, los ecosistemas y los recursos naturales. Para ello plantea 4 ejes estratégicos: Proporcionar un estado soberano y garante de derechos, compatibilizar el aprovechamiento armonioso de los recursos naturales, mantener un patrimonio natural sostenible y obtener una alta calidad de vida con un ambiente sano. En el último eje se tienen objetivos como reducir la contaminación de los recursos hídricos como reducir la contaminación del aire, por otro lado también pretende prevenir y detener la degradación y contaminación del suelo lo cual sucede primordialmente por un mal manejo de los residuos urbanos, es así que el MINAM es el organismo encargado de una adecuada gestión de los residuos sólidos⁽⁵³⁾ en el país, así como coordinar con las autoridades sectoriales y municipalidades la debida aplicación de la normativa nacional en materia de residuos sólidos. De acuerdo a la Ley General de Residuos Sólidos en su artículo 5, el MINAM es el encargado de promover y aplicar Planes Integrales de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) dentro del país, Incorporar en el Sistema Nacional de Información Ambiental, información referida a la gestión y manejo de los residuos sólidos y promover la adecuada gestión de residuos sólidos, mediante el Sistema Nacional de Gestión Ambiental⁽⁵⁴⁾.

1.3. Gobiernos Locales

Entiéndase como gobiernos locales a las municipalidades provinciales y distritales, siendo así, la norma que rige a los ámbitos locales es la Ley Orgánica de Municipalidades (LOM)⁽⁵⁵⁾ la cual establece normas sobre la creación, origen, naturaleza, autonomía, organización, finalidad, competencias, clasificación y régimen económico de las municipalidades, incluyendo la relación entre ellas y con las demás organizaciones del Estado y las privadas, junto con los regímenes especiales de las municipalidades.⁽⁵⁶⁾

⁵² DL N°1013, publicado el 14/05/2008

⁵³ Ley N° 28245, publicado el 08/06/2004

⁵⁵ Conforme con la modificación del artículo 196 (Ley N° 27680 – 7 mar 2002) de la Constitución política del Perú, dicta que La capital de la República, las capitales de provincias con rango metropolitano y las capitales de departamento de ubicación fronteriza tienen régimen especial en la Ley Orgánica de Municipalidades. Así mismo en la Provincia Constitucional del Callao.

⁵⁴ Ley 27972, publicado el 23/05/2003

⁵⁶ LOM, artículo 79

Las municipalidades, ejercen las siguientes funciones en materia de organización del espacio físico y uso de suelo y en materia de saneamiento, salubridad y salud⁽⁵⁷⁾:

- Funciones específicas exclusivas de las provinciales: Aprobar el Plan de Acondicionamiento Territorial a nivel provincial partiendo de este para generar los planes de desarrollo urbano y rural; Verificar los EIA; otorgar licencias de construcción, remodelación o demolición; regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos, vertimientos industriales, emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmosfera y el ambiente en el ámbito provincial.
- Funciones específicas compartidas de las provinciales: Ejecutar directamente o concesionar la ejecución de las obras de infraestructura urbana o rural de carácter multidistrital en coordinación con las municipalidades distritales o provinciales contiguas, administrar y reglamentar el servicio de limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando por economías de escala resulte eficiente centralizar provincialmente el servicio.
- Funciones específicas exclusivas de las distritales: Aprobar el plan urbano o rural distrital con sujeción al plan y a las normas municipales provinciales sobre la materia, autorizar y fiscalizar la ejecución del plan de obras de servicios públicos o privados que afecten o utilicen la vía pública previo cumplimiento de las normas sobre impacto ambiental, proveer del servicio de limpieza pública determinado las áreas de acumulación de desechos, rellenos sanitarios y el aprovechamiento industrial de desperdicios.
- Funciones específicas compartidas de las distritales: Ejecutar directamente o proveer la ejecución de las obras de infraestructura urbana o rural indispensables para el desenvolvimiento del vecindario, la producción, el transporte en coordinación con la municipalidad provincial respectiva, administrar y reglamentar directamente o por concesión el servicio de limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando este en capacidad de hacerlo.

⁵⁷ LOM, artículo 80

1.4. Otras autoridades competentes

1.4.1. El Consejo Nacional del Ambiente (CONAM)

Organismo público descentralizado adscrito al ámbito de la Presidencia del Consejo de Ministros, participa como autoridad ambiental encargada de la política ambiental dentro de los Gobiernos Central, Regional y Local, así mismo coordina las acciones de dichos niveles de gobierno en asuntos ambientales, guardando armonía; también se encarga de proponer mecanismos que faciliten la cooperación internacional para alcanzar los objetivos de la política nacional ambiental; establece criterios generales para la elaboración de los EIA y del Plan de Acción Ambiental.

1.4.2. Las autoridades ambientales respectivas a cada Ministerio del Gobierno Central

El Ministerio de Industria, de Turismo, de Integración y Negociaciones Internacionales, de Pesquería, de Energía, de Minas y de Agricultura como los más resaltantes al realizar actividades generadoras de residuos

2. Análisis de competencias

Como ya se comentó con anterioridad, la autoridad del Gobierno Central designó la gestión de los residuos sólidos a la competencia de cada uno de los Ministerios en los cuales realiza sus actividades, sin embargo los encargados directamente sobre el tratamiento de los RSU son el Ministerio de Salud así como el Ministerio del Ambiente.

Mediante la ley general de Residuos Sólidos el MINSA es la autoridad nacional, regional, y local encargada de fiscalizar, supervisar, evaluar y controlar las actividades que involucren en sus efectos de acción a la salud humana, y esto es respaldado por la ley general de Salud, así como la ley general del ambiente. Mientras que mediante la ley general de Residuos Sólidos el MINAM es el encargado directo en la gestión, planeamiento y manejo de los residuos sólidos, mediante una sostenibilidad ambiental.

C. CONCLUSIÓN CAPITULAR

A continuación se presenta una lista de las principales características legales dentro de los ámbitos de la presente investigación.

1. Estrictamente legales

1.1. La falta de una ley maestra que articule, por un lado, la normatividad existente en términos de contaminación ambiental y tratamiento de residuos urbanos, por otro, a las instituciones pertinentes en los diferentes niveles de gobierno, y finalmente que envuelva las diferentes características y aspectos municipales y no municipales, públicos o privados.

1.2. Al momento de infringir la normatividad, las autoridades municipales se ven limitadas en sus fiscalizaciones y sanciones por competencias no definidas entre gobierno y autoridades sectoriales.

1.3. Falta de regulaciones para el manejo de materiales y residuos peligrosos

2. Institucionales

2.1. En concordancia con la normatividad vigente, las municipalidades distritales son las encargadas de la supervisión del barrido y limpieza de las calles, y todo lo concerniente a la gestión de los residuos es responsabilidad de las municipalidades provinciales, sin embargo, en la práctica debido a la complejidad del tema son las provinciales las cuales postergan y delegan sus responsabilidades distritalmente concluyendo en la incongruencia de la gestión de proyectos y un manejo ineficiente de los residuos como materia sin ningún tipo de uso, por ende, perteneciente a rellenos sanitarios o vertederos municipales.

2.2. Existen convenios de cooperación entre municipalidades para la realización de obras o prestación de servicios interdistritales mediante los cuales se fijaran los recursos que transferirán las municipalidades distritales a las provinciales para lograr tales fines.

2.3. Al tener normatividad específica pero no articulada discurre en vacíos legales o enfrentamiento de jurisdicciones de las instituciones y/u organismos al momento de la ejecución de normas y fiscalizaciones, esto a niveles no solo de gobierno sino transectoriales, es decir, del mismo nivel como el MINSA y el MINAM.

2.4. El estado tiene una clara preferencia por la prestación de servicios provenientes de entidades privadas, ya que estas son las que se encargan de sus propias instalaciones y de los residuos que generan, pero esto llega a un punto de facilitar permisos a empresas de poco compromiso medioambiental tratando los residuos pero generando otro tipo de contaminación.

3. Sociales

3.1. La falta de normatividad que apoye la segregación de residuos en origen, así como planes de recojo de residuos por categoría.

3.2. Falta de instrumentos adecuados para captar la participación ciudadana, promover la educación medioambiental e implementar una red de zonas para la correcta recolección y transporte de residuos en pro de una mejora en la gestión de residuos.

3.3. Frágil sistema y falta de categorización en el sistema de recojo de arbitrios o tarifas dispuestos por cada municipalidad distrital.

4. Económicos

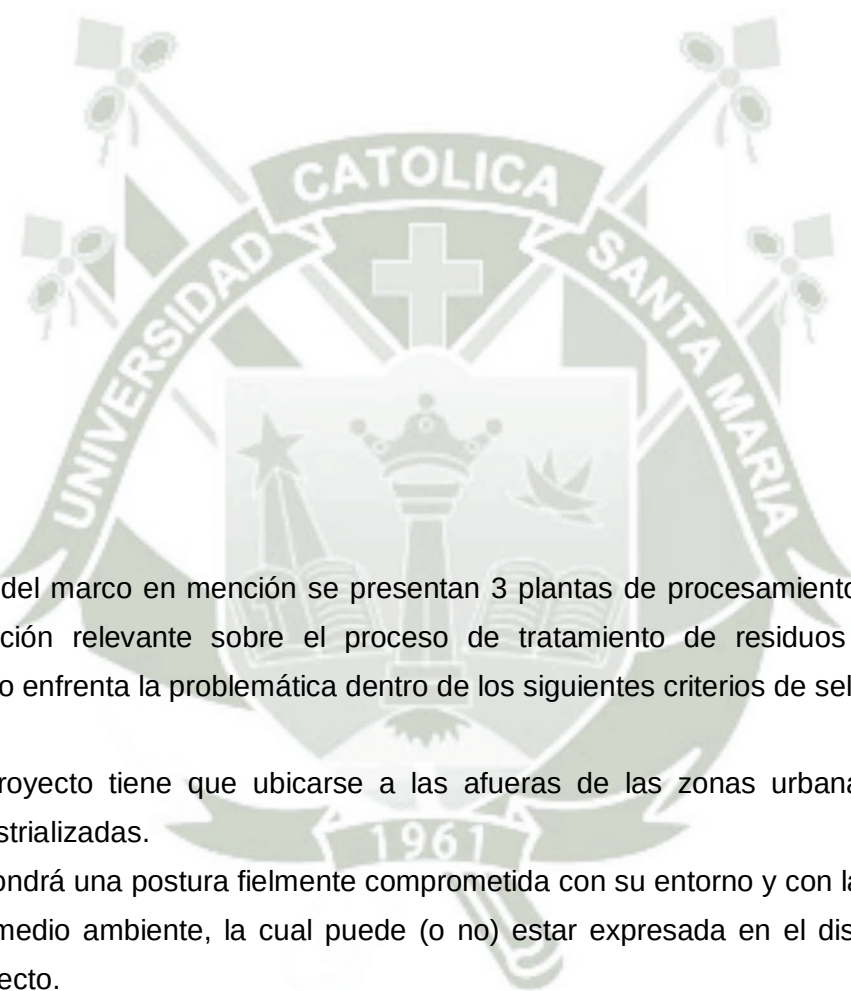
4.1. Inadecuada ejecución de los fondos municipales e inversiones privadas para obras de infraestructura y prestación de servicios públicos.

CAPITULO IV: MARCO REFERENCIAL



**"CALIDAD AMBIENTAL ES
SINONIMO DE CALIDAD DE VIDA"**

- Anónimo -



Dentro del marco en mención se presentan 3 plantas de procesamiento para dotar de información relevante sobre el proceso de tratamiento de residuos y como cada proyecto enfrenta la problemática dentro de los siguientes criterios de selección:

- ✓ El proyecto tiene que ubicarse a las afueras de las zonas urbanas o en zonas industrializadas.
- ✓ Expondrá una postura fielmente comprometida con su entorno y con la sostenibilidad del medio ambiente, la cual puede (o no) estar expresada en el diseño formal del proyecto.
- ✓ Los materiales y procesos constructivos han de ser los comúnmente utilizados en el territorio del Perú.
- ✓ De preferencia deberá proporcionar acceso público a las instalaciones y/o realizar visitas guiadas al complejo.
- ✓ Si fuera posible deberán contar con un plan de reutilización de: sus instalaciones, la superficie del relleno sanitario (si tuviese uno), y/o de los materiales con los que fue construido.

A. ANALISIS DE EXPERIENCIAS CONFIABLES

1. Centro de tratamiento de residuos Las Dehesas

Valdemingómez (área metropolitana), Madrid, Madrid – España.

Año 2000

“Abalos & Herreros arquitectos”

El parque tecnológico de Valdemingómez alberga 4 de las más grandes plantas de tratamiento de la ciudad de Madrid, Las Lomas, Las Dehesas, La Galiana y La Paloma; las plantas comparten una misma área RSa y dos de ellas (Las Dehesas y La Paloma) se encargan de la biometanización (extracción de biogás). Tiene un área aproximada de 300 has de las cuales 210 son área destinada a RSa, de estas últimas, 110 ya se han convertido en parque.

El Centro de tratamiento de residuos “Las Dehesas” es un modelo de equilibrio entre actividad productiva y respeto al medio ambiente. Sus instalaciones y sistemas de tratamiento permiten absorber más del 50% de los residuos producidos (tres mil ochocientas toneladas diarias⁽⁵⁸⁾) por la ciudad de Madrid que llegan al Parque y utiliza energía que el propio centro produce, además su envoltorio está realizado en policarbonato reciclado, estructuras ligeras atornilladas forman su armazón, acabados interiores con materiales ecológicos muestran el compromiso medioambiental. Inaugurado a principios del año 2000, sus principales procesos se comprenden en la separación y clasificación de materiales, área de tratamiento para residuos voluminosos, el compostaje de materia orgánica (junto a un proceso de biometanización),

incineración de restos animales, tratamiento de plásticos y de lixiviados, así como el RSa; además el Centro aumenta su respeto al medioambiente mediante la utilización de energía que el mismo centro produce siendo objeto de diversos galardones, tanto de carácter ambiental como arquitectónico.

Planta de biometanización



Control de
acceso y pesaje

Oficinas
Clasificación
Subproductos

Compostaje - Afino

Ilustración N° 56

⁵⁸ Ramos, C. H. Residuos: Alternativas de Gestión. Salamanca, España: Aquilafuente, 2003
Ilustración N° 56: Vista satelital del parque tecnológico de Valdemingómez – Edición propia

Fuente: Google Earth, imágenes 2011.

1.1. Análisis de las políticas

1.1.1. Política ambiental del área metropolitana de Madrid

La comunidad de Madrid ha venido desarrollando una postura medioambiental desde el segundo periodo a nivel mundial del desarrollo legal de la protección del medio ambiente, es decir, después de la conferencia de la tierra de Estocolmo (1972), esta postura toma fuerza después de la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, celebrada en Rio de Janeiro (1992), pues conjuntamente con otros países es que desarrolla su Agenda21. Tiempo después, ya para el año 2001 la Unión Europea aprueba el Plan de Inspección Medioambiental el que establece criterios para la comprobación del cumplimiento de requisitos y vigilancia de los impactos sobre el medioambiente.

Y es así que año tras año la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación el Territorio, organismo encargado de los planes y actuaciones medioambientales, establece nuevos criterios para alcanzar las metas propuestas en la Agenda 21.

1.1.2. Política del proyecto

Su objetivo principal, tal vez un poco aprensivo, es el tratamiento de alrededor de 1,200 toneladas de residuos diarios (440.000 ton/año aprox.) generados por la ciudad capital de Madrid en el menor tiempo posible, por lo que su diseño sectorizado obedece más a sus actividades funcionales, para el año 2014 60% de los residuos orgánicos entraban a biometanización prolongando la vida útil del RSa, por último, expone su intención de pensamiento sostenible mediante la tecnología constructiva, los materiales y el techo ajardinado de la planta de clasificación para finalmente concluir con el objetivo de la transformación de toda la zona de relleno sanitario en el proyecto del “Parque Regional de Sureste” como bolsa de reserva natural.

1.2. Análisis funcional

1.2.1. Ubicación y accesibilidad

El centro de las Dehesas tiene su ingreso al Noroeste del complejo derivada de la intersección de las autopistas M-50 y A-3 (carretera Vertedero municipal Valdemingómez), cuenta con un ingreso vehicular dividido en ingreso de

camiones recolectores de residuos y en ingreso de vehículos afines al tratamiento de residuos, así mismo tiene un ingreso al estacionamiento para vehículos particulares; una vez dentro del complejo se tiene una vía principal lateral a las instalaciones de clasificación, compostaje, afino y rechazo



Ilustración N° 57



Ilustración N° 58



Ilustración N° 59

Ilustración N° 57: Vista peatonal del ingreso al complejo – Edición propia. **Fuente:** Google Earth, imágenes 2011.

Ilustración N° 58*: Vista satelital del ingreso al complejo y la zona de estacionamiento – Edición propia. **Fuente:** Ídem.

Ilustración N° 59: Recorrido y ubicación del CTR Las Dehesas con respecto al centro histórico de la ciudad de Madrid – Elaboración Propia; **Fuente:** Ídem.

1.2.2. Zonificación

Todo el complejo se desarrolla en una sola planta con excepción de la zona de oficinas que se dispone entre 2 y tres niveles dispuestos de manera escalonada debido a la pendiente del terreno. La distribución es entonces:

(A) Ingreso	(620m ² aprox.)
(B) Planta de clasificación	
(B1) Oficinas, área museográfica	(1.126m ² aprox.)
(B2) Recepción de residuos	(1.326m ² aprox.)
(B3) La zona de clasificación y reciclaje	(2.835m ² aprox.)
(B4) Tratamiento voluminosos	(2.123m ² aprox.)
(B5) Almacén de subproductos	(2.917m ² aprox.)
(B6) Zona de compactación de rechazo	(2.303m ² aprox.)
(B7) Aparcamiento de vehículos pesados	(615m ² aprox.)
(C) Planta pre-tratamiento (biometanización)	(3.876m ² aprox.)
(D) Planta de compostaje	(12.690m ² aprox.)
(E) Zona de hidratación y deshidratación de materia orgánica	(2.200m ² aprox.)
(F) Zona de depuración de lixiviados	(550m ² aprox.)
(G) Estacionamiento	(3.348m ² aprox.)

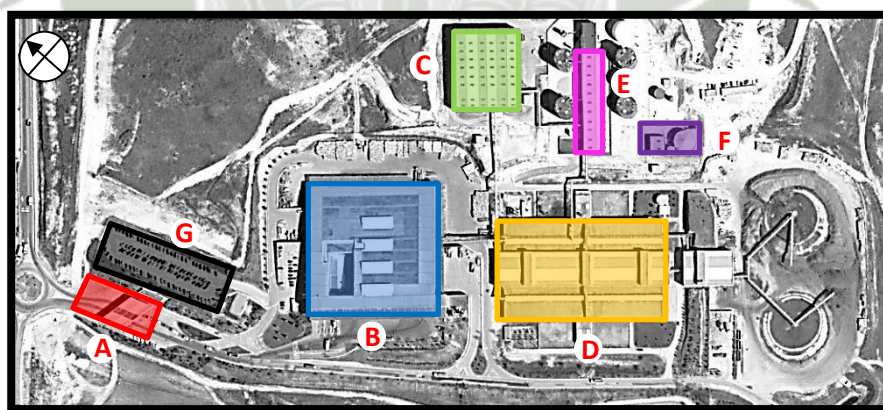


Ilustración N° 60

Ilustración N° 60: Zonificación satelital del complejo – Edición propia.

Fuente: Ídem.

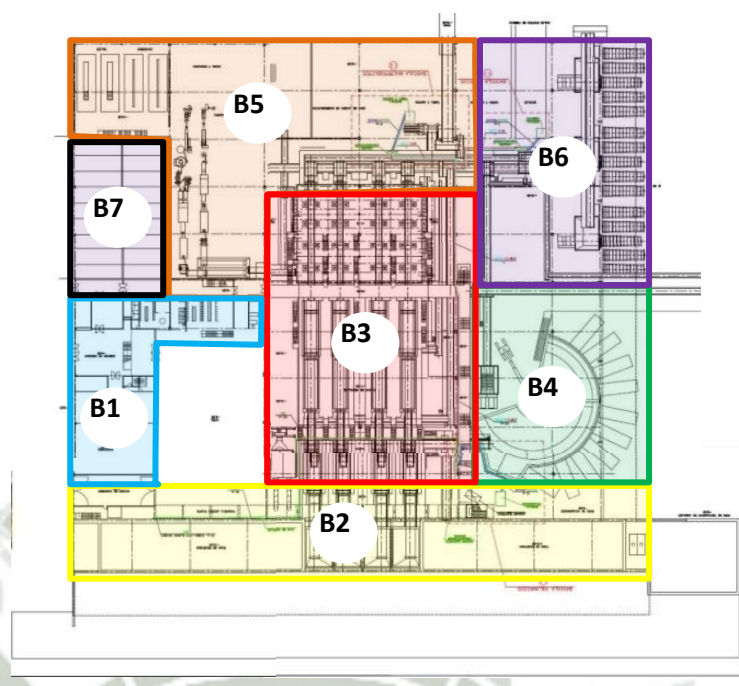


Ilustración N° 61

1.2.3. Circulaciones

Las circulaciones de servicio tienen su ingreso en la zona Noroeste de la planta, directamente al edificio administrativo, desde allí proceden al patio central, al almacén de subproductos o a la nave central de clasificación y reciclaje, de la cual se distribuyen a través del resto de la planta de clasificación teniendo una conexión directa, a través de un puente, a la planta de compostaje. El Parque tecnológico de Valdemingómez posee un programa integral de educación ambiental por lo que sus plantas cuentan con al menos las instalaciones básicas para la recepción de visitas, en el caso de la planta de Las Dehesas posee dos SUM y un recorrido elevado a través de la planta de clasificación para retornar al edificio administrativo. Por otro lado los residuos tienen su ingreso por el lado Suroeste de la planta, hacia la zona de recepción y descarga, posteriormente descienden a lo largo de la planta de tratamiento (por la adecuación topográfica) hasta llegar a los almacenes de subproductos y de compactación de rechazo, durante este proceso se realiza la extracción de la materia orgánica la cual dependiendo de su estado pasa a la zona de pretratamiento e hidratación / deshidratación, o directamente a la planta de compost.

Ilustración N° 61: Zonificación interna de la planta de clasificación y subproductos – Edición propia.

Fuente: Área de gobierno de medio ambiente, seguridad y movilidad, Cortesía de la Dirección general del Parque Tecnológico de Valdemingómez.

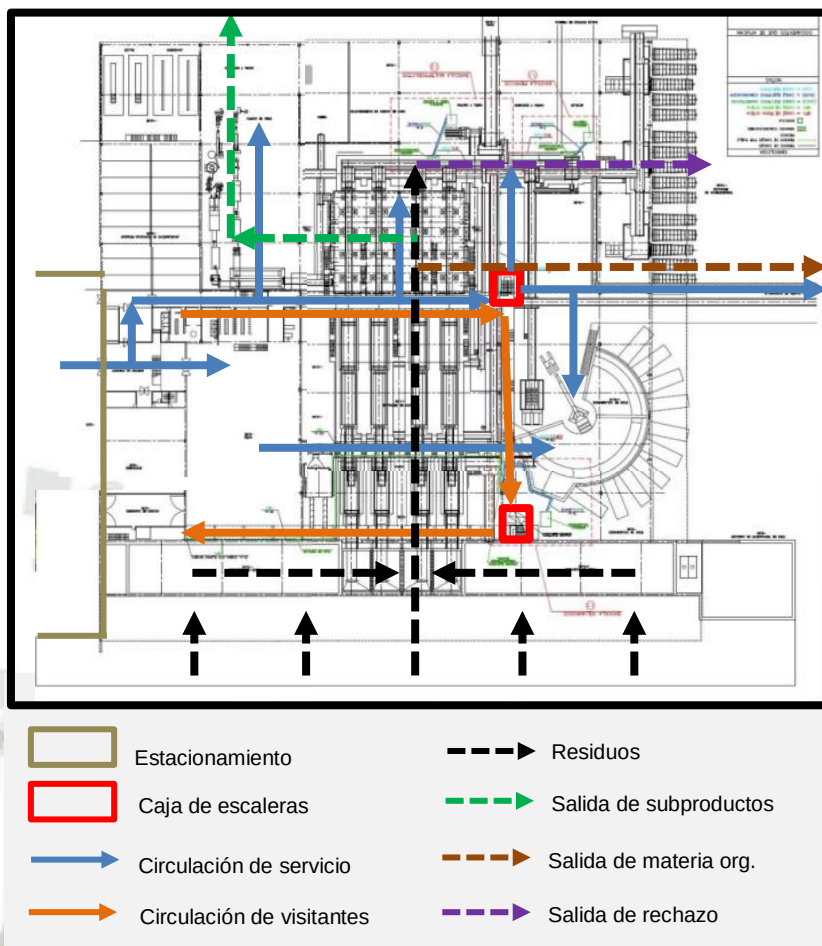


Ilustración N° 62

1.3. Análisis formal y estilístico

1.3.1. Geometrización

El diseño consta de una geometría ortogonal tanto en la planta de tratamiento de residuos como en la planta de elaboración y afino de compost, la primera con forma de paralelepípedo simétrico de 110x110m aprox. se encuentra modulado con una grilla de 20x10m y una última fila de 10x10m, posee una cubierta inclinada en dos tramos efecto de la topografía que posee una mayor pendiente en la parte inferior, así mismo dicha pendiente da la capacidad de drenaje del sistema de regadío de la cubierta verde sobre ella; mientras que la planta de compost (210x140m aprox.) tiene una disposición escalonada tanto en planta como en elevación, posee una modulación de 28 x 26m con un tramo central extra de 10m de ancho.

Ilustración N° 62: Plano de zonificación y circulaciones de la planta de clasificación – Edición propia.
Fuente: Ídem.

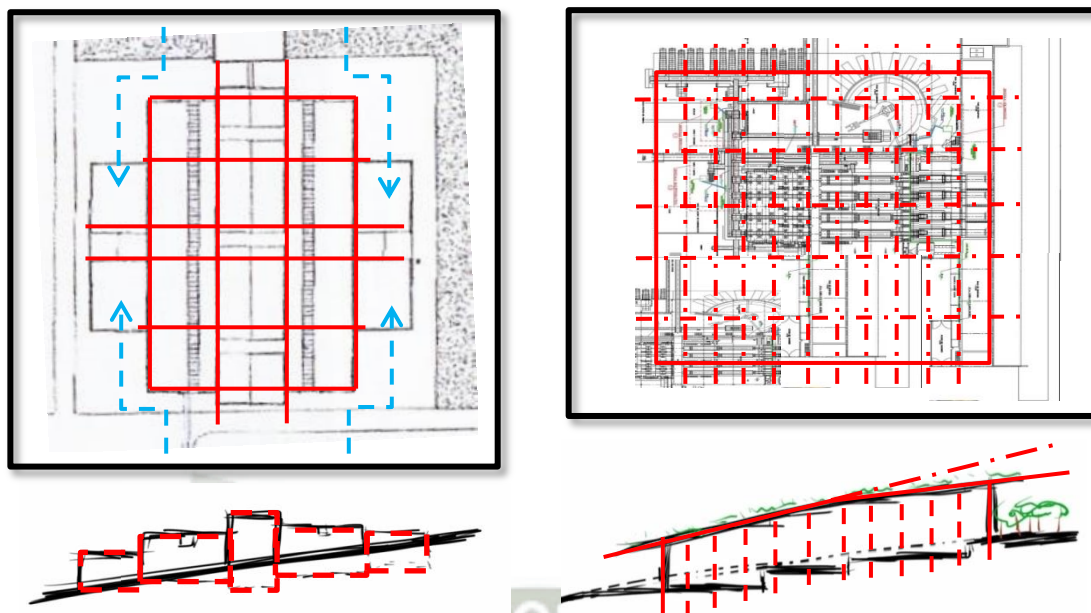


Ilustración N° 63

1.3.2. Relación espacial

En el centro de tratamiento Las Dehesas consta de 2 elementos arquitectónicos diferentes, esto principalmente a las actividades diferenciadas que realiza: separación de residuos y generación de compost (procesos inertes y también biológicos).

La planta de elaboración y afino de compost se compone de una yuxtaposición de prismas rectangulares con un escalonamiento axial, el rectángulo mayor vendría a ser la nave de circulación y de supervisión, mientras que los laterales son las celdas de maduración y fermentación del compost, y las más pequeñas (más a los laterales) son los cuartos de mantenimiento y de asistencia de procesos.

La planta de tratamiento de residuos se presenta como un único elemento rectangular; mediante una sección transversal se evidencia un escalonamiento en su base producto de la topografía intervenida y de la cual el proceso de tratamiento de residuos se apoya (residuos ingresan en la cota superior y subproductos egresan en la cota inferior). Por otra parte presenta una cavidad que cumple la función de intermediario abierto entre la nave industrial, las oficinas de administración, y el centro de visitas, sin embargo dicho espacio es aun contenido por la volumetría gruesa de la planta de tratamiento, lo que demarca una relación de pertenencia del abierto ante el lleno.

Ilustración N° 63: Esquema en planta y alzado de la geometrización de la planta compostaje y de la planta de clasificación
Edición propia.
Fuente: Reciclaje Sistémico, Instalaciones de tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos de Arequipa metropolitana - Bartesaghi Koc, C. 2011



Ilustración N° 64

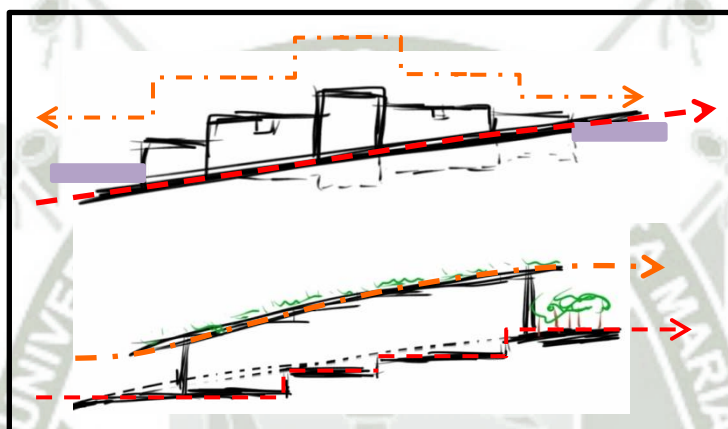


Ilustración N° 65

1.3.3. La piel

De entre las diferentes instalaciones dentro del proyecto, habiendo sido techadas sin tratamientos más allá de los funcionales, la planta de clasificación y selección de residuos es la que tiene un tratamiento especial en términos de cobertura, teniendo en consideración de que las áreas techadas ocupan grandes áreas de terreno (10,500m² construidos) y tratando de generar el menor impacto minimizando la huella ecológica generada indiscutiblemente, es así que se propone la cubierta ajardinada, que a la vez contiene claraboyas y ductos de ventilación necesarias para las instalaciones interiores.

Ilustración N° 64: Vista aérea de la planta de tratamiento y la planta de compostaje

Fuente: Urbaser Co. <http://www.urbaser.es/seccion-13/Plantas-de-Clasificacion>.

Ilustración N° 65: Esquemmatización de la volumetría de la planta de compostaje (primer boceto) y la planta de clasificación (segundo boceto) – Edición propia. **Fuente:** Propia.

La cubierta del centro es del tipo extensiva pues posee un manto de vegetación autóctono (propias de la región de emplazamiento) resistente a vientos, heladas o sobre exposición solar; se riegan entre periodos de tiempo relativamente extenso o por sistemas como el de goteo, además requiere de un bajo mantenimiento; otras ventajas son: la mejora en la climatización del edificio regulando la temperatura interior por exceso de calor y permite un control de la acústica (ambos factores producto de la maquinaria dentro de la planta).



Ilustración N° 66

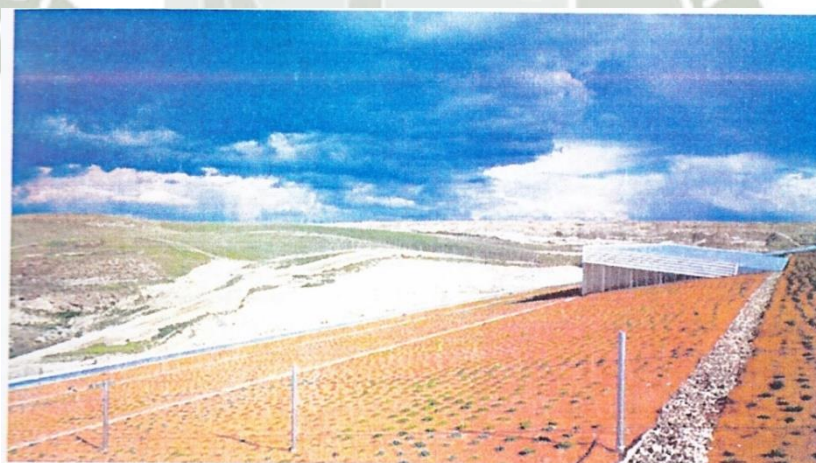


Ilustración N° 67

Ilustración N° 66: Vista aérea de la planta de clasificación.

Fuente: Urbaser Co. <http://www.urbaser.es/seccion-13/Plantas-de-Clasificacion>

Ilustración N° 67: Vista de la cobertura vegetal de la planta de clasificación.

Fuente: Cortesía de Iñaki Abalos & Juan Herreros arquitectos.

1.4. Análisis constructivo

El CTR Las Dehesas está construido casi enteramente en acero. Las zonas de Recepción y descarga de residuos, y la zona de oficinas dentro de la planta de clasificación son las concebidas en concreto armado mientras que en la zona de clasificación y reciclaje la etapa del concreto armado queda en los sobre cimientos que sostienen a las columnas dobles de sección tipo C (tipo canal), es decir una columna de sección de caja que sostiene las vigas tipo Warren planas que soportan a su vez las viguetas del mismo tipo y que concluyen en la instalación de la cobertura corrugada con un acondicionamiento en la parte externa para albergar el material sustento suficiente para el crecimiento de la cobertura verde. Por otra parte los muros de carbonato reciclado son de tipo cortina para el paso libre de la luz.

La planta de compostaje es la única construida casi en su totalidad en concreto armado por la necesidad de confinar la liberación de gases en los diferentes procesos de compost, así como el mismo proceso de descomposición, solo la parte superior de la planta, la parte central, contiene cajas traslucidas para la iluminación interior.



Ilustración N° 68

Ilustración N° 68: Vista interna de la estructura de la planta de clasificación.

Fuente: Ídem.

2. Centro de tratamiento de residuos del Vallès

Vallès Occidental, Barcelona, Cataluña – España. Año 2008-2010

Enric Batlle Durany & Joan Roig I Duran: "Batlle & Roig Architects"

El proyecto en mención se ubica en la vertiente de la montaña de Coll Cardús, en el municipio de Vacarisses, en la comarca del Vallès Occidental, esta planta recibe alrededor de 245.000 ton/año provenientes del Consorcio para la Gestión de Residuos del Vallès Occidental, 19 municipios inscritos dentro de la comarca del Vallès Occidental.

Conjuntamente se ubica un relleno sanitario del mismo nombre al límite de agotar su capacidad, dicho relleno no ha sido respetuoso con su entorno inmediato, efectuando alteraciones en su entorno natural y grandes modificaciones de la topografía del lugar. Esta es una de las razones por las que el proyecto se ubicó en esta zona, emplaza sus instalaciones en aquellas zonas donde la actividad del RSa ya había dañado el medio natural dándole una nueva trayectoria a la disposición de los residuos (que no se ha venido haciendo de la mejor manera) buscando una adaptación topográfica, donde la planta pueda no solo coexistir con su entorno, sino también minimizar el impacto visual (nada menos que 37.000m² techados), las cubiertas de las naves optan por una adaptación de la revegetación paisajística junto con un diseño lo más horizontal posible; resultando en un juego de volúmenes a diferentes niveles cubiertos por un manto re-vegetativo que cambia su geometría conforme cubre al complejo. Dicha revegetación se compone de círculos que contiene tierra, grava, vegetales y arbustos nativos. Equilibrando el impacto de la instalación sin recurrir al camuflaje o mimetismo.



Ilustración N° 69

Ilustración N° 69: Vista aérea del centro de tratamiento de residuos del Vallès.

Fuente: Cortesía Revista infoenviro – España.

2.1. Análisis de las políticas

2.1.1. Política ambiental del Valles occidental

Por normativa nacional los municipios deben de formar consorcios para el tratamiento de sus residuos, dichos consorcios pueden manejar los residuos de sus respectivos municipios en más de una sola instalación de tratamiento, el CTRV sirve al Consorcio para la Gestión de Residuos del Valles Occidental y junto a otros consorcios pertenecientes a la provincia de Barcelona siguen la directriz planteada por el Plan de Gestión Integral de Residuos en el Valles Occidental (PGIRM), actualizado a la versión 2006-2012, que a diferencia del anterior plan (1997-2005) demanda un tratamiento puntual de la materia orgánica y el tratamiento en la clausura a mediano o largo plazo del RSa de Coll Cardus; por otra parte pone énfasis en la reutilización de productos, la valorización energética de los residuos, así como una reutilización de los mismos para su utilización en la restauración paisajística y topográfica, una correcta disposición final del rechazo; y uno de los más importantes: el compromiso social hacia la sostenibilidad, consolidando así su agenda21 Local, estableciendo como prioridad el ámbito de actuación a nivel municipal; todo este planteamiento proviene de la normativa europea, estatal y de la comarca de Cataluña.

2.1.2. Política del proyecto

Desde un punto de vista funcional el proyecto mantiene su compromiso de contrarrestar el impacto del hombre sobre su medio es que esta planta se propone el tratamiento continuo de 245.000 ton/año de residuos, así como el alcance de sus actividades al recibir los residuos y retornar 8.77% en subproductos y el 49.9% en materia orgánica compost; desde un punto de vista arquitectónico su política yace en el diseño sobrio de las naves y la intención de dialogo y mimetismo de sus pieles⁽⁵⁹⁾.

⁵⁹ Centro de tratamiento de residuos municipales del valles Occidental – Estudio de viabilidad. Cataluña, España: Consorcio para la Gestión de Residuos del Valles Occidental, 2006

2.2. Análisis funcional

2.2.1. Ubicación y accesibilidad

El proyecto está ubicado en el municipio de Vacarisses a las afueras de la ciudad de Tarrasa a una distancia aproximada de 5.63km, y a unos 2.5 km del asentamiento de Vacarisses, se puede acceder a él a través de la autopista C-58 tomando un desvío con dirección al monte Coll Cardús. El terreno tiene una superficie aproximada de 50.000m² y fue concebido en el año 2008 y puesto en marcha en el año 2010.

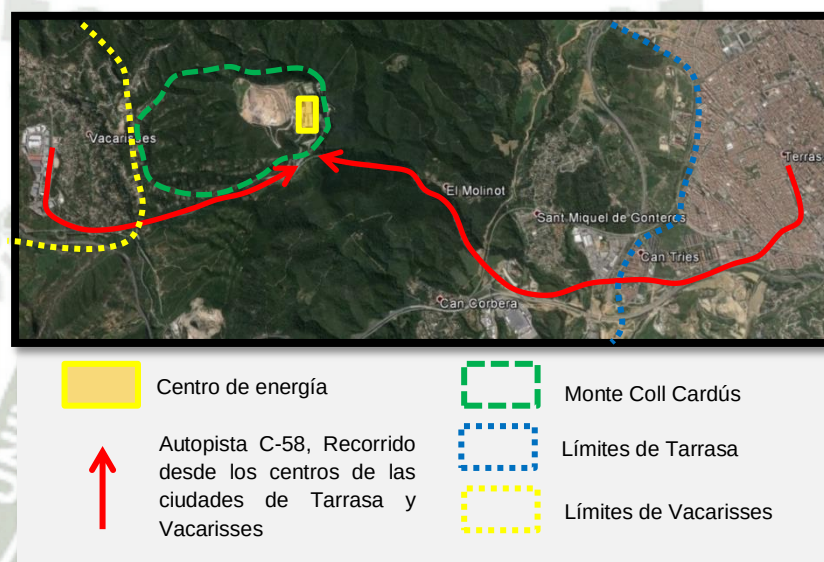


Ilustración N° 70



Ilustración N° 71

Ilustración N° 70: Recorrido y ubicación del CTRV con respecto al municipio de Vacarisses y de Tarrasa – Edición propia.

Fuente: Google Earth, Imágenes 2011.

Ilustración N° 71: Vista peatonal del ingreso principal al complejo.

Fuente: CRESIDUSVOC Org. <http://www.cresidusvoc.org/crvo/portada/index.php>.

2.2.2. Zonificación

La mayoría de las naves del centro de tratamiento se disponen en una sola planta, la excepción sería la zona de administración que contiene baterías de estacionamiento soterrados. La distribución es entonces:

- (A) Nave de pretratamiento, zona de recepción y descarga
(3,973.77m²)
- (B) Nave de pretratamiento, zona de pretratamiento
(8,390.26m²)
- (C) Nave de estabilización de rechazo
(3,393.48m²)
- (D) Nave de estabilización de materia orgánica
(10,940.07m²)
- (E) Nave de afino de materia orgánica
(6,406.38m²)
- (F) Edificio administrativo
(2,865.12m²)

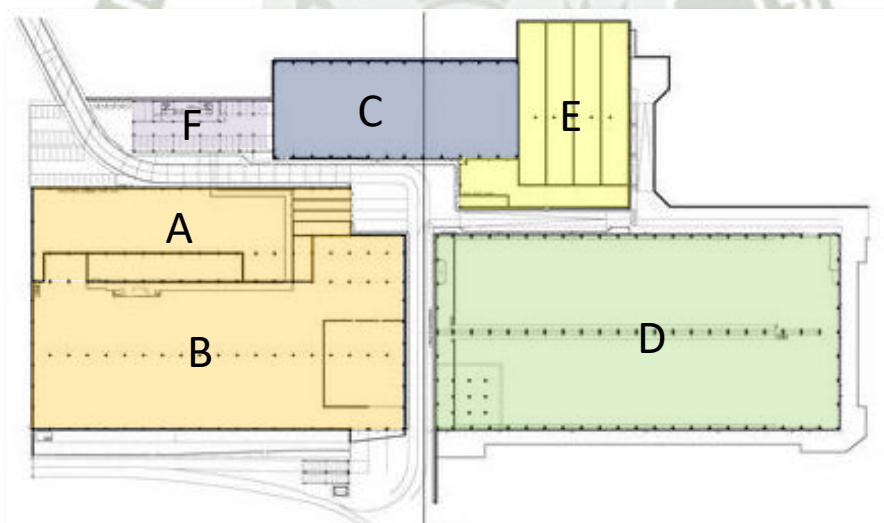


Ilustración N° 72

Cada nave se maneja de manera individual al contener funciones, procesos y tratamientos específicos. Pero con una red de distribución y traslado eficiente que bordea en la automatización de dichas funciones acelerando los procesos.

Ilustración N° 72: Zonificación interna del centro de tratamiento de residuos del Valles Occidental – Edición propia.

Fuente: Cortesía de revista digital METALOCUS

2.2.3. Circulaciones

La circulación de servicio comienza en el ala Suroeste directamente hacia la zona administrativa y a los estacionamientos a nivel y soterrados, cabe resaltar que este ingreso es también la salida de la planta hacia el RSa de Coll Cardus; una vez dentro del centro las circulaciones se vuelven perimetrales con respecto a cada una de las naves debido al sistema automático del tratamiento de residuos, teniendo una intervención limitada del personal más allá de la sala de control. Por otro lado el recorrido de los residuos que entran en el centro comienza con el ingreso de los camiones transportadores de carga (residuos) que entran por la ala Sur, catalogada como el ingreso principal por la jerarquía que emana (el nombre del centro se encuentra a la vista) está compuesta por un plano que separa las naves de pretratamiento y estabilización de materia orgánica para dar paso a una de las vías principales del complejo, posteriormente dichos camiones se dirigen hacia el ingreso de la nave de pretratamiento, la cual se encuentra en el patio central, de ahí como se explicó anteriormente los residuos pasan por una diversidad de procesos partiendo en la nave de pretratamiento (recepción y tratamiento), pasando por la nave de estabilización para finalmente llegar a la nave de afino de materia orgánica. En cada una de las naves se generan rechazos los cuales se dirigen a la nave de rechazo donde se da un último proceso de separación de residuos para compactar los rechazos y llevarlos a su depósito final. Durante el proceso ya se obtiene materia útil la cual de igual forma es compactada, dependiendo de su composición, y llevada a las centrales de reciclaje o de comercialización.

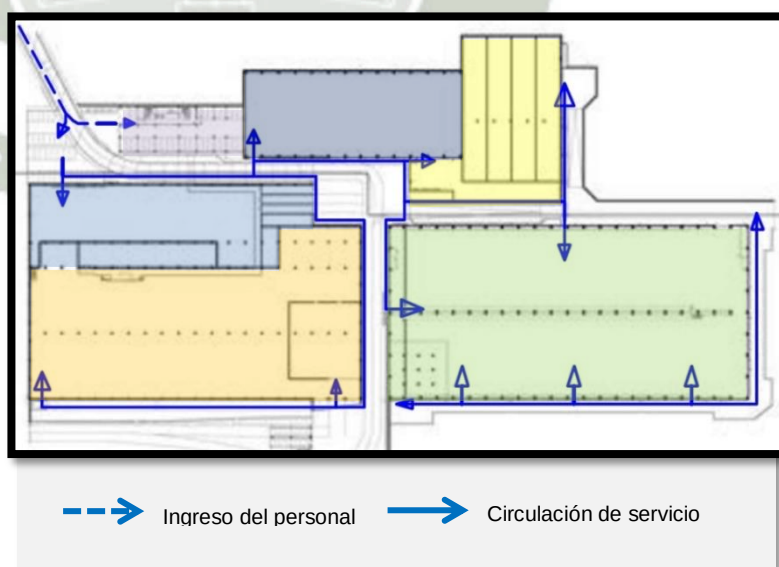


Ilustración N° 73

Ilustración N° 73: Plano de zonificación y circulaciones de servicio del Centro – Edición propia.

Fuente: Ídem.

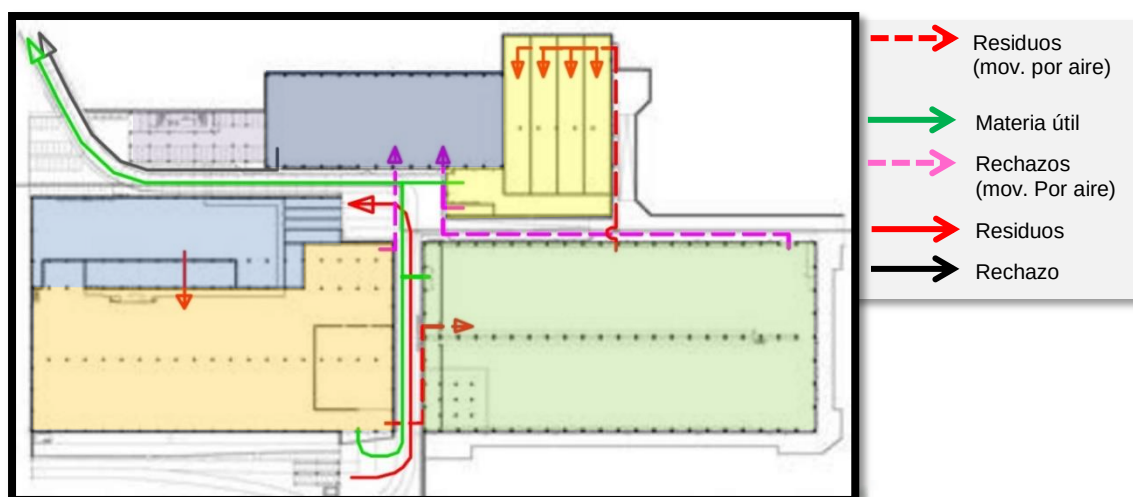


Ilustración N° 74

2.3. |Análisis formal y estilístico

2.3.1. Geometrización

La geometría parte de los dos hangares de mayor tamaño separados por la calzada de ingreso al complejo, esta remata en un patio interno y en un tercer volumen cuya geometría esta mayormente regida por la localización de los edificios que lo componen más las actividades de los mismos, es así que la zona de administración (a la izquierda) es la de menor tamaño, la nave de estabilización es la siguiente, y la nave de afino y biofiltros es la de mayor tamaño.

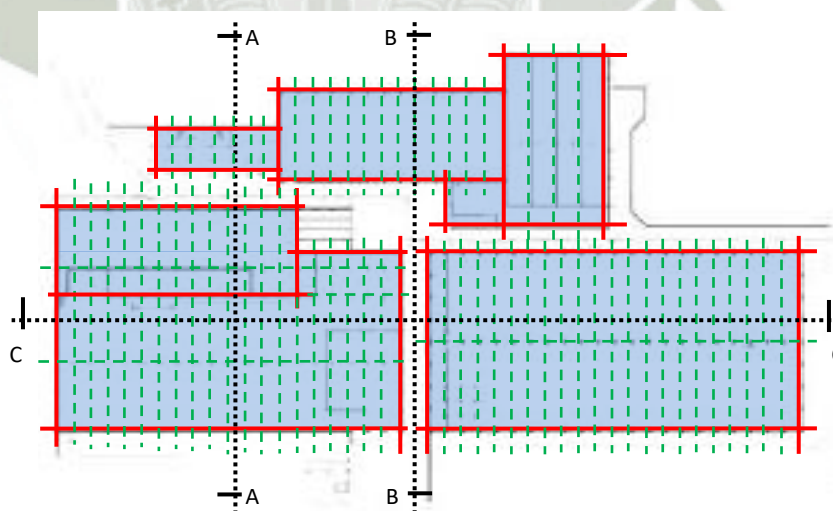


Ilustración N° 75

Ilustración N° 74: Plano de zonificación y circulaciones funcionales del Centro – Edición propia.

Fuente: Ídem.

Ilustración N° 75: Esquema en planta de la geometrización del centro. Edición propia.

Fuente: Ídem.

Cada uno de los volúmenes trabaja con una actividad específica por lo que su diseño es diferente uno de otro (a diferencia de los hangares más grandes) y por ende esto denota una geometrización diferente, diferente en términos de ejes, ya que no son continuos formando una unidad sino más bien configuran ortoedros pegados unos a otros.

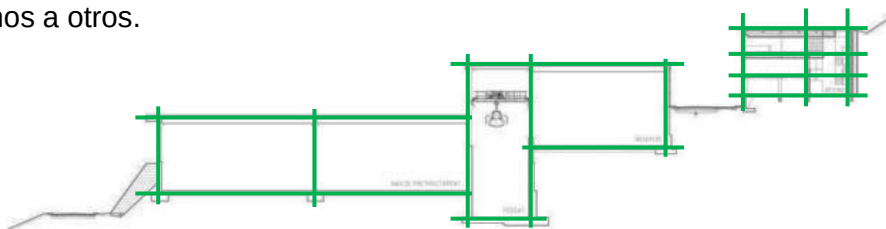


Ilustración N° 76

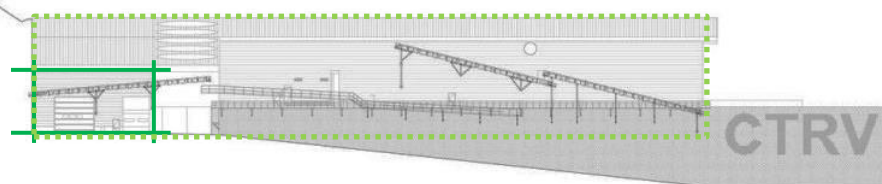


Ilustración N° 77

2.3.2. Relación espacial

El CTRV realiza diversas actividades de procesamiento y tratamiento de residuos, estas actividades han sido compartimentadas y separadas unas de otras para un mejor desenvolvimiento de las mismas, esto se evidencia en la planta del complejo al contar con una yuxtaposición de elementos rectangulares de diferentes tamaños. Las naves de pre-tratamiento y de estabilización de materia orgánica son las naves de mayor tamaño y que mediante la Ilustración N° 79 puede apreciarse la relación de cercanía (mas no de yuxtaposición) que tienen, y que mediante la cobertura que va a lo largo de todo el complejo es que todos sus volúmenes conforman una unidad volumétrica.



Ilustración N° 78

Ilustración N° 76: Sección transversal A-A*. **Fuente:** Ídem.

Ilustración N° 77: Sección trasversal B-B*. **Fuente:** Ídem.

Ilustración N° 78: Vista aérea del CTRV. **Fuente:** Cortesía Revista infoenviro – España.

En la ilustración N° 80, una sección transversal a la nave de pretratamiento, podemos evidenciar que la zona de recepción y descarga, y la zona de pretratamiento se encuentran vinculadas por el espacio de la grúa pulpo, un espacio de intersección pero de modo independiente; así mismo la topografía más evidenciada conforma un escalonamiento en la misma arquitectura posibilitando de este modo el ingreso de iluminación dentro de las naves, es este caso dentro de la actividad de la carga y descarga de la grúa pulpo.

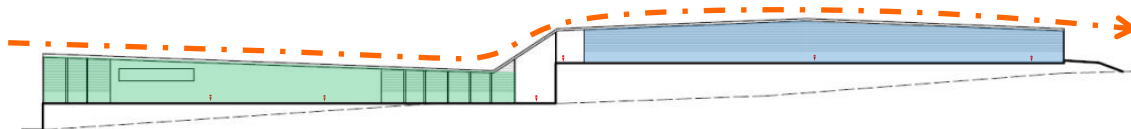


Ilustración N° 79

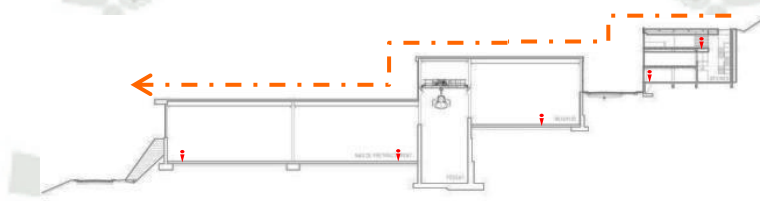


Ilustración N° 80

2.3.3. La piel

El componente más importante (en términos de envoltente) de este proyecto es su cubierta, el proyecto tiene un área total de 49.300m² de los cuales 36.000m² son techados, siendo así, el diseño trata de conseguir una integración lo más horizontal con el entorno a través de un emplazamiento a diferentes niveles soterrando las naves de tratamiento consiguiendo diferentes cotas para los pisos terminados y por consiguiente una variedad de alturas que componen una cubierta topográfica, la que al final es recubierta por áreas sectorizadas de elementos propios del lugar como tierra, grava y cubiertas vegetales (2.000m² de un total de 7.985.23m² de área de cubierta) dándole un mayor sentido de pertenencia sin llegar al mimetismo, tal y como lo dicen los arquitectos del proyecto: "Conseguimos compensar el impacto de las instalaciones sin recurrir al camuflaje o el mimetismo. El sistema del tejado asegura que el proyecto sea ecológico. El tejado cambia su geometría de acuerdo al programa y dimensiones de cada material"⁽⁶⁰⁾; en el diseño de la cubierta se encuentran los diferentes elementos de ventilación e iluminación (claraboyas, ductos de ventilación, etc.). El diseño de la cubierta le da una unidad propia al proyecto conformando una entidad entre las 6 zonas: recepción, pretratamiento, estabilización de materia

Ilustración N° 79: Sección Longitudinal C-C*, relación de alturas. **Fuente:** Ídem.

Ilustración N° 80: Sección Transversal A-A*, relación de alturas. **Fuente:** Ídem.

⁶⁰ Eric Batlle Durany & Joan Roig Duran. *Batlle & Roig arquitectos*.

orgánica, afino y tratamiento de biofiltros, estabilización de material de rechazo, y el edificio administrativo. Por ultimo las fachadas de las diferentes naves del proyecto quedan escondidas detrás de taludes vegetales reforzando el criterio me mantener al envoltente como elemento protagonista.

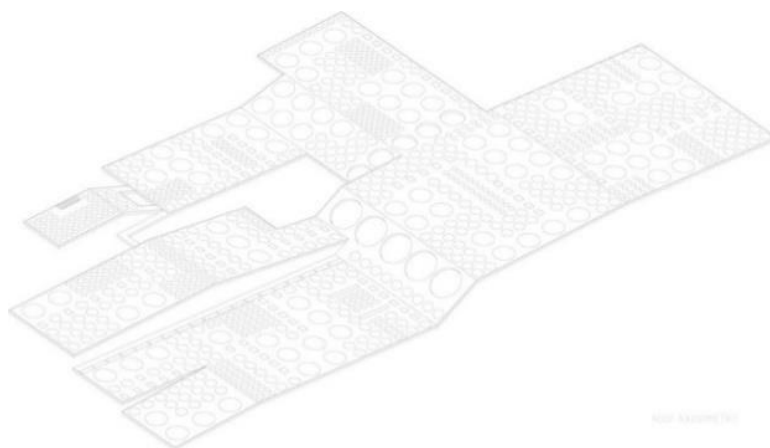


Ilustración N° 81



Ilustración N° 82

2.4. Análisis constructivo

El CTRV utilizó alrededor de $16,560\text{m}^3$ de concreto en los cimientos, ingresos subterráneos al estacionamiento, fosos de descarga de materiales, fosos comunes, drenaje de lixiviados, columnas, muros de contención con losas de cimentación, esto por la diferencia de niveles entre el exterior y el interior de las naves, y en las vigas prefabricadas ancladas sobre las columnas.

Ilustración N° 81: Esquematación aérea de la cobertura vegetal del Centro. **Fuente:** Ídem.

Ilustración N° 82: Vista en planta de la cobertura vegetal del Centro. **Fuente:** Ídem.

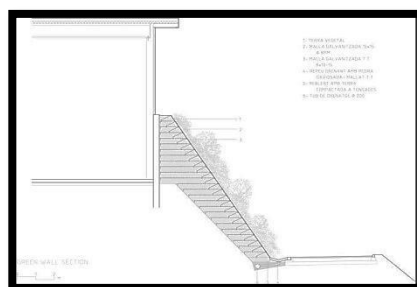


Ilustración N° 83



Ilustración N° 84

Una vez acabada toda la etapa del concreto armado se pasó a la etapa del acero, en la cual se utilizaron alrededor de 1`392,500kg de acero repartido en las vigas y viguetas que unen la estructura esquelética, a modo de caja torácica, para el montaje de la cubierta “deck” y estructurar la tabiquería metálica mediante una estructura auxiliar formada por pilares de viento cada 2,33m y 3m anclados a los muros y/o columnas de concreto



Ilustración N° 85

Se utilizó un sistema de forjado colaborante como base, dicho forjado está compuesto por rastreles metálicos estructurales galvanizados para la adherencia de la chapa nervada a la viga de hormigón estructural. Sobre este se coloca un aislante térmico y una lámina impermeabilizante, y en la zona donde se colocaron la grava de 4cm de espesor se dispuso una extra lámina geotextil. Y en las zonas con acabado ajardinado, sobre la lámina geotextil se colocó un sistema modular de confinamiento vegetal y drenaje.



Ilustración N° 86

Ilustración N° 83: Sección del contrafuerte perimetral típico. **Fuente:** Ídem.

Ilustración N° 84: Armado de canastillas para el vaciado de losas de cimentación. **Fuente:** Cortesía de Hera Holding Co.

Ilustración N° 85: Vista peatonal interna y externa de la estructura aporticada del Centro. **Fuente:** Ídem.

Ilustración N° 86: Vista aérea de la instalación del forjado colaborante de la cobertura. **Fuente:** Ídem.

3. “Planta de tratamiento de residuos Algimia de Alfara”

Campo de Murviedro, Valencia, Valencia – España. Año 2005-2010

Juan Marco, Fabio Alemany

La instalación de residuos más avanzada de la comunidad valenciana, llamada así por la eficiencia demostrada a lo largo de su desempeño desde su puesta en marcha en el año 2010, recupera hasta el 72% de los residuos que ingresan a la planta (85.000 ton/año) provenientes de 40 municipios de la comunidad de Castellón (29 de la comarca de Alto Palancia y 11 de Plana Baja) y 16 de la comunidad de Valencia (comarca de Campo de Murviedro), 56 municipios que conforman el consorcio Palancia Belcaire para el tratamiento conjunto de residuos generados. Entre sus principales actividades se encuentra la elaboración de compost a partir de la materia orgánica recepcionada, así como el reciclaje de materiales como vidrio, papel, cartón, aluminio, briks (envases de la empresa TetraPak) y metales, así como el depósito de rechazo en el relleno sanitario anexo al centro.



Ilustración N° 87

2.5. Análisis de las políticas

2.5.1. Política ambiental de la comunidad de Valencia

Desde 1994 las ciudades europeas, como Madrid y Barcelona se comprometieron a optar por procesos y políticas medio ambientales sostenibles

Ilustración N° 87: Vista aérea de la planta de tratamiento de residuos Algimia de Alfara.

Fuente: Cortesía de Juis Gimenez y Juan Marco. <http://www.archdaily.pe/pe>

más comprometidas celebrándose en Aalborg, Dinamarca, La conferencia Europea de Ciudades Sostenibles firmándose la carta con el mismo nombre el 27 de mayo del año en mención. 80 autoridades locales y 253 representantes de demás organizaciones se comprometían así a participar de los programas de la Agenda21 con el compromiso a desarrollar planes a largo plazo para un desarrollo sostenible. Siendo así, la ciudad de Sagunto, capital de la comarca de Campo de *Murviedro*, realizó una Auditoria Ambiental en la cual consolidó su Plan de Acción Ambiental para la puesta en marcha de su Agenda21 local. Posteriormente, mediante la ley 10/2000 de residuos de la *Comunitat Valenciana* los municipios (53 en un principio) firmaron el acuerdo de consolidación del consorcio Palancia Belcaire para el tratamiento de residuos urbanos. Y en la actualidad toda la Unión Europea continúan con sus objetivos de preservación del medio ambiente apoyándose de igual forma en normatividad como es el EMAS (*Eco-Management and Audit Scheme*, o Reglamento Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría) mediante la implantación de un Sistema de Gestión Medioambiental, SGMA o SGA tanto como para organismos gubernamentales como para privados.

2.5.2. Política del proyecto

Sigue la normatividad Europea en enviar menos del 40% de residuos a vertedero (mediante cambios en los hábitos de consumo, reciclaje y compostaje), así mismo realiza una función de concientización y educación ambiental en pro de un cambio de actitud frente al creciente problema de los residuos sólidos, por otra parte su misma estructura puede ser reciclada.

2.6. Análisis funcional

2.6.1. Ubicación y accesibilidad

Se puede acceder a las instalaciones iniciando en la autopista Mudéjar (A-23) desde la ciudad de Sagunto hacia el oeste tomando posteriormente la salida a la pista N-234 y tomando el desvío del “camino de la capitana” a menos de 1km de la frontera entre Valencia y Castellón. Se continúa a lo largo de la vía hasta llegar al ingreso de la planta

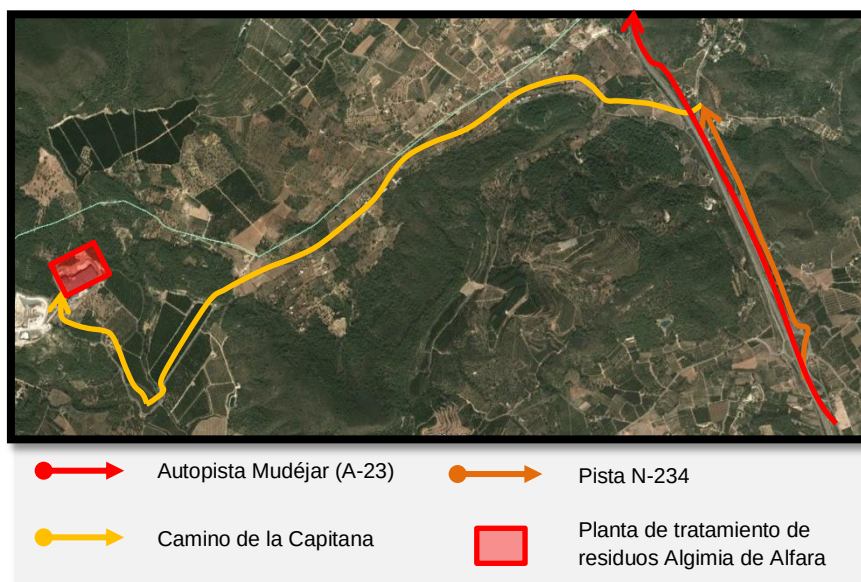


Ilustración N° 88



Ilustración N° 89

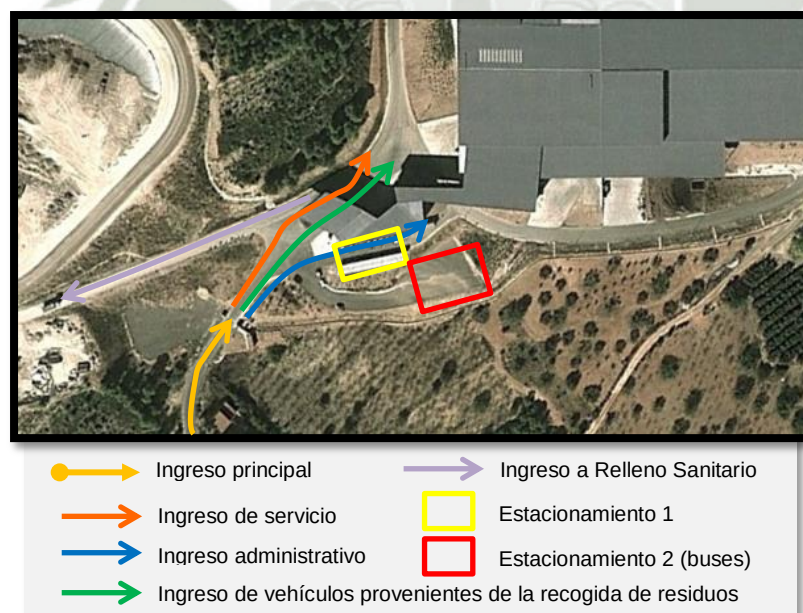


Ilustración N° 90

Ilustración N° 88: Recorrido y ubicación de tratamiento de residuos Algimia de Alfara con respecto a la carretera Mudéjar de Algimia de la comarca de Sagunto – Edición propia. **Fuente:** Google Earth, imágenes 2011

Ilustración N° 89: Vista peatonal del ingreso al complejo. **Fuente:** Ídem.

Ilustración N° 90: Vista satelital del ingreso a planta de tratamiento – edición propia. **Fuente:** Ídem.

2.6.2. Zonificación

La distribución dentro de la planta se muestra principalmente en una sola planta (a dobles y triples alturas), siendo así la distribución es la siguiente:

(X) Edificio administrativo	(791.99m ²)
Edificio puente mirador	(195.40m ²)
(A) Nave de recepción y descarga	(911.02m ²)
(B) Nave de pretratamiento y triaje	(4,341.12m ²)
(C) Almacén de subproductos	(1,221.30m ²)
(D) Nave de fermentación	(3,785.37m ²)
(E) Nave de maduración	(2,715.67m ²)
(F) Nave de afino	(1,004.08m ²)
(G) Almacén de compost	(1,072.85m ²)
(H) Zona de bio-filtros	(1,148.07m ²)

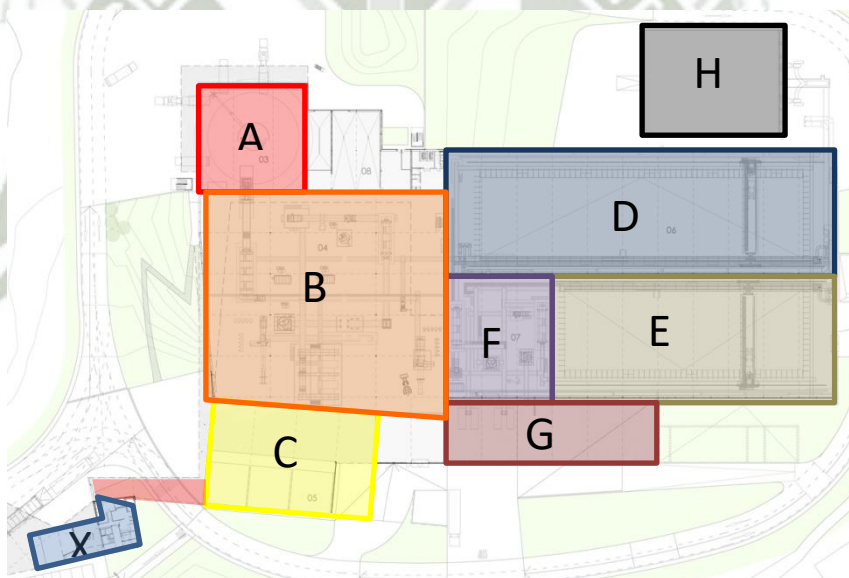


Ilustración N° 91

Después de ingresar al complejo el primer edificio que nos recibe es el administrativo (edificio X), el cual está compuesto de la siguiente manera:

En su primera planta cuenta con un SUM para actividades internas o bien para la recepción de visitantes, servicios sanitarios para visitantes, y servicios y

Ilustración N° 91: Zonificación de la planta de tratamiento de residuos Algimia de Alfara Edición propia.

Fuente: Cortesía de Juis Gimenez y Juan Marco. <http://www.archdaily.pe/pe>

vestuarios para los trabajadores de la planta. Así mismo cuenta con una caja de escaleras y un ascensor. En total el área techada útil es de 268.88m². En su segunda planta simplemente cuenta con un almacén el cual queda adyacente a la doble altura del SUM, y el comedor del área de servicio. En total el área útil es de 207.50m². En su tercera planta se haya las oficinas de la zona administrativa con una terraza mirador, otra batería de servicios sanitarios junto al área de la cocina. En total el área útil es de 315.61m².

Cabe resaltar que es aquí donde se da inicio al recorrido de visitas, desde el primer nivel llegando al tercero para posteriormente pasar al edificio puente mirador y seguir hacia la planta de tratamiento.



Ilustración N° 92

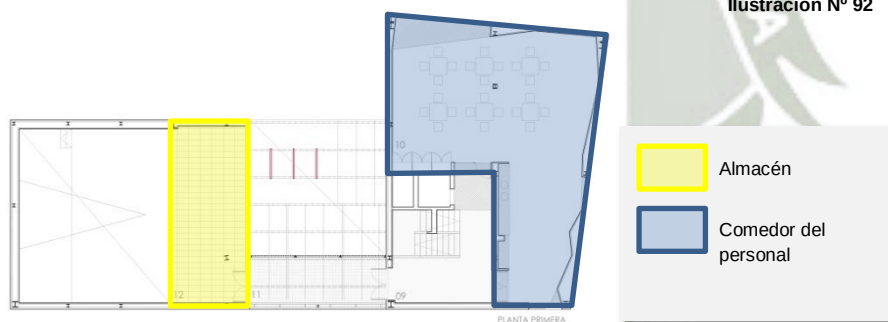


Ilustración N° 93



Ilustración N° 94

Ilustración N° 92: Zonificación interna de la primera planta del edificio administrativo – Edición propia. **Fuente:** Ídem.

Ilustración N° 93: Zonificación interna de la segunda planta del edificio administrativo – Edición propia. **Fuente:** Ídem.

Ilustración N° 94: Zonificación interna de la tercera planta del edificio administrativo – Edición propia. **Fuente:** Ídem.

2.6.3. Circulaciones

Existe un circuito de visitas que inicia en los estacionamientos hacia el SUM del edificio administrativo, luego se procede a subir hasta el tercer nivel e iniciar el recorrido en el edificio puente mirador para luego cruzar la rampa de acceso externa hacia las instalaciones de la planta, ya dentro del primer hall de observación se muestra el procesamiento de la nave de pretratamiento y triaje, luego se procede al pasillo de observación donde también puede observarse la nave de recepción y finalmente terminar en las oficinas de control de la planta.

La circulación de servicio inicia en el edificio administrativo en donde se encuentran los vestidores del personal, acto seguido al patio interno para seguidamente ingresar a la nave de pretratamiento de la cual se accede a la nave de fermentación y acto seguido a la de maduración y afino, por otra parte desde la nave de pretratamiento es posible acceder a la sala de control de la planta por medio de una caja de escaleras.

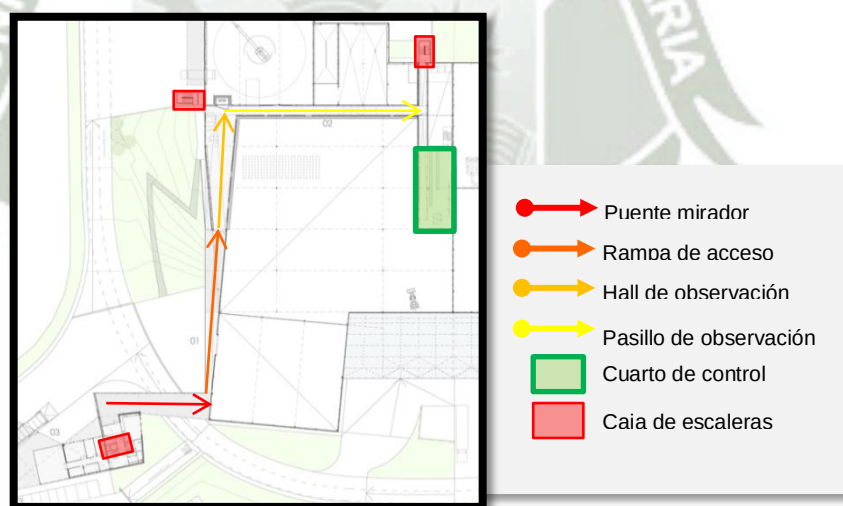


Ilustración N° 95

Ilustración N° 95: Esquema de circulación de visitas de la planta de tratamiento – Edición propia.

Fuente: Ídem.

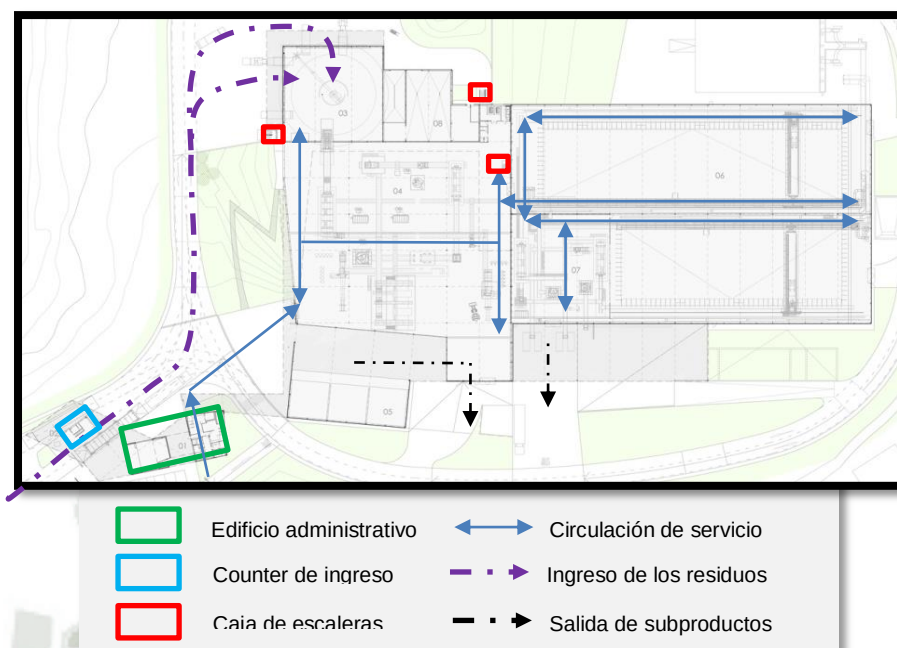


Ilustración N° 96

El recorrido de los residuos comienza en el ingreso principal en donde los vehículos transportadores son pesados, posteriormente se dirigen a la nave de recepción, dentro de esta una grúa pulpo es la encargada de trasladar los residuos al trómel donde comienza todo el proceso de separación y clasificación para finalmente terminar en los almacenes de subproductos respectivos y el compactado de la materia rechazo para su disposición final.

2.7. Análisis formal y estilístico

2.7.1. Geometrización

La geometría de la planta muestra un aparejo de unidades geométricas que evidencian una transición formal desde el ingreso a la planta (orgánico) hasta las naves de fermentación y maduración (ortogonal), esta misma intención se evidencia en la disposición de la cobertura de cada área conjuntamente con la estructura del proyecto. En cuanto a la percepción en corte o alzado, esta intención es notoria en la diferenciación de la altura e inclinación de la cobertura de las diferentes áreas.

Ilustración N° 96 Esquema de zonificación y circulación de los residuos de la planta de tratamiento – Edición propia. Fuente: Ídem.

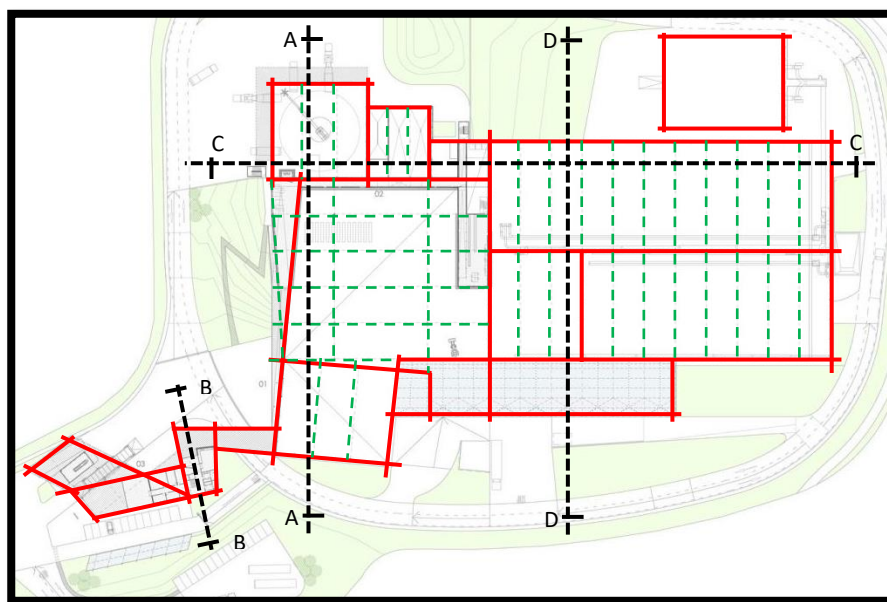


Ilustración N° 97

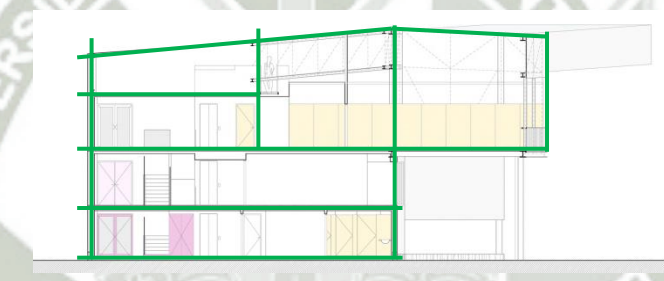


Ilustración N° 98



Ilustración N° 99

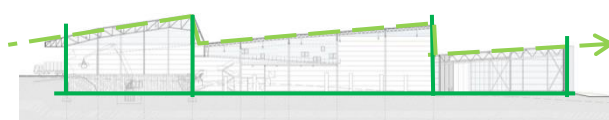


Ilustración N° 100

Ilustración N° 97: Esquema en planta de la geometrización de la planta de tratamiento – Edición propia. **Fuente:** Ídem.

Ilustración N° 98: Geometrización del corte B-B* – Edición propia. **Fuente:** Ídem.

Ilustración N° 99: Geometrización del corte C-C* – Edición propia. **Fuente:** Ídem.

Ilustración N° 100: Geometrización del corte A-A* – Edición propia. **Fuente:** Ídem.

2.7.2. Relación espacial

Ya en la planta del complejo se pudo apreciar que la relación espacial existente consta de una yuxtaposición de volúmenes, las ilustraciones siguientes dan fe de ello. De manera transversal el complejo posee un escalonamiento en su cobertura para el ingreso de iluminación natural, además de ser la respuesta al requerimiento de diferentes alturas de las naves de acuerdo a sus actividades y procesos; de manera longitudinal la configuración de la cobertura es más homogénea, teniendo algunas diferencias en su altura, como en la zona de recepción de residuos por la ubicación del brazo pulpo.

La extensión del techamiento en el ingreso denota una intensión de bienvenida al complejo y a la vez una clara unificación de los diferentes volúmenes de la planta, uniendo desde las naves en el Norte hasta el ingreso en el Sur del complejo. Por otra parte la relación existente de todos los volúmenes con su entorno es de mantener un perfil bajo, no agrediéndolo pero tampoco confundiéndose con el mismo, en una intención por dejarse notar pero sin imponerse ni mimetizarse con el paisaje.



Ilustración N° 101



Ilustración N° 102



Ilustración N° 103

Ilustración N° 101: Relación espacial del corte A-A* (de la planta en la pág. Ant.). **Fuente:** Ídem.

Ilustración N° 102: Relación espacial del corte D-D* (de la planta en la pág. Ant.). **Fuente:** Ídem.

Ilustración N° 103: Relación espacial del corte C-C* (de la planta en la pág. Ant.). **Fuente:** Ídem.



Ilustración N° 104

2.7.3. La piel (Caras externas, Estructura envolvente, armonía ritmo)

Recubierta totalmente con paneles corrugados de aluminio obtiene un sentido de unidad en todo el complejo, la mayoría de las caras son opacas y algunas son semitransparentes para el ingreso de luz; gracias a este recubrimiento el centro se presenta como un elemento des-construccionista pero manteniendo su identidad como una tipología industrial que se suma a una reinterpretación del paisaje accidentado que denota un dialogo de antítesis de cara a la naturaleza de su localización a fin de generar una relación fluida y sensible una relación natural-artificial.



Ilustración N° 105

2.8. Análisis constructivo

La PTR de Algimia de Alfara comienza su construcción con cimentaciones de concreto armado (basamentos, losas de cimentación, placas, etc.) mientras que toda la estructura que se alza por sobre el nivel del suelo se realizó en acero, columnas de perfiles doble C de 30x30cm (principales) y de 30x10cm (secundarias) de sección, para el techamiento se utilizaron vigas tipo Warren y Pratt plana. Las naves de maduración y fermentación tienen tratamientos internos especiales para hermetizar los mismos a fin de evitar contaminación atmosférica por los procesos biológicos que se dan en el interior.

Ilustración N° 104: Relación espacial de la planta con respecto a su entorno. **Fuente:** Ídem.

Ilustración N° 105: Vista de la cobertura de aluminio corrugado de la planta de tratamiento. **Fuente:** Ídem.



Ilustración N° 106



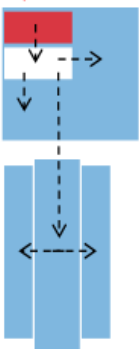
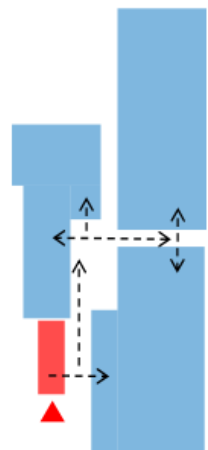
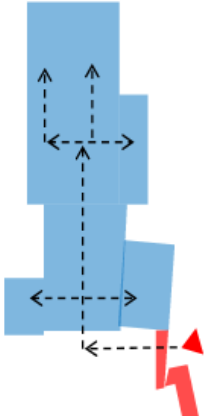
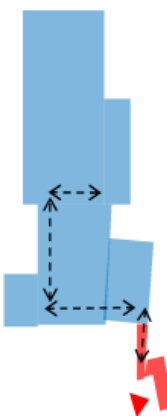
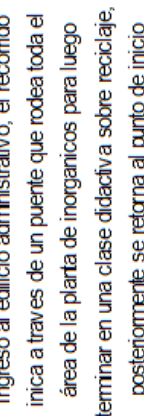
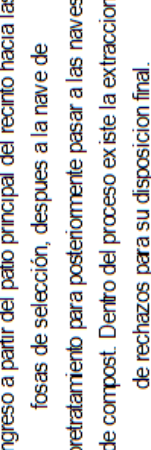
Ilustración N° 106: Vista aérea del proceso constructivo de la planta de tratamiento, evidenciando su estructura interna.

Fuente: Ídem.

B. CUADRO RESUMEN

CUADRO COMPARATIVO DE LAS EXPERIENCIAS CONFIABLES			
Tabla N° 10	Las Dehesas	CTR	Algimia de Alfara
PREMSAS DE LA ARQUITECTURA INDUSTRIAL	Asentamiento urbano más cercano:	1.97km	2.07km
	Zonificación:	Montaña de Coll Cardis Zonificación Eriaza	Afuera de la ciudad de Sagurto Zonificación Eriaza
	Hidrología cercana:	A 200m de una quebrada seca*	A 5.7km del Río P dancia
	Vía de acceso:	A 600m de la autopista "C-58"	A 4.75km de la autopista "A-23"
	Pendiente máxima presente:	55.30%	11.50%
	Geología:	Arena limosa, tierra pardo-rojiza	-
	Longitudinal:		
	Transversal:		
	Detalle:	Moderada adecuación topográfica. Sderramiento de edificación	Leve adecuación topográfica. Inserción leve en el entorno.
		Conservación del perfil mediante reinterpretación del paisaje.	Reinterpretación del perfil mediante antitesis paisajística.
Estado, ubicación y accesibilidad			
			
Respuesta formal al entorno			
			
Vista aérea			

(continúa...)

PREMISAS DE LA ARQUITECTURA INDUSTRIAL		Circulaciones	
Servicio:		Ingreso al edificio administrativo, luego al patio central para posteriormente subdividirse en las áreas de inorgánicos y compost.	
		Ingreso al edificio administrativo, luego al patio del frontis para ingresar a la nave central de donde se pasa a las diferentes naves de tratamiento.	
Visitas		Ingreso al edificio administrativo, luego se inicia un recorrido aéreo por la planta de inorgánicos, por último se retorna a un SUM	
		Ingreso al edificio administrativo, el recorrido inicia a través de un puente que rodea toda el área de la planta de inorgánicos para luego terminar en una clase didáctica sobre reciclaje, posteriormente se retorna al punto de inicio	
			Ingreso por la zona de fosas para posteriormente ingresar a la planta de clasificación donde comienza la selección de material útil, luego ingresa a las naves de compost para luego terminar en el zona de venta de compost.

(continúa...)

PREMISAS DE LA ARQUITECTURA INDUSTRIAL					
Reutilización de las instalaciones	Premisas	Materiales y construcción			
		Cimentación: Estructuración:	Concreto armado	Concreto armado	
			Acero	Acero	
		Tabiquería:	Traslucida, utilización de materiales acrílicos. Utilización de policarbonato reciclado.	Placas livianas de acero con acabado en chapa graseada. Vanos de policarbonato celular.	Placas livianas de acero recubierto.
Reutilización de las instalaciones	Premisas		Cobertura de acero recubierta con tratamiento ajardinado	Cubierta Deck con tratamiento ajardinado.	
			El Centro consta de dos volúmenes, uno de ellos, el de la planta de compostaje, no muestra un diálogo con su entorno pues fue concebida meramente funcional; pero el otro volumen, el de la planta de clasificación, posee un ajardinamiento que si bien denota un tema de compromiso medioambiental (así referido por el propio centro), el mismo centro explico que fue por temas de termodinamica y acustica interna.	Juega con el principio de generar una integración con su entorno pero sin mimetizarse completamente con el, sino de entabalar un lenguaje de pertenencia, a la vez que los volúmenes que componen el centro quedan unificados.	A diferencia de los otros dos centros Algimia de Alfara posee una fuerte presencia industrial mediante su cobertura de acero, sin embargo por la poca topografía accidentada las coberturas de todas las naves se realizaron con un lenguaje similar para un dialogo de formas con el entorno.
			Clausura del Rsa y reforestación del futuro Parque Regional del Sureste de Madrid	-	Reciclado de los materiales de las instalaciones
			Reutilización del recinto para actividades de acorde al Parque Regional		
			Reciclado de los materiales de las instalaciones		

Elaboración y fuente: Propia

CAPITULO V: MARCO REAL

***"LA REVOLUCION DEL DESARROLLO SOSTENIBLE REQUIERE DE HEROES
ECOLOGICOS, CERRADORES DE CANILLAS, APAGADORES DE LUCES,
PLANTADORES DE VERDE, CICLISTAS Y PEATONES, SEPARADORES DE BASURA,
ENTREGADORES DE RAEE AL FINAL DE SU CICLO DE VIDA EN CENTROS VERDES"***

-Gustavo Fernández Protomastro-

A. DINAMICA TERRITORIAL

Para un correcto análisis de la dinámica territorial del área metropolitana de Arequipa es necesario subdividir dicho análisis en los rangos de acción que el proyecto plantea. El aspecto urbano comprende el análisis de la dinámica territorial externa, que abarca temas históricos, geográficos, poblacionales, económicos, culturales, y sobre todo de la gestión de RSU que Arequipa metropolitana ha venido desarrollando. Seguidamente se procede al análisis de la dinámica territorial interna, que, dentro de los límites del área de intervención, busca un diagnóstico más puntual en base a análisis geográfico-funcionales (como la accesibilidad), geográfico-naturales (como el soleamiento y los vientos), así como los riesgos presentes dentro y fuera del área de intervención.

1. Dinámica externa – Arequipa metropolitana

1.1. Planificación Urbana

1.1.1. Evolución Histórica

La planificación urbana de la ciudad inicia su desarrollo alrededor del año 1940 con la “Guía monográfica e Histórica”, es decir, el Plan Regulador de 1940. En dicho plan se tenía muy en cuenta el carácter paisajista y ambiental en las vías de la ciudad, mientras que en lo urbano se optaba por el pintoresquismo del barrio de Selva Alegre, por otra parte, el Plan se caracteriza por el planteamiento de obras públicas para el mejoramiento urbano conmemorando el 400º aniversario de la fundación española de la ciudad. Para el año 1956 se plantea un nuevo Plan para Arequipa, en el cual se esboza trabajar el centro histórico junto a sus áreas de expansión, por un lado, y por otro trabajar el barrio de Tingo aun poniendo énfasis en el equilibrio ecológico, el respeto de las áreas agrícolas y el crecimiento urbano sobre áreas eriazas. Una de sus premisas más importantes fue la prioridad del suelo agrícola sobre el suelo urbano por la producción alimenticia y el factor de mano de obra que representaba; por otra parte el plan ponía énfasis en la colaboración conjunta de los distritos que para ese entonces conformaban la ciudad (Arequipa, Cayma, Characato, Sabandía, Sachaca, Tiabaya, Socabaya, Yanahuara y Miraflores). Una década posterior entra en vigencia el Plan Regulador de 1964, como adecuación del plan anterior debido a las migraciones por los terremotos vividos en 1958 y 1960, así como por la sequía

que se vivió en grandes zonas de la sierra peruana. Sin embargo si bien empezó con buen pie al tomar en cuenta dicho crecimiento poblacional, solo lo considero para los primeros años posteriores a dichos sucesos, volviendo a utilizar el factor de crecimiento del plan del 56 (de 3.6), como resultado la proyección estimada a 25 años había ya sido alcanzada en menos de 14 años. Iniciando las primeras invasiones a las faldas del volcán Misti y dando lugar a lo que posteriormente serían los distritos de Paucarpata, Alto Selva Alegre y las zonas altas de Miraflores.

Nuevamente se esperó una década más para finalmente, por primera vez, llegar a plantearse un Sistema Urbano Nacional; el Plan Director de 1974. Cabe resaltar que para este entonces ya se hacían presentes los diferentes problemas climáticos y ecológicos dentro de la ciudad, por lo que se vuelve a poner énfasis en la valoración del uso del suelo agrícola, conformando a dichas áreas y a las áreas urbanas como espacios integrales necesarios para la subsistencia de la población. Por otra parte, dentro del plan, se propone la zona de Reserva Paisajística en el cauce del río Chili y se definió la zona Histórico Monumental para la conservación del patrimonio edificado. Poco después se propuso el Plan Director de 1980, el cual tratando de proyectarse de manera eficaz considero una proyección demográfica excesiva dando lugar de este modo a la expansión horizontal desmesurada de la ciudad. Sin embargo, ha de rescatarse que se acertó en la puesta en marcha del Plan Vial Regional y de Evitamiento que mantendría una conexión estable de la costa (Variante de Uchumayo) y la sierra (carretera Yura – Vía de Evitamiento).

En el Plan de Desarrollo Metropolitano (PDM) de 2002 (también conocido como el Plan Ramírez), que conjuntamente presenta el Plan Estratégico de Arequipa Metropolitana (PEAM), el cual actuaría como marco político, institucional, económico, social y ambiental del PDAM, proponía una re-densificación de la ciudad y un crecimiento vertical, una nueva traza vial con normatividad específica para su cumplimiento, así como un desarrollo sostenible en términos sociales, institucionales, económicos, entre otros. Sin embargo la especulación inmobiliaria genera un incremento en los precios de mercado, imposibilitando la adquisición de terrenos para el sector C de la población que por otro lado no está acostumbrado a vivir en altura, por otro lado existe también ideas como vivir en pisos elevados es un riesgo en ciudades altamente sísmicas,

como lo es Arequipa; concluyendo todo el paradigma en las invasiones de terrenos, creando una expansión de la ciudad no planificada, una expansión radial en lugar de una lineal como había sido planeada, lo cual conlleva a diferentes problemas como un planeamiento urbano desordenado dificultando el desarrollo de proyectos (espacios) ambientales y culturales.

Finalmente dentro del PDM 2015 (vigente hasta el año 2025) se realizan varios ajustes en el sistema vial de la ciudad, los ejes longitudinales del anterior plan: residencial, agrícola, y metropolitano; pierden carácter, principalmente el eje agrícola, y son reemplazados por nuevas vías, mientras que el residencial se mantiene como una vía arterial casi en su totalidad; y en términos generales se denota una integración nacional mayor a la planteada en 2002, y una mayor fluidez de norte a sur y de este a oeste. En termino zonales se evidencia el brazo torcido de las autoridades frente a las áreas perdidas ante las invasiones, formalizándose y planteando una expansión urbana no planificada, mayor en la zona noroeste y en la zona sur, para fomentar nuevos límites de expansión; esto evidentemente representa una pérdida en el porcentaje de las zonas recreativas por lo que se proponen nuevas zonificaciones para sopesar dicha perdida, un ejemplo es de las canteras de sillar al oeste de la ciudad rodeada de zonas de preservación del patrimonio natural. Y en términos poblacionales el nuevo plan incrementa las densidades de las zonas residenciales con el objeto de disminuir la expansión horizontal de la ciudad incentivando al crecimiento vertical propio de una urbe como Arequipa debería tener.

1.2. Ubicación geográfica y estructura física

La ciudad de Arequipa se encuentra en la región centro occidental del continente de Sudamérica, con coordenadas $16^{\circ}21'10''$ latitud sur y $71^{\circ}32'09''$ longitud oeste referenciadas a su centro geográfico, localizada dentro del área de influencia del Cinturón de Fuego del Pacífico está sujeta a fenómenos provocados por la Placa de Nazca y la Placa Continental de América del Sur. Debido a ello es que presenta una alta actividad volcánica y sísmica. Posee una extensión de 10,428.35 km² (29 distritos) de los cuales 3,272.28 km² son urbanos (17 distritos) y 7,155.07 km son rurales (12 distritos). Presenta una extensión longitudinal de 26.11km (Characato – Ciudad de Dios) y transversal de 18.81km (Uchumayo – Paucarpata). Se encuentra a 2,328 msnm teniendo su cota más baja a 2,041

msnm en el Huayco (Uchumayo) y su cota más alta a 2,810 msnm en Alto Cayma (Cayma). Es decir, sobre un plano inclinado de 1.5% de pendiente media, atravesado por el Río Chili de norte a suroeste en cuyas proximidades la pendiente se acrecienta hasta 30°. Para la ciudad la cadena volcánica Pichu Pichu, Misti y Chachani, ubicada desde el Norte hasta el Este de la ciudad; y las zonas montañosas de lomas y cerros ubicados al Sur configuran una geografía de valle que de la mano con la presencia de los ríos principales, Chili y Socabaya, permiten la existencia de no solo condiciones climáticas favorables para el desarrollo de la población, sino una variedad de microclimas permitiendo un óptimo desarrollo de agricultura. Sin embargo, dichas cualidades se ven fuertemente afectadas por la contaminación de la atmosfera, de los ríos y del suelo. Alrededor de 87,416 Ton de emisiones son liberadas en la atmosfera de la ciudad por año, de las cuales 78% son generadas por el parque automotor y el 22% restante por fuentes estacionarias⁽⁶¹⁾. En los tiempos de seca o sequia el caudal del río desciende a 2.5 L/seg. por lo que la disposición final de los desagües (principal fuente de contaminación hídrica) constituye el 40% del volumen total⁽⁶²⁾, una cifra alarmante a tomar en cuenta ya que cientos de hectáreas de áreas agrícolas son regadas con este volumen de agua. Para 2013 Arequipa ya producía alrededor de 456.51 Ton/día de residuos, de los cuales el 55.03% consta de materia orgánica, el 13.04% de papel y cartón y un 11.74% de plásticos⁽⁶³⁾. Dentro del distrito de Yura, y de propiedad del distrito de Yanahuara existe una planta de reciclaje, donde se recicla plástico, papel, y cartón; pero su capacidad operativa se limita a los RSU producidos por el mismo distrito de Yanahuara, por lo que todo el volumen restante de residuos ha tenido por destino los 10 diferentes botaderos repartidos en la periferia de la ciudad, hasta finales de 2014 en donde por ordenanza municipal se clausuran y entre en funcionamiento el RSa de Quebrada Honda, aun pese de que no contar con la aprobación de DIGESA para su funcionamiento, sin embargo el problema de la disposición final de RSU hace necesaria su entrada en funcionamiento.

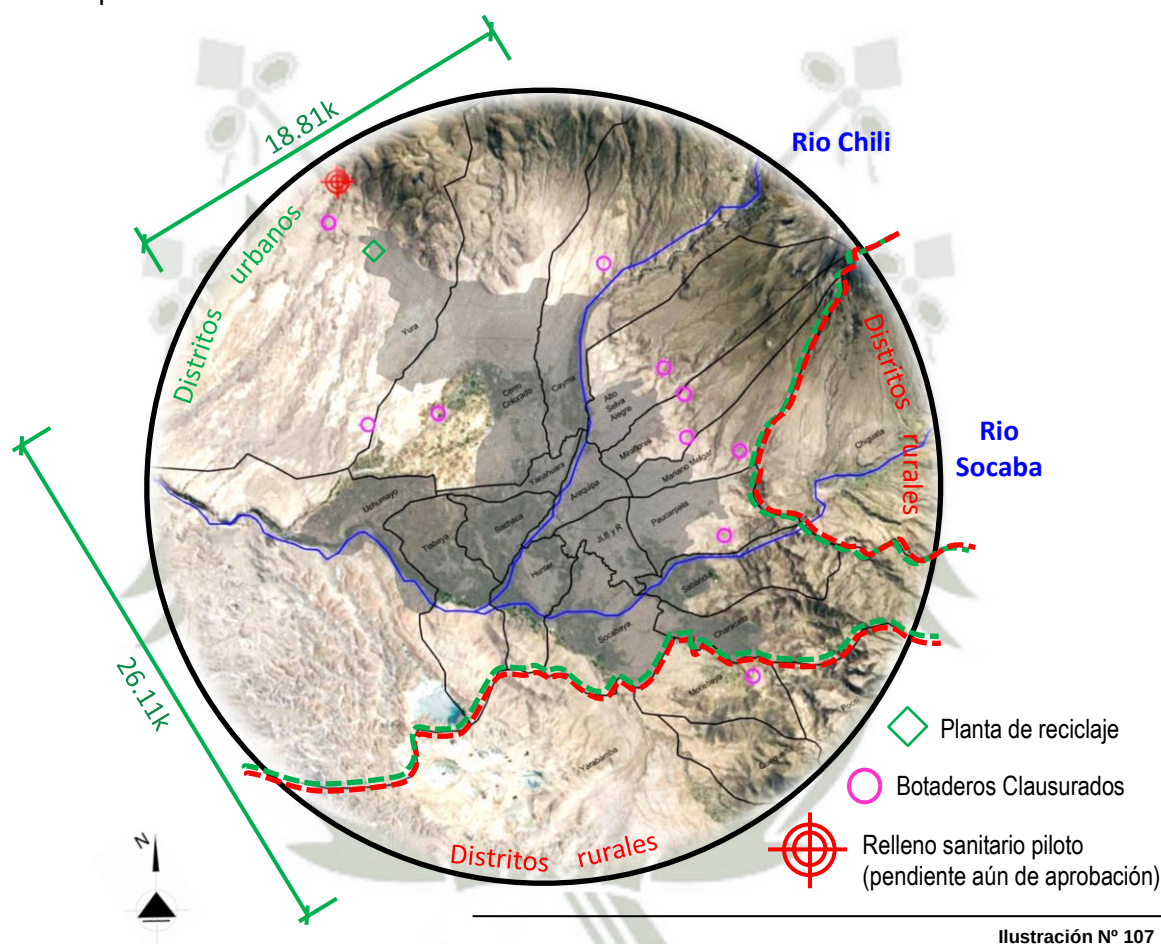
Arequipa cuenta con reservas, parques y áreas de vegetación natural cerca a quebradas y ríos como parte de la Estructura de Soporte Natural (ESN), gracias a estas zonas es que la ciudad de Arequipa ha podido existir y lo seguirá haciendo conforme se preserve o expandan dichas zonas; estos elementos le deben su

⁶¹ MINSA – Política Nacional de Salud Ambiental 2011 - 2020. Pg. 17

⁶² Plan Director de Arequipa Metropolitana 2002 - 2015. Pg. 77

⁶³ PIGARS, 2013. Pg. 31, 37, 38

desarrollo al denominado Corredor Ecológico del Río Chili como eje principal integrador de la ESN, pues sin él (o con un estado de contaminación tal) la vegetación y el valle en general se vería afectado y así el balance climático, como está empezando a ocurrir ya que para un correcto desenvolvimiento de la población la OMS dicta el parámetro de entre 8 y 12m² de áreas verdes por habitante, y Arequipa solo posee 5.2, mostrando un considerable déficit, y peor aun considerando que Arequipa se ubica en la zona de influencia del desierto de Atacama y sin la humedad proveniente de toda esta cadena natural de influencia podría verse severamente afectada.



Para el presente documento se han estudiado los distritos metropolitanos de la provincia de Arequipa: Alto Selva Alegre, Cercado de Arequipa (denominado Arequipa), Cayma, Cerro Colorado, Characato, José Luis Bustamante y Rivero, Jacobo Hunter, Mariano Melgar, Miraflores, Paucarpata, Sabandía, Sachaca, Socabaya, Tiabaya, Uchumayo, Yanahuara y Yura; que a su vez representan a los distritos con la mayor generación de residuos de la provincia, a excepción del

Ilustración N° 107: Mapeo distrital (urbano y rural) del área metropolitana de Arequipa.
Edición: Propia
Fuente: Google Earth 2016

los distritos con la mayor generación de residuos de la provincia, a excepción del distrito de La Joya, que presenta una producción de RSU de 3.90 tn/d frente a los distritos de Characato (1.97 tn/d) y Sabandía (1.82 tn/d)⁽⁶⁴⁾, sin embargo la distancia del distrito lo descarta para formar parte del proyecto.

1.3. Aspectos socio culturales y económicos.

1.3.1. Población urbana

A lo largo de las últimas décadas, posterior al alto crecimiento poblacional efecto de las migraciones de los años 70 (30% sobre la tasa nacional), ha habido una disminución gradual de la tasa de crecimiento poblacional, asentándose cada vez más en los últimos años (Tabla N° 11). Provocando una proyección de dicho índice cada vez menor (Ilustración N° 108)

Tabla N° 11 VARIACION EN LA TASA DE CRECIMIENTO DE AREQUIPA METROPOLITANA						
Año	1961	1972	1981	1993	2007	2012
Poblacion urbana	168,096	331,848	469,760	645,079	814,740*	886,706**
Incremento censal respecto al año anterior		97.42%	41.56%	37.32%	26.30%	8.83%
Tasa de crecimiento anual		8.86%	4.62%	3.11%	1.88%	1.77%

Edición: Propia.

Fuente: Plan Director de Arequipa Metropolitana 2002 - 2015

*INEI 2007.

**Proyección PIGARS 2013

Proyeccion del indice de crecimiento poblacional

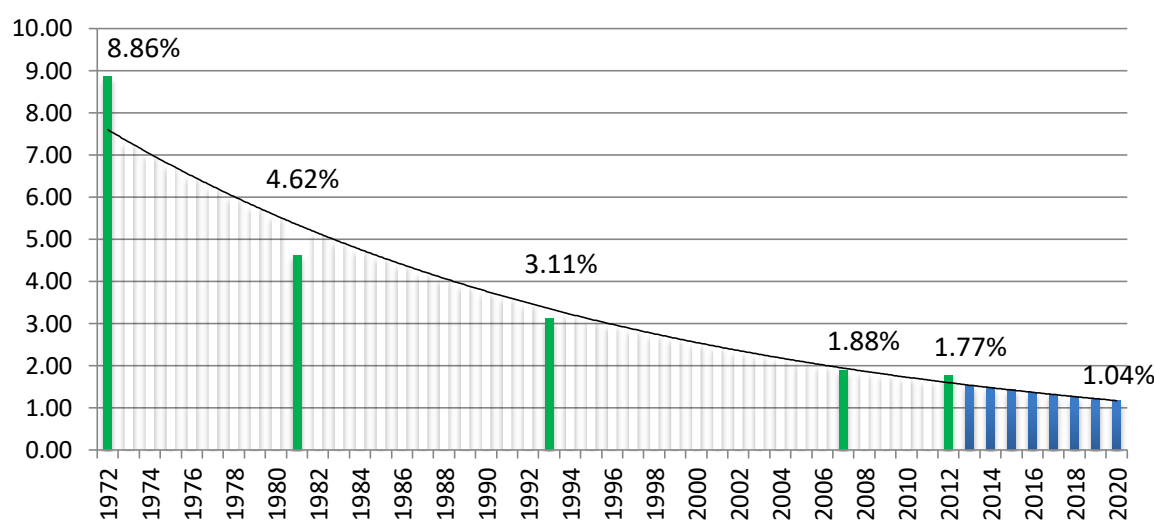


Ilustración N° 108

⁶⁴: PIGARS 2013

Ilustración N° 108: Proyección del índice de crecimiento poblacional.

Edición: Propia.

Fuente: INEI 2007; PIGARS 2013

Por consiguiente podemos determinar un crecimiento desacelerado de la población, y partiendo de los datos poblacionales entre 2007 y 2012 se puede realizar una proyección cada vez de menor crecimiento a lo largo de los años.

Tabla N° 12 TAMAÑO POBLACIONAL DE AREQUIPA METROPOLITANA			
DISTRITOS	2007		2012
	Poblacion distrital	Poblacion urbana	Poblacion urbana*
ASA	74,385	72,696	79,444
AQP	63,577	61,519	57,597
CAY	76,261	74,766	85,794
CC	114,997	112,609	135,101
CHA	6,831	5,957	8,292
JLB	78,548	76,410	77,537
HUN	47,318	46,092	48,029
MM	53,606	52,144	53,112
MIRA	52,234	50,704	50,075
PAU	123,772	120,446	124,513
SAB	3,788	3,536	4,009
SAC	17,959	17,537	18,989
SOC	60,717	59,266	71,230
TIA	15,095	14,036	14,916
UCHU	10,911	9,351	11,861
YAN	23,427	22,890	24,735
YUR	16,179	14,781	21,474
TOTAL	839,605	814,740	886,708

Edición: Propia.
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI.
* Proyección PIGARS 2013.

Crecimiento poblacional urbano proyectado (miles)

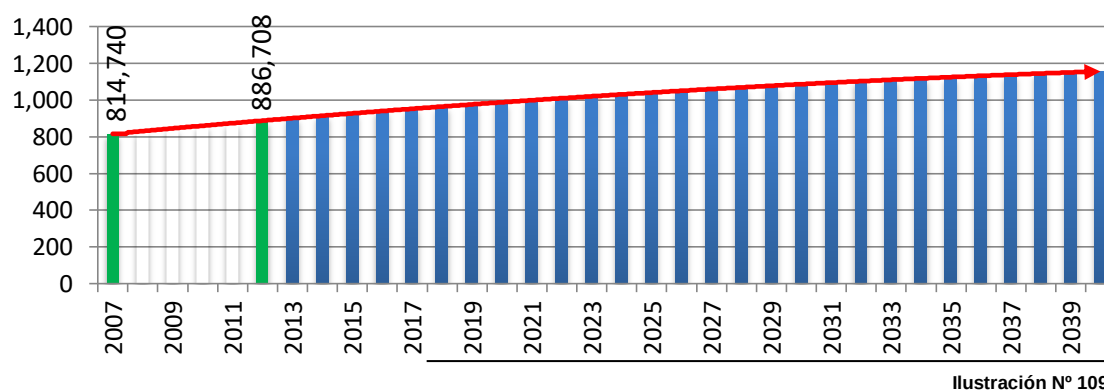


Ilustración N° 109: Crecimiento poblacional urbano proyectado (miles).
Edición: Propia.
Fuente: Índice de crecimiento poblacional; INEI 2007

1.3.2. Población Económicamente Activa

Dentro de la gestión de residuos el aspecto económico comienza con la capacidad de la población de obtener bienes (los cuales en su gran mayoría se convertirán en residuos), posteriormente está definida por el tipo de actividad económica que puntualizará el tipo de residuo que generará.

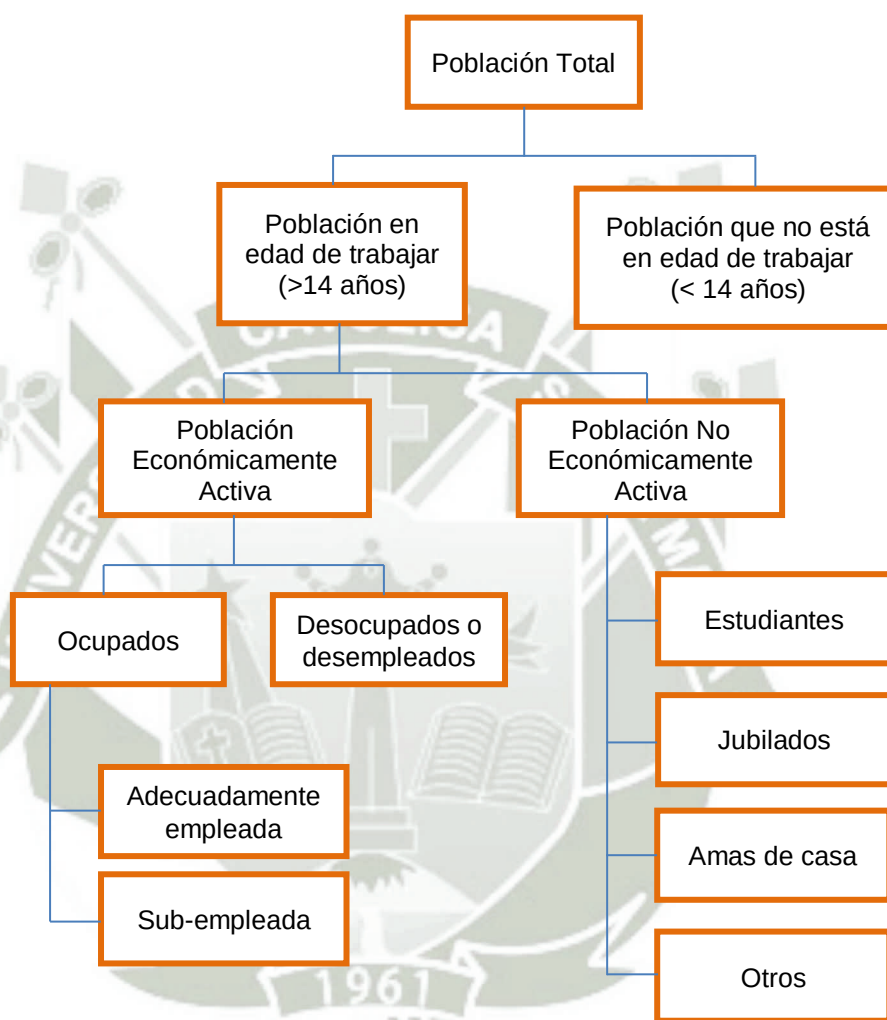


Ilustración N° 110

La Población Económicamente Activa (o PEA), así como la Población No Económicamente Activa (No PEA) se encuentran en el marco conceptual de la Población en Edad de Trabajar (PET), es decir, de las personas aptas para ejercer funciones productivas. El rango de la edad para ejercer dicha actividad es muy variado en todo el mundo, y dentro de América Latina y el Caribe la PET se define en función de las características propias de cada mercado; dentro del Perú

Ilustración N° 110: Estructura de la población según condición de actividad

Fuente: Metodología para el cálculo de los niveles de empleo - INEI.

el Ministerio de Trabajo bajo la base legal del derecho al trabajo⁽⁶⁵⁾ junto con el convenio 138 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre la edad mínima de admisión al empleo, las edades mínimas para trabajar son: 15 años para labores agrícolas no industriales, 16 años para labores industriales, comerciales o mineras, y 17 años para labores de pesca industrial, siendo para las otras modalidades de trabajo la edad mínima de 14 años; mientras que la edad máxima para trabajar está definida por cada una de las actividades productivas mediante la jubilación de empleados.

Habiéndose definido los rangos de edad para tomar en cuenta a la población en términos de producción y obtención de un capital, como factor para la obtención principalmente de bienes, obtenemos la siguiente tabla:

TABLA N° 13		POBLACION URBANA POR CONDICION DE ACTIVIDAD ECONOMICA							
Distrito	Habitantes	PEA				No PEA		Poblacion infantil	
		Ocupada		Desocupada					
ASA	79,444	30,096	37.88%	1,729	2.18%	23,777	29.93%	23,842	30.01%
AQP	57,597	27,088	47.03%	1,235	2.14%	23,571	40.92%	5,703	9.90%
CAY	85,794	30,244	35.25%	1,775	2.07%	24,485	28.54%	29,290	34.14%
CC	135,101	46,034	34.07%	2,889	2.14%	34,600	25.61%	51,578	38.18%
CHA	8,292	2,613	31.51%	145	1.75%	1,790	21.59%	3,744	45.15%
JLB	77,537	32,217	41.55%	1,765	2.28%	27,386	35.32%	16,169	20.85%
HUN	48,029	18,965	39.49%	1,467	3.05%	15,365	31.99%	12,232	25.47%
MM	53,112	21,368	40.23%	1,266	2.38%	17,535	33.02%	12,943	24.37%
MIRA	50,075	21,835	43.60%	1,116	2.23%	16,798	33.55%	10,326	20.62%
PAU	124,513	49,810	40.00%	3,416	2.74%	39,174	31.46%	32,113	25.79%
SAB	4,009	1,481	36.94%	69	1.72%	1,132	28.24%	1,327	33.10%
SAC	18,989	7,072	37.24%	419	2.21%	5,657	29.79%	5,841	30.76%
SOC	71,230	25,230	35.42%	1,506	2.11%	19,128	26.85%	25,366	35.61%
TIA	14,916	5,584	37.44%	498	3.34%	4,666	31.28%	4,168	27.94%
UCHU	11,861	3,704	31.23%	262	2.21%	3,069	25.87%	4,826	40.69%
YAN	24,735	9,974	40.32%	399	1.61%	8,647	34.96%	5,715	23.10%
YUR	21,474	5,611	26.13%	504	2.35%	4,386	20.42%	10,973	51.10%
Promedio porcentual			37.37%		2.27%		29.96%		30.40%

Edición: Propia.
Fuente: INEI 2007

⁶⁵ Ley 27337: Código de los niños y adolescentes del 7 de agosto de 2000
Ley 27571: Modificación del art 51 de la Ley 27337 el 5 de diciembre de 2001

CONTRASTE DISTRITAL DE PEA (%)

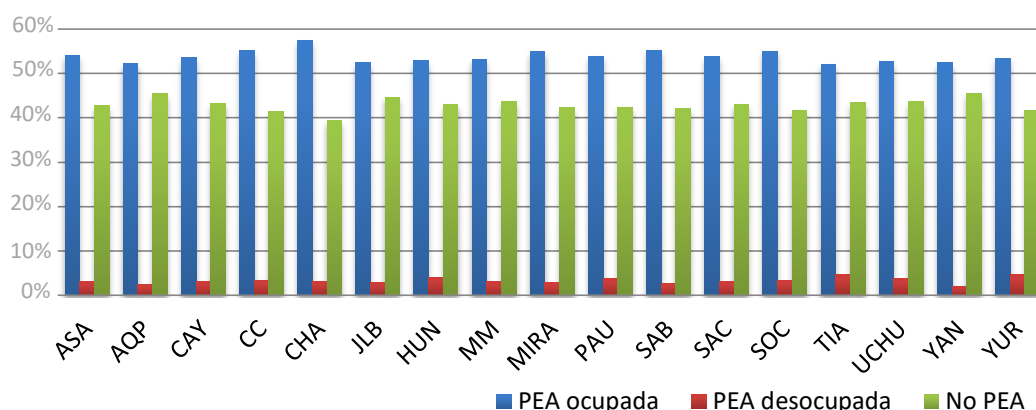


Ilustración N° 111

Posteriormente se pasa a definir la estructura de dicha población según actividad económica (tabla N° 14) donde se podrán apreciar las diferentes actividades económicas. Dentro de la tabla obtenemos que el 66.34% de los casos registrados proveen bienes, mientras que el 33.66% restante proveen servicios.

TABLA N° 14	ESTRUCTURA POBLACIONAL SEGÚN ACTIVIDAD ECONOMICA	
	Categorías	%
	Comercio al por mayor y al por menor	57.934%
	Alojamiento y servicios de comida	8.342%
	Industrias manufactureras	7.890%
	Información y comunicación	5.018%
	Actividades profesionales, científicas y técnicas	3.693%
	Actividades administrativas y servicios de apoyo	2.470%
	Servicios sociales y relacionados con la Salud humana	2.454%
	Transporte y almacenamiento	2.438%
	Enseñanza privada	2.154%
	Artes, entretenimiento y recreación	0.580%
	Construcción	0.312%
	Actividades financieras y de seguros	0.233%
	Actividades inmobiliarias	0.163%
	Suministro de agua; alcantarillado, gestión de desechos y actividades de saneamiento	0.067%
	Explotación de minas y canteras	0.035%
	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	0.024%
	Otras actividades de servicio	6.192%
	Total	100%

Edición: Propia.
Fuente: INEI 2008, Provincia urbana de Arequipa.

Ilustración N° 111: Contraste distrital de PEA

Edición: Propia.
Fuente: INEI 2007.

Dentro de los que proveen bienes podemos encontrar que la actividad comercial lidera dicho grupo con un 87.34%, seguida por la actividad industrial manufacturera con 11.89%; estos rubros son los que se han de tomar en cuenta como principales productores de residuos (principalmente inorgánicos), por otra parte dentro del grupo de actividades que proveen de servicios el 24.78% de las mismas están dadas por actividades de alojamiento y servicios de comida, factor importante como origen de residuos (principalmente orgánicos), todos estos valores sin tomar en cuenta la masa de viviendas.

1.3.3. Pobreza Urbana

Uno de los factores para determinar los índices de pobreza dentro de una ciudad, y a través del cual se basa el siguiente punto es a través del mapeo de los diferentes tipos de vivienda y sus servicios básicos (características físicas, dotación de servicios como agua, desagüe y electricidad).

Los datos expuestos en la tabla N°15 muestran un alto porcentaje (92.00%) de familias habitando viviendas independientes, mientras que un bajo porcentaje (3.63%) habitan en edificios de departamentos, para finalmente mantener por debajo del 1.6% a las otras categorías de viviendas.

TABLA N° 15 TIPOS DE VIVIENDA URBANA PARTICULARES								
Distritos	Total	Casa independiente	Departamento en edificio	Vivienda en quinta	Vivienda en vecindad	Vivienda improvisada	Local no dest. para hab. Humana	Otro tipo
ASA	17,580	16,977	146	111	162	161	15	8
AQP	16,271	11,476	3,043	990	681	28	45	8
CAY	18,912	17,319	1,133	227	98	121	13	1
CC	31,519	29,531	394	445	529	533	79	8
CHA	2,352	2,173	0	0	0	176	1	2
JLB	18,182	16,020	1,691	183	175	29	80	4
HUN	10,175	9,697	34	101	228	111	3	1
MM	12,367	11,450	203	325	291	80	13	5
MIRA	12,584	11,154	273	551	515	70	17	4
PAU	28,204	26,764	516	268	362	242	47	5
SAB	966	931	0	7	5	21	1	1
SAC	4,494	4,321	82	18	32	35	5	1
SOC	14,563	14,016	101	138	124	170	11	3
TIA	3,303	3,197	18	32	41	13	1	1
UCHU	2,524	2,500	4	0	0	20	0	0
YAN	6,287	4,903	1,035	215	109	13	11	1
YUR	4,614	4,478	0	6	0	127	1	2

Edición: Propia.

Fuente: INEI 2007. Datos obtenidos de viviendas ocupadas al momento del censo

VIVIENDAS POR TIPO DE VIVIENDA (%)

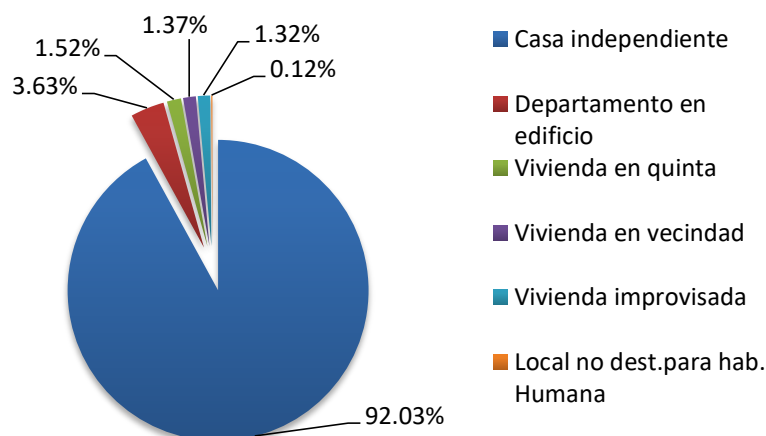
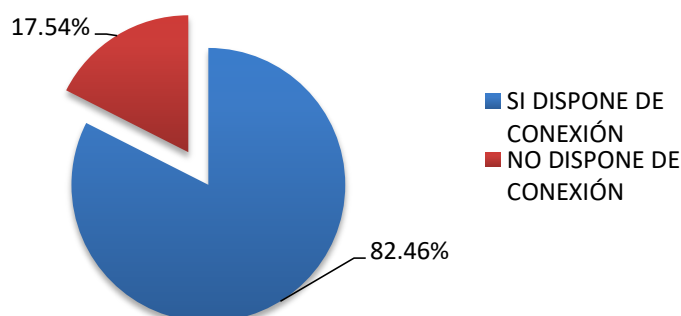


Ilustración N° 112

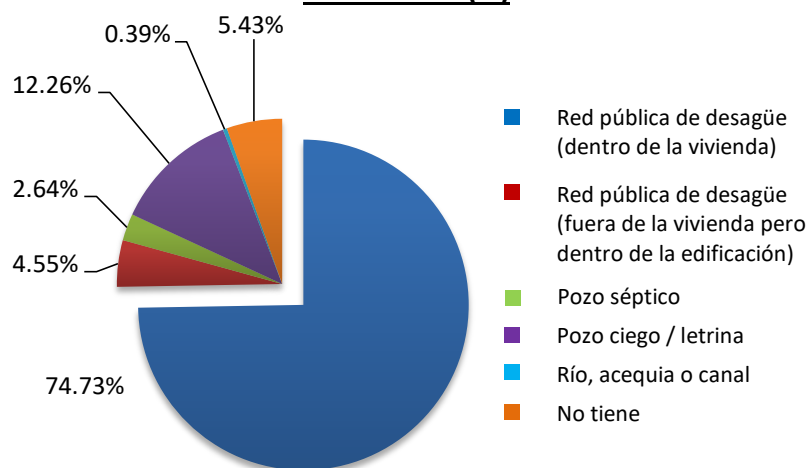
VIVIENDAS CON PRESENCIA DE ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE RED PÚBLICA (%)



(Viviendas con ocupantes presentes)

Ilustración N° 113

VIVIENDAS POR TIPO DE CONEXIÓN DE SERVICIOS HIGIENICOS (%)



(Viviendas con ocupantes presentes)

Ilustración N° 114

Ilustración N° 112: Viviendas por tipo de vivienda (%)

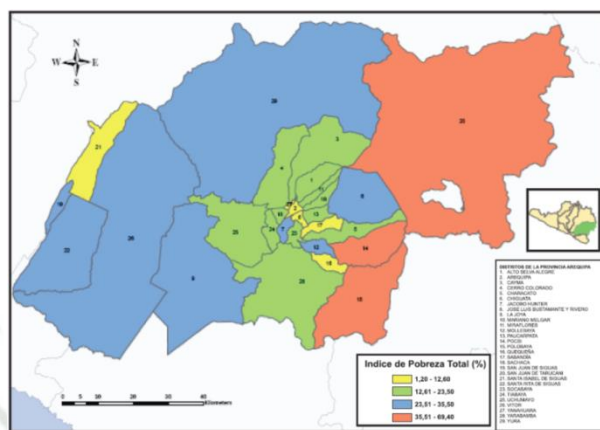
Edición: Propia. **Fuente:** INEI 2007.

Ilustración N° 113: Viviendas con presencia de abastecimiento de energía eléctrica de red pública.

Edición: Propia. **Fuente:** INEI 2007.

Ilustración N° 114: Viviendas por tipo de conexión de servicios higiénicos.

Edición: Propia. **Fuente:** ídem.



1.3.4. Nivel educativo y alfabetismo

En los últimos 4 censos realizados a nivel nacional (VIII, IX, X, y XI de población y III, IV, V, y VI de vivienda) se obtuvieron datos sobre el nivel de educación alcanzado de la población, los cuales se muestran en la tabla N°16 en la cual se aprecia una tendencia homogénea en el porcentaje de población que no obtuvo un nivel educativo entre 1981 y 2005, habiendo disminuido en buen sentido para el 2007; la población que obtuvo un nivel educativo inicial tuvo una gran mejoría para el 93 al comprender que un gran porcentaje de los que solo habían llegado a este nivel en el 81 lograron llegar aún más para el 93, siendo tan solo un 0.29% de la población, sin embargo en 2005 un mayor porcentaje de la población alcanzo solo este nivel; para 1981 solo el 38.10% de la población había alcanzado el nivel primario, disminuyendo dicho porcentaje en el 93, manteniendo una homogeneidad en 2005 y 2007; en cuanto a la población en educación media y superior se comportaron de manera similar en los 4 censos, aumentando para el 93 y disminuyendo para el 2005 con una alza en 2007, ha de recalcarse que lo ideal es mostrar un menor porcentaje de población en los niveles inicial y media para incrementar los niveles de educación superior.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

TABLA N° 16 NIVEL EDUCATIVO ALCANZADO SEGUN CENSO REALIZADO								
	1981		1993		2005		2007	
Ningún Nivel	8.44%	24,239	5.28%	24,138	7.47%	48,008	3.72%	23,929
Inicial o Pre-Escolar	5.17%	14,855	0.29%	1,304	16.84%	108,228	1.62%	10,423
Primaria	38.10%	109,434	20.88%	95,373	21.85%	140,426	21.16%	136,283
Secundaria	32.96%	94,675	39.88%	182,199	23.52%	151,159	31.29%	201,485
Sup. No Universitaria incompleta	2.04%	5,849	5.79%	26,441	4.10%	26,350	7.78%	50,126
Sup. No Universitaria completa	1.54%	4,437	6.64%	30,323	7.59%	48,780	10.62%	68,391
Sup. Universitaria incompleta	6.55%	18,825	10.92%	49,905	6.38%	41,003	9.40%	60,557
Sup. Universitaria completa	5.19%	14,894	10.32%	47,159	12.24%	78,664	14.41%	92,787
	100.00%	287,207	100.00%	456,842	100.00%	642,618	100.00%	643,981

Edición: Propia.

Fuente: INEI – Censos poblacionales de 1981, 1993, 2005, 2007.

EDU. INICIAL

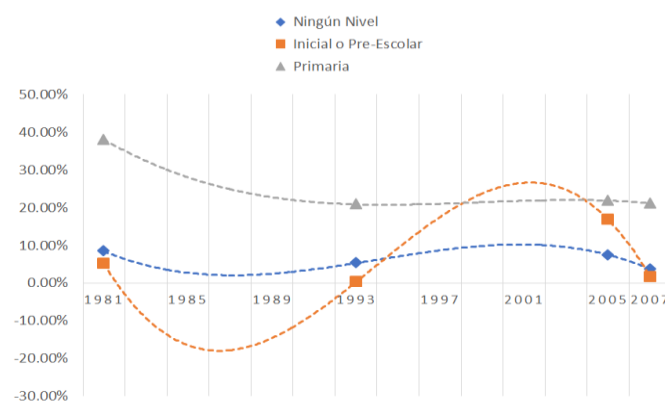


Ilustración N° 116.

EDU. MEDIA E INCOMPLETA SUPERIOR

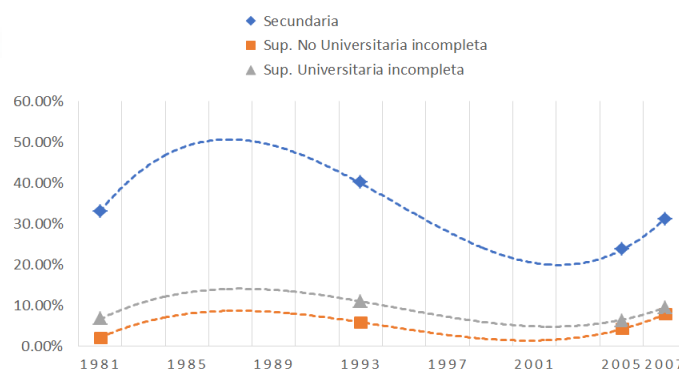


Ilustración N° 117

Ilustración N° 116: Educación inicial

Edición: Propia. Fuente: Censos poblacionales de 1981, 1993, 2005, y 2007.

Ilustración N° 117: Educación media e incompleta superior.

Edición: Propia. Fuente: ídem.

EDU. SUPERIOR COMPLETA

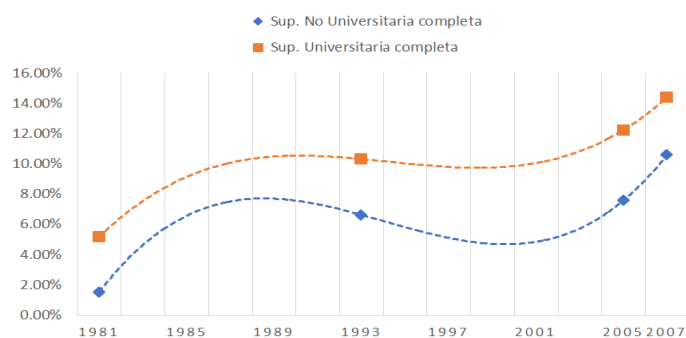


Ilustración N° 118

En cuanto al analfabetismo, el continuo crecimiento de la ciudad acentúa la segregación socio-espacial, y esto termina en la expansión de los sectores de clase baja hacia el Norte y Sur de la ciudad (principalmente al norte) mientras que la clase media y alta se expanden dentro de la misma hacia las zonas agrícolas depredando la campiña arequipeña, en la TABLA N°17 se puede apreciar un analfabetismo de la población urbana mayor a 3 años y mayor a 15 años en los periodos del 2007, 2011 y 2015; cabe resaltar que el grado de analfabetismo dentro del departamento, ha ido decreciendo desde el año 1990 donde era de 10.8%, 4.2% en 1999, 5.4% en 2007⁽⁶⁶⁾ y 4.00% para 2015⁽⁶⁷⁾.

TABLA N° 17		ANALFABETISMO URBANO			
		2007		2011	2015
	>3 años	>15 años	>15 años	>15 años	>15 años
Dto de Arequipa		5.4% *	5.50% *	4.00% **	
ASA	7.07%	2.67%	0.57%	0.41%	
AQP	4.02%	0.72%	0.73%	0.53%	
CAY	8.10%	3.53%	1.62%	1.18%	
CC	8.65%	3.33%	2.67%	1.94%	
CHA	9.26%	4.58%	2.72%	1.98%	
HUN	8.55%	4.18%	2.90%	2.11%	
JLB	5.84%	1.59%	2.97%	2.16%	
MM	7.56%	2.85%	3.27%	2.38%	
MIRA	6.82%	2.62%	3.39%	2.47%	
PAU	8.35%	3.86%	3.60%	2.61%	
SAB	10.15%	5.22%	3.93%	2.86%	
SAC	8.69%	4.19%	4.26%	3.10%	
SOC	7.32%	2.92%	4.27%	3.10%	
TIA	10.69%	6.91%	4.66%	3.39%	
UCHU	8.39%	3.21%	5.32%	3.87%	
YAN	4.19%	0.56%	5.76%	4.19%	
YUR	11.09%	5.66%	3.29%	5.12%	
Promedio	8.24%	3.68%	3.29%	2.69%	

Edición: Propia.

Fuente: * Perú: indicadores de educación por departamentos 2001-2012, INEI 2007; pg. 138
**Plan Estratégico de Arequipa Metropolitana 2002-2015; pg. 26

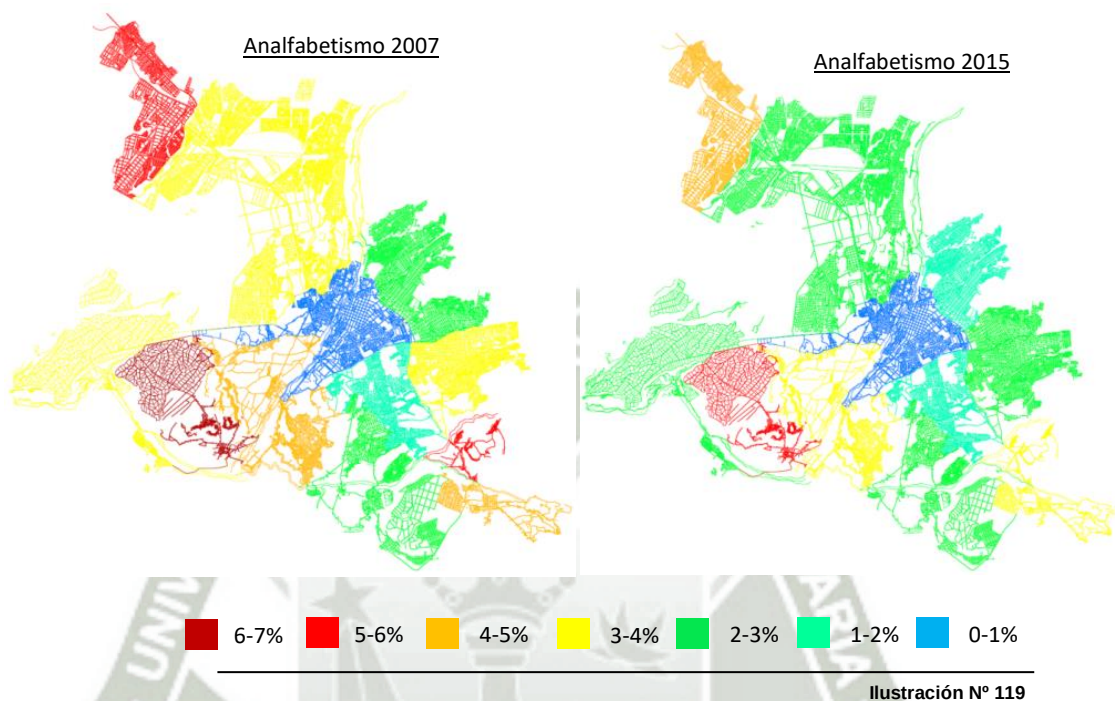
Ilustración N° 118: Educación superior completa.

Edición: Propia. Fuente: ídem.

⁶⁶ Fuente: Perú: indicadores de educación por departamentos 2001-2012, INEI; pg. 138

⁶⁷ Fuente: Plan Estratégico de Arequipa Metropolitana 2002-2015; pg. 26

Para el 2007 los distritos presentaron los porcentajes mapeados en la ilustración N°119 y tomando como muestra dichos porcentajes extrapolados al porcentaje de analfabetismo regional se realizó un pronóstico del analfabetismo en los distritos urbanos para el año 2015:



Ahora bien la Organización Educacional, Científica y Cultural de la ONU indica que un país puede ser declarado “libre de analfabetismo” cuando más del 96% de sus adultos han aprendido a leer y escribir, es decir, contener menos del 4% de su población iletrada; tomando esta premisa y aplicándola a los distritos urbanos podemos hacernos una idea de que para el 2007 existían 6 distritos considerados analfabetos bajando dicho valor a 4 para el año 2015 (Ilustración N°119)

Ilustración N° 119: Analfabetismo 2007 – 2015.

Edición: Propia.

Fuente: (2007) Perú: indicadores de educación por departamentos 2001-2012, INEI 2007; pg. 138
(2015) Plan Estratégico de Arequipa Metropolitana 2002-2015; pg. 26

1.4. Manejo de residuos

1.4.1. Aspectos Técnico-operativos

Para poder llegar a un diseño pertinente es necesario calcular la generación de residuos, así como su clasificación y composición, almacenamiento y demás características necesarias; para esto es necesario considerar factores como el tamaño poblacional y la misma cultura social (medioambiental, regional, etc.), el crecimiento económico, el factor de consumo, la reducción en origen, el reciclaje en sí mismo, las diferentes tipologías de residuos y demás factores; pero dichos factores fluctúan de acuerdo a los cambios que la misma sociedad pueda sufrir, como una desaceleración en el crecimiento poblacional, o una concientización masiva sobre el reciclaje (ambos como casos dramatizados) pero demuestra el punto al cual se quiere llegar, por lo que los datos mostrados a continuación son una base de datos básica y general para poder estimar una caracterización de los RSU, para procesar los datos necesarios para el diseño de la PTRSU.

1.4.2. Generación

La generación de residuos depende de los valores demográficos existentes dentro de la localidad de estudio como los ya tratados anteriormente: tamaño poblacional, crecimiento económico, factor de consumo, reducción en origen, y reciclaje; sin embargo la información obtenida mostrada en la tabla N° 18 muestra la generación de RSU de ámbito municipal (la suma de la generación domiciliaria, comercial, institucional, y otras), y de ámbito domiciliario para el 2012, así como el tamaño poblacional de los distritos producto de la proyección demográfica del PIGARS 2013. En la tabla N° 19 se muestran la generación per cápita de residuos municipales, así como los residuos domiciliarios desde 1989 hasta el 2012 (los datos que se pudieron obtener), priorizando en los valores per cápita de los residuos municipales de origen urbano.

TABLA N° 18		GENERACIÓN PERCAPITA (kg/had/d)			
	1989(1)	2003(2)	2010(3)	2011(3)	2012
Muni. Urbana		0.69			0.70
Muni. Regional			0.40	0.57	
Dom. Urbana	0.35				0.49
Dom. Nacional		0.58			

(1) Estudio Sectorial de Residuos Sólidos del Perú, DITESA, MINSA. 1989

(2) PIGARS, 2004

(3) Cuarto informe anual de residuos sólidos en el Perú. 2011

Edición: Propia.

Fuente: Ídem

TABLA N° 19 GENERACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS 2012						
Distritos	Poblacion urbana (a)	Prod. Percapita		Generacion de RSU		
		Domiciliaria (cx1000/a)	Municipal (bx1000/a)	Domiciliario (c)	Otros	Municipal (b)
	(habs)	(Kg/hab/dia)	(Kg/hab/dia)	(ton/dia)	(ton/dia)	(ton/dia)
A.S.A.	79,444	0.52	0.74	41.11	17.80	58.91
Arequipa	57,597	0.56	1.50	32.25	54.01	86.26
Cayma	85,794	0.59	0.70	50.62	9.70	60.32
Cerro C.	135,101	0.57	0.72	77.01	20.17	97.18
Characab	8,292	0.21	0.24	1.74	0.23	1.97
J.L.B y R	77,537	0.50	0.84	38.77	26.40	65.17
J. Hunter	48,029	0.43	0.55	20.70	5.53	26.23
Mariano M.	53,112	0.64	0.71	33.99	3.92	37.91
Miraflores	50,075	0.56	0.71	28.04	7.57	35.61
Paucarpata	124,513	0.49	0.60	61.01	14.19	75.20
Sabandia	4,009	0.35	0.45	1.40	0.42	1.82
Sachaca	18,989	0.73	1.01	13.86	5.34	19.20
Socabaya	71,230	0.32	0.46	22.79	9.77	32.56
Tiabaya	14,916	0.43	0.61	6.40	2.70	9.10
Uchumayo	11,861	0.40	0.62	4.74	2.64	7.38
Yanahuara	24,735	0.58	0.81	14.35	5.71	20.06
Yura	21,474	0.40	0.57	8.59	3.68	12.27
Total	886,708			457.37	189.78	647.15
Promedio		0.49	0.70			

Edición: Propia.
Fuente: PIGARS, 2013

Con los valores obtenidos se puede realizar una proyección de la generación per cápita de la población urbana de Arequipa, y así poder estimar la cantidad de residuos que se generarán a futuro:

PROYECCION DE LA GEN. PER CÁPITA (Kg/hab/d)

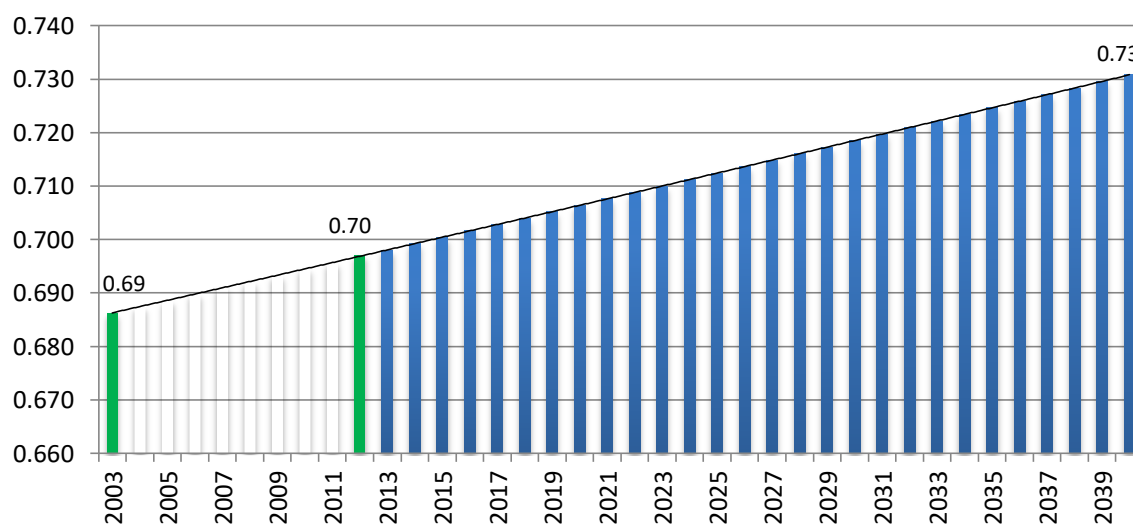
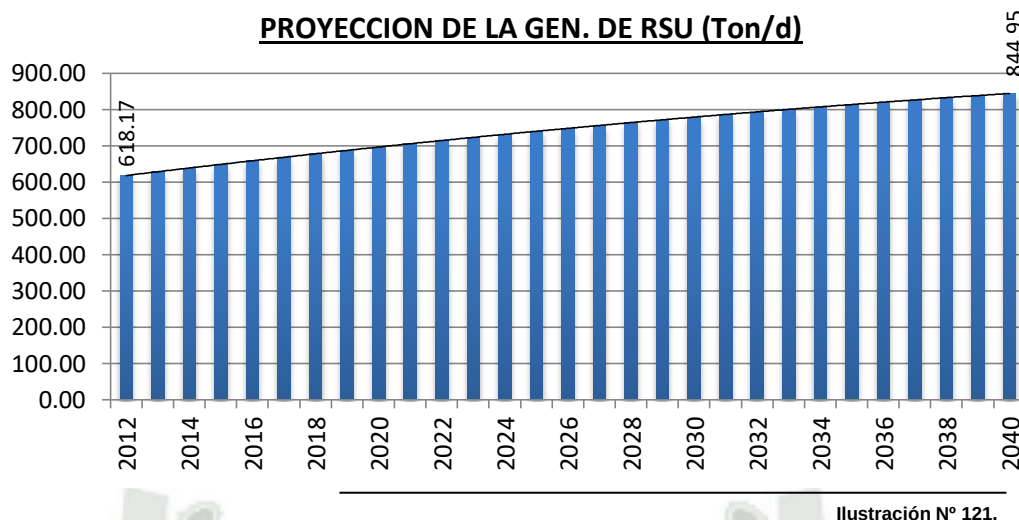


Ilustración N° 120

Ilustración N° 120: Proyección de la generación Per cápita (kg/hab/día)
Edición: Propia. Fuente: PIGARS 2004, PIGARS 2013



1.4.3. Composición

Los residuos de origen domiciliario de la ciudad están clasificados en 19 tipos: Material orgánico, Papel, Pañales y toallas higiénicas, Materia inerte, Cartón, PET, Plástico no rígido, Plástico, Vidrio, Madera, Huesos, Material ferroso, Material no ferroso, Telas y textiles, Pilas, Cuero, Jebe, Teknopor, y otros. Consiguientemente se podrá notar que es la materia orgánica la de cantidad predominante dentro del cuadro, ascendiendo a un 55.03%, mientras que los materiales reciclables son: el papel y cartón con un 13.04%, plásticos con 11.74% metales con 3.77% y vidrio con 2.88%. Todos estos datos se pueden apreciar en la tabla N° 20.

1.4.4. Densidad y humedad de los RSU

Debido a la gran variedad de residuos existentes, de igual forma el peso de las mismas varía rotundamente, por lo que para términos técnicos y de facilitar el tratamiento de dichos residuos, y en especial su recolección y disposición final, se hace una estimación de un peso (kg) aproximado por una unidad (m3) de residuo recolectado.

Ilustración N° 121: Proyección de la generación de RSU (ton/día)

Edición: Propia. Fuente: Población proyectada 2012 (PIGARS 2013); Índice de generación per cápita proyectada.

**TABLA N°
20**
COMPOSICION FISICA DE LOS RESIDUOS SOLIDOS (%)

Districtos	Organico	Papel	Pañales	Materia inerte	Carton	PET	Plastico no rigido	Plastico rigido	Huesos	Material ferroso	Material no ferroso	Telas	Cuero	Tecnopor	Pilas	Jebe	Vidrio	Madera	Otros
ASA	62.81	3.77	0.59	-	10.18	3.69	9.02	1.41	2.77	2.46	0.03	-	-	1.23	0.27	0.17	1.60	-	-
AQP	48.86	6.31	8.30	4.90	3.20	2.60	2.50	5.80	0.80	0.40	1.40	2.49	-	0.10	0.10	0.30	3.24	0.30	8.40
CAY	47.20	6.70	-	19.20	4.50	2.20	2.50	4.40	0.60	0.50	3.70	1.50	0.30	1.80	1.40	0.30	2.80	0.30	0.10
CC	47.00	6.00	7.00	12.00	2.00	4.00	3.00	-	1.00	4.00	1.00	1.00	2.00	1.00	0.50	-	5.00	-	3.50
CHA	57.18	2.34	16.02	6.98	2.29	2.70	6.20	1.21	-	1.00	0.94	0.89	-	-	-	-	0.96	-	1.29
JLB	62.60	6.33	15.05	0.95	2.79	3.15	3.89	1.57	-	2.35	-	0.34	0.29	-	0.11	-	0.44	-	0.14
HUN	63.00	5.40	8.90	1.90	3.00	1.80	4.90	1.50	-	2.40	-	-	-	-	-	-	4.80	-	2.40
MM	53.84	4.57	6.64	0.80	3.62	3.39	4.45	1.84	-	2.22	-	3.77	-	1.00	1.82	0.76	4.24	5.22	1.82
MIR	47.51	6.08	7.08	8.14	4.15	2.31	-	7.77	-	1.38	1.65	1.42	0.78	0.70	0.05	0.20	3.37	0.51	6.90
PAU	23.10	8.24	5.04	20.46	15.14	10.23	5.67	-	-	1.90	5.77	1.88	0.32	-	0.35	-	1.90	-	-
SAB	48.62	2.91	0.76	-	1.58	2.52	2.23	1.33	-	0.08	1.65	-	-	0.35	0.01	-	7.15	0.02	30.79
SAC	53.02	4.75	13.75	-	4.56	3.01	3.39	0.81	7.42	0.16	1.13	0.58	0.08	0.40	0.11	0.07	4.39	0.32	2.05
SOC	60.25	2.96	-	3.03	1.79	1.54	4.18	1.87	-	2.00	-	1.78	1.09	0.32	0.01	-	2.12	7.62	9.44
TIA	66.50	3.10	-	4.30	5.20	6.50	-	-	-	2.30	-	-	8.00	-	-	-	-	-	4.10
UCH	42.07	9.66	6.86	7.87	7.29	4.65	2.55	3.40	0.32	2.14	1.52	1.49	0.40	0.29	0.06	0.43	1.70	0.80	6.50
YAN	59.97	6.42	-	1.70	5.15	3.61	4.95	3.69	2.46	3.37	-	2.30	0.95	0.59	0.04	0.28	3.69	0.32	0.51
YUR	48.10	2.70	3.76	7.55	2.85	2.14	6.74	1.89	-	5.08	2.03	2.45	1.33	0.59	0.19	-	2.06	9.17	1.37
Prom.	52.45	5.87	5.87	5.19	4.66	3.89	3.53	2.91	2.26	1.44	0.90	1.98	1.22	1.29	0.91	0.49	0.30	0.15	4.67

Edición: Propia.

Fuente: PIGARS 2013, pg. 37.

La información recopilada entre los años 2010 y 2011 ayudo a conformar la Tabla N°21 en la cual se tiene la información de 13 de los 17 distritos urbanos de la ciudad de Arequipa, teniendo un valor promedio de 120.00kg/m³, cabe resaltar que dicha densidad es la obtenida posterior a la recogida en los camiones recogedores compactadores, siendo un primer nivel de compactación.

En cuanto a la humedad de los RSU, es un factor que en su mayoría proviene de la porción orgánica dentro de estos, por lo que representa un dato importante a tomar en cuenta para la reutilización de dicha porción como compost. De las 17 municipalidades urbanas distritales solamente se recabo información de 7 de ellas a fecha de 2012 tal y como se muestra en la Tabla N°21.

TABLA N° 21 PESO ESPECIFICO/DENSIDAD

Densidad de residuos (kg/m3)		Humedad de residuos (%)	
	2012		2012
ASA	170.10	ASA	46%
AQP	153.69	AQP	46%
CAY	180.00	CAY	32%
CC	-	CC	-
CHA	1.99	CHA	-
JLB	151.26	JLB	-
HUN	130.95	HUN	79%
MM	140.74	MM	66%
MIRA	169.48	MIRA	-
PAU	61.53	PAU	-
SAB	-	SAB	-
SAC	85.40	SAC	63%
SOC	-	SOC	-
TIA	-	TIA	-
UCHU	160.15	UCHU	-
YAN	111.89	YAN	41%
YUR	37.95	YUR	-
PROMEDIO	119.63	PROMEDIO	53%

Edición: Propia.
Fuente: PIGARS 2013.

1.4.5. Almacenamiento

Dentro de la ciudad los municipios distritales utilizan diversos recipientes de almacenaje, tales como los tachos (T), papeleras (P) y cilindros (Ci), dentro de las mismas municipalidades, escuelas, plazas y centros deportivos, por otra parte existen grandes zonas urbanas en donde el personal de recogida no tiene acceso y en donde se han destinado contenedores (Co) en la periferia de los mismos para el almacenamiento de los residuos y su recogida pertinente; lastimosamente no todos los municipios proporcionaron información al respecto como se puede ver en el tabla N° 22.

Un punto importante que la mayoría de los distritos identificaron en sus reportes es la difícil tarea que es el mantenimiento de sus recipientes ya que en periodos cortos de tiempo se les encuentra, por no decir de otro modo, destruidos por el mal uso de los mismos por la población, acotando necesaria la reforma de concientización y educación de la población.

TABLA N° 22		PUNTOS DE ACOPIO Y RECIPIENTES DE ALMACENAJE DE RESIDUOS				
DIS TRITO	PUNTOS DE ACOPIO	RECIPIENTES		ESTADO DE CONSERVACION		
		N°	Tipo	Ope.	No ope	No info
A. S. A	5	45	T			x
Arequipa	59	82	T			x
Cayma	8	20	T			x
Cerro C.	-	20	Ci			x
Characato	1	30	P, Ci	x		
J L B y R	-	36	T		x	
J. Hunter	-	54	P, Ci	x		
Mno. Melgar	-	11	T	x		
Miraflores	3	27	P, Ci	x		
Paucarpata	4	40	T	x		
Sabandia	1	-	-			x
Socabaya	1	-	-			x
Tiabaya	1	-	-			x
Uchumayo	2	-	-			x
Yanahuara	-	94	P, Co, T	x		
Yura	3	-	-			
TOTAL		459		6	1	4

Edición: Propia.

Fuente: PIGARS, 2013; PG 42

1.4.6. Puntos Críticos

Si bien las municipalidades cuentan con recipientes destinados al almacenamiento de residuos, son los sistemas de recogida los que evidencian un déficit de atención por parte de las autoridades pues existen varios puntos dentro de la ciudad, llamados Puntos Críticos (PC), donde contenedores llenos no son evacuados rebasando evidentemente su capacidad y tornándose focos potenciales de infecciones y roedores, el tema va más allá cuando ahora la población es la que, a falta de puntos de recogida o sobresaturación de los existentes, generan nuevos puntos de destino de residuos atentando aún más con su entorno y el ambiente en general; es así que se evidencia una necesidad de concientización e instrucción en temas de la preservación y cuidado del medio ambiente. En total se identificaron 141 PC en la ciudad y algunos de ellos se pueden encontrar en Cayma, JLB y R y Mno. Melgar, los tres con 6 PC; Miraflores con 7 PC; Yanahuara con 5 PC; los distritos con mayor cantidad de PC son Hunter (16 PC), Alto Selva Alegre (41 PC) y Arequipa, este último con un valor promedio de 55 PC, estos últimos tres representan un porcentaje de 11%, 30%, y 40% respectivamente del número total de PCs en la ciudad.

1.4.7. Recolección

De las 17 municipalidades distritales dentro de la ciudad (urbanas) solo se han podido recolectar información de las rutas de 12 de ellas (70.5%) evidenciando una falta de atención del porcentaje restante por mantener un seguimiento a los trabajos de recolección y transporte. Para obtener un valor promedio del porcentaje de cobertura primero tenemos que considerar a los distritos (Cerro C., Characato, Sabandía, Tiabaya, Uchumayo, y Yura) que no cuenta con información actualizada, así que se procede a utilizar la más reciente que se tiene (PIGARS 2013). Por otra parte ha de recalcarse que el porcentaje de cobertura se halla mediante la relación entre el tonelaje recolectado y la generación de residuos por distrito, sin embargo existen casos como el de Hunter, que si bien los datos recogidos mencionan una producción municipal de 26.23 Tn/d, la recolección de residuos es de 29.00 Tn/d, teniéndose así el valor de 111% de cobertura, lo que no es lógico por lo que simplemente se anota como 100% de cobertura. Siendo así, el promedio de cobertura urbana que se obtiene es del 74.65%.

TABLA N° 23 N° DE RUTAS POR DÍAS CALENDARIO DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN Y TRASPORTE DE LOS RESIDUOS EN LA PROVINCIA DE AREQUIPA									
DISTRITO	DÍAS Y N° DE RUTAS							RECOLEC. (Tn/d)	COBER. (%)
	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM		
A. S. A.	-	-	-	-	-	-	-	42.00	71
Arequipa	25	25	25	25	25	25	9	87.10	100
Cayma	10	10	10	10	10	10	2	47.50	79
Cerro C.	-	-	-	-	-	-	-	42.50*	44
Characato	-	-	5	4	-	5	-	2.00*	87
J L B y R	8	9	8	8	8	9	2	68.26	100
J. Hunter	4	4	4	4	4	4	-	29.00	100
Mno M.	2	2	2	2	2	2	-	25.79	68
Miraflores	17	17	17	17	17	17	4	35.00	99
Paucarpata	12	12	12	12	12	12	12	81.00	100
Sabandia	-	-	-	-	-	-	-	3.00*	100
Sachaca	1	-	1	-	1	-	-	10.17	51
Socabaya	-	-	-	-	-	-	-	8.00	25
Tiabaya	1	1	1	1	1	1	1	4.60*	51
Uchumayo	-	-	-	-	-	-	-	5.68*	77
Yanahuara	3	3	3	3	3	3	1	13.00	65
Yura	1	1	1	1	1	1	-	6.38*	52
TOTAL / PROMEDIO								446.82	74.65

Edición: Propia.
Fuente: PIGARS, 2013; Pg. 49
(*) PIGARS 2004; págs. 19, 20.

1.4.8. Trasferencia y disposición final

La ciudad cuenta con una planta de transferencia desde 2008, la cual se encarga de recepcionar, compactar y transferir los RSU a unidades de mayor capacidad, como dos semitráiler con capacidad de 25 a 30 Tn/d con las que cuenta (de 60m³ cada una); finalmente estos semitráilers transportan los residuos a los botaderos designados por cada municipio abaratando costos de transporte y optimizando el servicio de recogida y de cobertura⁽⁶⁸⁾. La mencionada planta de transferencia cuenta con una capacidad operativa de 680.37 ton/d, con un equipamiento de 4 tolvas, y 1 balanza electrónica de 80 ton. Por otra parte, la ciudad de Arequipa utilizaba 11 botaderos a cielo abierto, los cuales eran el destino final de toda la basura que se generaba, el mapeo e origen distrital de la basura que se destinaba a cada botadero se encuentra en la Ilustración N°122 Sin embargo para finales de 2014 se llegaron a clausurar todos los botaderos a la par del funcionamiento del Relleno Sanitario de Quebrada Honda, lamentablemente dicho RSa no se encuentra con aprobación de la DIGESA.

Botaderos urbanos activos

-  Quebrada Honda / RSa en aprobación
-  La Pascana
-  Pampa Escalerilla
-  Alto Cayma
-  El Hueco
-  Alto Selva Alegre
-  Miraflores
-  El Cebollar
-  La Rinconada
-  Planta de Transferencia

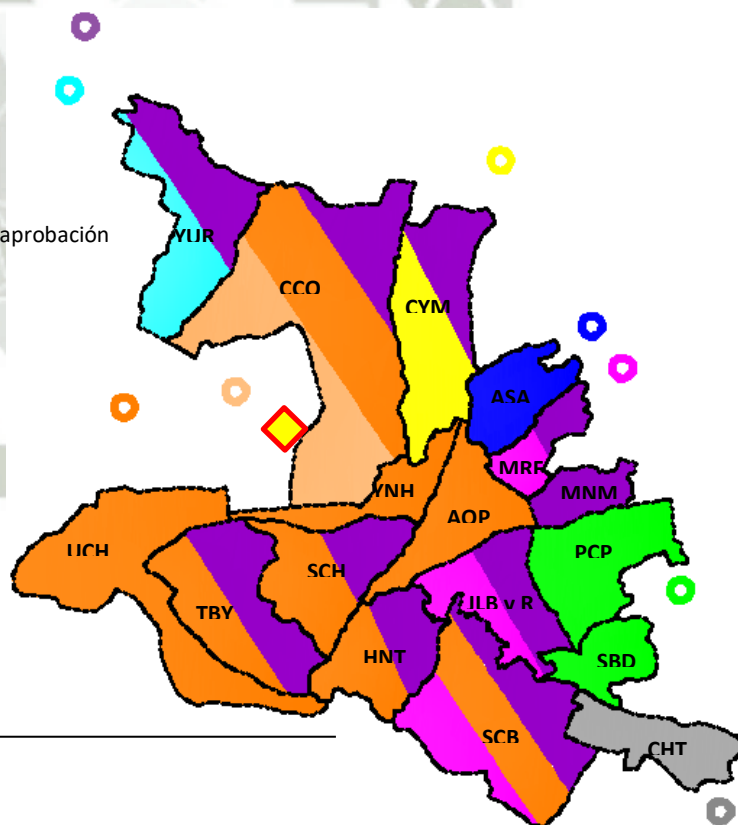


Ilustración N° 122

⁶⁸ Fuente: <http://sinia.minam.gob.pe/modsinia/public/docs/154.pdf>

Ilustración N° 122 "Ubicación de la planta de transferencia y de los botaderos de la ciudad con referencia a la procedencia distrital de los residuos que albergan" Edición: Propia 2015

Fuente1: Reciclaje Sistémico, instalaciones de tratamiento y disposición final de los residuos urbanos de Arequipa metropolitana, Bartesaghi K, Carlos, 2011; pg. 206. **Fuente2:** Evaluación de la disposición final de residuos sólidos en las ciudades del Perú, 2012.



Ilustración N° 123



Ilustración N° 124

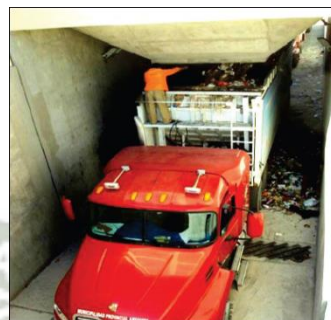


Ilustración N° 125

1.4.9. Segregación de residuos reaprovechables

Existen diversos tipos y programas de segregación de residuos sólidos urbanos, desde los concebidos dentro de los domicilios donde se generan (si de residuos domiciliarios se hablara), hasta en las mismas plantas de tratamiento, pasando por las plantas de transferencia.

Desde el año 2010 el gobierno peruano pone en marcha el Plan Nacional de Acción Ambiental, PLANAA, en el cual hace énfasis en que dentro de los RSU hay un porcentaje de residuos reaprovechables y otro tanto de no reaprovechables poniéndose como meta la disposición final el 100% de los residuos no reaprovechables y el 100% de reciclaje de los reaprovechables, todo ello para el año 2021; y para poder encaminarse a esta meta a largo plazo propone otras a corto plazo, una de ellas (y la más directa) es de poder disponer adecuadamente de los residuos no reaprovechables en un 50% y de reciclar al menos un 30% de los reaprovechables para el año 2012.

Ilustración N° 123: "Hangar de la planta de transferencia"

Fuente: Evaluación de la disposición final de residuos sólidos en las ciudades del Perú, 2012.

Ilustración N° 124: "Descarga de camión compactador" **Fuente:** PIGARS 2013, pg. 52.

Ilustración N° 125: "Recepción de Camión Madrina (Semitráiler)" **Fuente:** Ídem

Un análisis realizado por diferentes entidades tales como el Programa de Modernización Municipal (PMM), el Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL), entre otros importantes, han venido realizando un informe anual desde el año 2008 sobre el tratamiento de los residuos sólidos municipales y no municipales de todo el país hasta el año 2012 (año de revisión de metas según el PLANAA). Dentro de dichos informes se muestra análisis sobre las cantidades de residuos reaprovechables dentro de los residuos recepcionados realizando una proyección potencial de estos llegando a la conclusión de considerar que un 80.80% de los RSU son posibles de reaprovecharse y tal y como lo menciona el PLANAA se tiene la meta de poder llegar a reaprovecharlos en su totalidad para el año meta 2021, sin embargo para la región Arequipa el avance es desalentador, ya que según el 4to informe para el año 2010 y 2011 se ha avanzado tan solo 1.90% y 5.30%, respectivamente, sin embargo dentro del 5to informe el resultado fue mucho mayor al arrojar un avance del 14.95%, todos estos valores respecto a lograr la meta de reciclar el 30% de los residuos reaprovechables para 2012, sin embargo aún se encuentra lejos de las metas propuestas, pues los datos los ponemos en la perspectiva de lograr el 100% del reaprovechamiento para el 2021 en los años 2010, 2011 y 2012 se ve un avance de 0.57%, 1.59%, y 4.49%, respectivamente.

1.4.10. Costos y financiamiento

Los costos del personal, costos de operación, mantenimiento de vehículos y equipos, pagos de servicios y demás partidas se consideran dentro de lo que se denomina el Costo de Limpieza Pública, dicho costo se desarrolla de manera diferenciada de acuerdo al distrito y de la actividad que realiza, sin embargo, los datos encontrados se centran en las actividades domiciliarias y comerciales según la tabla 24.

Como se puede observar el factor morosidad es alarmantemente alto pese a las campañas de sensibilización y políticas de incentivo de pago puntual de arbitrios municipales que algunos municipios efectúan, y esto se ve reflejado en la estado financiero final de los ingresos y egresos del el servicio de Limpieza Pública (ver tabla N°25 y 26), concluyendo con tercerizar las actividades con altos niveles de endeudamiento, o en el peor de los casos con el incumplimiento de los servicios por falta de presupuesto.

**TABLA
N° 24**
COBRO DEL SERVICIO DE LIMPIEZA 2004-2013

Distrito	Tarifa		Morosidad
	Dom.	Come.	
	(S./mes)		
A.S.A.	6.00	3.00 - 102.00	90.00
Arequipa	11.31	16.35	75.00
	4.12 - 40.34*		20.00*
Cayma	2.00 - 6.00	4.00 - 6.00	60.00
Cerro Colorado	7.00	14.00	60.00
Characato	1.00	-	10.00
J.L.B. y R.	5.00 - 7.00	5.00 - 9.00	82.00
J. Hunter	5.00	6.00 - 7.50	65.00
Mno Melgar	7.00	8.00	85.00
Miraflores	10.00	10.00	70.00
Paucarpata	2.00	2.00	80.00
Sabandia	2.50	-	70.00
Sachaca	8.00	43.33	70.00
Socabaya	4.00	4.00	85.00
Tiabaya	3.40	-	70.00
Uchumayo	2.00	-	60.00
Yanahuara	10.83	10.83	1.90
		16.36*	49.08*
Yura		3.00*	-
Promedio	5.81	35.23	64.62

Edición: Propia.
Fuente: PIGARS 2004.
* PIGARS 2013.

**TABLA
N° 25**
**DEFICIT FINANCIERO DEL SERVICIO DE
LIMPIEZA 2004**

Distrito	Ingresos	Egresos	Saldo
A.S.A.	220,881.89	245,039.71	-24,157.82
Arequipa	164,682.00	702,000.00	-537,318.00
Cayma	-	-	-
C. Colorado	346,550.41	-	-
Characato	7,200.00	7,680.00	-480.00
J.L.B. y R.	123,960.77	445,812.00	-321,851.23
J. Hunter	850,694.00	994,917.14	-144,223.14
Mno Melgar	241,475.59	476,687.52	-235,211.93
Miraflores	374,191.20	227,356.80	146,834.40
Paucarpata	84,145.60	1,565,534.29	-1,481,388.69
Sabandia	390.00	10,800.00	-10,410.00
Sachaca	9,884.55	29,754.00	-19,869.45
Socabaya	-	-	-
Tiabaya	26,659.00	55,820.16	-29,161.16
Uchumayo	8,796.00	22,000.00	-13,204.00
Yanahuara	131,090.51	64,140.00	66,950.51
Yura	-	-	-
	2,590,601.52	4,847,541.62	-2,256,940.10

Fuente: PIGARS 2004.

TABLA N° 26 DEFICIT FINANCIERO DEL SERVICIO DE LIMPIEZA 2013			
Distrito	Ingresos	Egresos	Saldo
A.S.A.	168,298.00	935,736.00	-767,438.00
Arequipa	2,814,094.31	16,321,889.10	-13,507,794.79
Cayma	-	1,059,255.60	-
Characato	12,000.00	80,000.00	-68,000.00
J.L.B. y R.	153,510.74	1,109,976.00	-956,465.26
J. Hunter	1,793,900.25	3,612,750.25	-1,818,850.00
Miraflores	922,111.16	-	-
Sabandia	1,694.09	20,720.26	-19,026.17
Yanahuara	596,010.74	1,170,453.96	-574,443.22
	6,461,619.29	24,310,781.17	-17,849,161.88

Fuente: PIGARS 2013.

Se puede ver un incremento notable en los ingresos y egresos del distrito de Arequipa, sin embargo su tasa de morosidad continua alta siendo la que más contribuye a la deuda del área metropolitana; finalmente se observa que al cabo de 9 años el saldo ha llegado a crecer 8 veces, sin tomar en cuenta la falta de información de los demás municipios, algo ya característico dentro de todo el análisis que se ha venido llevando.

2. Dinámica interna – Pampa Escalerilla

2.1. Emplazamiento y límites del área de intervención



Ilustración N° 126

Ubicación mundial: Perú, país situado en medio de América del Sur en la costa occidental, con coordenadas: 12° 02' 06" Sur 77° 01' 07" Oeste.



Ilustración N° 127

Ubicación nacional: Arequipa, departamento situado al sur del país en la costa del mismo, con coordenadas 15° 52' Sur 72° 15' Oeste.



Ilustración N° 128

Ubicación departamental: Arequipa, Provincia situada al sureste del departamento, con coordenadas: 16° 23' 56" Sur 71° 32' 13" Oeste.

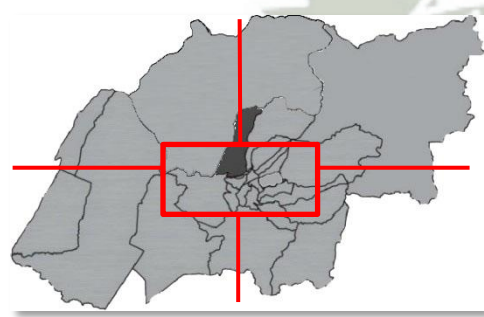


Ilustración N° 129

Ubicación provincial: Cerro Colorado, distrito situado en la parte céntrica de la provincia y al norte del área metropolitana.

Ilustración N° 126: Esquemmatización de la ubicación con referencia mundial.

Fuente: <https://es.pinterest.com/pin/121034308714752316/>

Ilustración N° 127: Esquemmatización de la ubicación con referencia al país. Fuente: Ídem

Ilustración N° 128: Esquemmatización de la ubicación con referencia al departamento. Fuente: Ídem

Ilustración N° 129: Esquemmatización de la ubicación con referencia a la provincia. Fuente: Ídem



Ilustración N° 130

Saliendo de la ciudad de Arequipa dirigiéndonos al Oeste por el Tramo A del Eje Periférico Oeste (Eje Agrícola) a la altura del kilómetro 4.1N-S se toma la autopista Arequipa–La Joya. A la altura del kilómetro 2.5E-O, aproximadamente a 650 metros perpendiculares a la autopista se encuentra el botadero “Pampa Escalerilla”, zona destinada al vertido de residuos de la ciudad, en el cual se emplazará el proyecto.

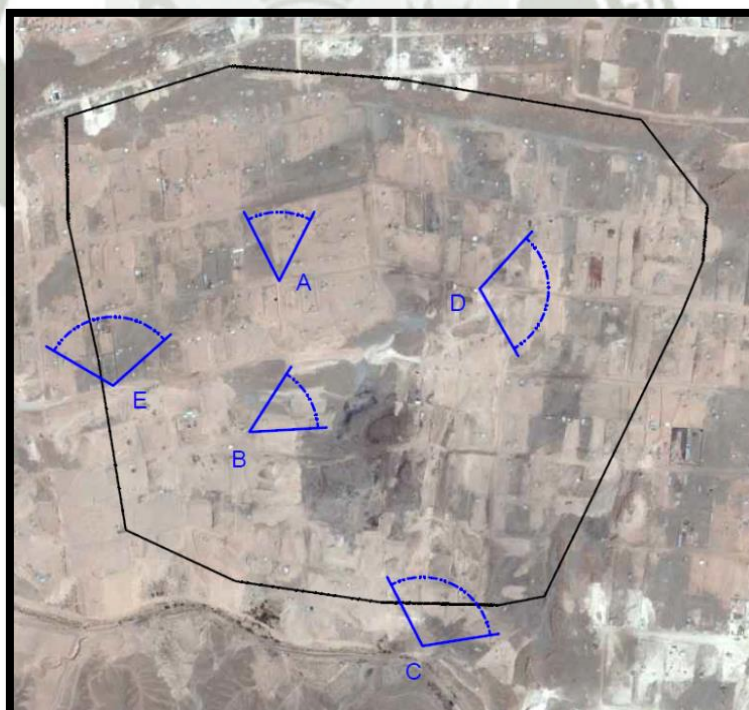


Ilustración N° 131

Ilustración N° 130: Esquematización de la ubicación con referencia del distrito – Zona Pampa Escalerilla.

Edición: Propia. **Fuente:** Ídem

Ilustración N° 131: Plot Plan del terreno y dirección de las vistas más importantes.

Edición: Propia. **Fuente:** Google Earth 2016

En la franja norte del terreno se encuentra una pendiente aproximada de 45° , mientras que en el lado oeste la topografía se suaviza al igual que en la franja sur, la zona este y el terreno interno en general tiene una composición topográfica irregular variando las pendientes de entre 12° hasta 38° ; sin embargo en la zona interna se encuentra una depreciación en el terreno en donde claramente puede apreciarse una lagunilla de lixiviados con la degradación del terreno cercano a esta.

El estado actual del terreno incluye grupos poblacionales, construyendo viviendas con materiales tales como paja, piedras, o bloques huecos de concreto; también se aprecian pequeñas zonas de cultivo como puntos preocupantes al considerar los “nutrientes” que estos vegetales estarán absorbiendo de la tierra contaminada.



Ilustración N° 132 (A)



Ilustración N° 133 (B)

Ilustración N° 132: Cultivos dentro de la zona del Vertedero.

Fuente: Propia

Ilustración N° 133: Empozamiento de líquidos lixiviados producto de la descomposición de los residuos del vertedero.

Fuente: Propia

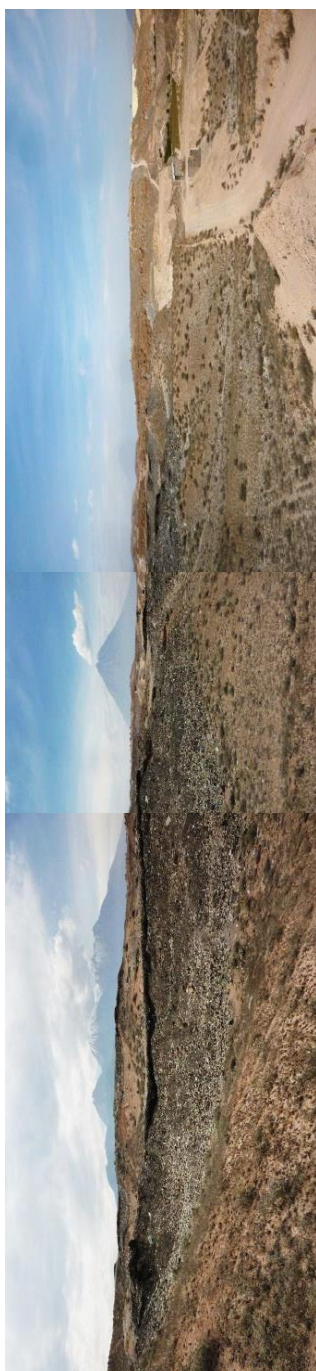


Ilustración N° 134 (C)



Ilustración N° 135(D)



Ilustración N° 136(E)

Ilustración N° 134: Perímetro entre el vertedero y la vía de acceso principal. **Fuente:** Propia

Ilustración N° 135: Trazo vial dentro del vertedero. **Fuente:** Propia

Ilustración N° 136: Zona de emplazamiento de viviendas y delimitación de los terrenos invasores. **Fuente:** Propia

2.2. Accesibilidad

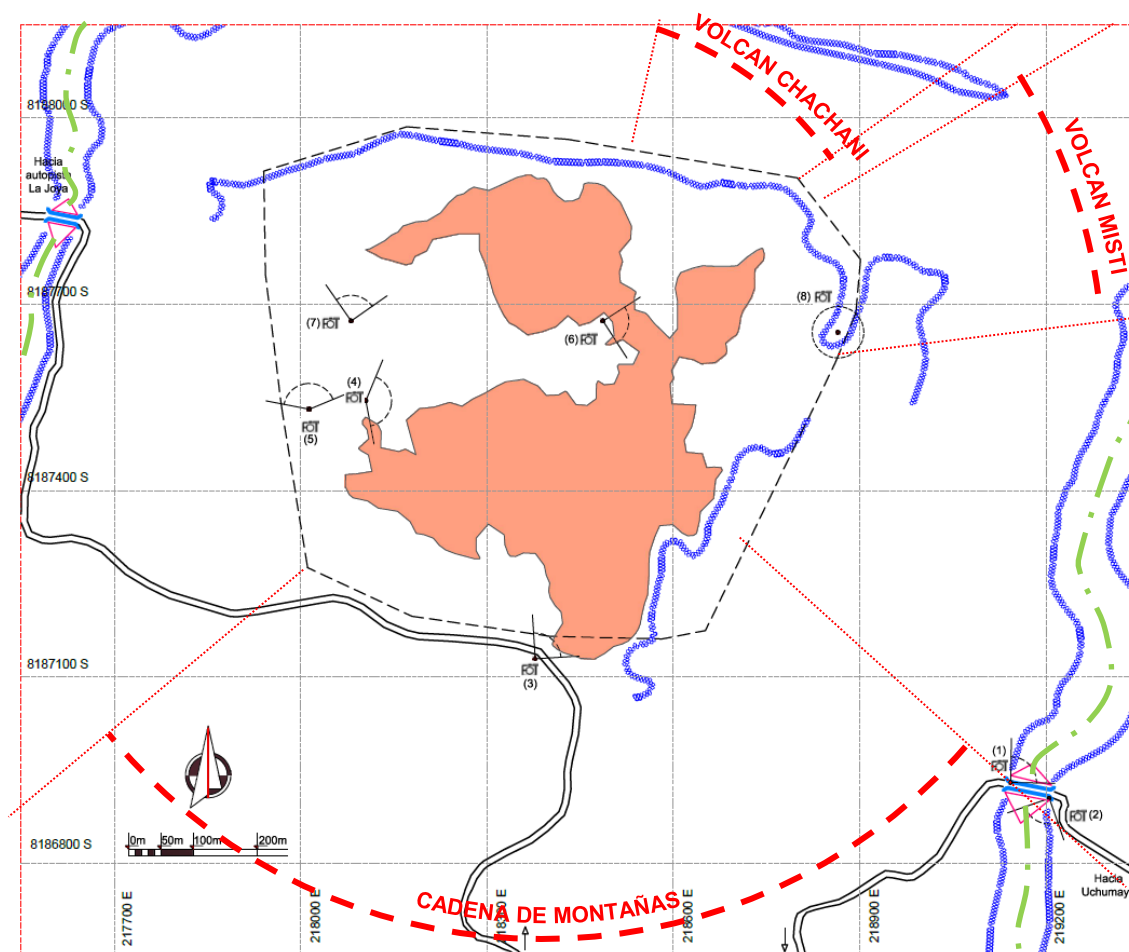


Ilustración N° 137

- Elementos Naturales

- Borde natural
- Quebrada profunda

- Infraestructura

- Pista afirmada
- Puente
- Relleno para la nivelación de terreno en quebradas

- Elementos contaminantes

- Vertido cubierto (sin tratamiento)

- Elementos en el paisaje

- Angulo visual al hito paisajístico

- Misceláneos

- Expediente fotográfico
- Photo Sphere
- Panorámica
- 1,3 : 1

Ilustración N° 137: Esquematización de los elementos existentes en el terreno. Fuente: Propia

2.3. Análisis topográfico

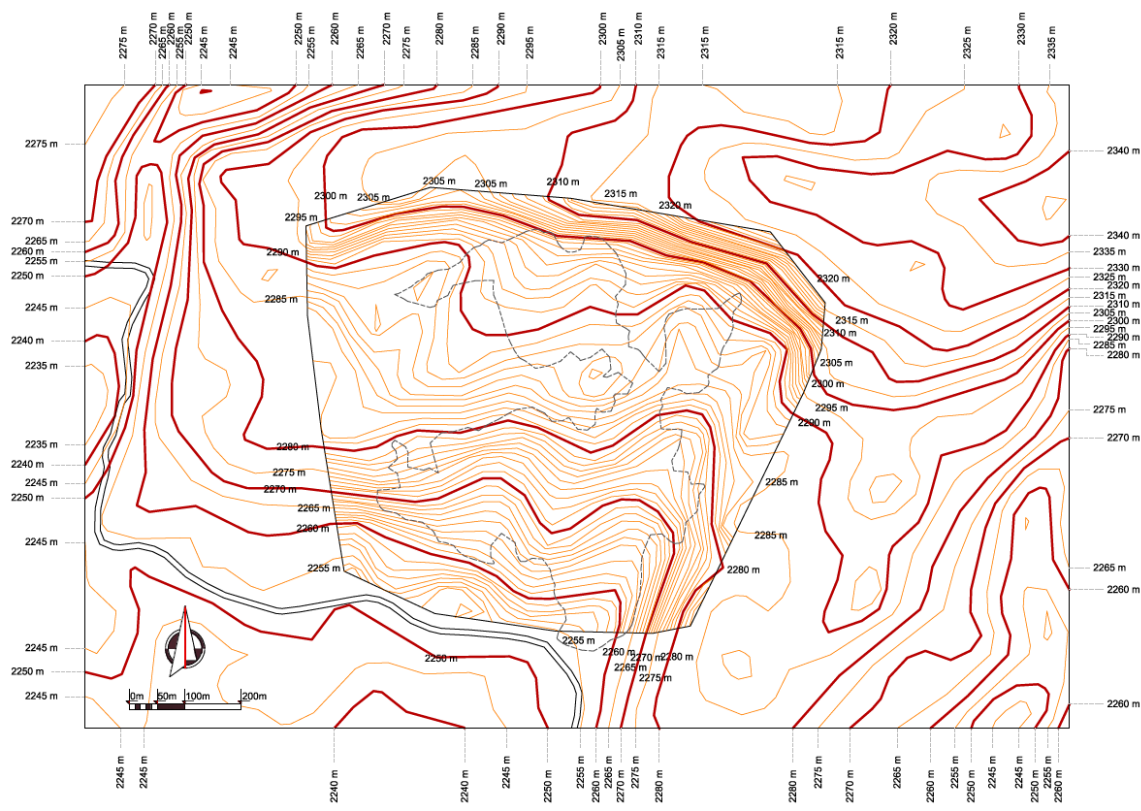


Ilustración N° 138

El plano topográfico consta de curvas de nivel a cada 5m (fuera del terreno) y cada 1m (dentro del mismo), así mismo se tiene en cuenta el área de vertido de residuos depositados en los últimos 15 años para tener una idea de la magnitud que ha ido teniendo hasta la fecha.

Los límites de la zona se encuentran claramente marcados principalmente por las dos quebradas que literalmente la flanquean, así mismo al noreste las altas pendientes y la presencia de quebradas superficiales marcan un límite natural mientras que el límite político lo marca el terreno perteneciente a la planta de tratamiento de aguas residuales, el ultimo limite lo marca la vía afirmada al sur del terreno así como la presencia de nacientes de otra rama de quebradas superficiales.

Ilustración N° 138: Planimetría topografía del terreno (cada 1 m) y exteriores (cada 5m).

Fuente: Propia

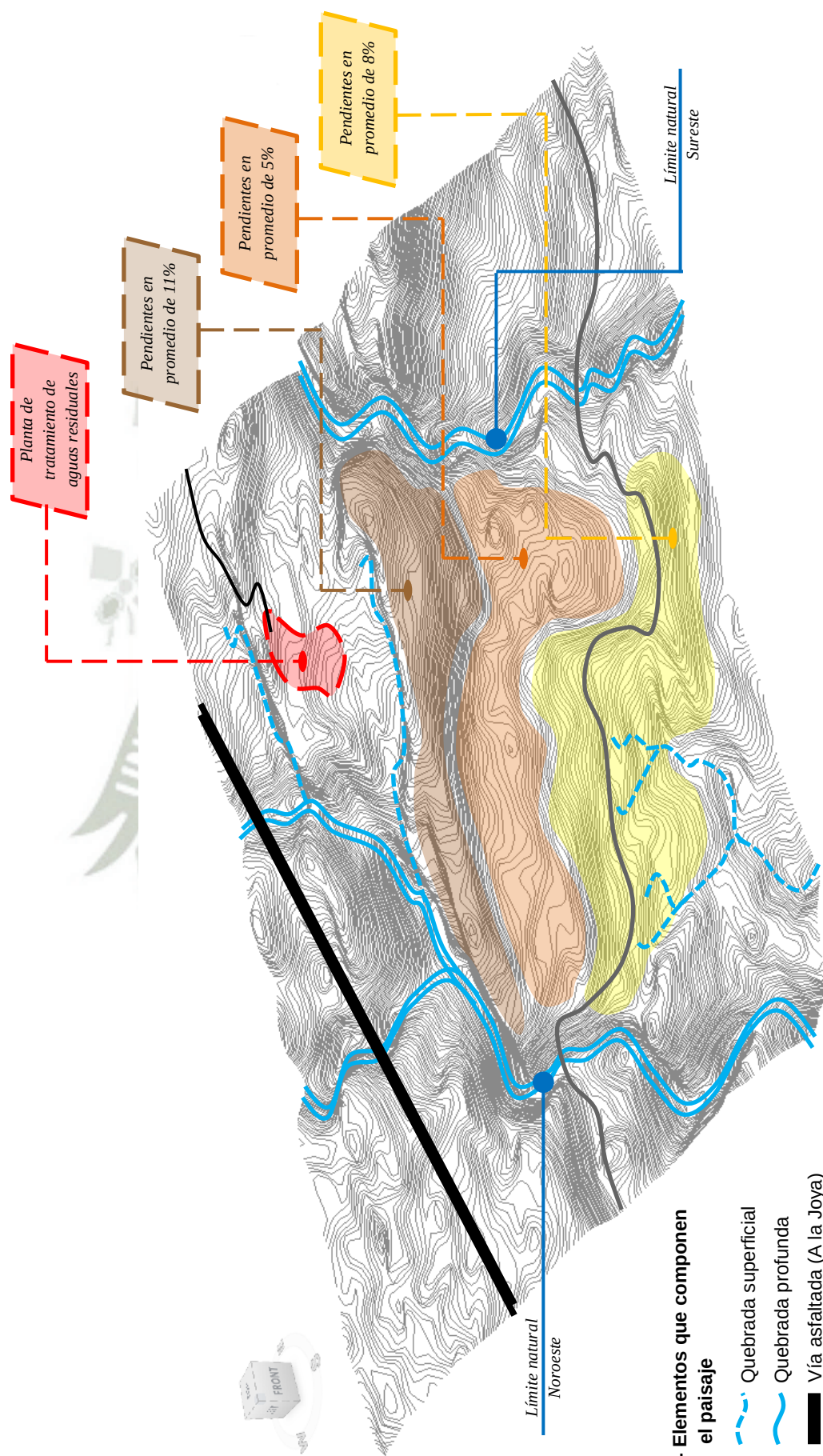


Ilustración N° 139 Esquema isométrico topográfico con los límites naturales y antropológicos existentes.
Fuente: Propia

2.4. Análisis climatológico

2.4.1. Carta estereográfica

Una carta solar estereográfica es un instrumento para determinar cuándo y cuánta incidencia solar recae en un área determinada, pudiendo ésta ser un plano o un volumen. Una carta estereográfica es una representación de la trayectoria del sol a lo largo del año y a diferentes horas del día. Cada carta es particular de la latitud en la cual se emplaza, el terreno seleccionado se encuentra en las coordenadas: $16^{\circ}22'39.42''$ S, y $71^{\circ}38'10.36''$ O a una altura de 2267 msnm por lo que el trazo de la carta sería el siguiente:

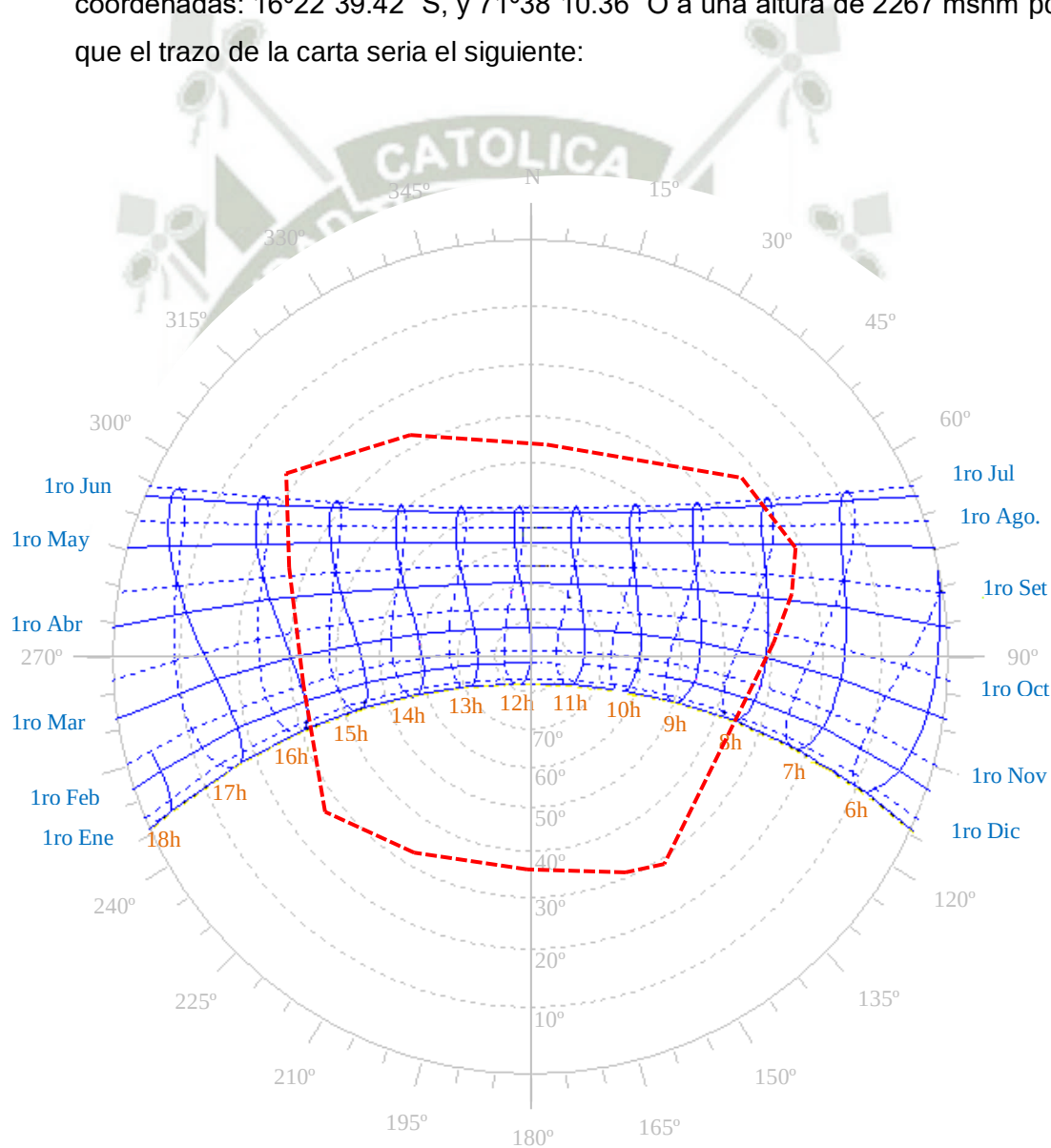


Ilustración N° 140

Ilustración N° 140: Carta estereográfica del terreno.

Fuente: Weather Tool © - Autodesk, Inc.

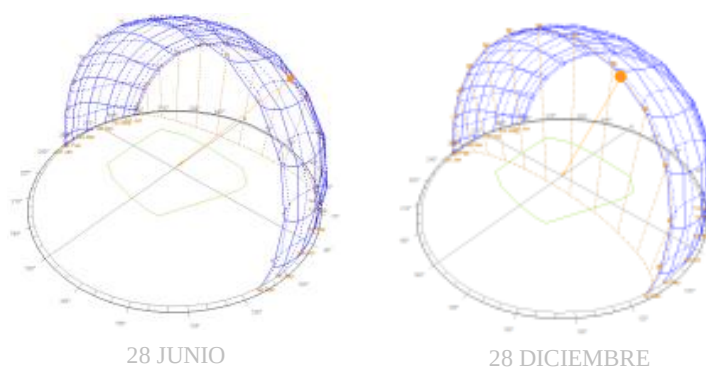


Ilustración N° 141

2.4.2. Factores de soleamiento

Comprendiendo que el watt por metro cuadrado (W/m^2) es la medida de la tasa de energía recibida por unidad de superficie conocida como irradiación, es el watt-hora por metro cuadrado (Wh/m^2) la suma de esta irradiación recibida a lo largo de una hora conocida también como exposición radiante. Para el presente análisis se tomó en cuenta principalmente la radiación directa del sol, encontrándose a los meses entre Julio y Octubre como los de mayor radiación solar directa recibida al año, estos valores demuestran que Arequipa está posicionada como uno de los lugares con mayores índices de radiación en el planeta, lo que resulta muy útil para poder generar energía a través de paneles fotovoltaicos.

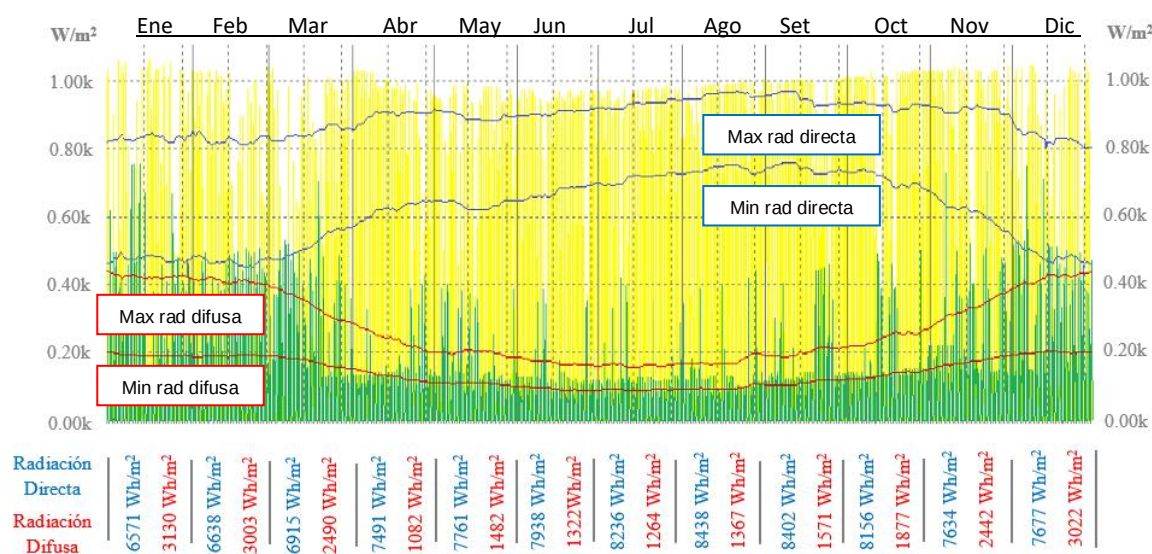


Ilustración N° 142

Ilustración N° 141: Isometías solares percibidas a las 9:45am del 28 de junio y del 28 de diciembre

Fuente: Ídem.

Ilustración N° 142: Diagrama de radiación solar directa y difusa en Pampa Escalerilla

Fuente: Ídem.

Las primeras 14 semanas del año junto con las últimas 10 presentan una nubosidad por encima del 35% y una humedad relativa proporcional por encima del 45% (valores promedios), ambas mostrando sus valores más altos entre la semana 4 y la 10; así mismo se efectuó el análisis a lo largo de los días de la semana demostrando que los valores más altos se concentraban entre las 12:00 y 20:00hrs del día.

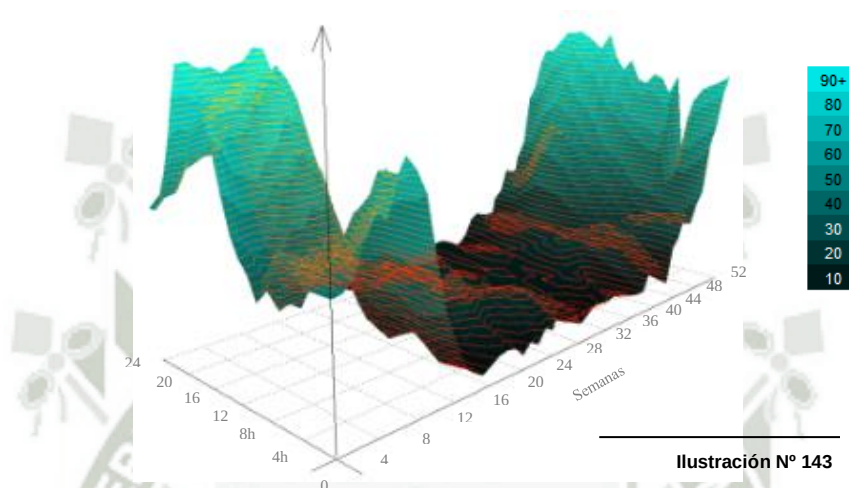


Ilustración N° 143

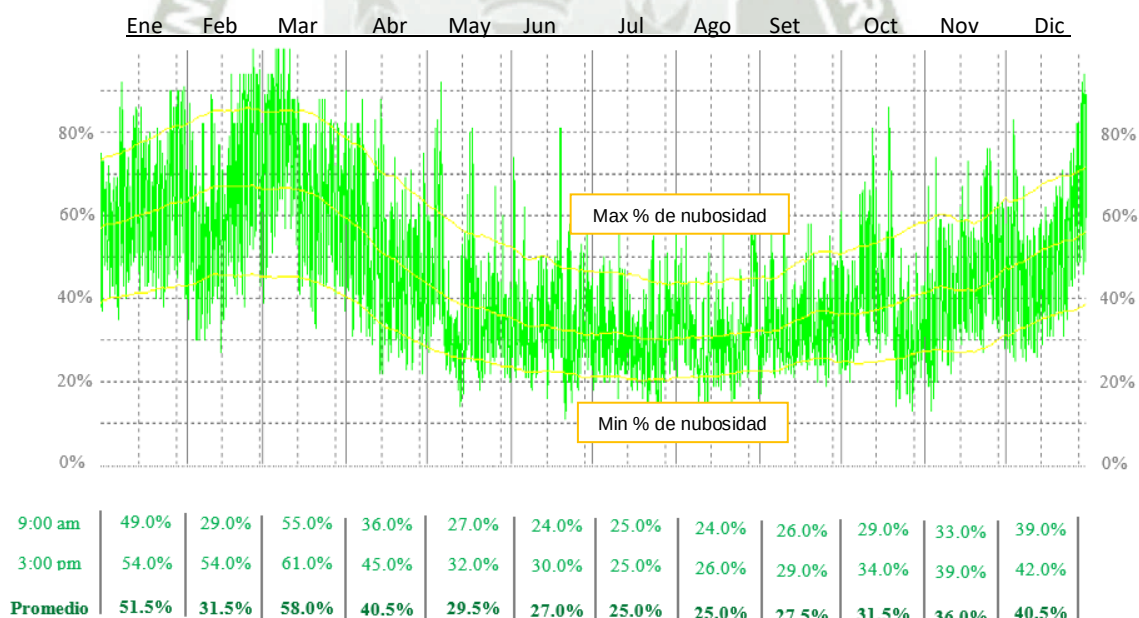


Ilustración N° 144

Ilustración N° 143: Diagrama 3D de la nubosidad (en hrs y semanas) en Pampa Escalerilla

Fuente: Ídem.

Ilustración N° 144: Diagrama de humedad relativa en Pampa Escalerilla.

Fuente: Ídem.

2.4.3. Temperatura

Para tener una idea de cómo son los días de cada mes, en términos térmicos, en la ilustración N°145 se muestra un día promedio por cada uno de los meses del año, se muestran los valores de las temperaturas máxima y mínima promedio del mes, así como el gráfico de la radiación solar directa y difusa, manteniendo una constancia de los valores térmicos promedios a lo largo del año.

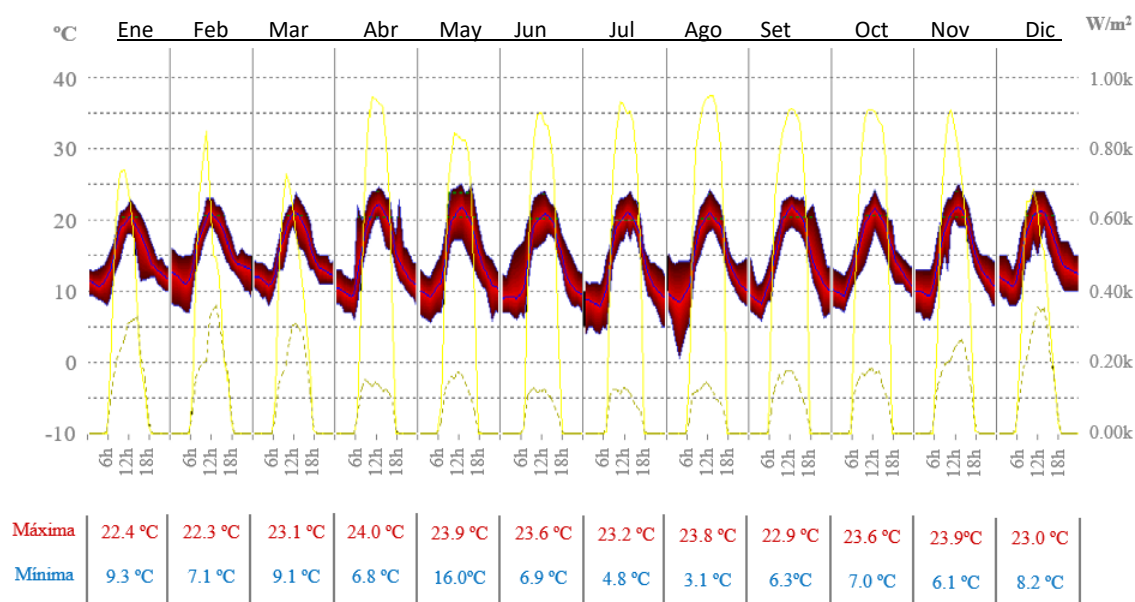


Ilustración N° 145

2.4.4. Orientación óptima

De acuerdo al análisis estereográfico efectuado sobre el terreno se ha podido graficar los rangos de exposición solar tanto del promedio anual como el de sobre-exposición y el de sub-exposición; por otra parte considerando que la zona de Pampa Escalerilla, y en general la ubicación de Arequipa, es una zona semidesértica con bajo índice de precipitaciones pluviales resulta que la orientación óptima para las edificaciones vendrían a situarse sobre la orientación sub-expuesta al sol, la cual se encuentra a 7.5° NE

Ilustración N° 145: Diagrama de las temperaturas anuales en Pampa Escalerilla

Fuente: Ídem.

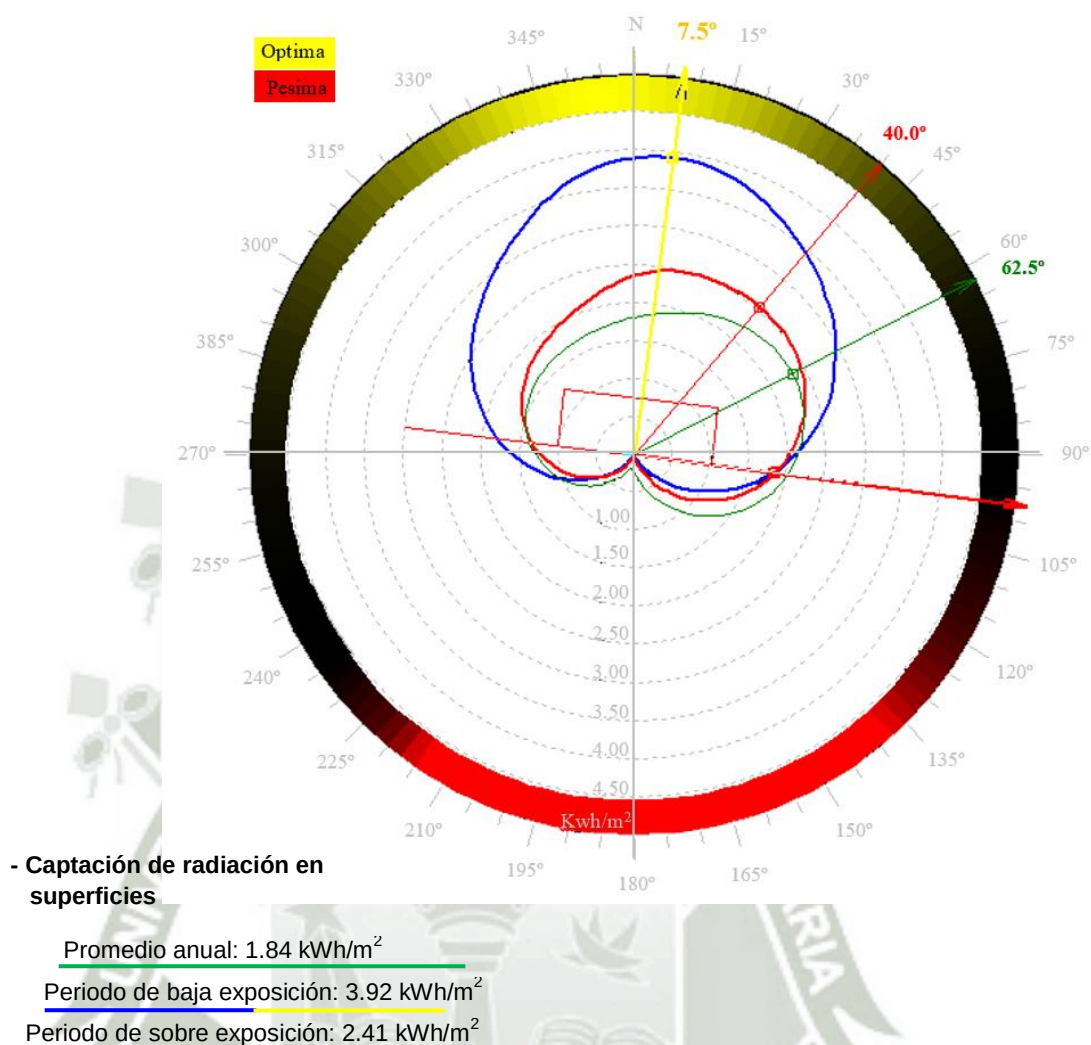


Ilustración N° 146

2.4.5. Vientos

En la Ilustración N° 147 se puede encontrar la velocidad promedio anual del viento, mientras que en la Ilustración N° 148 se puede observar la máxima intensidad del mismo a lo largo de todo el año, así como el valor máximo promedio, y el mes en el cual se presenta de acuerdo a análisis efectuado a las 9am y a las 3pm dentro del terreno. Finalmente, los resultados de los diagramas conjuntamente con el análisis climatológico de la Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial CORPAC, muestran una dirección promedio predominante de 67.52° Noreste durante el día.

Ilustración N° 146: Diagrama estereográfico de orientación óptima en Pampa Escalerilla
Fuente: Ídem.



Fuente: Ídem.

Fuente: Ídem.

2.5. Análisis geológico

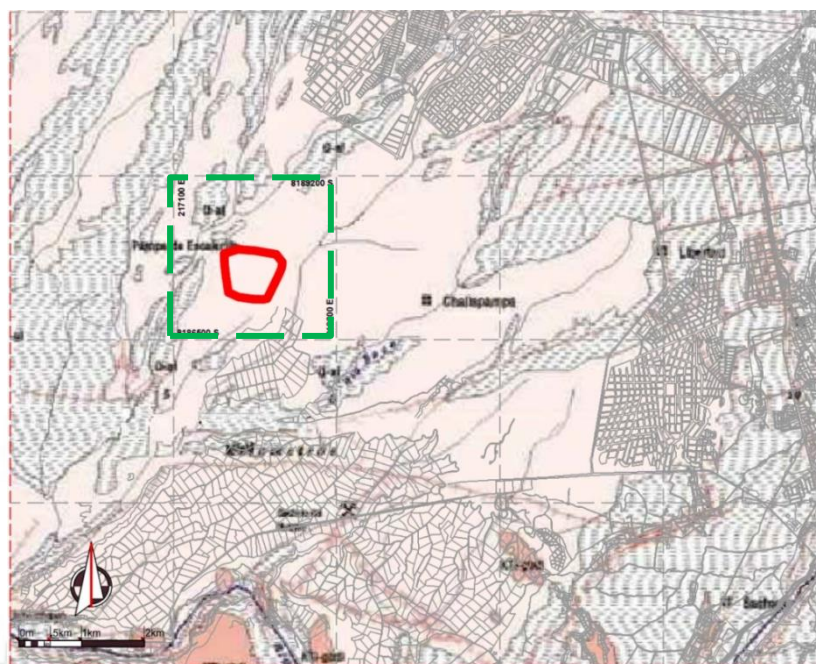


Ilustración N° 149

 **(Q-vchi) Deposito volcánico del chila.-** Constituida principalmente por derrames andesíticos y basálticos con una muy buena condición geotécnica por su nivel de cohesión de intraclastos ($c > 2 \text{ kg/cm}^2$).

 **(Q-vba) Deposito volcánico barroso.-** Estrato del volcán Chachani, se compone de los flujos que arrastraron todo lo que encontraron a su paso, conformando bloques volcánicos angulosos andesíticos y tufaceos. Es un estrato fácilmente erosionable por lo que en la actualidad se han presentado diversas quebradas. En muchas de las zonas presenta coladas de lava (volcánico Cortaderas) que vendrían a representar la etapa paroxismal de la erupción del volcán Chachani.

 **(Q-al) Deposito aluvial pleistocénico.-** Por efectos del volcanismo plio-pleistoceno se formaron depósitos de Chila, posteriormente se generaron extensos derrames andesíticos y traquíticos que corresponderían al volcánico Barroso. Este estrato está constituido por acumulaciones aluviales desérticas del Cuaternario antiguo, conformada por bloques de roca de naturaleza intrusiva y volcánica y gravas con formas sub-angulosas a angulosas, arenas de diversa granulometría y una matriz limosa o limo arcillosa.

Ilustración N° 149: Mapa geológico de la zona oeste de Arequipa.

Fuente: INGEMMET.

(Kti-gbdi) Formación rocosa Gabro-dioritas.- Esta unidad está compuesta por cuerpos de gabros y dioritas, las más antiguas del batolito, emplazados al lado occidental del mismo, con edad perteneciente al Cretáceo Superior, de color oscuro, debido a los magnesianos que contiene, la textura de la roca varía de grano medio a grueso, de alto peso específico, conteniendo hornablenda y biotitas. Generalmente se encuentran disturbadas, con signos de inestabilidad.

(Tp-vse) Deposito volcánico Sencca.- Esta es la denominación que reciben los yacimientos de rocas volcánicas de naturaleza piroplástica, superficialmente se puede encontrar la Toba de color Salmon (sillar rosado) y más profundamente la Toba blanca (sillar común). La parte superior de este material puzolánico (sillar rosado) presenta lentes de cenizas blancas y canales con conglomerados oscuros indicando la avenida de un episodio detrítico. Entre sus principales componentes podemos hallar tufos de naturaleza riolítica, dellenítica y riodacítica, con variaciones laterales y verticales de textura, estructura, compactación, tipo y tamaño de las inclusiones, etc.

Por otra parte un análisis de la capacidad portante es mostrado en el siguiente mapeo:

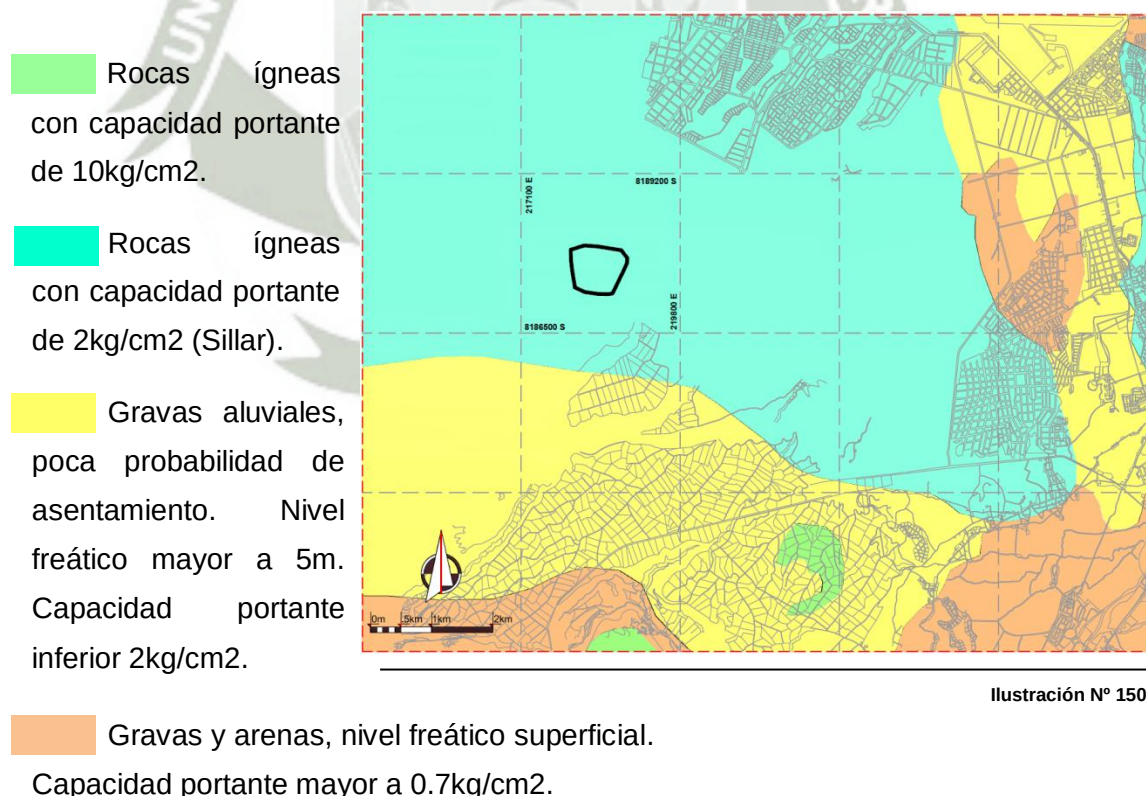


Ilustración N° 150

Ilustración N° 150: Esquematación del mapa geológico de la zona oeste de Arequipa.

Fuente: Atlas ambiental de Arequipa – UNSA 2000

2.6. Análisis geomorfológico

 Borde de quebradas.- Las quebradas ubicadas al Noroeste muestran una erosión moderada de unos 20m de altura y una pendiente de 55%, ambos valores promedio. Mientras que las quebradas del Sureste, si bien se dieron por erosión pluvial, son canteras de extracción de Sillar en diferentes puntos de las mismas.

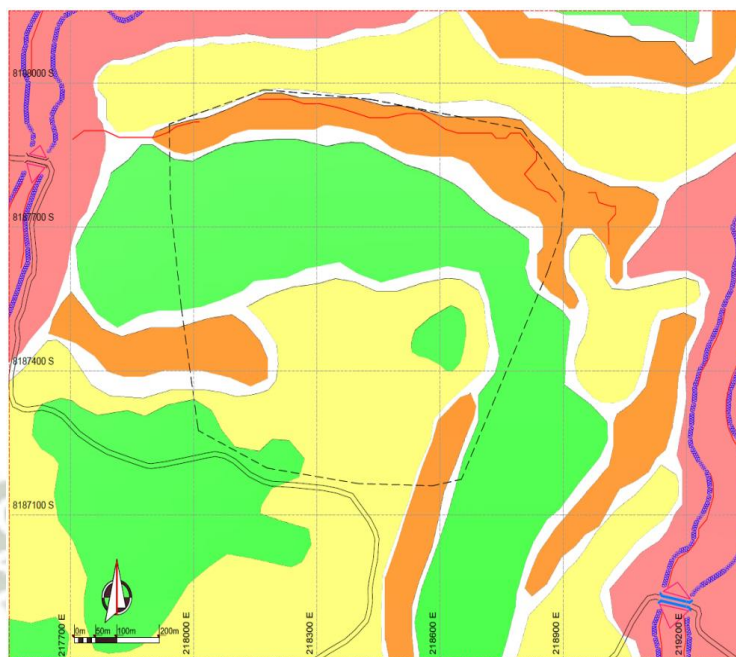


Ilustración N° 151

-  Escarpas o Acantilados.- Pertenecientes a las laderas altas, estos bordes tienen pendientes de entre 80° a 90°
-  Zona de laderas altas.- En esta zona se encuentran áreas con pendientes de entre 25° a 50°, usualmente debido a la erosión del suelo por los corredores pluviales de las torrenteras.
-  Zona de laderas medias.- áreas con 15° a 25° con la presencia de algunos riscos en la zona norte y sureste del terreno
-  Penillanura.- Representa el 52% del terreno, son áreas con pendientes tan bajas que presentan pequeñas ondulaciones de entre 3° a 5° lo que implicará grandes porcentajes de excavaciones para la colocación de las celdas de los rellenos sanitarios.
-  Zona de laderas bajas.- Área con pendientes de 11° a 15°, representa el 43% del terreno con algunas depresiones que podrían marcar pautas para el trazado de las diferentes celdas del relleno sanitario.

Ilustración N° 151: Mapa geomorfológico de Pampa Escalerilla

Fuente: INGEMMET.

2.7. Análisis hídrico

Al Este de la unidad de estudio se encuentra la unión de los caudales de las quebradas de Ciudad Municipal y quebrada

Añashuayco, ambas del distrito de Cerro Colorado, por otra parte esta nueva quebrada (quebrada de las canteras de Añashuayco) contiene

una cadena de yacimientos de sillar blanco por lo que presenta alturas por sobre los 35m de altura.

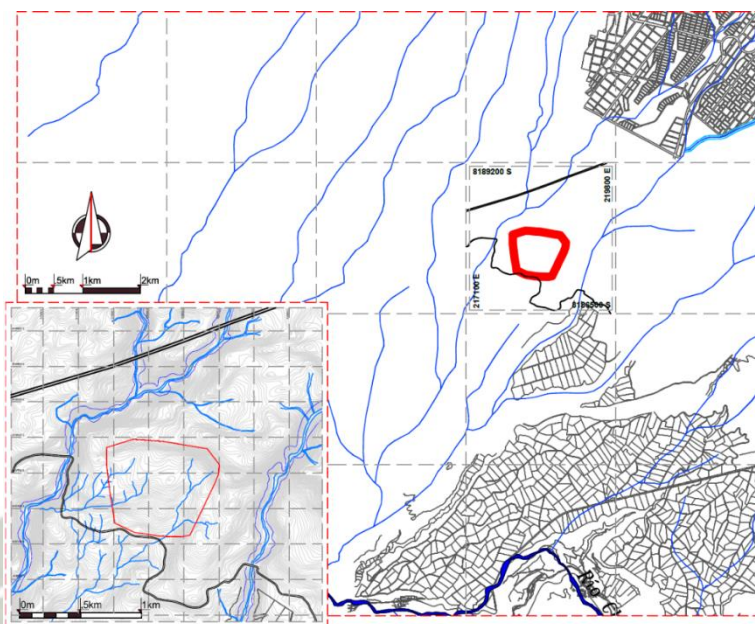


Ilustración N° 152

Al norte encontramos la unión de los caudales de las quebradas provenientes del centro del distrito de Yura con las quebradas provenientes del límite con el distrito de Cerro Colorado, ambas pasando por debajo de los rellenos alveolares realizados para la construcción de la carretera La Joya; ambas quebradas se unen (formando la denominada quebrada La joya) que continúa su caudal rodeando la unidad de estudio con dirección O-SO.

Ambas delimitaciones se encuentran principalmente secas, presentando niveles moderados de caudal (mayor en la quebrada Este) por las precipitaciones presentes en los meses de febrero y marzo, por lo que no presentan peligro para la realización del proyecto.

Dentro del terreno existen dos zonas de drenaje: por una parte existe un drenaje superficial principalmente debido a su topografía) con dirección NO-SO, y por otra parte un drenaje que parte desde la zona central hacia el Oeste; son álveos que simplemente dirigen los cursos de agua hacia los cauces por lo que su presencia no es importante.

Ilustración N° 152: Mapa hidrológico de la zona oeste de la ciudad y de Pampa Escalerilla

Fuente: Atlas ambiental de Arequipa – UNSA 2000.

2.8. Riesgos y peligros

EOLICO

Dicho anteriormente el terreno se presenta en su mayoría compuesto por material volcánico Sencca, el cual por sus características poco compactas es fácilmente erosionable por las corrientes de viento, siendo así, las corrientes de verano erosionan la zona SO (las 3/5 partes del terreno) pero la zona de mayor preocupación es la de las laderas del Norte pues presentan deslizamientos producto de la debilitación por erosión poniendo el peligro las zonas periféricas del proyecto.

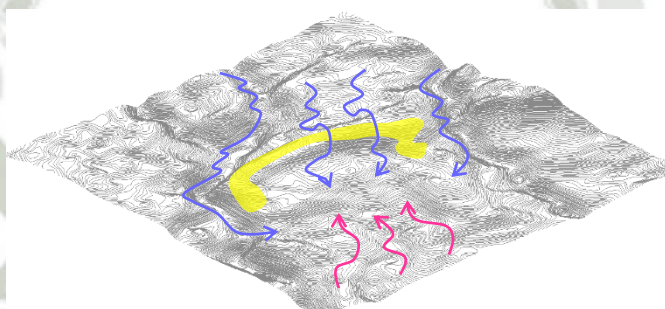


Ilustración N° 153

POR DESBORDE

Se puede presentar en casos de precipitaciones máximas que debido a los rellenos alveolares (de la carretera La joya) se dificulta su drenaje natural concluyendo en la destrucción de los mismos o del desborde superior afectando aún más a los bordes de las quebradas, comunicando y aislando el área de estudio.

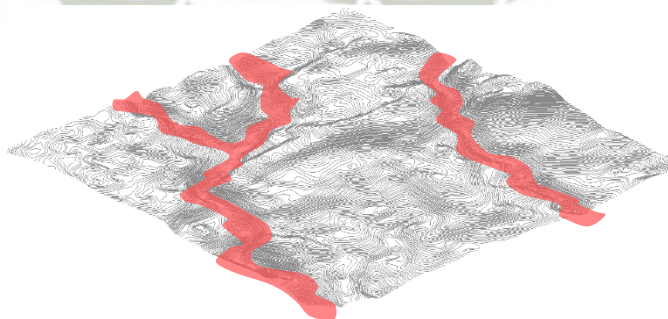


Ilustración N° 154

Ilustración N° 153: Esquema isométrico topográfico para el análisis de riesgos eólicos -Pampa Escalerilla. Elaboración propia.

Ilustración N° 154: Esquema isométrico topográfico para el análisis de riesgos por desborde -Pampa Escalerilla. Elaboración propia.

VOLCANICO

El único volcán activo en la zona es el Misti, y según la localización del área de estudio (26.5km) presentando un nivel de peligro bajo, solo con afectaciones por la caída de cenizas y flujos piroplásticos de menor importancia. Por otra parte son las quebradas las que se verían afectadas por desbordes y erosión de riveras.

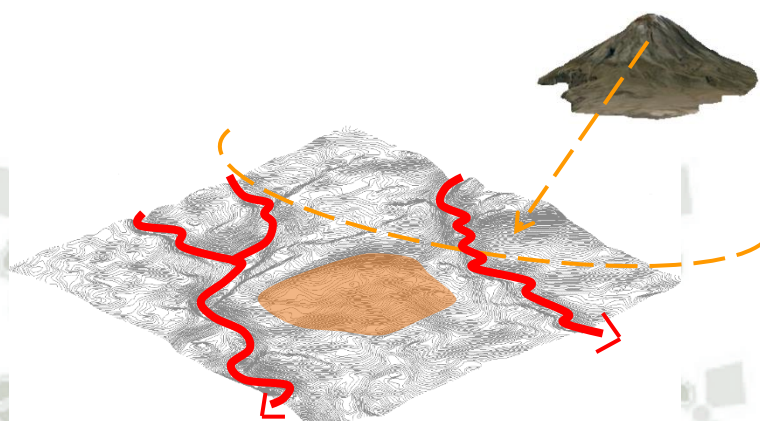


Ilustración N° 155

POR EROSION

Indudablemente la zona más afectada es la quebrada de las canteras de Añashuayco pues recibe mayor litraje proveniente del Norte sumado a la actividad de extracción de Sillar. La segunda zona más afectada es la de la quebrada La joya y junto con ésta las ramadas de alimentación fluvial a lo largo de la misma. Por último se tienen algunas zonas de drenaje (menores) que con el tratamiento adecuado puede resolverse la erosión de las mismas.

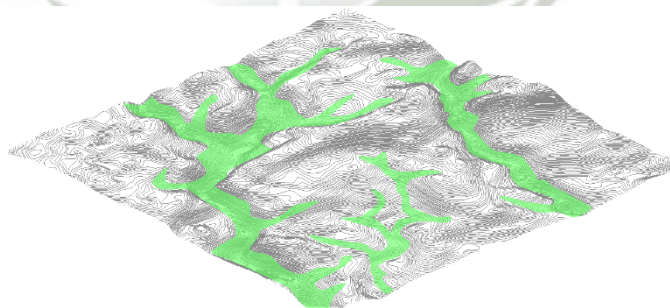


Ilustración N° 156

Ilustración N° 155: Esquema isométrico topográfico para el análisis de riesgo volcánico - Pampa Escalerilla. Elaboración propia.

Ilustración N° 156: Esquema isométrico topográfico para el análisis de riesgos por erosión - Pampa Escalerilla. Elaboración propia.

2.8.1. Mapa resumen de los riesgos y peligros

En el presente mapeo podemos encontrar que la erosión hídrica y del viento, los desbordes, y las inundaciones como efectos de una erupción volcánica condicionan a las quebradas como las zonas de mayor riesgo. Por otro lado las invasiones presentan un avance alarmante pudiendo propagarse más conforme no se tomen medidas. Y por último se tiene una zonificación dentro del terreno afectada por una erosión menor perteneciente al nacimiento de algunas canaletas pluviales.

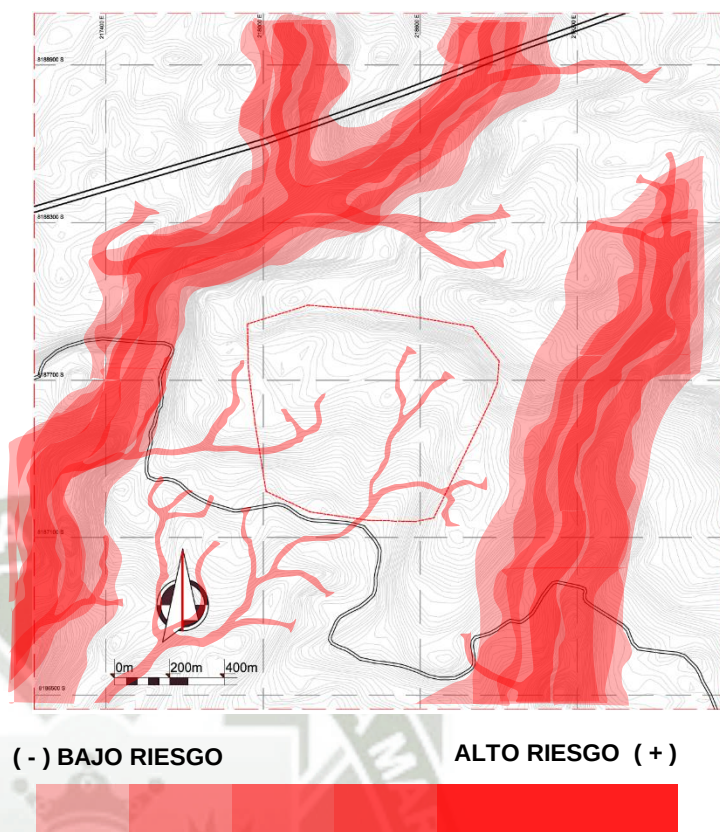


Ilustración N° 157

Ilustración N° 157: Mapeo resumen de las zonas vulnerables del terreno - Pampa Escalerilla. Elaboración propia.

B. CONCLUSIÓN CAPITULAR

A lo largo de la presente investigación se han recopilado los datos suficientes como para poder entender que las actividades propias del manejo de residuos son mayormente desatendidas por nuestras autoridades en casi todos los aspectos, pero que el problema es compartido pues la población forma parte de la problemática (y por lo tanto de la solución), es la población conformista de cómo se desarrolla actualmente el manejo de residuos (lo que no se ve no existe) que pasan por alto el compromiso inherente que se tiene con el habitat, el cual habitamos y con el que satisfacemos nuestras necesidades, pero tenemos que tener también en cuenta el no comprometer las necesidades de las futuras generaciones. Es por ello que se plantea enfrentar el problema desde el obvio punto de limpiar y recuperar lo afectado pero de la mano con la concientización e información de que todos podemos formar parte de la solución.

Así que teniendo presente que la población es parte vital de la solución al problema de la contaminación y degradación del ambiente es que parte del desarrollo del presente proyecto se basa en seguir la directriz de impartir información referente al tema, a la cual pueda acceder toda persona y de un modo sencillo y eficaz para, como un primer paso, saber clasificar sus residuos domiciliarios facilitando su transporte, tratamiento y recuperación, por otra parte el generar concientización sobre los hábitos de consumo, tipología de materiales más adversos, entre otros, como premisas más profundas para estabilizar (o disminuir) la producción per cápita de residuos en la ciudad.

Los residuos generados por la ciudad (distritos urbanos) son en mayoría de origen domiciliario (70.5%) y dentro de este porcentaje se componen en un 65.14% por residuos orgánicos, 12.01% plásticos, 12.27% entre cartón y papel, y 3.90% en vidrio. Dichos residuos tienen un proceso relativamente sencillo para su reciclado, siempre y cuando no estén contaminados con otros residuos, por lo que la planta de tratamiento proyectada no requiere de procesos complejos para la recuperación de estos materiales.

Actualmente Arequipa cuenta con un sistema de recogida de contenedor de acera, el cual consta de la recogida de residuos depositados en contenedores dispuestos a lo largo del recorrido de los vehículos compactadores-recolectores, sin

embargo existen zonas (mayormente los conos urbanos) en donde el sistema de recogida es deficiente o no existe por lo que la recogida se realiza a granel (sistema obsoleto), donde los usuarios esperaban a la llegada de los vehículos de recogida para sacar sus residuos y depositarlos; dirigiéndose posteriormente a los diferentes vertederos ubicados a las afueras de la ciudad. He aquí la importancia de la planta de transferencia actualmente en marcha en el distrito de Cerro Colorado, la cual compacta los residuos reduciendo así los costos de transporte por tonelada generada, y presentándose como la sede del proyecto piloto para la implementación de un sistema de recogida neumática de los residuos de las urbanizaciones de: La libertad, Alto la libertad, Alto victoria, Pachacútec y José Santos Atahualpa, del distrito de Cerro Colorado.

El análisis de la dinámica interna muestra claramente las características físicas necesarias a seguir en cuenta para el desarrollo de una correcta propuesta arquitectónica: la zonificación de las instalaciones encuentra sus premisas tanto por la presencia de los residuos in situ, la orientación optima (Viento, paisaje, soleamiento), la topografía, el análisis hídrico, entre otras; los materiales y el grado de acristalamiento encuentran sus propias premisas por los factores de radiación, temperatura, humedad, etc.; todo en el marco de potenciar eficientemente las instalaciones y minimizar los impactos en el entorno.

Por ultimo ha de recalcar que el proyecto demanda una alta actividad de movimiento de tierras, afectando indudablemente el paisaje actual por lo que, si bien, es necesario para las actividades propias de disposición final de residuos, ha de generarse un plan de rehabilitación del paisaje general y específico según se vayan cerrando las celulas del relleno sanitario. De este modo poder finiquitar el proyecto del tratamiento de residuos para poder iniciar con el proyecto del cambio de uso y poner en marcha el “master plan” del parque metropolitano La Estrella con las edificaciones y actividades culturales pertinentes y necesarias para potenciar el desarrollo (principalmente el cultural) de la ciudad.

CAPITULO VI: PROPUESTA URBANO - ARQUITECTONICA

***LA MATERIA SOMETIDA A ALTAS VIBRACIONES
PIERDE PERCEPCION PARA LOS SENTIDOS.
ES EN ESTE PUNTO,
CUANDO SE CONVIERTE EN ENERGÍA.***

-Albert Einstein-.

A. ANÁLISIS PRELIMINAR

1. Análisis del contexto interno (Pampa Escalerilla)

Actualmente el terreno es una zona degradada y mal vista, principalmente por la continua disposición final de RSU en el 80% de su área por parte de las diferentes municipalidades de la ciudad de Arequipa, su área es considerablemente amplia (59.5 ha.) por lo que un plan de acción para la recuperación de la misma es necesario. La propuesta urbana esta encausada a realizarse en tres macro-etapas: la primera, para la recuperación del terreno afectado por los RSU; la segunda, para la utilización del terreno como relleno sanitario para albergar los RSU considerados como rechazos (no recuperables), es decir, el mismo uso que se ha venido teniendo pero con las condiciones óptimas para salvaguardar el entorno y tener un control sobre el mismo después de su tiempo de funcionamiento; y una tercera, de cierre de funciones como relleno sanitario, para la aplicación y puesta en marcha de un plan de paisajismo urbano.

A lo largo del tiempo en funcionamiento (un tiempo de 43 años), el proyecto ha de recuperar materia valiosa mediante el reciclaje y captar gases de descomposición provenientes del RSa para su licuación y/o utilización como combustible. La tipología arquitectónica está enmarcada en la realización de una PLANTA DE TRATAMIENTO INDUSTRIALIZADA DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS como objetivo específico para enfrentar el problema de la disposición final de RSU generados por la ciudad de Arequipa, sin embargo, a diferencia de las antiguas plantas con una caracterización aislada de su entorno (tanto física como informativa) estas instalaciones entablan un vínculo con su entorno, son la historia y principalmente con las personas al abrir la posibilidad de ser visitada y de generar la tan difícil concientización de la población en temas del cuidado del medioambiente mediante la correcta disposición de los residuos que genera, así mismo contara con áreas de capacitación en un avance en educación medioambiental para personas especializadas en este asunto.

1.1. Análisis físico espacial

Consultar Plano de ubicación y localización (TOMO I)

1.2. Análisis topográfico y geomorfológico

Consultar Plano topográfico (TOMO I)

En cuanto a la geomorfología (definida por la topografía) se encuentra compuesta por 3 áreas bien definidas por la distancia horizontal de las líneas topográficas verticales, mientras más juntas más pronunciada la pendiente, teniendo zonas de laderas altas, medias y bajas.

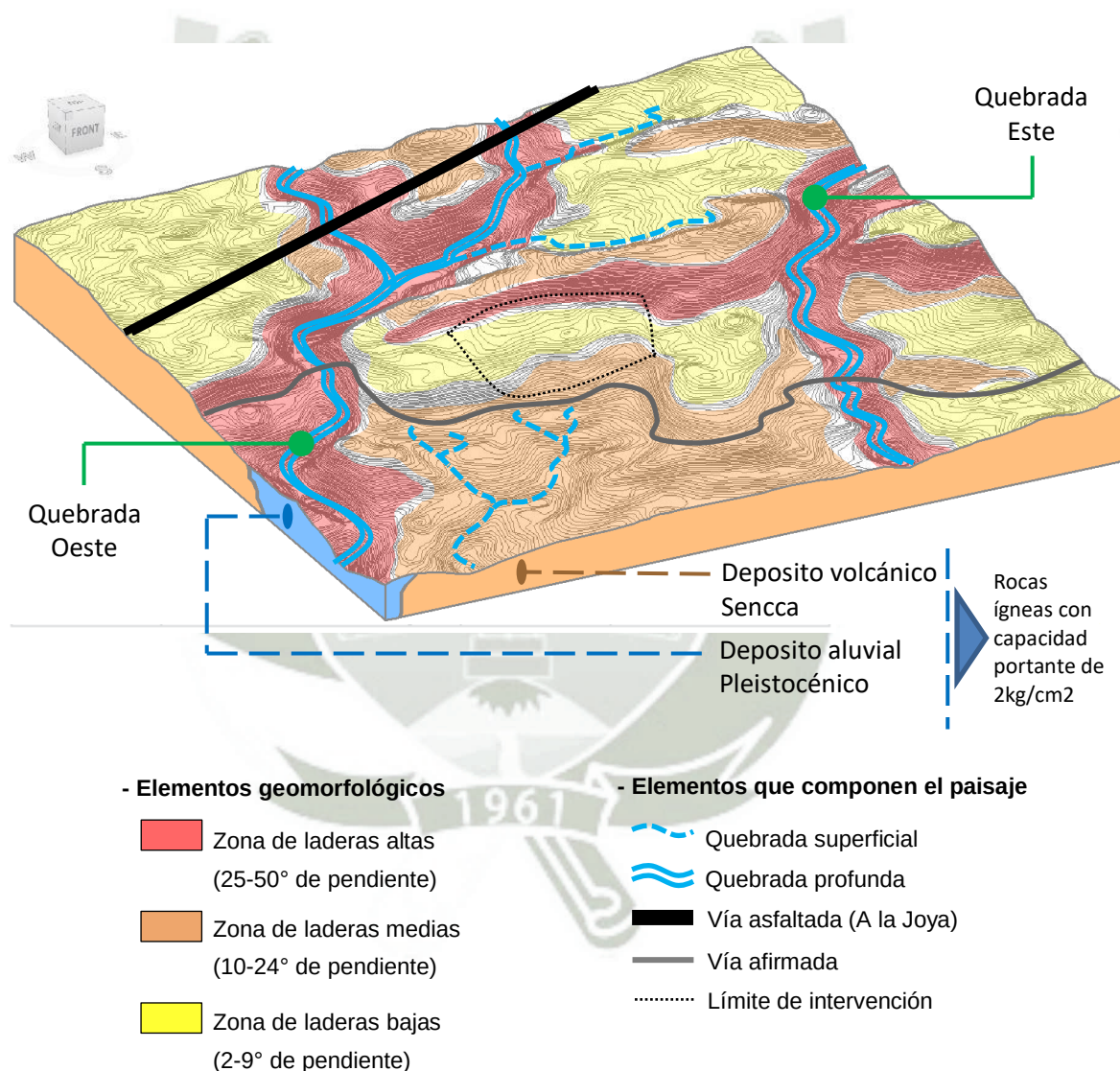


Ilustración N° 158

Ilustración N° 158: Zonificación geomorfológica de la isometría topográfica del área de intervención y alrededores.

Edición: Propia

Fuente: INGEMMET, Atlas ambiental de Arequipa – UNSA 2000.

1.3. Análisis de accesibilidad

Tomando como punto de referencia los centros de cada distrito se dispone a hacer una ruta general de recogida de RSU destinada a la planta de transferencia en el distrito de Cerro Colorado (kilómetro 4.64 de la Vía de Evitamiento) para que en ella se puedan compactar los residuos y ser transportados en gran tonelaje hacia la planta de segregación proyectada. Las distancias de los distritos, así como la de la Planta “La Escalerilla” hacia la Planta de transferencia se encuentran en la Tabla N° 27 mientras que las rutas se pueden ver en la Ilustración N°159.

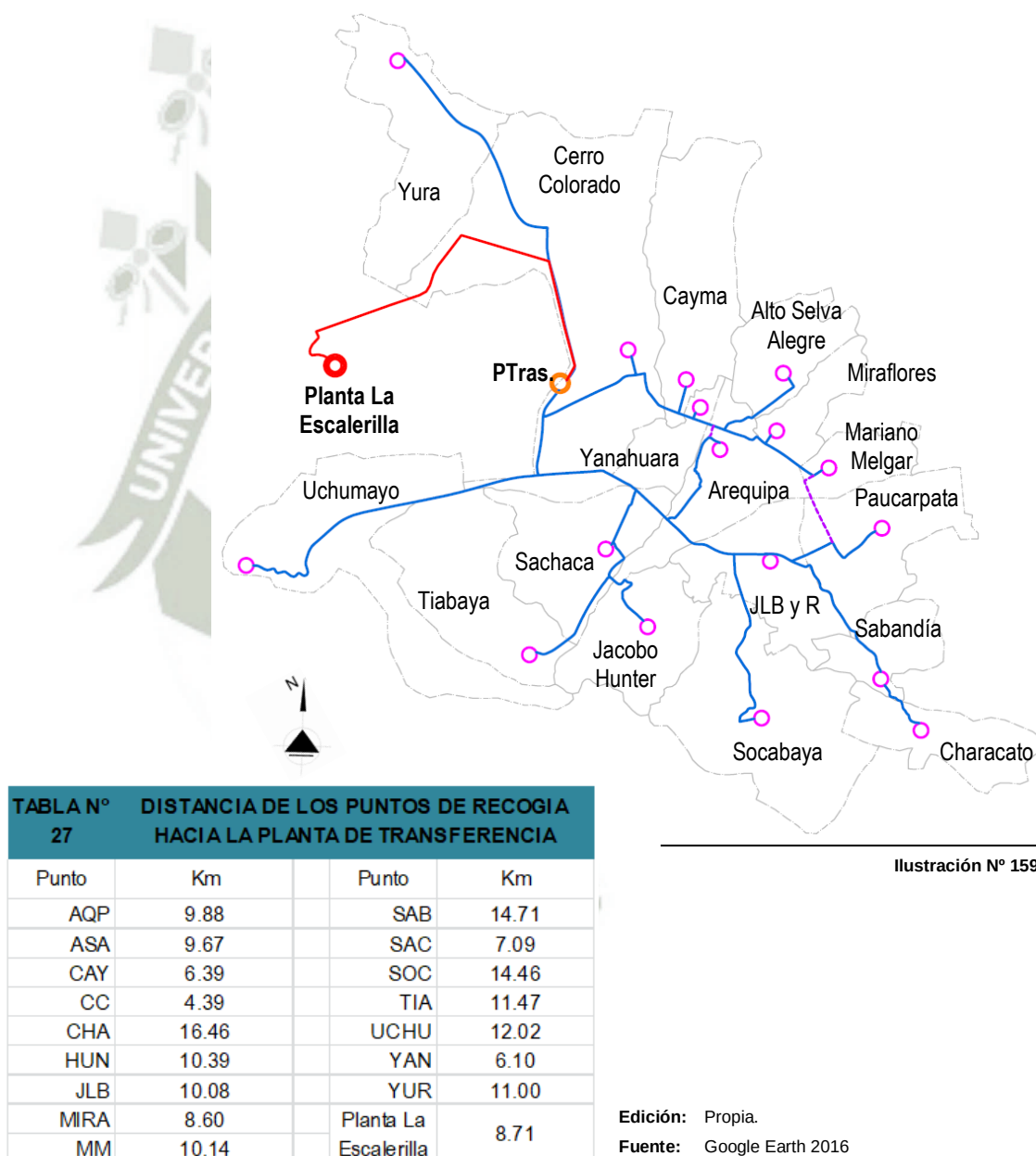


Ilustración N° 159: Mapeo de las rutas de recolección distrital de RSU hacia la planta de transferencia y la planta La Escalerilla.
Edición: Propia
Fuente: Google Earth 2016.

1.4. Análisis climático

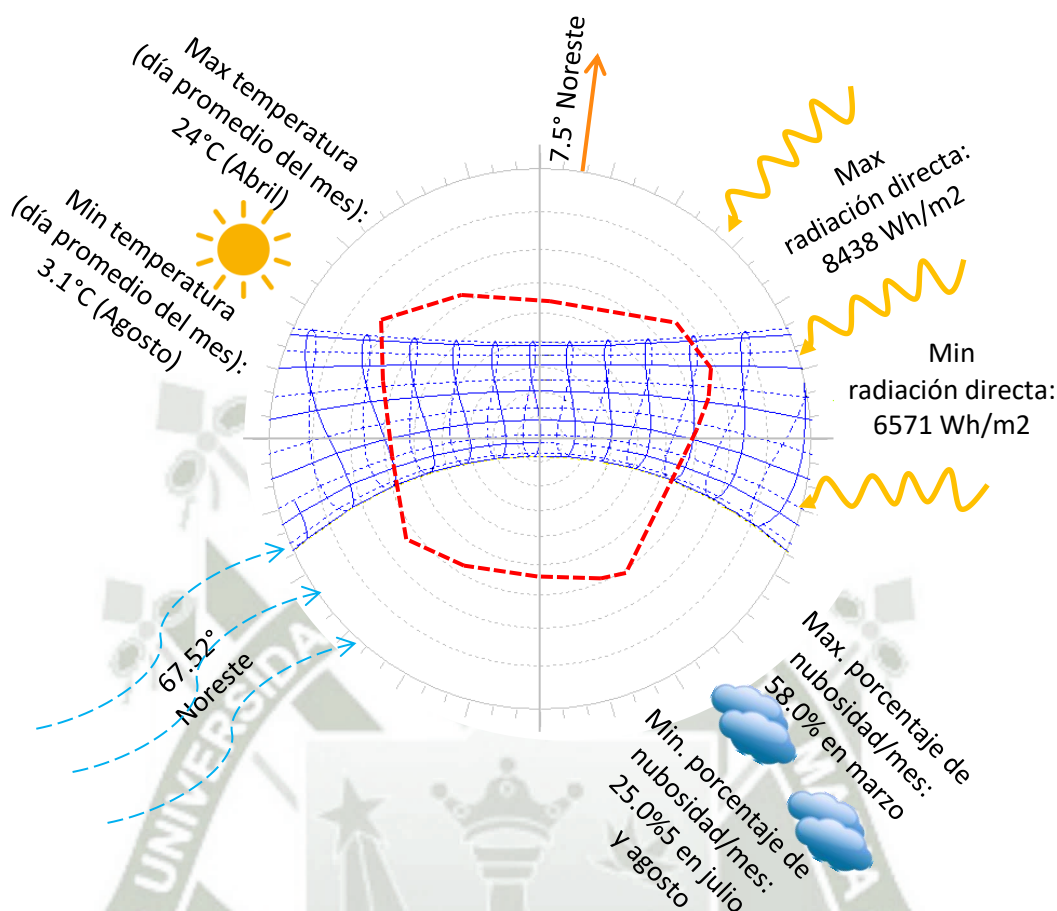


Ilustración N° 160

La radiación del emplazamiento ha de ser importante para determinar cuánto y en qué meses se da la mayor radiación solar para que sea posible aprovechar como fuente de energía, esto de la mano con una correcta orientación de las celdas fotovoltaicas, las cuales se encontrarían a 7.5° noreste de dirección; otro factor importante a tomar en cuenta dentro de este punto es la nubosidad que podría presentarse, la cual ha de ser prevista para poder realizar un cronograma de captación de energía solar eficiente para el auto-sustento de la planta de segregación.

En cuanto al confort ambiental es importante tener en cuenta la dirección predominante del viento para que en función de esta el soleamiento de los ambientes, y su consecuente alza de temperaturas pueda ser contrarrestado con un diseño medioambiental eficiente.

Ilustración N° 160: Diagnostico climático del área de intervención.

Edición: Propia

Fuente: Weather Tool © - Autodesk, Inc.

B. CONCEPTULIZACIÓN DEL PROYECTO

REUTILIZACIÓN DEL AGUA



Pasar de una utilización desmesurada de agua, a un retratamiento de aguas grises como agua de regadío o evacuación de aguas negras.

REUTILIZACIÓN DEL SUELO



Ubicación del proyecto en un punto geográfico en degradación, y consiguientemente que sirva como un punto verde de reciclaje.

ENERGIA RENOVABLE



Pasar de una utilización desmesurada de energías a un abastecimiento y utilización de energías renovables para el desenvolvimiento de actividades.

Ilustración N° 161

Ilustración N° 161: Ilustración conceptual del proyecto. Elaboración propia.

C. PROGRAMACION URBANA

1. Tamaño poblacional y cantidad de RSU producidos

Se comienza con los cálculos preliminares de población, producción per-cápita, y sus respectivas proyecciones para determinar el volumen total de RSU que han de tratarse por año y el acumulado que el RSa en proyección pueda albergar, así se determinara: el tiempo de vida útil de operaciones de la Planta de segregación, la tipología de espacios necesarios, y las áreas necesarias para cada espacio.

1.1. Proyección demográfica

La dinámica del crecimiento poblacional es desacelerada, es así que en base a los datos poblacionales de 2007 (censo poblacional: 814,740 hab.) y 2012 (Proyección PIGARS 2013: 886,708 hab.) se estima el siguiente cuadro de proyección exponencial poblacional:

Tabla N° 28 PROYECCION ESTADISTICA POBLACIONAL								
Año	2007	2012	2013	2014	2015	2020	2025	2030
Poblacion	814,740	886,708	900,323	913,619	926,595	986,721	1,039,169	1,084,453
Año	2035	2040	2045	2050	2055	2060	2065**	
Poblacion	1,123,219	1,156,175	1,184,032	1,207,465	1,227,101	1,243,503	1,257,166	

Edición: Propia.
Fuente: Proyección en base a PIGARS 2004 Y 2013
** Año aproximado de cese de actividades

1.2. Proyección de producción per cápita

El desarrollo que se ha tenido de la producción per cápita de RSU es de 0.69kg/hab/d en 2003 (PIGARS 2004) y consiguientemente de 0.70kg/hab/d en 2012 (PIGARS 2013) por lo que partiendo desde estos valores conocidos se realiza una proyección exponencial, determinando el siguiente cuadro:

Tabla N° 29 PROYECCION ESTADISTICA DE PRODUCCION PER CÁPITA								
Año	2003	2012	2013	2014	2015	2020	2025	2030
Prod. PC (kg/hab/d)	0.690	0.700	0.698	0.699	0.700	0.706	0.712	0.718
Año	2035	2040	2045	2050	2055	2060	2065**	
Prod. PC (kg/hab/d)	0.725	0.731	0.737	0.743	0.750	0.756	0.763	

Edición: Propia.
Fuente: Proyección en base a PIGARS 2004 Y 2013
** Año aproximado de cese de actividades

1.3. Proyección de la producción de RSU

La cantidad de residuos sólidos urbanos generados se obtiene mediante la multiplicación de la generación per cápita por la correspondiente población servida del mismo año; siendo así se procede a cruzar los datos para la obtención del tonelaje de RSU:

Tabla N° 30 PROYECCION ESTADISTICA DE LA PRODUCCION DE RSU						
Año	2017*	2020	2025	2030	2035	2040
Prod. De RSU (ton/d)	668.77	697.01	740.32	779.18	813.92	844.95
Año	2045	2050	2055	2060	2065**	
Prod. De RSU (ton/d)	872.70	897.57	919.95	940.20	958.65	

Edición: Propia.

Fuente: Datos anuales de la producción per cápita y la población urbana

* Año de inicio de actividades

** Año aproximado de cese de actividades

2. Segregación de residuos reaprovechables

2.1. Reciclaje de residuos reaprovechables

Como se había comentado anteriormente en el punto “Segregación de residuos reaprovechables” del Marco Real: para el 2010 ya había entrado en vigencia el PLANAA, dentro del cual se proponía la meta de reciclar el 100% de los residuos reaprovechables para el año 2021, y que para el año 2012 se inicie con el reciclaje del 30% de dichos residuos. Por otra parte dentro de los informes anuales de residuos sólidos en el Perú se llegó a la conclusión de que la cantidad de residuos reaprovechables dentro de los RSU ascendía a un 80.80% del total⁽⁶⁹⁾, realizando esta proyección para los años venideros; dentro de los últimos dos informes anuales, del año 2011 y 2012 respectivamente, la región de Arequipa tan solo había avanzado un 0.57% en el 2010, un 1.59% en el año 2011, y un 4.49% en el 2012, del objetivo del reciclaje del 100% para el año 2021, así que partiendo de estos valores se realiza una proyección mediante una línea de tendencia lineal del avance de la meta, inicialmente planteada alcanzar para 2021. Los resultados finalmente se exponen en la tabla N°31

⁶⁹: Cuarto informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en Perú - 2011

TABLA N° 31 PROYECCION ESTADISTICA DEL AVANCE PORCENTUAL DE LA META DE RECICLAJE DISPUESTA POR EL PLANAA								
Año	2010	2011	2012	2017*	2020	2025	2030	2035
% de reciclaje logrado	0.57%	1.59%	4.49%	13.98%	19.86%	29.66%	39.46%	49.26%
Año	2040	2045	2050	2055	2060	2061***	2065**	
% de reciclaje logrado	59.06%	68.86%	78.66%	88.46%	98.26%	100.00%	100.00%	

Edición: Propia.

Fuente: Cuarto y Quinto informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en Perú – 2011 y 2012

* Año de inicio de actividades

** Año aproximado de cese de actividades

*** Año en el cual se alcanzaría realizar el 100% del reciclaje

2.2. Residuos restantes post-segregación (rechazo)

Una vez teniendo los datos de producción de RSU se procedió a extraer la cantidad que no es reaprovechable (19.20%)⁽⁷⁰⁾, posteriormente se calculó la cantidad de residuos reaprovechables no reciclados; finalmente se suman la cantidad de RSU no reaprovechables y los residuos no llegados a ser reciclados para de este modo obtener la cantidad de rechazo que la planta destinará al relleno sanitario; la Tabla N° 32 muestra los datos anteriormente mencionados.

TABLA N° 32 PROYECCION ESTADISTICA DE LA PRODUCCION TOTAL DE RECHAZO						
Año	2017*	2020	2025	2030	2035	2040
Prod. De RSU (ton/año)	240,758.23	250,922.82	266,516.27	280,504.26	293,011.64	304,183.50
RSU no reaprov. (19.20%)	46,225.58	48,177.18	51,171.12	53,856.82	56,258.24	58,403.23
Residuos no reciclados	86.02%	80.14%	70.34%	60.54%	50.74%	40.94%
	167,336.98	162,480.36	151,473.77	137,212.36	120,128.68	100,622.44
Rechazo total	213,562.56	210,657.54	202,644.90	191,069.18	176,386.91	159,025.67
Año	2045	2050	2055	2060	2065**	
Prod. De RSU (ton/año)	314,171.41	323,124.19	331,182.06	338,473.44	345,114.00	
RSU no reaprov. (19.20%)	60,320.91	62,039.84	63,586.96	64,986.90	66,261.89	
Residuos no reciclados	31.14%	21.34%	11.54%	1.74%	0.00%	
	79,049.05	55,715.40	30,880.47	4,758.67	0.00	

Edición: Propia.

Fuente: Producción anual de residuos urbanos; Cuarto y Quinto informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en Perú – 2011 y 2012

* Año de inicio de actividades

** Año aproximado de cese de actividades

⁷⁰: Cuarto informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en Perú – 2011

3. Área y volumen necesarios para el Relleno Sanitario

A partir de los valores de las tablas anteriores podemos elaborar un reporte final, donde se muestran valores como la cantidad acumulada de residuos recolectados y recepcionados, la cantidad de residuos separados de un primer nivel de reciclaje en la planta de tratamiento, la cantidad de subproductos reciclados dentro de la planta de tratamiento, y el volumen de residuos sin utilidad (rechazo) destinados al relleno sanitario, para finalmente con todos estos datos determinar la cantidad de cobertura necesaria y el volumen y área necesarios para la puesta en marcha del relleno sanitario Pampa Escalerilla; el reporte completo se encuentra en el Anexo N°02.

Finalmente se define el año de cese de actividades del proyecto, el cual está dado por los residuos de rechazo acumulados durante todo el periodo de operaciones, el cual llega a su máxima capacidad en el año 2060 con un acumulado de 13'781,273.61m³.

Área total del terreno511, 209.50m²

Área disponible para vertido460,088.55m²

(Descontando vías y áreas de
Construcción, 10%)

Tipo de vertido.....Área y trinchera
(Sistema mixto)

**Altura promedio de las
celdas del relleno sanitario**..... 30.00m
(20 excavados, + 10 de relleno)

**Capacidad volumétrica
del sitio**13,802,656.50m³
(Área disponible x altura)

Año de inicio de actividades..... 2017

Año del cese de actividades..... 2060

Vida útil aproximada del proyecto 43 años

4. Diagrama de flujo

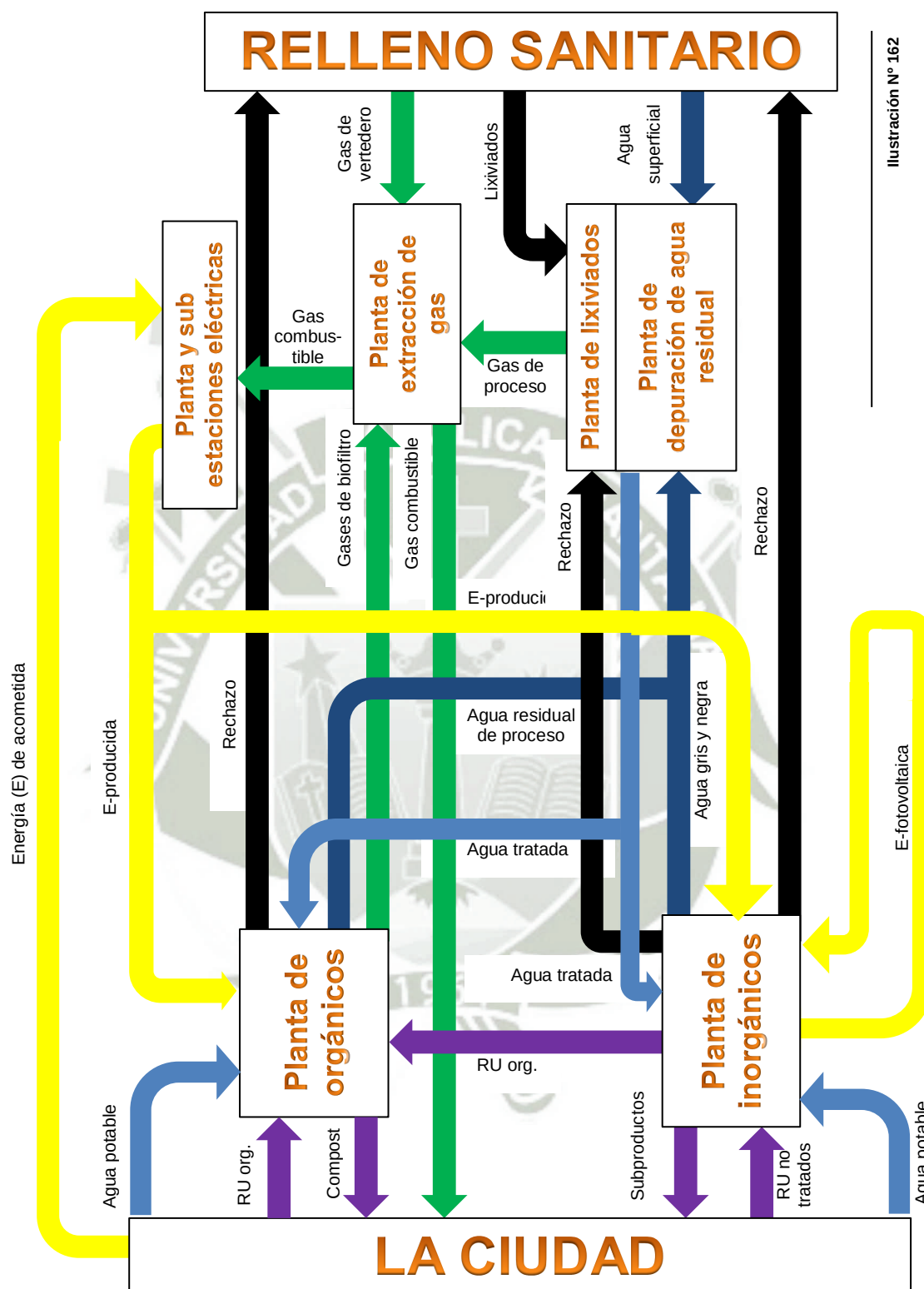


Ilustración N° 162: Diagrama de funcionamiento del sistema urbano del proyecto.
Elaboración propia.

5. El programa

TABLA N° 33		PROGRAMACION URBANA CUANTITATIVA		
REQUERIMIENTO ESPACIAL		ESPACIOS	ÁREA CONSTRUIDA	ÁREA LIBRE
AREAS DE PROCESOS INDUSTRIALES			33,471.51	30,124.74
Instalaciones de pesaje				
Planta de segregacion de residuos		1	9,969.01	6,342.50
Planta de copostaje		1	4,775.00	7,535.00
Planta de biometanizacion		1	3,388.00	1,362.00
Planta de hidratacion y deshidratacion		1	1,387.00	2,887.44
Planta de extraccion de gas		1	1,500.00	2,775.00
Planta de tratamiento de lixiviados		1	1,500.00	2,775.00
Planta de tratamiento de aguas residuales		1	850.00	1,572.50
Puesto de avanzada de extraccion de agua subterraneo		1	1,200.00	2,220.00
Torres de control y extraccion de gases		265	2,252.50	1,959.68
Puntos de control y extraccion de lixiviados		66	0.00	695.63
Torres de captacion de energía solar		4	2,600.00	0.00
Torres generadores de energía eolica		4	2,600.00	0.00
Subestacion electrica		2	1,450.00	0.00
AREAS DE ESPARCIMIENTO			10,704.52	151,611.12
Área de camping		1	10,704.52	30,584.35
Áreas recreativas		3	0.00	55,658.54
Áreas deportivas (de aventura)		2	0.00	48,521.95
Áreas deportivas		2	0.00	72,504.82
AREAS CULTURALES			1,763.05	75,777.25
Guarderia		1	250.00	125.00
Áreas de exhibicion		2	1,513.05	75,652.25
OTRAS			277.50	416.25
Estacionamiento		estimado	277.50	416.25
TOTAL			46,216.58	257,929.36

Fuente: Elaboración propia.

D. LA PROPUESTA URBANA

1. Idea Conceptual urbana

La reforma del actual estado funcional (actividades), cultural (usuario) y físico espacial (lugar) de la ciudad de Arequipa en torno a su dinámica de tratamiento de residuos sólidos.

Los aspectos funcional y cultural se manejan a escalas metropolitanas, mientras que el aspecto físico espacial se centra en la recuperación de las zonas degradadas por el mal tratamiento de residuos sólidos que ha venido teniendo la ciudad de Arequipa.

- Mediante la propuesta urbana se propone el cambio (reforma) de la dinámica actual del tratamiento (actividad) de los RSU, desde su recolección hasta su disposición final, esto como respuesta directa a la problemática.
- La propuesta plantea la reforma del terreno donde se emplaza (lugar) recuperando dicha área degradada por vertidos sin tratamiento de RSU (primera macro-etapa del proyecto), poniendo en marcha el RSa Pampa Escalerilla (segunda macro-etapa del proyecto).
- Al cabo del término de su funcionamiento como RSa el proyecto se acondicionará para la puesta en marcha de la tercera macro-etapa, el desarrollo del PMPE donde se plantea continuar con las actividades culturales con mayor énfasis mediante nuevas actividades como un nuevo lugar para generar nuevos usuarios, y nuevas conciencias.
- Finalmente expandir la acción de “reforma” mediante la concientización de la población (usuario) mediante la exposición del antiguo método de tratamiento (tipo museo), realizando actividades culturales en cada una de las diferentes áreas del nuevo PMPE.

2. Sistema de ordenamiento territorial

2.1. Comprendiendo el lugar

Para una correcta interpretación del “lugar” es necesario valorizarla por sectores, para que de este modo podamos sectorizar mejor las áreas del partido a proyectar, dicho análisis se puede apreciar entre las ilustraciones N°163 y N°168; los aspectos

más importantes a tomar en cuenta fueron el soleamiento y la dirección de los vientos, por otra parte se tomó en cuenta la cercanía de vías de acceso, los valores de las pendientes de la topografía y la presencia de quebradas hídricas. Finalmente se obtiene un cuadro de valorización resumen donde podemos ver las zonas más favorables, para de esta manera tener una idea más precisa de donde emplazar las diferentes partes del partido.

Topografía

Los valores están definidos por las pendientes dentro de los cuadrantes, mientras las líneas de nivel están más juntas existe una pendiente mayor, por lo que el valor es menor.

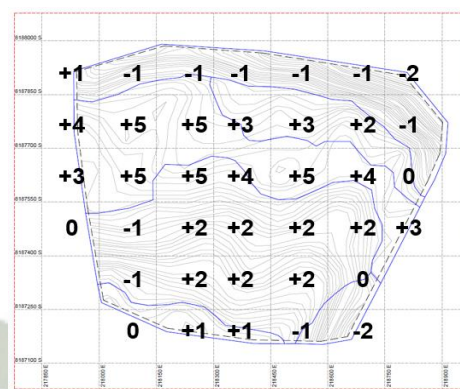


Ilustración N° 163

Accesibilidad

Los valores están definidos por la proximidad a las vías de acceso existentes, los valores más altos (+2) están dados por la presencia de vías asfaltadas (carretera Arequipa – La Joya, los siguientes valores (+1) están dados por la presencia de vías afirmadas, y por último los valores más bajos están definidos por la inexistencia de vías o cuadrantes internos en el terreno.

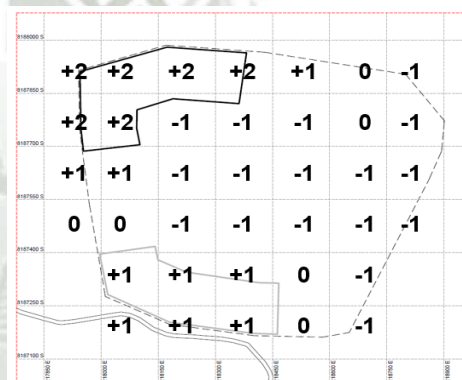


Ilustración N° 164

Incidencia de vientos

Los valores negativos se muestran en las periferias de los cuadrantes que recibirán mayor impacto eólico, mientras que los valores mayores se adentran en el terreno porque se cuenta con área suficiente como para crear barreras de protección.

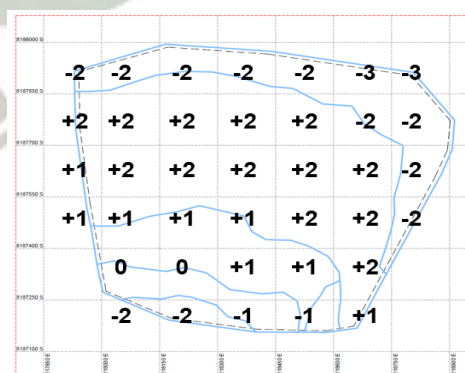


Ilustración N° 165

Ilustración N° 163: Valorización utilitaria de la topografía. Elaboración propia.

Ilustración N° 164: Valorización utilitaria de la accesibilidad. Elaboración propia.

Ilustración N° 165: Valorización utilitaria de la incidencia de vientos. Elaboración propia.

Hidrografía

Los valores están definidos por la presencia de quebradas, o inicio de estas, mientras más presencia tengan dentro de un cuadrante menor será el valor del mismo.

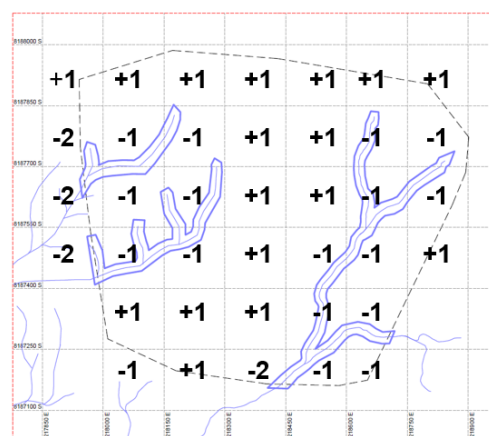


Ilustración N° 166

Presencia de Residuos de vertedero

Los valores se presentarán más negativos conforme mayor sea el área afectada dentro de cada cuadrante, el área que se encuentra con un doble polígono representara menores valores para el cuadrante.

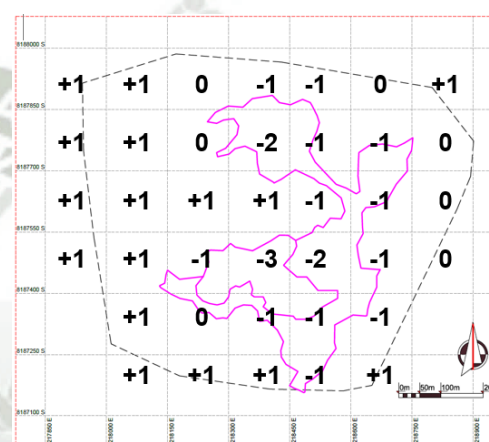


Ilustración N° 167

Cuadro resumen

-5	-4	-3	
-2	-1	0	
1	2	3	
4	5	6	
7	8	9	

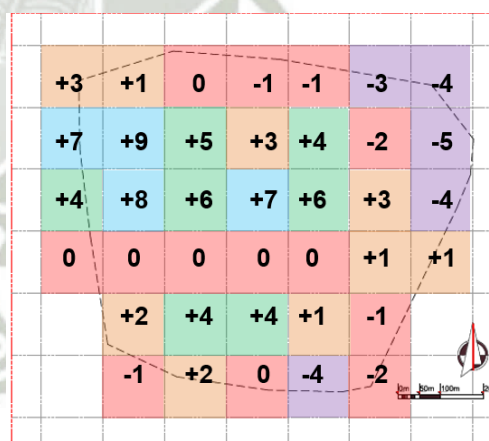


Ilustración N° 168

Ilustración N° 166: Valorización utilitaria de la hidrografía. Elaboración propia.

Ilustración N° 167: Valorización utilitaria de la presencia de agentes contaminantes. Elaboración propia.

Ilustración N° 168: Valorización utilitaria resultante. Elaboración propia.

2.2. Orden y geometría

Una vez finalizada la primera macro-etapa se procede a organizar el terreno mediante ejes, en este caso se toman como ejes directrices el soleamiento óptimo, $N(7.5^\circ)E$, y la dirección de los vientos, $N(67.52^\circ)E$.

Al tratarse de una estructura de gran tamaño se planea aprovechar la incidencia solar en los techos para la captación de energía solar, de ahí el eje de incidencia solar, mientras que el eje de vientos se toma en cuenta para una correcta ventilación de las áreas industriales. Estos ejes se intersectan en el medio del terreno y posteriormente se procede a generar ejes proporcionales paralelos y perpendiculares que ayudan al ordenamiento interno del proyecto.

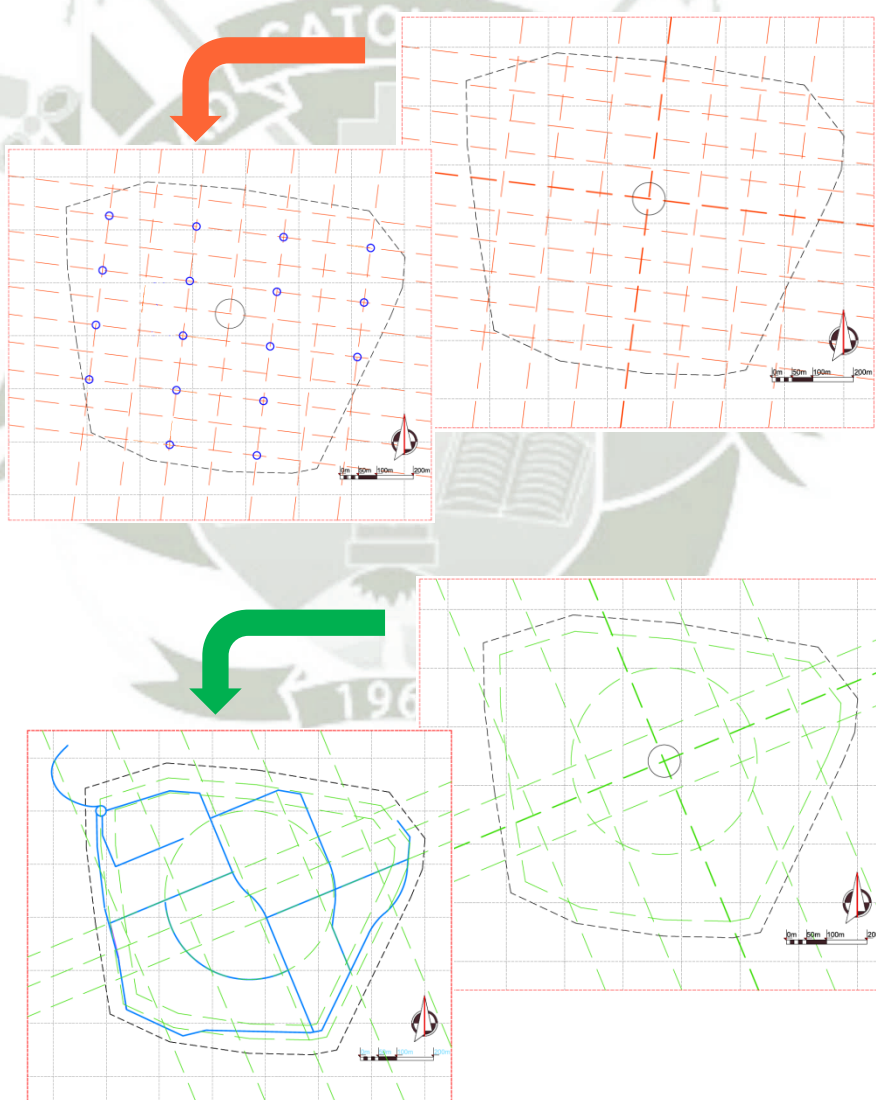


Ilustración N° 169

Ilustración N° 169: Disposición de los ejes ordenadores, eje solar y eje de vientos. Elaboración propia.

Sobre el eje de soleamiento se posicionan todas las estructuras físicas del partido, se sirve del plano reticular de dicho eje para generar una disposición repetitiva y simétrica de hitos arquitectónicos a lo largo y ancho del terreno, mientras que sobre el eje de vientos se disponen las diferentes tipologías de vías vehiculares, tránsito ligero pesado, de depósito de rechazo, etc.

3. Sistema funcional

De acuerdo al análisis valorativo dado al terreno, y orientados por la trama geométrica-vial se componen las zonificaciones siguientes:

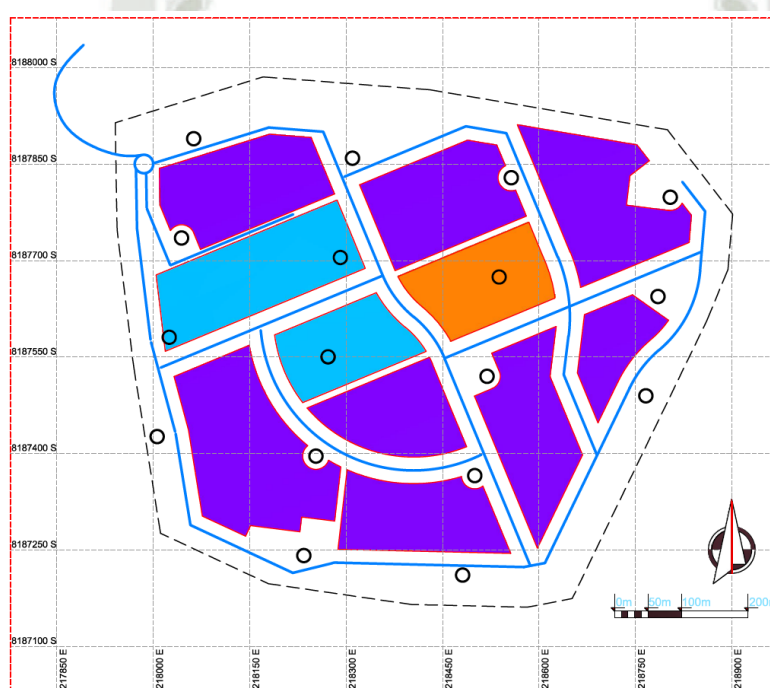


Ilustración N° 170

Las áreas industriales tienen los cuadrantes con los más altos valores puesto que necesitan de las mejores condiciones físicas y ambientales para poder desarrollar sus actividades de la mejor manera.

Las demás áreas son designadas para albergar las diferentes celdas de clausura de los RSU no reaprovechables (el resto) conformando así el área del RSa Pampa Escalerilla.

Ilustración N° 170: Zonificación de las actividades del proyecto (segunda macro-etapa). Elaboración propia.

 Dentro del proyecto se designa un área libre de instalaciones industriales y áreas destinadas al RSa, simplemente se realiza una limpieza y una preparación del terreno para poder albergar la arquitectura de hospedaje que será parte del proyecto de cierre del RSa para la conversión del mismo.

4. Sistema formal

Para dar paso al funcionamiento de la segunda macro-etapa se plantean instalaciones de recolección de lixiviados, captación de gas metano (en su mayoría), puntos designados para la captación y transformación energía para el funcionamiento de las instalaciones de tratamiento y segregación, así como para las de descomposición y maduración de compost; dichas instalaciones se disponen de la siguiente manera:

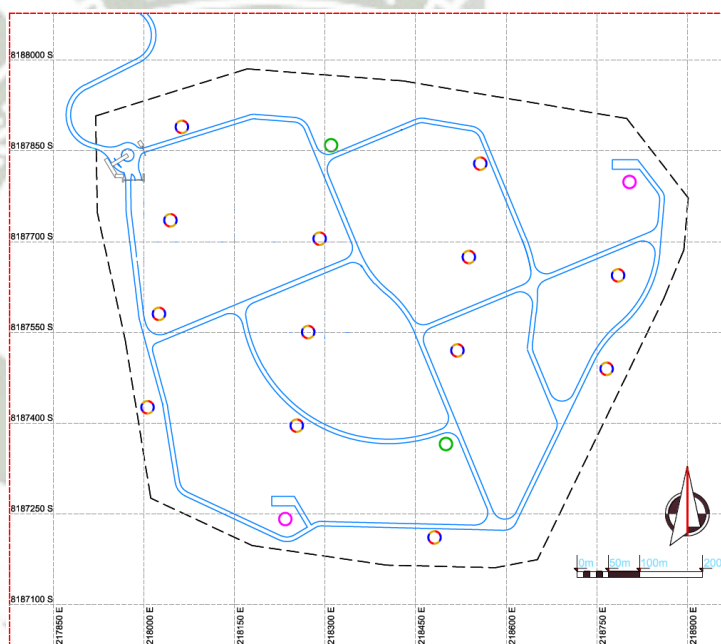


Ilustración N° 171

 Son las instalaciones de captación y recolección de lixiviados (al sur) y gas (al norte) productos de la descomposición de los rechazos dentro de las celdas del RSa. El ingreso a dichas instalaciones es restringido.

Ilustración N° 171: Zonificación de los elementos urbanos dentro del terreno. Elaboración propia.



Son locaciones en las cuales se dispone de instalaciones menores que sirvan de apoyo a las actividades en cada una de las nuevas zonificaciones después del plan de cierre del proyecto, algunas de estas actividades pueden ser cafeterías, comedores, tiendas, puntos de mantenimiento y de servicio, entre otros.



Son los puntos donde se encuentran las subestaciones de energía, una que recepciona la energía de la acometida urbana mientras que la otra opera como estación de almacenaje de energía y redistribución de la misma a otras instalaciones del proyecto o a instalaciones fuera de él si se llegara a producir mucha más energía que la que se utiliza.

5. Sistema de captación de gas, lixiviados, y aguas residuales

Las pendientes en la topografía nos ayudan a distribuir los flujos tanto de los gases del RSa como los lixiviados y aguas residuales del complejo a sus determinadas plantas de extracción y tratamiento, la Planta de extracción de gas se ubica en el NE del complejo donde se halla la cota más alta, mientras que la Planta de tratamiento de lixiviados y aguas residuales se encuentra en el Sur donde se halla la cota más baja.

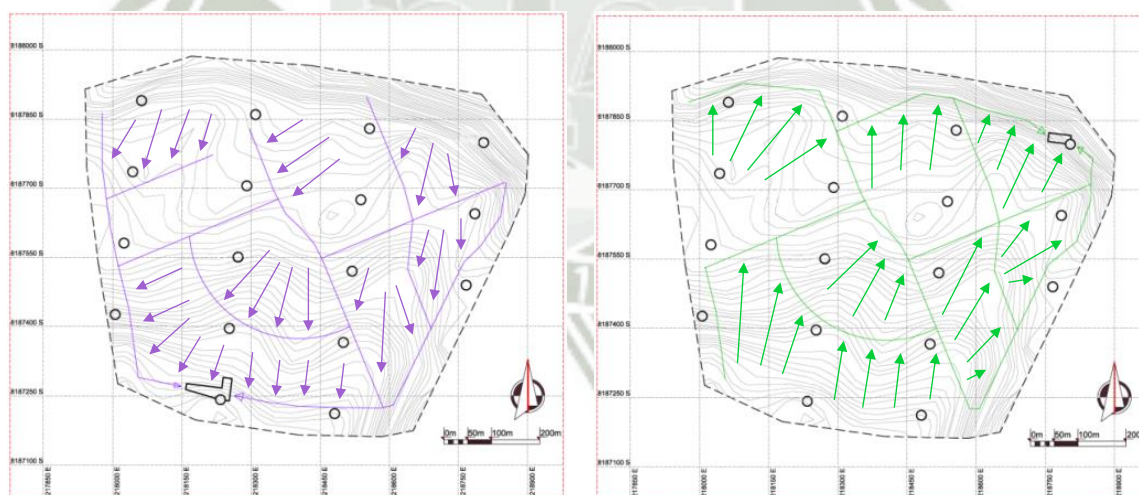


Ilustración N° 172

Ilustración N° 172: Diagrama de canalización para la recepción de lixiviados y gases producidos dentro del relleno sanitario.
Elaboración propia.

6. Sistema de protección de agentes externos

Una vez teniendo una sectorización del área del proyecto se procede a proponer masas arbóreas a lo largo de los bordes Suroestes de cada una de los sectores (el grosor de dichas masas dependerá de las actividades del sector) para la protección de los mismos frente a la incidencia de vientos; por otra parte se complementa el diseño natural al proponer masas arbóreas a lo largo de la vía circular concéntrica y algunas masas menores en las áreas de exhibición y las áreas recreativas.

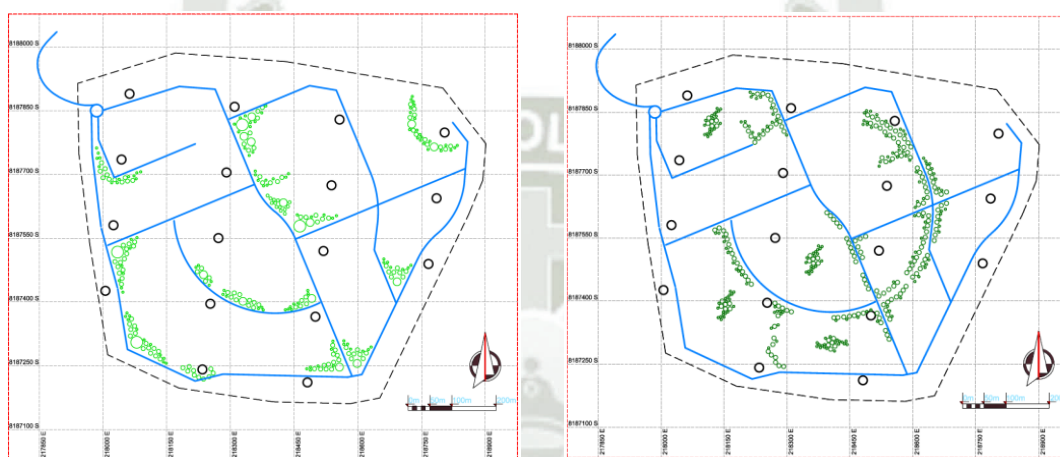


Ilustración N° 173

Ilustración N° 173: Diagrama de disposición de los macizos forestales según protección y canalización de vientos, y según disposición geométrica del proyecto. Elaboración propia.

E. PROGRAMACION ARQUITECTONICA

1. Diagrama funcional

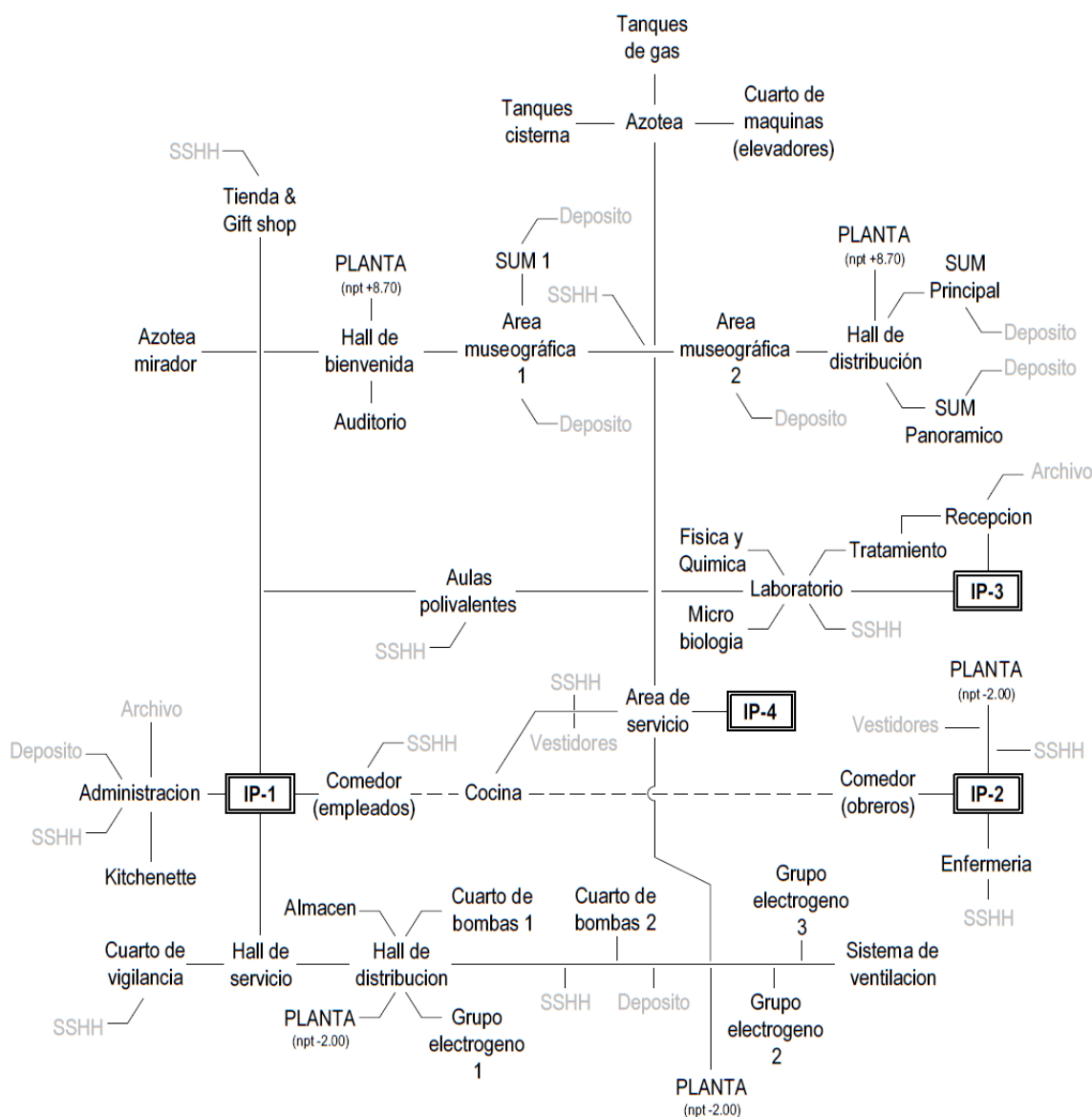


Ilustración N° 174

Ilustración N° 174: Diagrama funcional. Elaboración propia.

IP-1: Ingreso Principal – Empleados y Visitantes

IP-2: Ingreso Principal – Obreros

IP-3: Ingreso Principal – Laboratoristas

IP-4: Ingreso Principal - Servicio

2. Diagrama de relaciones

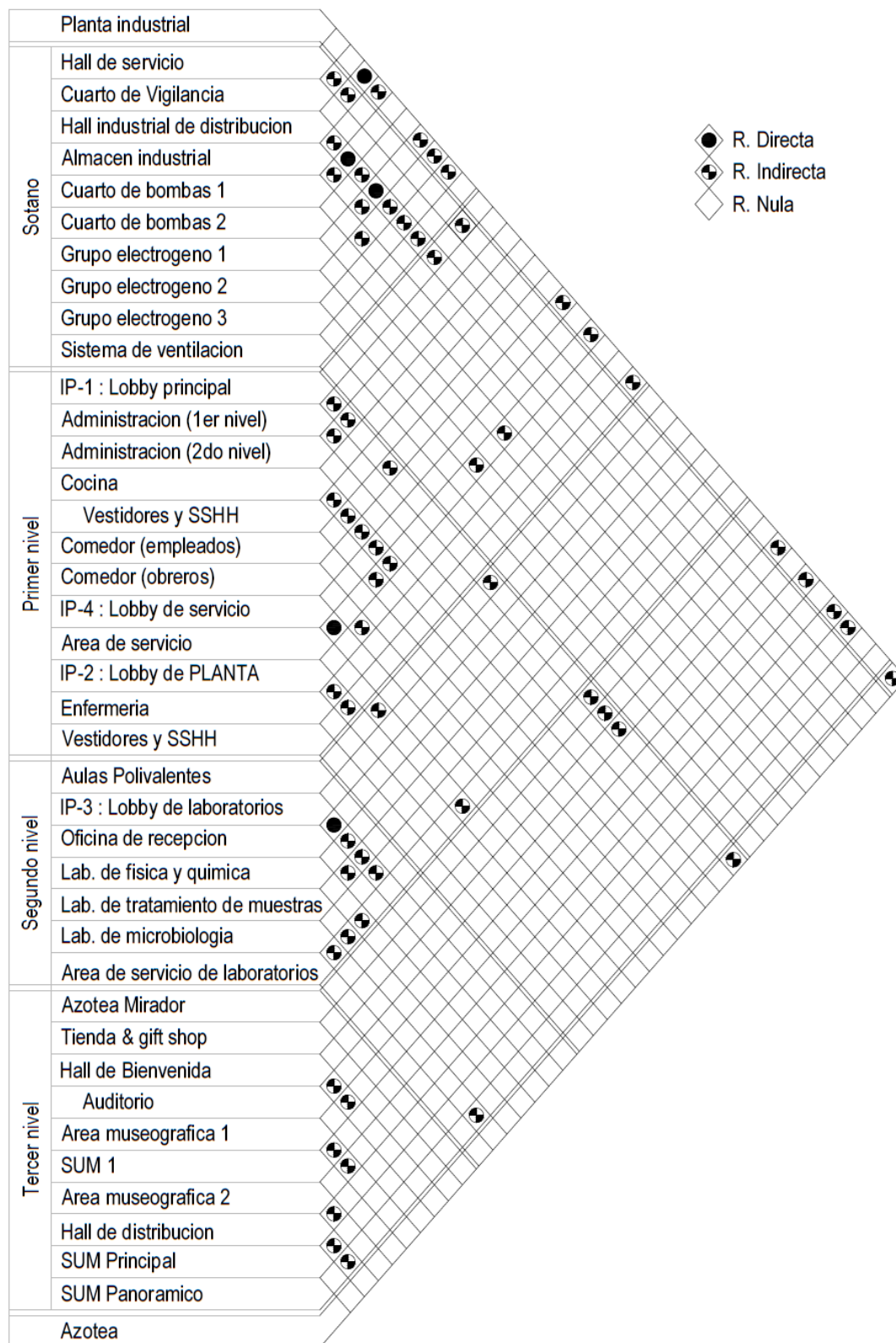


Ilustración N° 175

Ilustración N° 175: Diagrama de relaciones.
Elaboración propia.

3. El programa

3.1. Programación cuantitativa

Consultar ANEXO 03 – “Programa arquitectónico cuantitativo”

3.2. Programación cualitativa

Consultar ANEXO 04 – “Programa arquitectónico cualitativo”



E. LA PROPUESTA ARQUITECTONICA

1. El Usuario

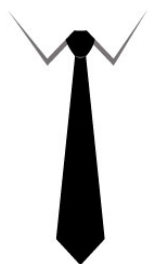


Ilustración N° 176

El empleado administrativo.- Es el que se encontrará alojado en las áreas administrativas del Edificio Conexo, y desempeñará las actividades de acorde a su cargo, desde el Gerente general, hasta el recepcionista de informes. Contiene áreas de alimentos (comedor Empleados), reuniones (sala de reuniones gerenciales y administrativas), descanso (sala de descanso), y de trabajo (oficinas).



Ilustración N° 177

El público visitante.- Es el cual llega al complejo para visitar las instalaciones, se mantendrán dentro de la zona designada para tal fin para, posteriormente, ingresar a las áreas de visita del proceso industrial de segregación y valorización de RSU, todas estas áreas sin contacto directo con los RSU; contarán con guías para dividirlos en grupos menores (máx. de 50 prs.) para la correspondiente visita guiada al complejo, posteriormente pasaran por salones de usos múltiples para aplicar los conocimientos aprendidos de una manera más didáctica y visual, todas con un entorno dirigida al reciclaje y concientización ambiental.

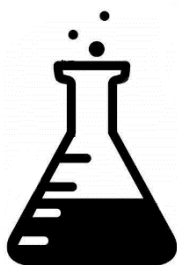


Ilustración N° 178

El empleado laboratorista.- Desempeñará las diversas actividades de acuerdo a su cargo, las cuales se centran en el análisis de los residuos que se envían a RSa. Dichas muestras son tanto inorgánicas (salas de análisis químico y físico) como orgánicas (salas de control microbiológico), y se mantendrá en las áreas ubicadas en el segundo nivel del complejo. Contiene áreas de reuniones (sala de reuniones), descanso (salas de descanso), trabajo (laboratorios), y limpieza (servicios y un sistema de ventilación independiente al resto del centro).

Ilustración N° 176: Empleado administrativo. Elaboración propia.

Ilustración N° 177: Publico visitante. Elaboración propia.

Ilustración N° 178: Empleado laboratorista. Elaboración propia.



Ilustración N° 179

El personal obrero.- Es el que se encargará de las diferentes actividades dentro de la planta industrial y de procesos, así como la limpieza y abastecimiento de las diversas zonas de servicio (Cocina, Laboratorios, áreas de servicio para las visitas) cada una con específicas barreras de limpieza. Contiene área de alimentos (comedor Obreros), reuniones (salón sindical), atención médica (tópico), trabajo (áreas industriales), y limpieza (servicios y duchas).

2. Idea conceptual arquitectónica

Para un correcto desarrollo de la conceptualización arquitectónica es necesario tomar en cuenta el Objeto arquitectónico, el usuario que lo habita y el Contexto que lo cobija. Pero en la actualidad estos tres factores, si es que no se obvian, se toman en cuenta de manera tangencial, por lo que la actual propuesta propone una nueva arquitectura industrial arequipeña (Objeto), una implementación de actividades culturales y educativas para la concientización ambiental (Sujeto), y la capacidad de un cambio de uso interno al momento de la clausura de la planta (Contexto).

Como ya se había visto, el usuario está dividido en tres diferentes tipologías; para la presente propuesta se pone en énfasis al Visitante del complejo pues al tener una presencia poco recurrente (visitas guiadas de un solo día), requiere de la máxima atención y dedicación para imprimir en él el mensaje que todo el complejo desea dar, el mensaje de un mejor futuro a través de la correcta gestión de residuos sólidos urbanos.

En cuanto al Contexto, se presenta como un espacio en constante cambio, empezando por el relleno de las celdas del RSa, pasando por la clausura de las mismas y su re-arborización de corteza externa, hasta el cambio de uso de la planta de segregación al cabo del completo cierre de la operatividad del RSa; la plasticidad es el termino con el que se quiere trabajar el Contexto, que finalmente repercutirá en las instalaciones del proyecto, entendiendo que nada ha de ser permanente y que todo ha de cumplir un ciclo de vida, no para luego olvidarse, sino más bien para cambiar y tener otro tipo de ciclo de vida útil.

Ilustración N° 179: Personal obrero. Elaboración propia.

Por último el Objeto arquitectónico, como ya se había mencionado en el partido urbano, se designaron zonas especiales para el levantamiento de los edificios industriales, de segregación de residuos y de compostaje, es así que la planta de segregación se posiciona en los cuadrantes oeste del conjunto, y su desarrollo se describe a continuación.

3. Premisas y estrategias de diseño

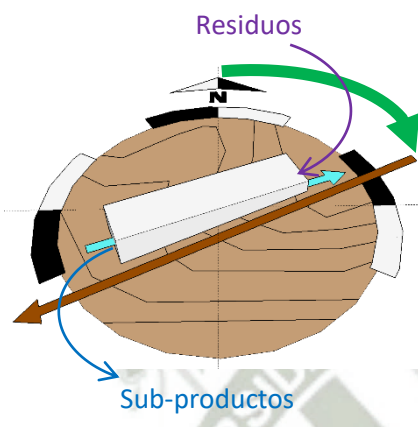


Ilustración N° 180

La propuesta toma como eje principal la dirección predominante de los vientos, N (67.52°) E, evitando de este modo una excesiva resistencia del objeto arquitectónico contra el viento proveniente. Por otra parte, dicha orientación permite un escalonamiento interno del objeto, posicionando de este modo la cota más alta para el ingreso de residuos, y la más baja para el despacho de subproductos post-segregación.

Seguidamente proyectamos sobre el objeto el “eje solar” N (7.5°) E, dividiendo el objeto en 3 módulos repetitivos, para luego completarlos en 3 prismas rectangulares mediante ampliaciones de volúmenes menores en las caras laterales para facilitar la renovación de aire interno; la cara norte con volúmenes más rectangulares que la cara sur, aumentando la captación de aire en esta última y aplacando la intensidad de vientos en la primera, por donde se plantean los ingresos peatonales al objeto. De esta forma se conforma finalmente el área industrial.

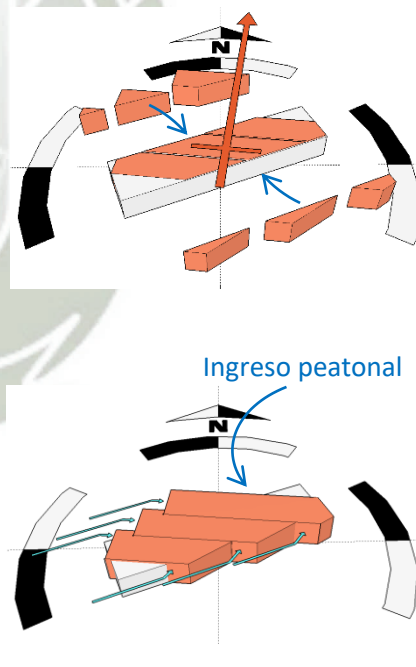


Ilustración N° 181

Ilustración N° 180: Premisas y estrategias de diseño – Direccionalidad del partido
Elaboración propia.

Ilustración N° 181: Premisas y estrategias de diseño – Adición volumétrica
Elaboración propia.

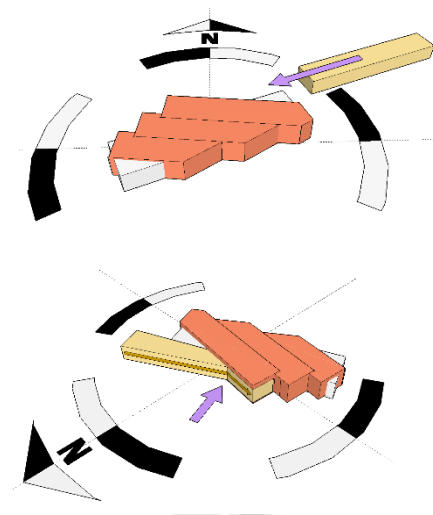


Ilustración N° 182

En seguida, añadimos el Edificio Conexo que cumple con el papel de acompañar a la nave industrial primaria (prisma en blanco), atraviesa uno de los volúmenes trillizos para guarecerse debajo de este, quebrando la cabeza del volumen con la misma direccionalidad que estos.

Finalmente elevamos las caras superiores de los volúmenes trillizos al eje solar con una dirección perpendicular a la orientación optima de captación de radiación predominante a fin de poder recepcionarla y almacenarla como energía eléctrica a través de paneles fotovoltaicos; mientras que, a la par, se logra la apertura de vanos superiores con dirección sur para el ingreso de iluminación, pero no de solemiento.

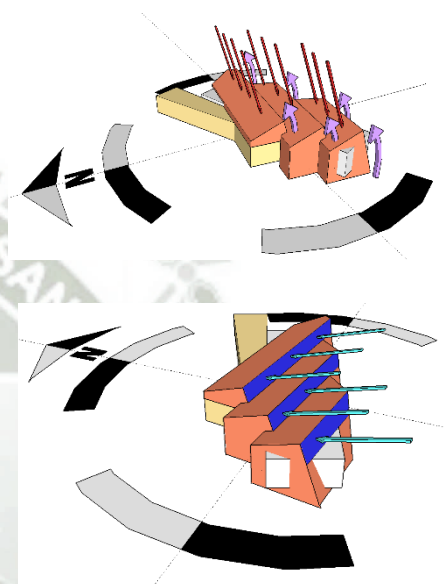


Ilustración N° 183

4. Análisis Funcional

4.1. Ubicación y Accesibilidad

Tomando como punto de partida el Plan de Desarrollo Metropolitano 2015 la vía 001 pasará de ser una vía afirmada a una asfaltada, de un ancho total de 15.80m, con un ancho de pista de 7.20m (1 carril de 3.60m en doble sentido) y empalmará con la autopista Arequipa – La Joya.

El proyecto propone un intercambio vial a desnivel para poder realizar el giro de ingreso de los tráileres container sin ningún problema y sin afectar el giro de ingreso de los tráileres container sin ningún problema y sin afectar el tránsito de la

Ilustración N° 182: Premisas y estrategias de diseño – Adición del Edificio Conexo.

Elaboración propia.

Ilustración N° 183: Premisas y estrategias de diseño – Apertura de vanos cenitales y direccionalidad de captación fotovoltaica.

Elaboración propia.

autopista, después se realiza un recorrido de 850 metros hacia un segundo empalme a nivel, posteriormente se realiza otro recorrido de 800m (longitud debía a conservar una pendiente del 10%) para ingresar a los límites de propiedad del proyecto.

El ingreso consta de una rotonda con 3 puntos de ingreso: uno para el tránsito ligero, compuesto por los trabajadores de la planta, o los buses de visitas; un segundo para el tránsito pesado, compuesto por los tráileres container y los cargadores de comercialización y transporte de residuos y subproductos; y por último una entrada de servicio para cualquier necesidad extra que se requiera libre del tránsito diario de los dos anteriores. (Ilustración N°185)



Ilustración N° 184

Posteriormente al ingreso del tránsito pesado se tiene una balanza de pesaje para determinar el peso del material que se está ingresando, así como toda la información necesaria dentro de un manifiesto del mismo; y al momento de la salida también se tiene una balanza de pesaje para determinar la diferencia con la base de datos al momento del ingreso del vehículo. De este modo se lleva un registro de los ingresos y salidas, así como de los RSU depositados en la planta y/o los subproductos obtenidos de esta.

4.2. Zonificación

La propuesta albergará actividades bastante diferenciadas (desde zonas administrativas hasta zonas de rechazo de residuos) por lo que la zonificación diferenciada es vital para el correcto desempeño de la propuesta. Es así que se plantean cinco zonificaciones (ver ilustración N°186).

Ilustración N° 184: Recorrido y ubicación del ingreso al relleno sanitario - Elaboración propia.

Fuente: Google Earth, 2016.

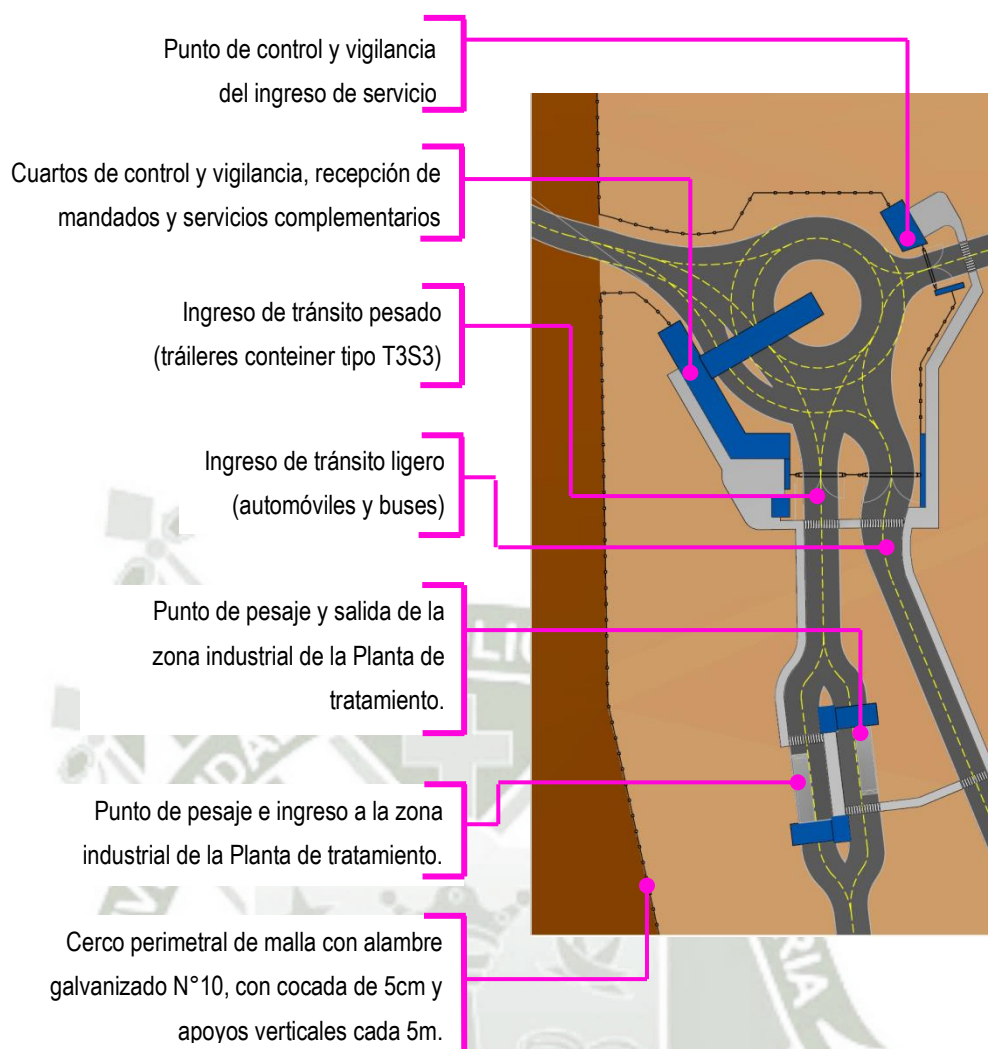


Ilustración N° 185

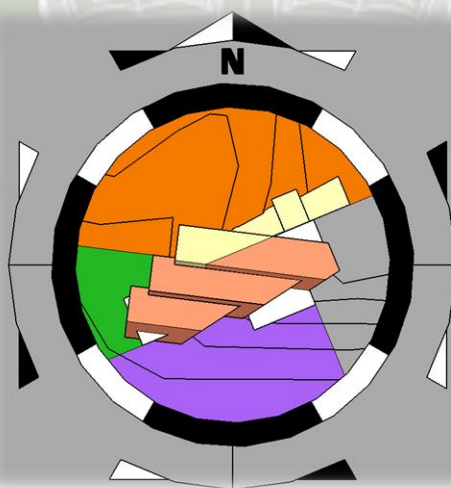


Ilustración N° 186

Ilustración N° 185: Planimetría y composición física del ingreso al proyecto; (ingreso principal: vehículos pesados y ligeros, ingreso de servicio) - Elaboración propia.

Ilustración N° 186: Planimetría y zonificación de actividades internas y de ingresos diferenciados - Elaboración propia.

- Al este, el ingreso de residuos a segregar: Se presenta en la cota más elevada y así poder atravesar la nave industrial descendiendo a la cota más baja, la cota de salida de los subproductos (residuos revalorizados) al oeste.
- Al oeste, la salida de subproductos: Al encontrarse en la cota más baja se obtienen alturas mayores para la instalación de grúas puente para la carga y despacho en vehículos pertinentes para su traslado y comercialización, u otros fines.
- Al sur, la salida de residuos voluminosos y rechazos: La fachada más amplia de la nave industrial para la salida de residuos triturados y compactados que por sus dimensiones no son aptas para el proceso de segregación, y así mismo para la salida de los residuos no reaprovechables (rechazo) y su traslado al RSA.
- Al norte, el ingreso de visitas y personal: Cuatro de las cinco zonificaciones son industriales, por lo que la zonificación norte presenta un tratamiento especial que diferencie las actividades (e ingresos) que albergará, por lo que se propone un volumen adyacente a la nave central, mostrando el quiebre para el dialogo volumétrico y principalmente para concentrar sus diferentes ingresos a lo largo de su fachada. Este es el Edificio Conexo.
- En el centro, el área de procesamiento y segregación de residuos: El alma de todo el proyecto, la gran nave industrial central en la cual se albergarán toda la maquinaria necesaria para el proceso de segregación con una dirección este a oeste. Adyacente a ella se encuentra el Edificio Conexo del cual se vale y abastece el área industrial.

Este último, el Edificio Conexo, es dividido en tres partes: la sección Este albergara todas las actividades de oficinas (administrativas); la sección Central albergará las áreas de servicio, el auditorio, y el museo de los RSU del sector de motivación y difusión; mientras que la Sección Oeste albergará las áreas del personal obrero, ingreso de muestras a los laboratorios y los SUMs del área de motivación y difusión en el último nivel.

4.3. Componentes del proyecto

Sector industrial.- Como se mencionó anteriormente, el sector industrial está definido por las zonificaciones de: recepción de residuos, salida de voluminosos, salida de rechazo, salida de subproductos, y el área industrial (bajo techo) propiamente dicha.

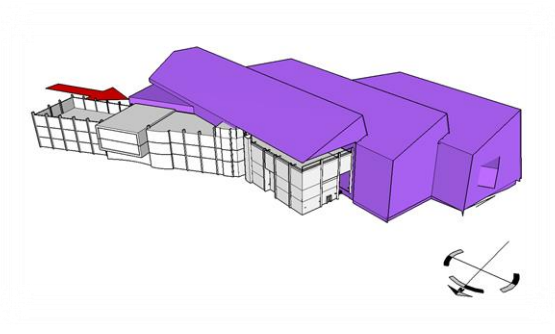


Ilustración N° 187

Siguiendo el eje de la nave central (eje descendente), (en el ingreso de los RSU) están los fosos de recepción, seguidamente ingresan a la zona de trómeles y las mesas densimétricas (separación de tamaño), luego son dispuestas en cintas para la selección manual, para finalmente ser compactadas por sus respectivas categorías y ser almacenadas y compactadas; al final de este proceso está la salida de los subproductos, quedando las otras dos zonas de salida (voluminosos y de rechazo) en los laterales de la nave industrial. Así mismo la vía paralela a la nave facilita la evacuación de los rechazos y el material voluminoso.

Sector de motivación y difusión.- La parte más importante de este sector es el recorrido que acompaña al proceso de segregación de los RSU a lo largo de la nave industrial, sin embargo, dicho recorrido tiene que cumplir



Ilustración N° 188

ciertas condiciones de resguardo para los visitantes por lo que se la dispuso a una cota 10m más alta que la de los procesos industriales; para el ingreso a este recorrido el punto de bienvenida es el auditorio, y para concluirlo se tienen una serie de espacios poli-funcionales que reforzaran el conocimiento adquirido durante el recorrido mediante actividades recreativas, informativas, culturales, es por eso que todas estas actividades se centran en el 3er nivel del EC, específicamente en la sección Central y Oeste. La Sección que se encuentra en el

Ilustración N° 187: Isometría del Edificio Conexo y ubicación del sector industrial. Elaboración propia.

Ilustración N° 188: Isometría del Edificio Conexo y ubicación del sector de motivación y difusión del conocimiento. Elab. propia.

2do nivel alberga aulas de inducción para la realización de reuniones, juntas, capacitaciones y otras que puedan necesitarse.

Sector administrativo.-

Cabe resaltar que los usuarios con mayor índice de presencia dentro del proyecto, serán el empleado administrativo, el empleado laboratorista y el personal obrero, con una permanencia de 8hrs/pers. o 17hrs/día, pues son quienes pasaran el mayor número de horas dentro del edificio; es así que se designan 3 ingresos diferenciados para cada uno de los ya mencionados protagonistas, pero teniendo los ingresos del personal obrero y de los laboratoristas apartados del ingreso de los visitantes.

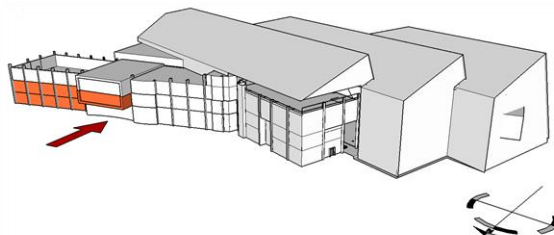


Ilustración N° 189

Es así que el área administrativa se presenta en la cabeza del EC, en el primer y segundo nivel, diferenciando el área de oficinas del área de reuniones; y por debajo de la azotea mirador para el ingreso de luz cenital a las oficinas; conformando así la sección Este (meramente administrativa), sección más alejada de los procesos industriales internos.

Sector de servicio.-

Ubicada en el primer nivel de la sección Central del EC, aquí se encuentran las áreas de los comedores tanto de empleados como el de obreros, dos espacios separados unidos a través del área de la cocina; también consta de un volumen vertical desde el primer nivel hasta la azotea, incluyendo un piso inferior (al sótano), el cual cuenta con ingreso al área industrial. El volumen vertical posibilita

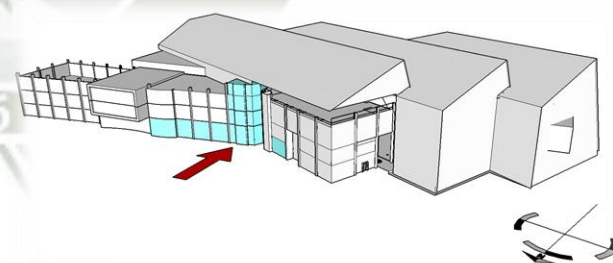


Ilustración N° 190

Ilustración N° 189: Isometría del Edificio Conexo y ubicación del sector administrativo. Elaboración propia.

Ilustración N° 190: Isometría del Edificio Conexo y ubicación del sector de servicio. Elaboración propia.

la circulación hacia pisos superiores e inferiores para el abastecimiento en general e ingreso independiente a cada uno de ellos, designado como área de servicio por piso. Cuenta con un ingreso exterior no enfatizado pero volumétricamente visible, puntualizando también el quiebre del EC.

Sector del personal obrero.-

Siendo uno de los 3 tipos de usuario más relevante en el proyecto su ingreso individual se encuentra en la sección Oeste del EC, orientado hacia el norte, pues es la sección con el ingreso directo al área industrial. Consta

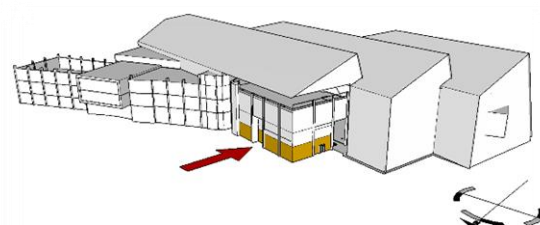


Ilustración N° 191

enteramente de las áreas de filtrado para el ingreso y salida de personas entre el exterior y el interior/industrial, es decir, los cambiadores, duchas, vestuarios y SSHH; adyacentemente consta de una área de enfermería para cualquier tipo de incidente que podría ocurrir en el complejo, y de igual forma un egreso directo al estacionamiento de emergencia para la evacuación de casos de emergencia.

Sector de análisis.-

Como el tipo de usuario relevante final tiene su ingreso individual en la sección Oeste del EC, como el del personal obrero, orientado hacia el Oeste, su ingreso se da en el primer nivel pero conduce

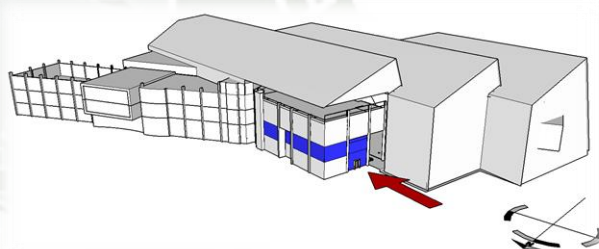


Ilustración N° 192

finalmente al segundo nivel donde se encuentra un hall de recepción, el cual divide los ingresos en la oficina de recepción de muestras y el ingreso a los laboratorios. Toda el área de laboratorio está ubicada en el segundo nivel, consta de espacios compartimentados para el control de la renovación y acondicionamiento de aire; los servicios y sala de casilleros se encuentran al final del pasillo de distribución, cerca al área de servicio del EC.

Ilustración N° 191: Isometría del Edificio Conexo y ubicación del sector del personal obrero. Elaboración propia.

Ilustración N° 192: Isometría del Edificio Conexo y ubicación del sector de investigación. Elaboración propia.

4.4. Circulaciones

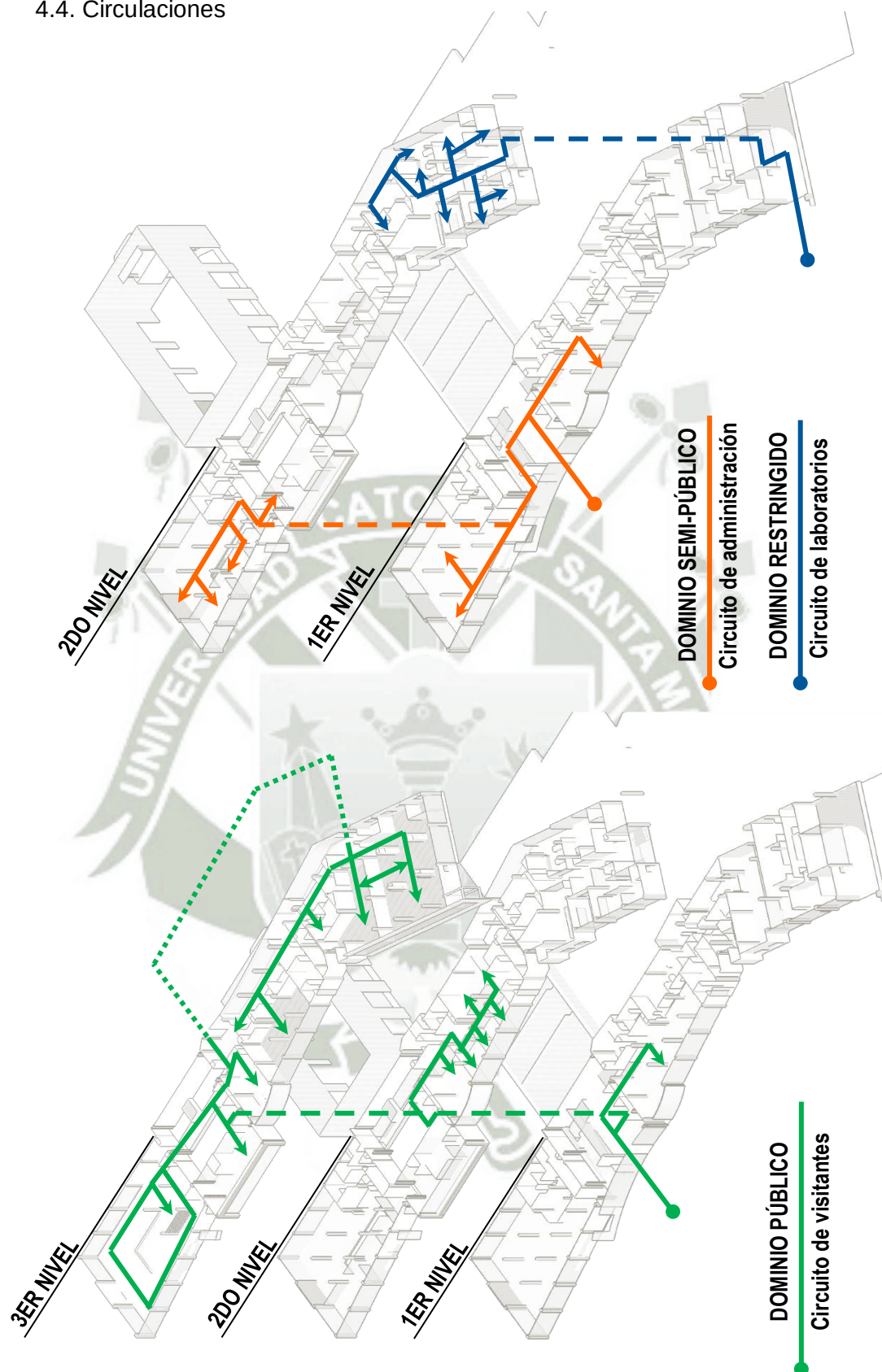


Ilustración N° 193: Diagramas de circulación por tipo de usuario - circuito de administración y de laboratorios. Elaboración propia.

Ilustración N° 194: Diagramas de circulación por tipo de usuario - circuito de visitantes. Elaboración propia.

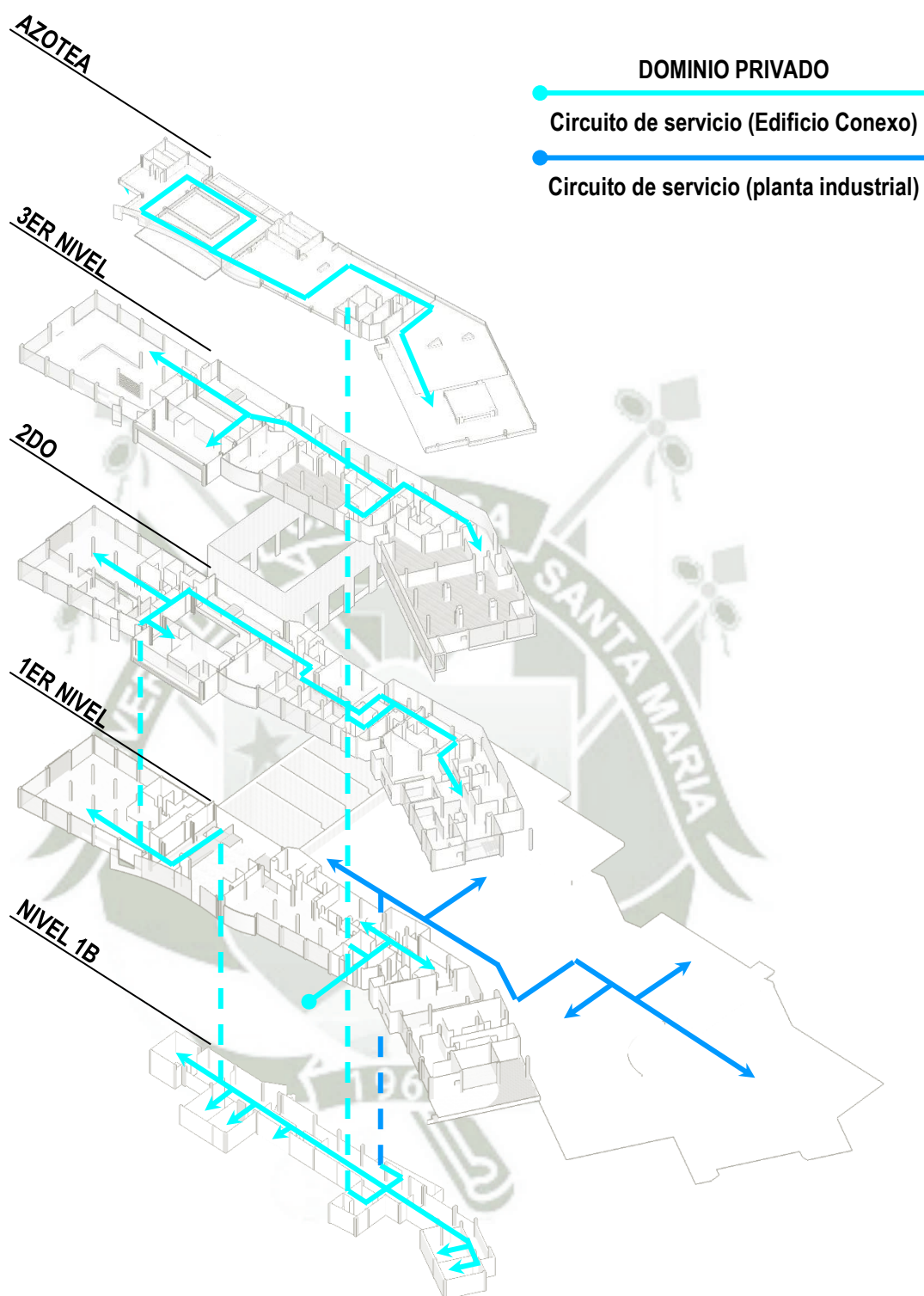


Ilustración N° 195

Ilustración N° 195: Diagramas de circulación por tipo de usuario - circuito de servicio. Elaboración propia.

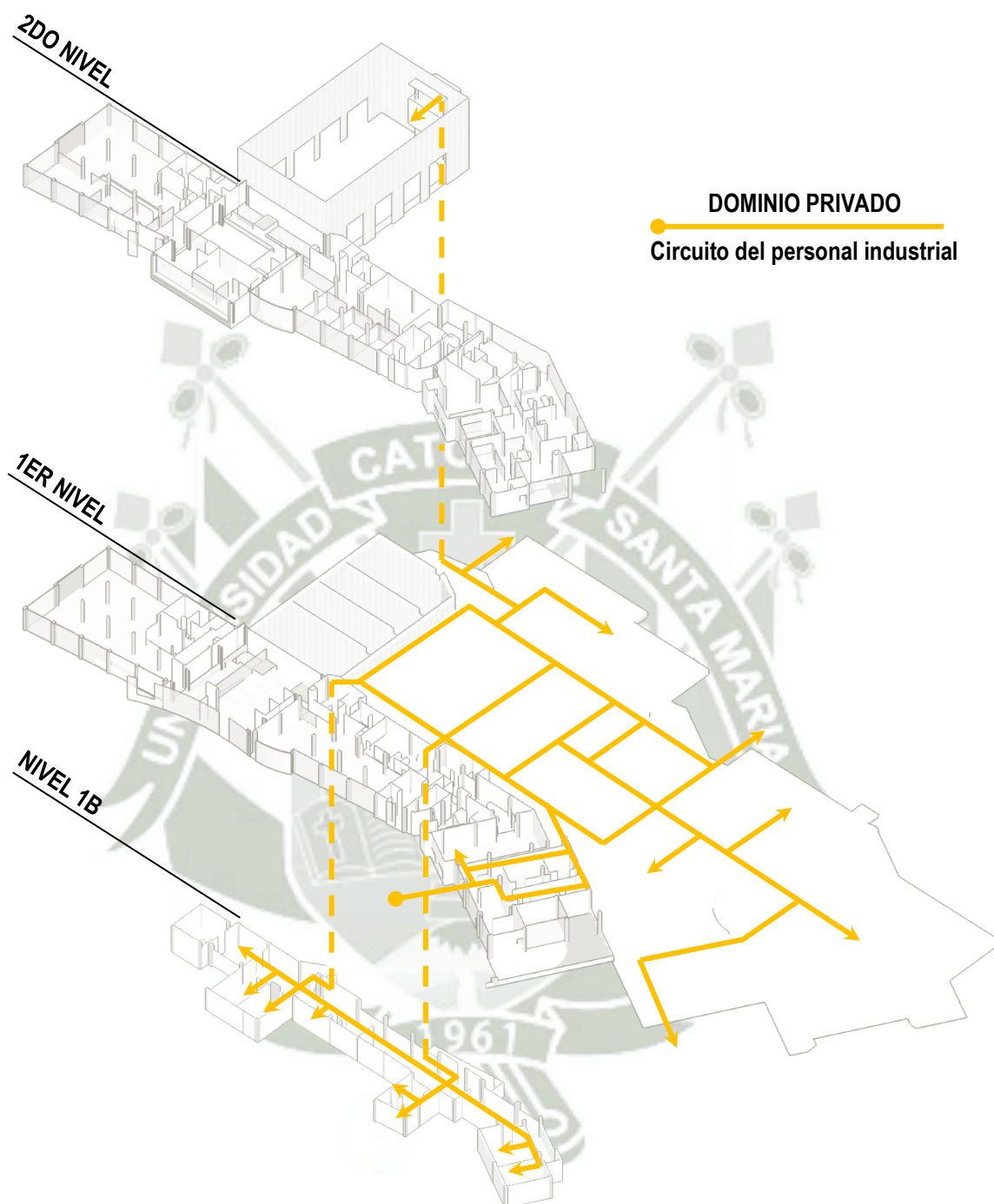


Ilustración N° 196

Ilustración N° 196: Diagramas de circulación por tipo de usuario - circuito del personal industrial. Elaboración propia.

5. Análisis formal y estilístico

5.1. Geometrización

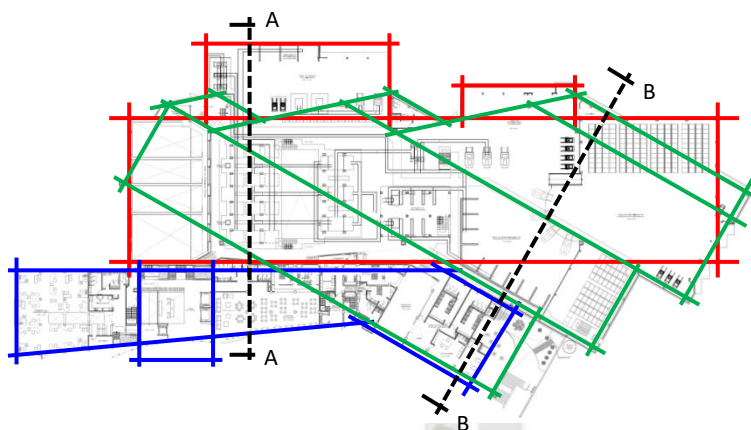


Ilustración N° 197

El diseño geométrico del partido es mayormente ortogonal, y se orienta bajo dos directrices de diseño: la direccionalidad de los vientos y la direccionalidad optima solar; a partir de ellas se plantean dos grupos geométricos que terminan configurando el área industrial, el de color rojo (direccionalidad de vientos) y el verde (direccionalidad optima solar); finalmente a partir de los mencionados se introduce un tercer grupo geométrico (el de azul), que termina conformando el edificio conexo y que acompaña al grupo de color rojo quebrando su direccionalidad al introducirse en el grupo de color verde. Así mismo, cada grupo geométrico define un rol en la arquitectura: el rojo alberga todas las actividades industriales relacionadas a la segregación de los RSU, el azul alberga todas las actividades complementarias a las industriales (he ahí el por qué acompaña al grupo rojo), y el verde se encarga de sostener la cobertura tipo cierra y los paneles fotovoltaicos, cumpliendo una función más relacionada al exterior a diferencia de los otros 2.

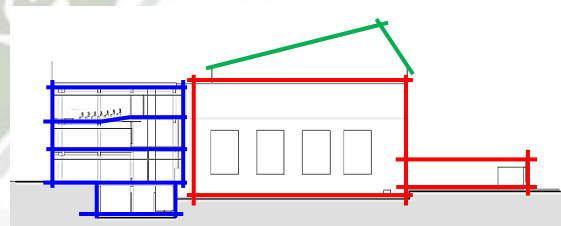


Ilustración N° 198

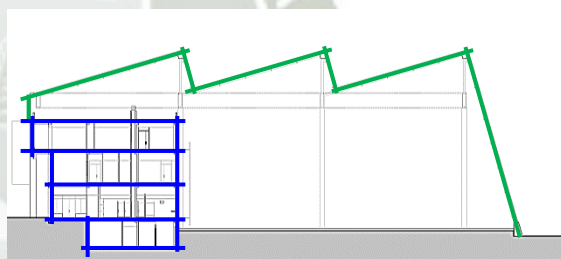


Ilustración N° 199

Ilustración N° 197: Esquema en planta de la geometrización de la planta de segregación. Elaboración propia.

Ilustración N° 198: Geometrización del corte trasversal A-A*.Elaboración propia.

Ilustración N° 199: Geometrización del corte trasversal B-B*.Elaboración propia.

5.2. Relación espacial

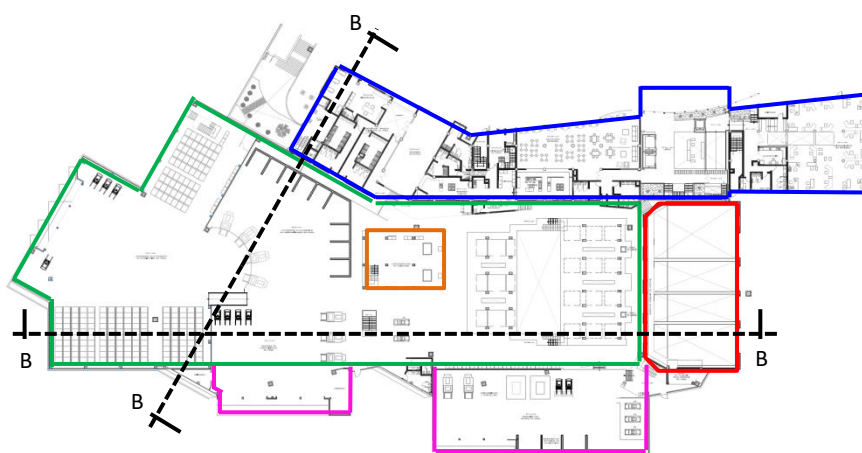


Ilustración N° 200

Los espacios con mayor jerarquía vienen a ser la zona industrial (de color verde) y el edificio conexo (de color azul), estos se encuentran yuxtapuestos conjuntamente con el espacio de los fosos de recepción de residuos ya que las actividades que se dan en ellos no ameritan una relación directa sino más bien mediante filtros; por otro lado las zonas de despacho de residuos voluminosos y de rechazo (de color fucsia) se encuentran intersecando a la zona industrial ya que sus relaciones funcionales son directas, por ultimo dentro de la zona industrial existe un espacio que pertenece enteramente a este, la zona de segregación manual, ya que es una de las etapas básicas dentro del procesamiento de segregación y valorización de residuos.

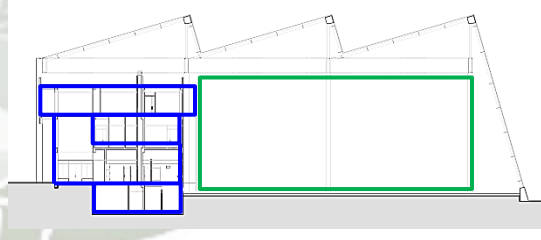


Ilustración N° 201

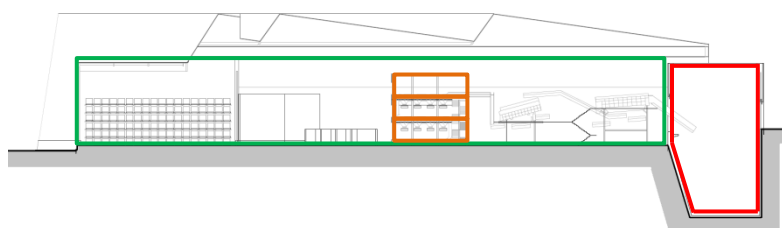


Ilustración N° 202

Ilustración N° 200: Esquema en planta de la relación espacial de la planta de segregación. Elaboración propia.

Ilustración N° 201: Relación entre los espacio de la zona industrial y el edificio conexo; corte transversal B-B*. Elaboración propia.

Ilustración N° 202: Relación espacial entre el área de descarga de residuos y la zona industrial, así como la relación de pertenencia de la zona de segregación manual respecto a la zona industrial. Elaboración propia.

5.3. La piel

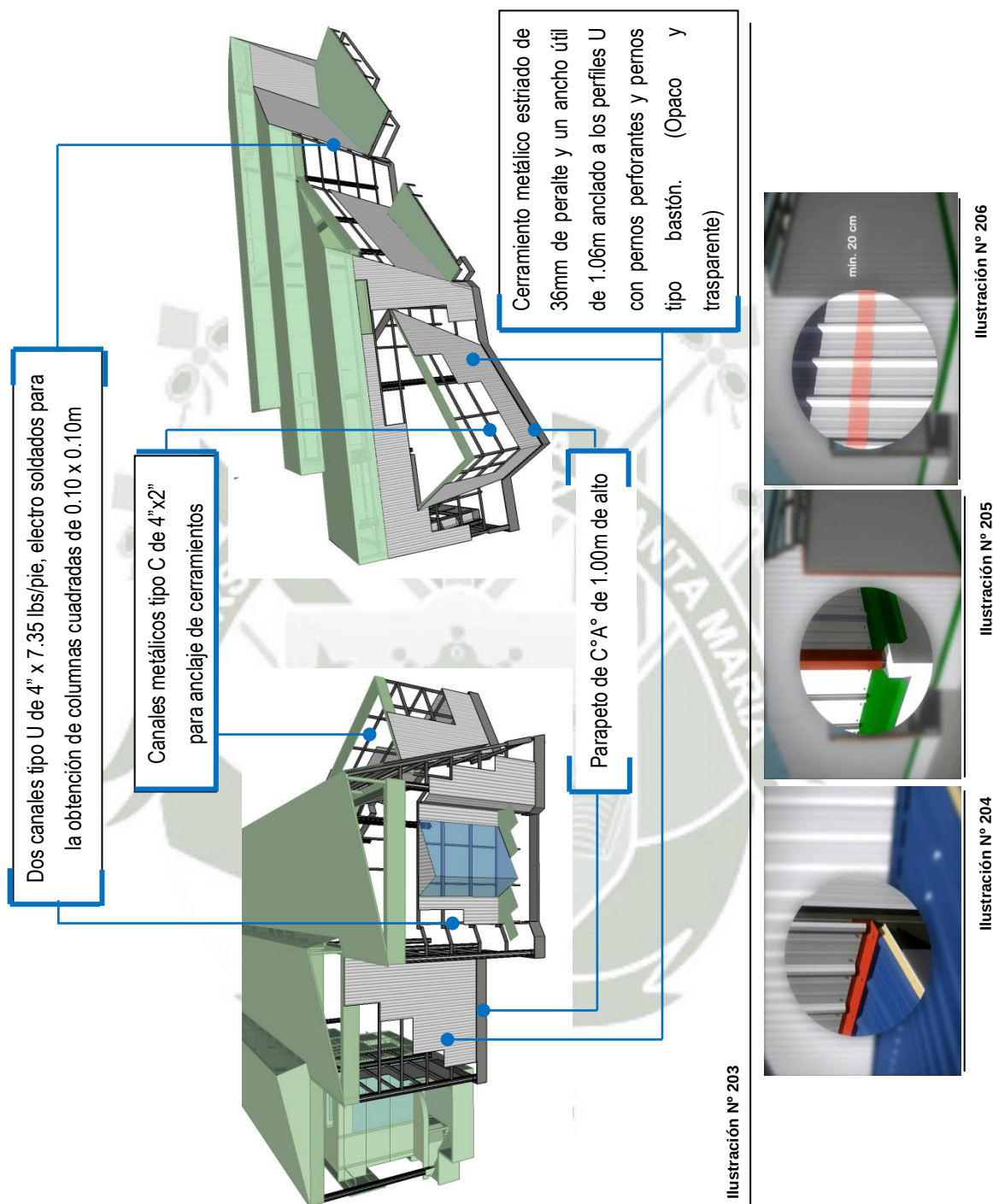


Ilustración N° 203: Esquema isométrico de la estructura de sostén de las planchas metálicas corrugadas, así como las partes que componen el cerramiento del sector industrial. Elaboración propia.

Ilustración N° 204: Esquema de instalación en el empalme de una plancha de cerramiento y una de cobertura. Elaboración propia.

Ilustración N° 205: Esquema de instalación en esquina entre planchas de cerramiento. Elaboración propia.

Ilustración N° 206: Esquema de instalación en el empalme entre planchas de cerramiento con una altura promedio de 15.10m. Elaboración propia.

6. Análisis constructivo y funcional

La longitud del edificio lo hace un objeto sumamente dócil a fallas estructurales por temas de sismicidad, por lo que es conveniente dividirlo en 4 secciones para que cada una trabaje independientemente al momento de un sismo y el impacto sea mucho menor. Para un diseño sismoresistente adecuado, es necesaria una separación prudente entre edificios, a esta separación se le conoce como junta sísmica y está dada por la formula siguiente:

$$S = 0.006 \times h \text{ (}\geq 0.03\text{m)}$$

Dónde:

S: Separación entre edificios
h: Altura de edificio (no sótanos)

Siendo así, el punto con la mayor altura (entre edificios) es de 14.70m, por lo que se necesitaran juntas de 8.8 cm entre edificios.

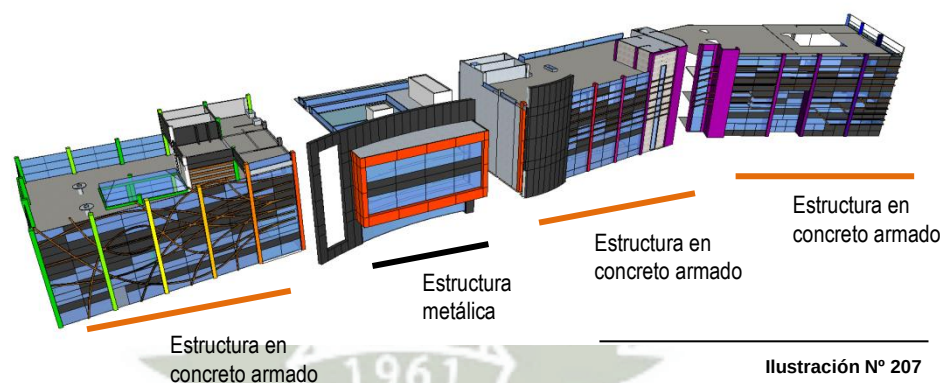


Ilustración N° 207

Por lo tanto se ve por conveniente trabajar el edificio en 4 secciones; la segunda de ellas (Edificio conexo – 2) se concibió en una estructura enteramente metálica de vigas y columnas tipo H por la libertad de puntos de apoyo vertical que requiere, conformando de una mejor manera el lobby de ingreso a las instalaciones del edificio; mientras que las otras 3 secciones se conciben en un sistema aporticado de concreto armado.

Ilustración N° 207: Esquema isométrico de la composición edilicia del Edificio Conexo, así como el material principal del cual se componen. Elaboración propia.

6.1. Sistema estructural de concreto armado

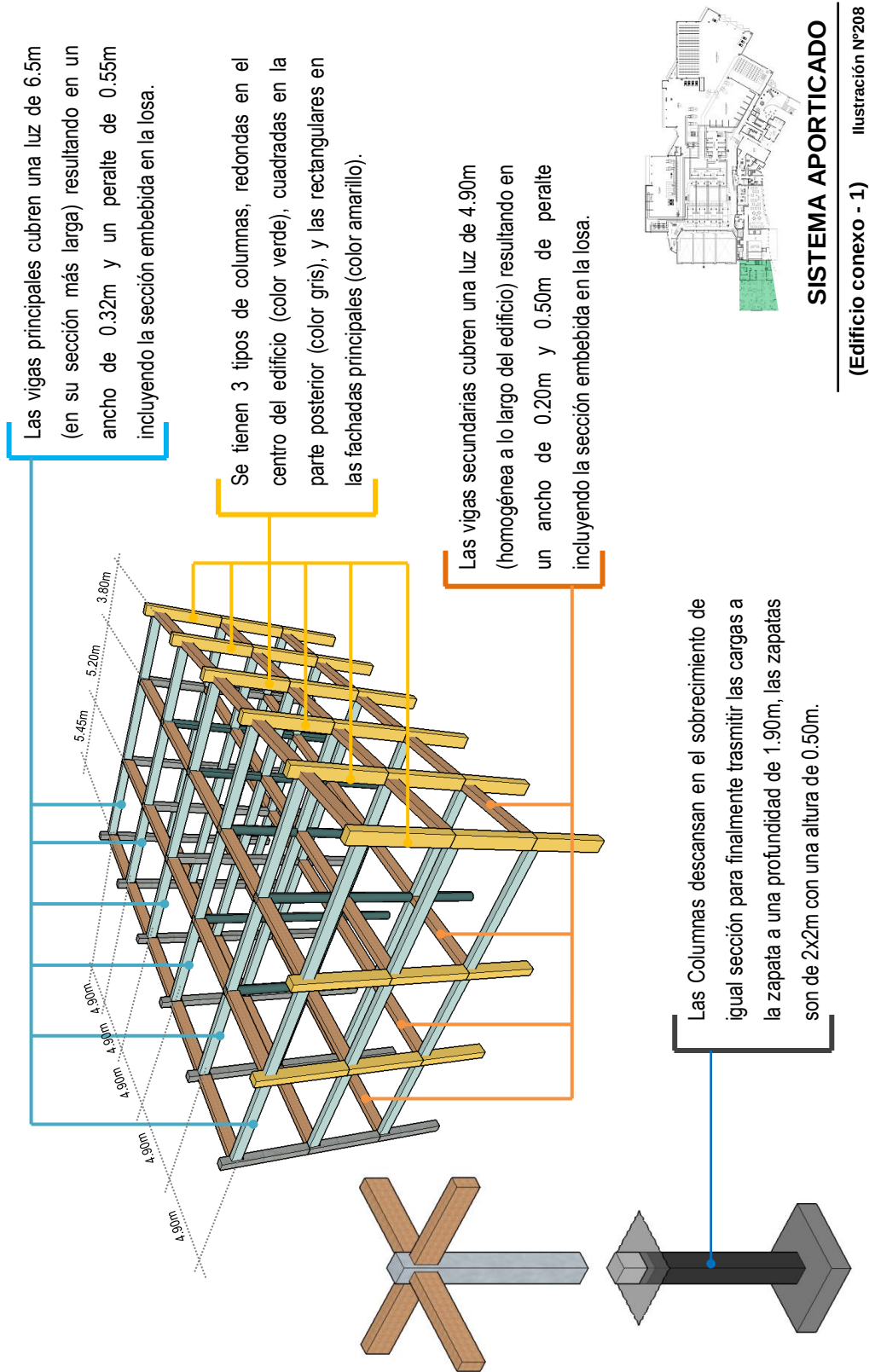


Ilustración N° 208: Esquema estructural isométrico del volumen 1 del Edificio Conexo, junto con la especificación de sus partes.
Elaboración propia.

Al igual que la descripción anterior las secciones 3 y 4 del EC se componen de similares características estructurales, con la diferencia de que estos dos soportan cargas en voladizos, mientras que solo la sección 3, y por la presencia del auditorio, tiene una sección de vigas que se ensanchan (color azul marino) para lograr sostener las cargas derivadas de la losa Warren instalada por las graderías propias del auditorio.

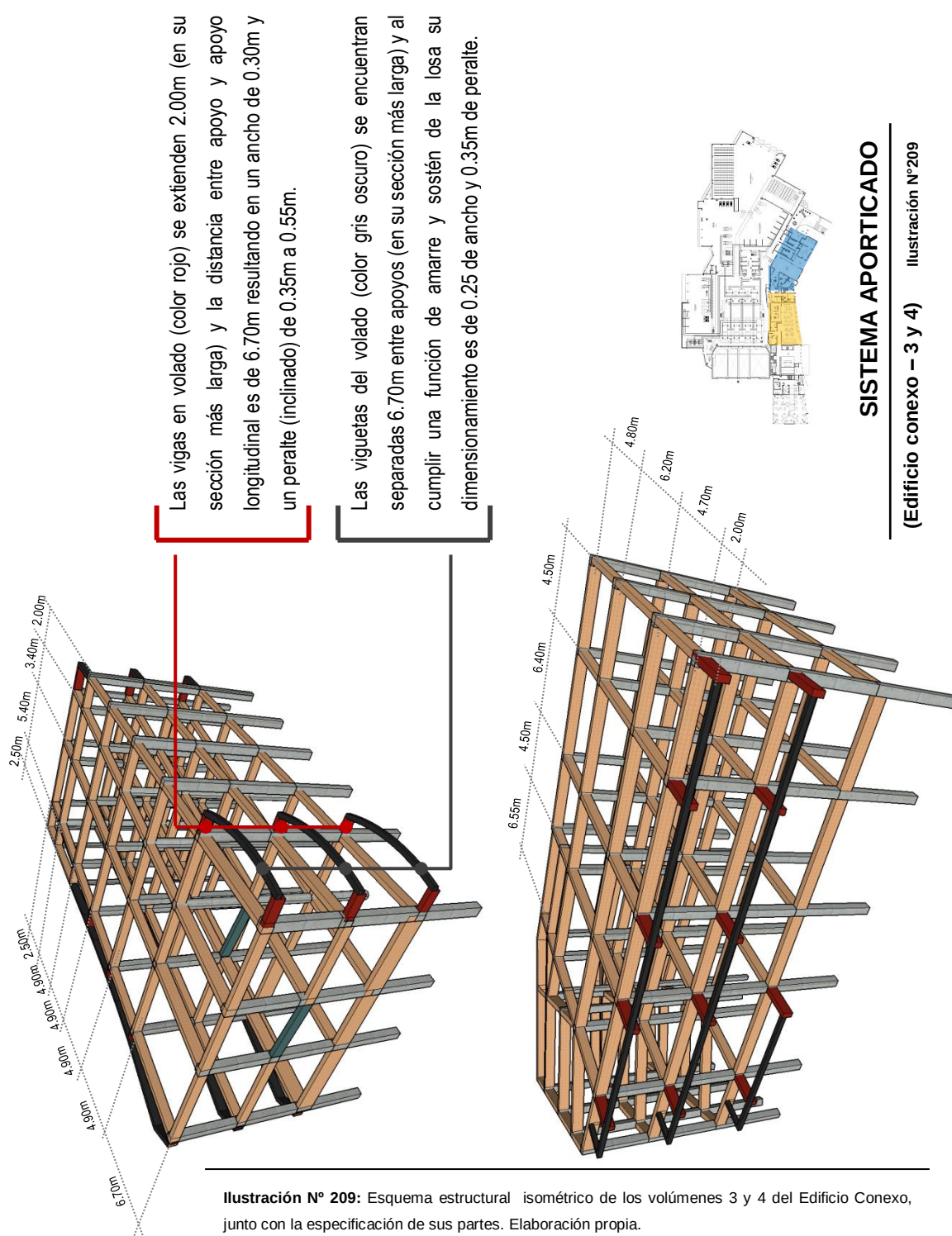


Ilustración N° 209: Esquema estructural isométrico de los volúmenes 3 y 4 del Edificio Conexo, junto con la especificación de sus partes. Elaboración propia.

6.2. Sistema estructural de acero

El sistema es bastante simple, vigas tipo H que conforman el cuerpo de la sección 2 del EC, con un voladizo al frente el cual se sostiene gracias a un sistema de transmisión de cargas hacia las columnas adyacentes, junto con un sistema de tracción de cables de acero para el refuerzo de la misma.

Por otra parte el sistema estructura del hangar industrial consta columnas compuestas por perfiles estructurales (ver ilustración N°212) sosteniendo vigas metálicas compuestas también con perfiles de acero estructural.

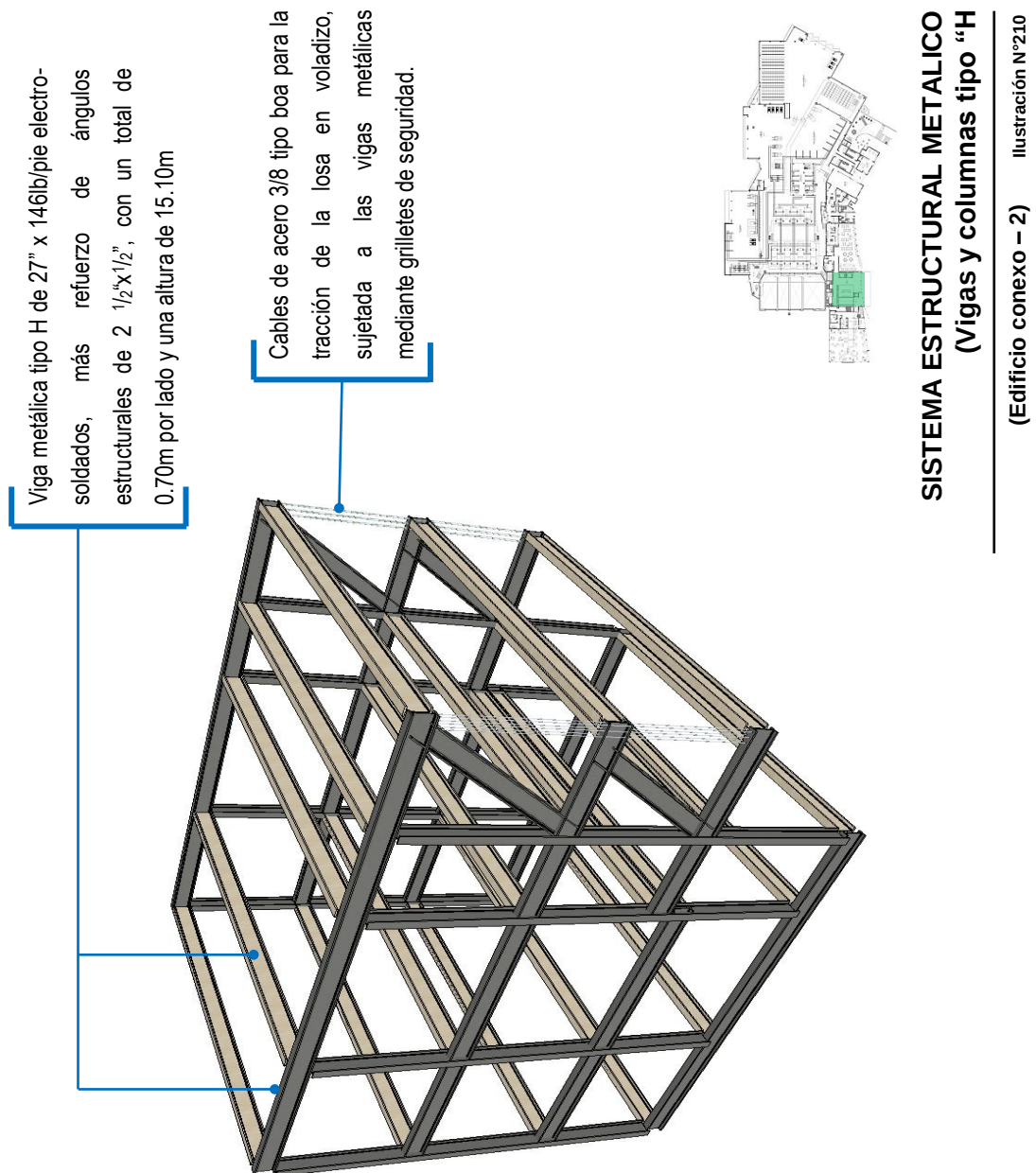
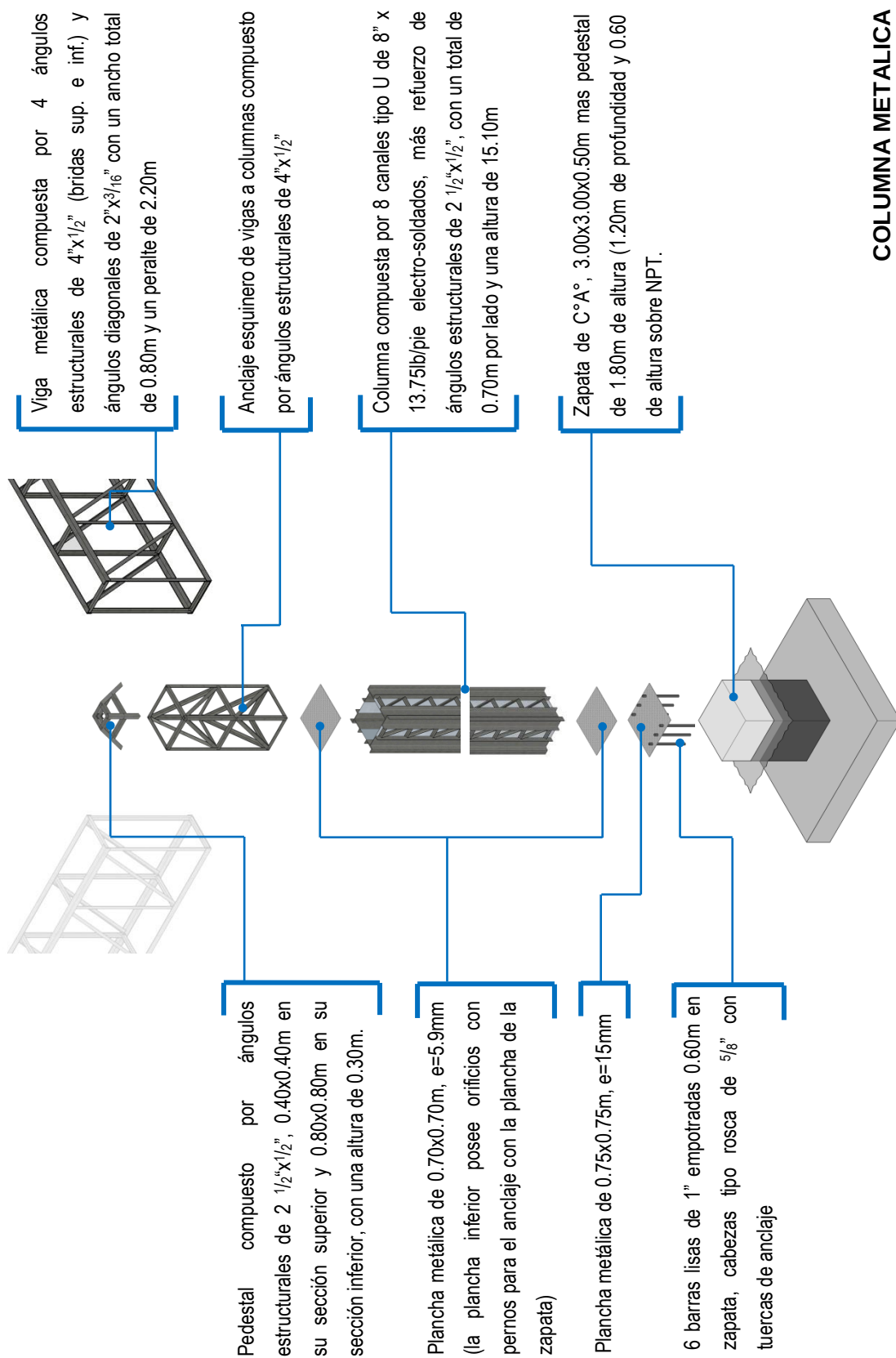


Ilustración N° 210: Esquema estructural isométrico del volumen 2 del Edificio Conexo, junto con la especificación de sus partes.
Elaboración propia.



COLUMNA METALICA

(Zona industrial) Ilustración N°211

Ilustración N° 211: Esquema estructural isométrico de la columna metálica propia del hangar del sector industrial, junto con la especificación de sus partes. Elaboración propia.

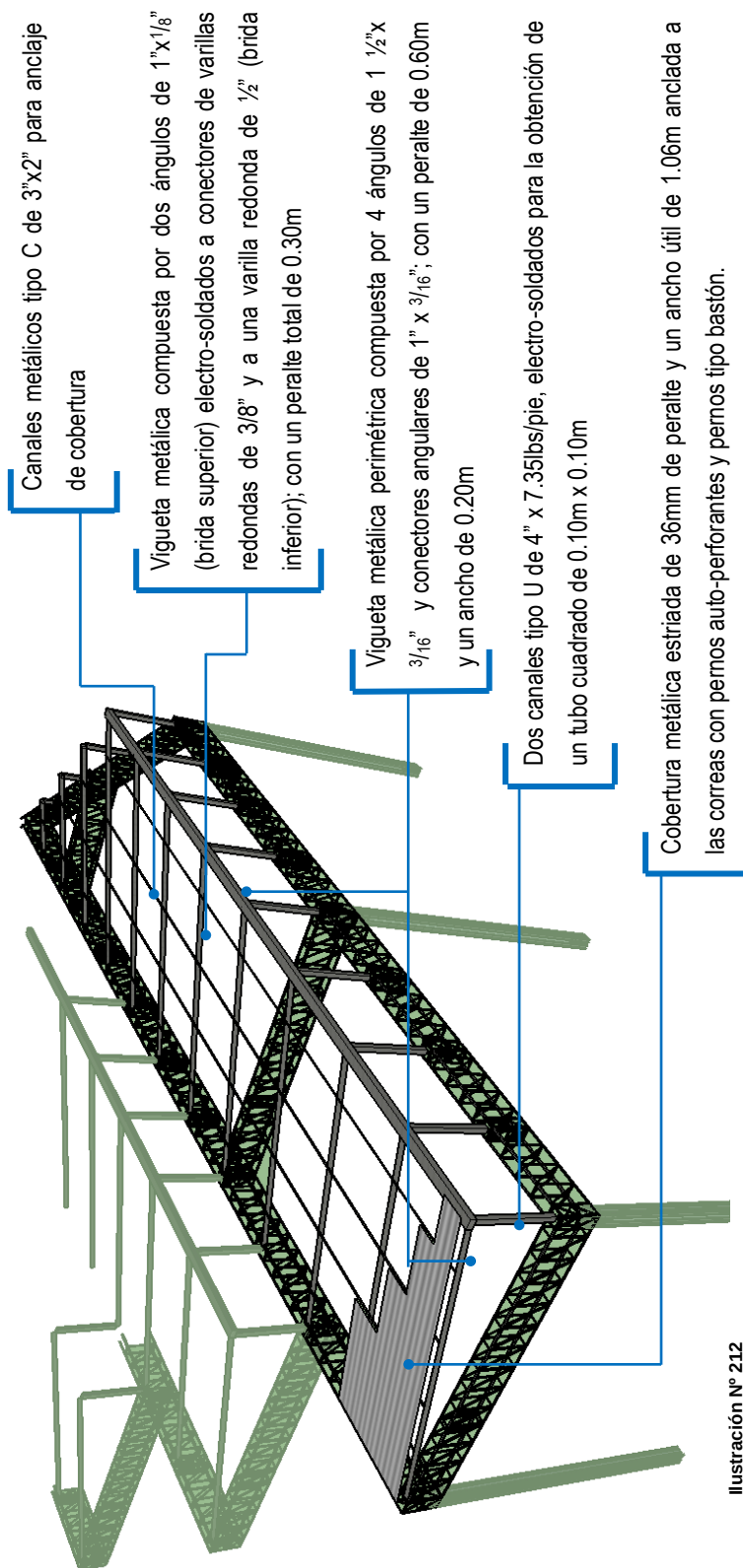


Ilustración N° 212



Ilustración N° 213



Ilustración N° 214



Ilustración N° 215



COBERTURA METALICA (Zona industrial)

Ilustración N° 212: Esquema isométrico de la estructura de sostén de las planchas metálicas corrugadas, así como las partes que componen la cobertura del sector industrial. Elaboración propia.

Ilustración N° 213: Esquema de instalación, empalme entre planchas de la cobertura con long. promedio de 21.10m. Elab. propia.

Ilustración N° 214: Esquema de instalación, empalme de una plancha de cobertura y una de cerramiento. Elaboración propia.

Ilustración N° 215: Especificación del tipo de elementos de anclaje de la plancha metálica con las correas de la armadura metálica. Elaboración propia.

7. Archivo fotográfico



Ilustración N° 216



Ilustración N° 217

Ilustración N° 216: Vista aérea del estacionamiento y la fachada principal.

Ilustración N° 217: Vista aérea del patio de maniobras y las fachadas industriales.



Ilustración N° 218

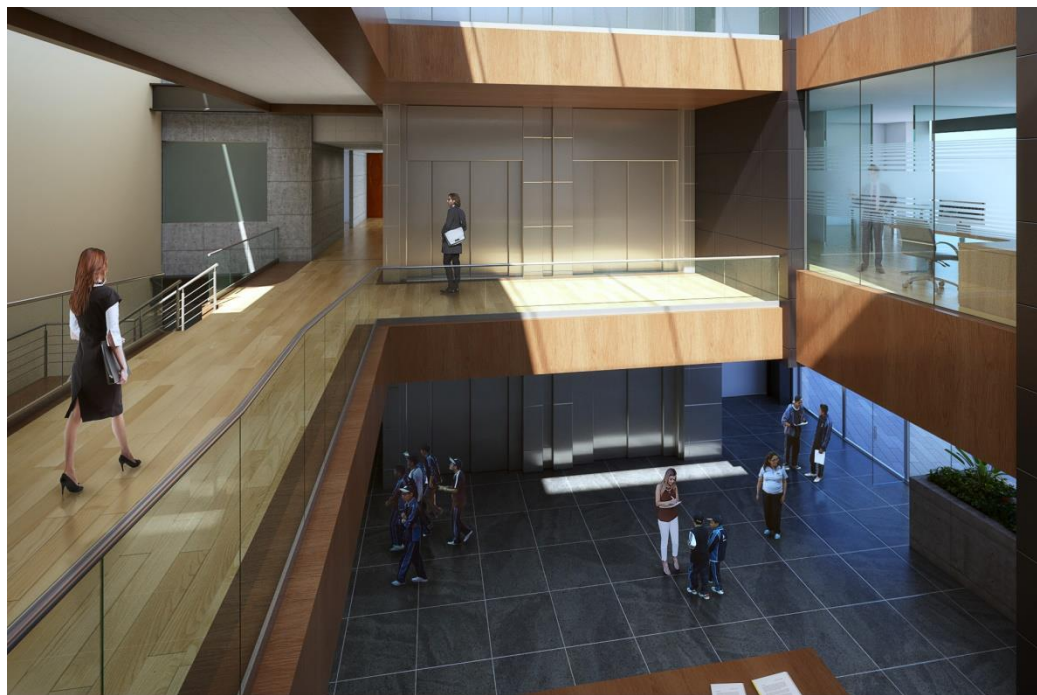


Ilustración N° 219

Ilustración N° 218: Vista peatonal de aula de inducción N°1

Ilustración N° 219: Vista aérea del Lobby principal.



Ilustración N° 220



Ilustración N° 221

Ilustración N° 220: Vista peatonal del laboratorio de análisis física y química.

Ilustración N° 221: Vista peatonal de la oficina de administración.

F. PRESUPUESTO DE OBRA Y FINANCIAMIENTO

1. Análisis de costos unitarios

Conforme a la Resolución Ministerial N° 373-2016-VIVIENDA el 26 de octubre de 2016 se aprueban los Valores Unitarios Oficiales de Edificación para el Ejercicio Fiscal 2017; los cuales se aplican en la tabla en el Anexo 05.

2. Presupuesto de obra

TABLA N° 34		VALORIZACION Y COSTO DE LA EDIFICACION					
COD.	LOCACION	ÁREA TECHADA	VALOR UNITARIO	COSTO (área techada)	ÁREA LIBRE	VALOR UNITARIO	COSTO (área libre)
		m2	S/	S/	m2	S/	S/
VU - 01	Accesos	430.20	573.65	246,784.23	1,892.00	41.60	78,707.20
VU - 02	Zona administrativa	644.30	608.77	392,230.51	-	-	-
VU - 03	Zona de laboratorios	842.20	789.17	664,638.97	-	-	-
VU - 04	Zona de motivacion y difusion	1,255.00	661.93	830,722.15	-	-	-
VU - 05	Zona de servicios generales	1,441.43	753.88	1,086,665.25	-	-	-
VU - 06	Areas verdes	-	-	-	4,027.58	277.32	1,116,928.49
VU - 07	Zona del personal obrero	757.90	655.97	497,159.66	-	-	-
VU - 08	Torres eolicas y solares	2,513.85	840.31	2,112,413.29	-	-	-
VU - 09	Fosos de descarga de RSU	479.78	693.82	332,880.96	-	-	-
VU - 10	Zona industrial	3,481.52	828.00	2,882,698.56	-	-	-
VU - 11	Aparcamiento vehiculos pesados	2,701.28	678.12	1,831,791.99	803.63	42.85	34,435.55
VU - 12	Aparcamiento vehiculos livianos	921.44	128.44	118,349.75	238.48	40.44	9,644.13
sub-Total		15,468.90		10,996,335.34	6,961.69		1,239,715.36
TOTAL				12,236,050.70			

Costo Directo S/ 12,236,050.70
IGV (18%) S/ 2,202,489.13

VALOR TOTAL DEL PORYECTO S/ 14,438,539.82

3. Financiamiento

Para el financiamiento del presente proyecto existen 3 métodos, los cuales pueden trabajarse de manera conjunta o de manera independiente; estos son:

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).- Uno de los 3 mecanismos flexibles del Protocolo de Kioto (PK) mediante el cual los países en desarrollo pueden recibir inversión económica proveniente de los países del Anexo I (países desarrollados) del PK para la ejecución de proyectos en pro de la reducción de las

emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), recibiendo créditos por ello; los requisitos necesarios para formar parte de este mecanismo son:

- La reducción de alguno de los GEI indicados en el PK.
- La firma y ratificación del PK.
- Ser desarrollado en un país que posea una Autoridad Nacional Designada para el MDL.
- Demostrar beneficios reales, mensurables y a largo plazo a las que se producirían en ausencia de la actividad del proyecto.
- Contribuir al desarrollo sostenible del país

El presente proyecto califica por cumplir con los requisitos estipulados:

- Contribuirá con la reducción de las emisiones de CO2 producto de la mala gestión de residuos que ha venido teniendo a la fecha.
- El Perú pertenece a las partes del Marco de las Naciones Unidas, que consta con firma y ratificación del PK.
- La autoridad competente para la implementación del MDL es el FONAM (Fondo Nacional del Ambiente).
- Dentro del presente documento se muestra un análisis de los múltiples beneficios asociados directa e indirectamente a la puesta en marcha del proyecto, contribuyendo al desarrollo sostenible de la región.

El CANON minero.- Según el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) el Canon Minero es la participación de la que gozan los Gobiernos Locales y Regionales sobre los ingresos y rentas obtenidos por el Estado por la explotación de recursos minerales, metálicos y no metálicos.

En la última década los ingresos por canon minero han ido descendiendo desde la caída abrupta en el año 2013, puesto que en el año 2012 se recepcionó casi 800 millones de soles, mientras que en el año 2013 fue un poco más de 400 millones para la región, para el año 2015 fue de 383.2 millones de soles, y se espera que para el 2016 este monto sea ligeramente inferior; Sin embargo la ampliación que se dio en Cerro Verde a finales del 2016 (no entro en el reporte para la designación del canon regional del año fiscal) seria tomado en cuenta para el 2017 por lo que se esperaría un incremento considerable en los ingresos para ese año.

Finalmente, ya sea que los ingresos se incrementen notablemente, o desciendan con la misma tendencia con la que se han dado, el Canon minero no deja de ser un método que puede ser tomado en cuenta para un financiamiento necesario en pro del medio ambiente y la mejora en el desarrollo sostenible que Arequipa necesita, ya sea mediante financiamiento directo o mediante una cooperación conjunta con otros métodos a los cuales se puede tener acceso.

La concesión privada.- Entendiéndose como el otorgamiento del derecho de la realización de la actividad principal (tratamiento y disposición final de los RSU) por un periodo de tiempo determinado por parte de la administración pública a otra privada; de este modo se garantiza la realización de las actividades por un tercero a quien le corresponderán la mayor parte de las ganancias por la actividad en cuestión pero, bajo ley, se aseguraría un correcto uso de recursos, así como la continuidad de los servicios y de las regalías al municipio.

Un ejemplo que cabe reconocer es el de: La captura y destrucción de gas metano en el relleno sanitario de Huaycoloro por la empresa Petramás, con una reducción de emisiones de 7, 066,051 toneladas de dióxido de carbono equivalente. Cabe reconocer que este proyecto fue uno de los 11 proyectos nacionales registrados ante la junta ejecutiva de las Naciones Unidas para la obtención del certificado de proyecto MDL.

G. MEMORIAS DESCRIPTIVAS

1. Arquitectura

1.1. Generalidades

1.1.1. Nombre del Proyecto

Planta de segregación, valorización y disposición final de residuos sólidos urbanos

1.1.2. Ubicación Geográfica

Región	:	Arequipa
Provincia	:	Arequipa
Distrito	:	Cerro Colorado
Localización	:	Pampa Escalerilla

1.1.3. Descripción del terreno

El terreno se ubica en el kilómetro 7.40 de la autopista Arequipa – La Joya, punto en el cual se ejecutan las obras de un intercambio vial a desnivel para ingresar a la zona de Pampa Escalerilla y posteriormente al terreno por al norte de este. Por el suroeste se cuenta con una vía afirmada, la cual está planeada para ser asfaltada y entrar en operatividad como vía arterial de 15.80m de sección según el PDM.

El terreno consta de un área de 596,648.75m² (59.66 ha) y un perímetro de 2,909.01m. con una direccionalidad topográfica ascendente predominante de suroeste a noreste; definiendo 3 zonificaciones: al suroeste, una zona predominante de laderas de 10 a 24° de pendiente; en el centro, laderas de 2 a 9° de pendiente; y al noreste, laderas con pendientes de 25-50° de pendiente.

Es predominantemente desértico con presencia de residuos sólidos urbanos dispuestos a cielo abierto por las operaciones realizadas años atrás como botadero la estrella.

1.1.4. Concepción

El terreno consta de una zona con alta incidencia de vientos por lo que el proyecto se dispone siguiendo esta direccionalidad longitudinalmente para ejercer un menor área de resistencia contra el viento, así mismo su emplazamiento topográfico es perpendicular a las curvas de nivel por lo que posibilita la disposición a diferentes niveles a lo largo del proyecto. Posteriormente se le adicionan volúmenes en los laterales para configurar una nueva volumetría trilliza y facilitar la renovación del aire mediante estas adiciones. Acto seguido se adhiere un volumen yuxtapuesto en el costado norte del volumen inicial, este último ha de servirse del adjunto para su correcta funcionalidad. Finalmente la volumetría trilliza adopta una volumetría industrial (cobertura de sierra) para el ingreso cenital de iluminación al interior y la perpendicularidad de paneles fotovoltaicos instalados en la cobertura para la captación directa de radiación solar.

1.2. Descripción del proyecto

1.2.1. Descripción general del edificio

La zonificación de volúmenes del proyecto obedece a una diferenciación de funciones (ingresos) por la multifuncionalidad del mismo, al este: los ingresos de los residuos a segregar y valorizar; al oeste: la salida de subproductos, elementos segregados y valorizados, para su despacho y comercialización; al sur: la salida de residuos voluminosos para trituración y/o despacho, y la salida de rechazo con destino a las celdas del relleno sanitario adjunto; al norte: los diferentes ingresos de los diferentes usuarios al EC, zonificación que incluye al mismo edificio, todos estos ingresos debidamente diferenciados de las otras 3 zonificaciones previas; finalmente al centro las instalaciones industriales del hangar de segregación y valorización. La planta de segregación (el proyecto) consta, entonces, de dos volúmenes diferenciados, el Edificio Conexo y el hangar industrial.

El EC se dispone en 4 niveles (un sótano y 3 pisos), mientras que el hangar industrial (de mayor altura que el EC) es un área de un solo piso con una triple altura.

1.2.2.Descripción del sótano

En este se encuentran mayormente espacios y áreas de servicio como son cuartos del sistema de ventilación, y del sistema eléctrico de las diferentes partes del proyecto; depósitos industriales, servicios higiénicos para el personal obrero, por ende, tiene acceso al hangar industrial; finalmente, tiene un área apartada del resto de los mencionados por un hall de servicio en donde se localiza el cuarto de vigilancia y seguridad.

1.2.3.Descripción 1er nivel (EC)

Consta de 4 accesos diferenciados según usuarios a servir, el primero (al lobby principal) recepciona al personal administrativo y a los visitantes del complejo, una vez dentro existe un filtro justamente para dividir a estos dos usuarios y direccionarlos a sus respectivas zonificaciones, los visitantes son conducidos a niveles superiores mediante escaleras y elevadores, mientras que el área de administración se dispone en dos niveles. Otro de los accesos es al área de servicio, que conduce al área de cocinas las cuales, sirven a los dos comedores del complejo: el comedor de obreros y al comedor de empleados; a éste último si ingresa a través del lobby principal. El tercer acceso (al lobby de planta) recepciona a los obreros, del cual se puede ingresar al comedor de obreros, al área de enfermería, y a los vestidores y casilleros para, seguidamente, ingresar al área industrial. Finalmente el cuarto acceso (al lobby de laboratorios) recepciona a todos los empleados laboratoristas y/o personal externo para el análisis de muestras, pero que los conduce hacia el segundo nivel donde se encuentran los laboratorios.

1.2.4.Descripción 2do nivel (EC)

Proveniente del lobby de laboratorios se encuentra un hall de recepción en donde está la oficina de recepción de muestras para ingresarlas a análisis, así mismo está el ingreso propiamente dichos a la zona de laboratorios, aquí se encuentran salas de pretratamiento de muestras, salas de análisis físico y químico, y la sala de control microbiológico, y las áreas de servicio, es decir, casilleros y SSHH. Proveniente del Lobby principal se encuentra el lobby de elevadores del segundo nivel, donde se reciben a los visitantes interesados en capacitaciones en 5 aulas de

inducción; tanto el área de inducción como el área de laboratorios cuentan con ingresos de servicio proveniente del 2do acceso en el primer nivel.

1.2.5.Descripción 3er nivel (EC)

Proveniente del Lobby principal se encuentra el lobby de elevadores del tercer nivel, donde se reciben a los visitantes para su recorrido interactivo y vivencial por la planta, desde éste son conducidos al auditorio para recibir indicaciones y una introducción a dicho recorrido para posteriormente ingresar al hangar industrial (a 10.70m del nivel de piso terminado) donde recorren, a la par de la circulación del proceso industrial, todo el proceso que toma la segregación y valorización de residuos para finalmente terminar el recorrido ingresando nuevamente al EC donde se les espera 2 SUM, uno principal para el refuerzo de lo aprendido y otro panorámico para poder visualizar las actividades dentro del área de laboratorios en el nivel inferior; finalmente el recorrido continua por dos áreas museográficas para terminar en el SUM último. Por encima del área de administración se dispone una azotea mirador para poder apreciar el complejo y el relleno sanitario.

1.2.6.Descripción azotea

En el área de la azotea están los tanques elevados para el almacenaje de agua de la red pública y agua tratada en la planta de tratamiento de aguas servidas para su reúso, dichos tanques se encuentran sobre las baterías de baño para su abastecimiento. Así mismo están los cuartos de máquinas de los diferentes elevadores y montacargas, y las zonas de instalación de los tanques de gas para el abastecimiento de calderas y cocinas. Al azote solo es posible llevar a través de la circulación vertical del área de servicio, la misma que inicia en el 2do acceso al complejo.

1.2.7.Descripción área industrial

Se divide en 7 zonificaciones: La primera en donde se ubican los fosos de descarga con una profundidad de 15m, para posteriormente ingresar a la zona de segregación mecánica y manual, en donde un circuito de cintas transportadoras y equipos de segregación se encargan de dividir los residuos por forma y tamaño, es así que son dirigidos: a la zona de despacho de orgánicos (mediante cintas

transportadoras), a zona de voluminosos, donde son triturados y compactados para despacho; posteriormente son segregados manualmente por el personal obrero, redireccionando el circuito para su acopio en las diferentes categorías de subproductos (metal ferroso, metal no ferroso, botellas de plástico, vidrio, elementos plásticos ligeros, tetrapak, papel, cartón, y materiales textiles), en la zona de densificación de subproductos segregado por otra parte como efecto del proceso mencionado se recoge también el rechazo y es dirigido a la zona de rechazo para compactación y despacho a las celdas del RSa. Finalmente los subproductos densificados y compactados son apilados en paletes dentro de la zona de apilamiento y acopio para su comercialización y despacho.

2. Estructuras

2.1. Criterios de estructuración

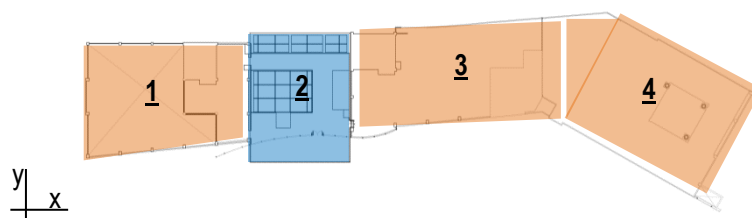


Ilustración N° 222

Se utilizó un sistema aporticado de concreto armado en las tres cuartas partes del EC (particiones: 1, 3, y 4), procurando conformar una uniformidad en los puntos de apoyo, y lograr un monolitismo en cada uno de las partes del edificio. En cuanto a la partición N° 2, se la concibió con una estructura de vigas y columnas metálicas tipo H para lograr mayores luces con los mínimos apoyos; éste mismo cuenta con un volumen en voladizo (4.5m de volado) que se sostiene gracias a un sistema de vigas diagonales que trabajan a tracción.

En el hangar industrial, al contar con grandes alturas y puntos de apoyo distantes se lo concibe con un sistema de vigas de acero compuestas tipo Pratt con las diagonales convergiendo en el centro, al igual que con columnas compuestas por 8 perfiles tipo C soldados en pares entre sí unidos a través de un reticulado al igual que una viga Pratt.

Por lo tanto los criterios utilizados para la estructuración son: en los elementos aporticados del EC: Simplicidad, resistencia, monolitismo, uniformidad y continuidad estructural; en el elemento de acero del EC, al igual que en el hangar industrial: Ductilidad, resistencia, monolitismo, e hiperestaticidad, esta última con la característica de contar con puntos de apoyo móviles en las columnas metálicas para aumentar su sismoresistencia.

2.2. Estructuración en concreto armado

Sistema aporticado en el que se optó por una modulación estructural de 5.20m entre apoyos en el eje Y, mientras que en el eje X se diversifican según las actividades que alberga cada partición: en la partición N° 1 los módulos son de aprox. 5.50m entre apoyos, en la partición N° 3 son de 5.80m y 4.40m, mientras que en la partición N° 4 son de 5.20 y 6.60m. Configurando una estructura regular sin interrupciones de vigas ni columnas. Los detalles del pre-dimensionamiento de las vigas y las columnas podrán encontrarse en los planos estructurales de cimentaciones y de aligerados (de Es-01, hasta Es-012), así mismo podrán encontrarse detalles de encuentros y composición de la losa aligerada y de la losa colaborante del auditorio.

2.3. Estructuración en acero

Dentro del EC, en la partición N° 2 la modulación es de 15.60m en el eje Y (único modulo) y 4 módulos en el eje X de: 4.00m, 3.40m, 7.10, y 5.80m. con vigas y columnas tipo H de 27" con 146lbs. Mientras que dentro del hangar industrial en el Eje X se tiene 4 módulos: dos de 34m y 2 de 25.00m aprox. y 3 módulos repetitivos en el Eje Y de 19.30m con columnas compuestas de 8 canales de perfiles C de 8" x 2½" soldados unos a otros junto con perfiles angulares de 1½".

3. Instalaciones sanitarias

3.1. Abastecimiento de agua fría

El proyecto recibe su abastecimiento de agua directamente de la acometida de la red pública, ésta ingresa en primera instancia a los cuatro tanques cisterna ubicados en el sótano, dos para la reserva de agua contra incendio y dos para el

abastecimiento del edificio mediante sistema indirecto ya que estos últimos abastecen a dos tanques elevados ubicados en la azotea, esto para garantizar una presión de agua constante en todos los niveles.

Las instalaciones abastecidas con agua potable proveniente de los tanques elevados son los lavatorios y las duchas, por otra parte también se abastece a las termas solares (ubicadas en la azotea) y termas a gas (ubicadas cerca a las duchas).

3.2. Abastecimiento de agua fría (depurada)

El agua gris proveniente de la utilización de agua potable en lavatorios y duchas es canalizada hacia la Planta de depuración de aguas residuales en donde son sometidas a tratamientos físicos, químicos y biológicos para eliminar de ella contaminantes y poder disponer de ellas en un segundo nivel de reutilización, en este caso, captar dicha agua depurada y utilizarla en un segundo sistema de abastecimiento de agua. Al igual que el anterior sistema se abastecen dos tanques cisterna ubicados en el sótano, y de ellos se bombea el agua depurada a otros dos tanques elevados ubicados en la azotea, de ellos se abastecen toda la red de urinarios e inodoros del edificio.

El sistema de agua depurada también contempla las áreas para regadío, esto se realiza mediante aspersión rotativa, racionalizando las dotaciones de la misma. Otro punto de abastecimiento de estas áreas son mediante las bajadas de lluvia de los techos del área industrial y la azota del edificio conexo.

3.3. Abastecimiento de gas

El proyecto también cuenta con un sistema de abastecimiento de gas proveniente de la instalación de 2 tanques en la azotea, dicho gas es obtenido de la planta de extracción de gas ubicada al norte del proyecto. Las instalaciones son para las conexiones de termas a gas y para la cocina y kitchenettes.

3.4. Abastecimiento de agua contra incendios

El sistema empleado es el de gabinetes empotrados en los puntos de servicio accesibles en todos los niveles y el de rociadores para el área industrial. Se tienen dos cisternas en el sótano para contar con uno de ellos cuando se le da mantenimiento al otro; así mismo se cuenta con un punto seco sobre las cisternas para la inyección de agua por parte del cuerpo de bomberos si así se viera necesario. Según el RNE, las mangueras de cada gabinete han de contar con una longitud de 60m y poseer un diámetro total de 2 ½" y un caudal mínimo de 10l/s.

Tanto cisternas como tanques elevados en ambos sistemas son de concreto armado, paredes impermeabilizadas y zócalos de media caña para un adecuado funcionamiento y mantenimiento; esto último es posible por la capacidad de tener dos tanques y cisternas de cada tipo, abasteciéndose de uno mientras se le da mantenimiento a otro. (Ver Ilustración n° 224)

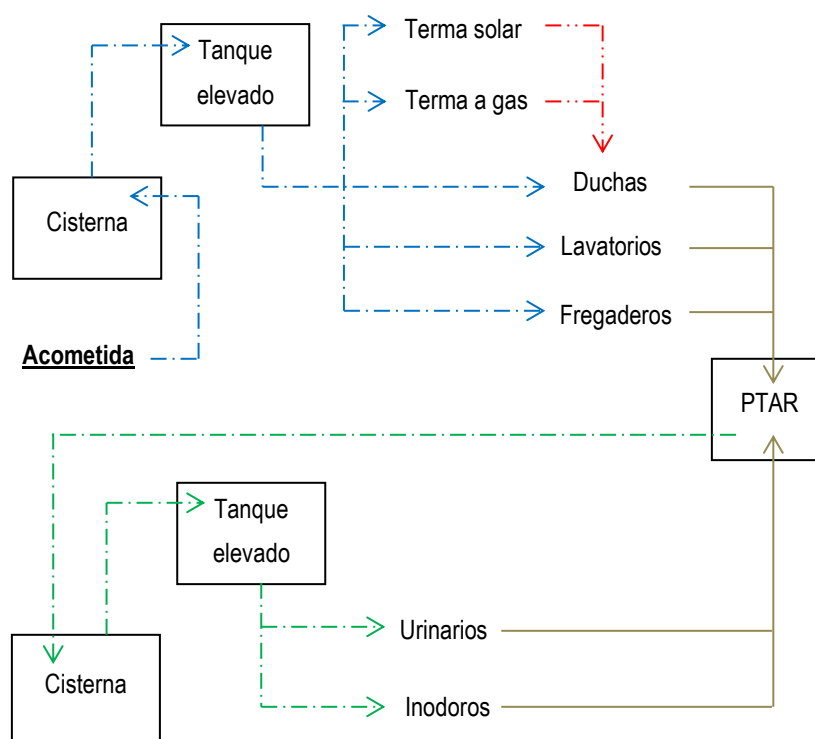


Ilustración N° 223

Ilustración N° 223: Esquema de funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua a las instalaciones de la planta de segregación. Elaboración propia.

4. Instalaciones eléctricas y mecánicas

El proyecto contempla la utilización de energía trifásica por el alto requerimiento de potencia eléctrica de sus instalaciones, un requerimiento de 10,968.06 kW al día (según la demanda máxima calculada); por lo que para tal requerimiento se plantean 2 puntos de abastecimiento de energía, energía solar (mediante paneles fotovoltaicos), y la energía obtenida en última instancia de la acometida urbana.

TABLA N° 35	DISTRIBUCION DE LOS CIRCUITOS DEL PROYECTO
TABLERO GENERAL 1	Cuarto de vigilancia
	Cuarto del sistema electrico 1
	Hidrobombas 1,2,3,4,5 y 6
	Área administrativa
	Lobby (los 3 niveles)
	Aulas polivalentes
	Tienda de regalos
	Azotea 1 y 2
	Iluminacion exterior 1
TABLERO GENERAL 2	Área industrial
	Maquinaria pesada
TABLERO GENERAL 3	Área de servicio de obreros
	Cocina y comedor (empleados y obreros)
	Vestidores
	Área del laboratorio
	Área de visitas
	Azotea 3
	Iluminacion exterior 2

Fuente: Edición propia

Los 3 diferentes tableros generales se encuentran interconectados para poder abastecerse entre ellos en el caso de que alguno de ellos falle, así mismo están conectados a la acometida urbana con su medidor respectivo.

4.1. Demanda máxima y suministro de energía

El principal suministro de energía se da a través de la captación de energía solar. Se utilizan tres puntos de recaudación procedentes de los 3 techos de la zona industrial que en conjunto permiten poder instalar 4,235m² de paneles fotovoltaicos de un rendimiento de 315Wh/m², es decir, una captación total de 1,334.02 kW/h que se traduce en 10,572.20 kW/día. Cada uno de los tres circuitos baja a un transformador de aislamiento y conjuntamente a un grupo electrógeno se procede a estabilizar la corriente y poder repartir la energía a los diferentes tableros de distribución dentro del proyecto. Las tres sectorizaciones eléctricas dentro de la planta son:

TABLA N° 36		CUADRO GENERAL DE CARGAS					
Designacion	Tipo (EMPRESA)	Cant. de artefactos / punto	Potencia Unit. Promedio (W)	Cant. de puntos en total	Potencia Hr (W)	Hrs promedio de uso	Potencia Día (W)
Alumbrado	Fluorescentes	1	70	436	30,520	5.00	152,600.00
	High bay	1	360	141	50,760	5.00	253,800.00
Alumbrado exterior	Lampara en tierra	2	75	176	26,400	5.00	132,000.00
	Lampara en postes	1	80	56	4,480	5.00	22,400.00
	Lampara en techo	2	120	34	8,160	5.00	40,800.00
Tomacorrientes		1	350	236	82,600	16.00	1,321,600.00
Bombas	Hidroneumaticas	2	2,500	7	35,000	8.00	280,000.00
Inyectores de aire	(Sodeca)	1	320	28	8,960	12.00	107,520.00
Extractores de aire	(Sodeca)	1	240	68	16,320	12.00	195,840.00
Elevadores		1	10,500	5	52,500	4.00	210,000.00
Montacargas	Alto rendimiento	1	5,000	1	5,000	11.00	55,000.00
	Bajo rendimiento	1	3,500	3	10,500	5.00	52,500.00
Tromel	TR 3/8/10 (Masias Recyclin)	1	15,000	4	60,000	16.00	960,000.00
Separador densimetrico balistico	SB60 (Masias Recycling)	1	5,500	3	16,500	16.00	264,000.00
Separador Foucault	HTECS-40 (Huate Magnetism)	1	4,000	5	20,000	16.00	320,000.00
Compactador	H 80/50 - MAN (IMABE IBERICA)	1	7,500	9	67,500	16.00	1,080,000.00
Triturador	XR3000 C (UNTHA)	1	150,000	2	300,000	12.00	3,600,000.00
Grúa pulpo		1	120,000	1	120,000	16.00	1,920,000.00
TOTAL (kW)					915.20		10,968.06

Fuente: Edición propia

BIBLIOGRAFIA

- Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS), Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS), Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe. Informe del directorio y asesoría técnica del BID; 2010.
Disponible en: https://publications.iadb.org/facet-view?field=type_view
- Ministerio del Ambiente (MINAM). Tercer informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en el Perú. Lima, Lima: MINAM; 2010.
Disponible en: <http://redrrss.minam.gob.pe/>
- Evaluación y Gestión ambiental S.A.C. (EVAGAM S.A.C.). Cuarto informe nacional de residuos sólidos municipales y no municipales. Lima, Lima: MINAM; 2012.
Disponible en: <http://sinia.minam.gob.pe/>
- Ministerio del Ambiente (MINAM). Sexto informe nacional de residuos sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal. Informe del coordinador del área de gestión en residuos sólidos. Lima, Lima: MINAM; 2014.
Disponible en: <http://redrrss.minam.gob.pe/>
- Gobierno Regional de Arequipa, Consejo Nacional del Ambiente (CONAM). Plan Integral de Gestión Ambiental de residuos Sólidos - Arequipa (PIGARS 2004). Informe del coordinador de la comisión de Gestión Ambiental. Arequipa, Arequipa: CONAM; 2004.
Disponible en: <http://siar.minam.gob.pe/arequipa/>
- Municipalidad Provincial de Arequipa. Plan Integral de Gestión Ambiental de residuos Sólidos - Arequipa (PIGARS 2013). Arequipa, Arequipa: Comisión Ambiental Municipal CAM; 2012.
- Hsu A. et al. Global Metrics for the Environment: The Environmental Performance Index (Mediciones globales del medioambiente: el índice de desarrollo medioambiental). New Haven, Connecticut: Universidad de Yale; 2016.
Disponible en: www.epi.yale.edu
- Ramírez J. Luiz. La construcción de la ciudad como lógica y retórica. Los dos significados de la ciudad. SCRIPTA NOVA, revista electrónica de geografía y ciencias sociales [revista en Internet] 1998; 1(27).
Disponible en: <http://www.ub.edu/geocrit/sn-27.htm>

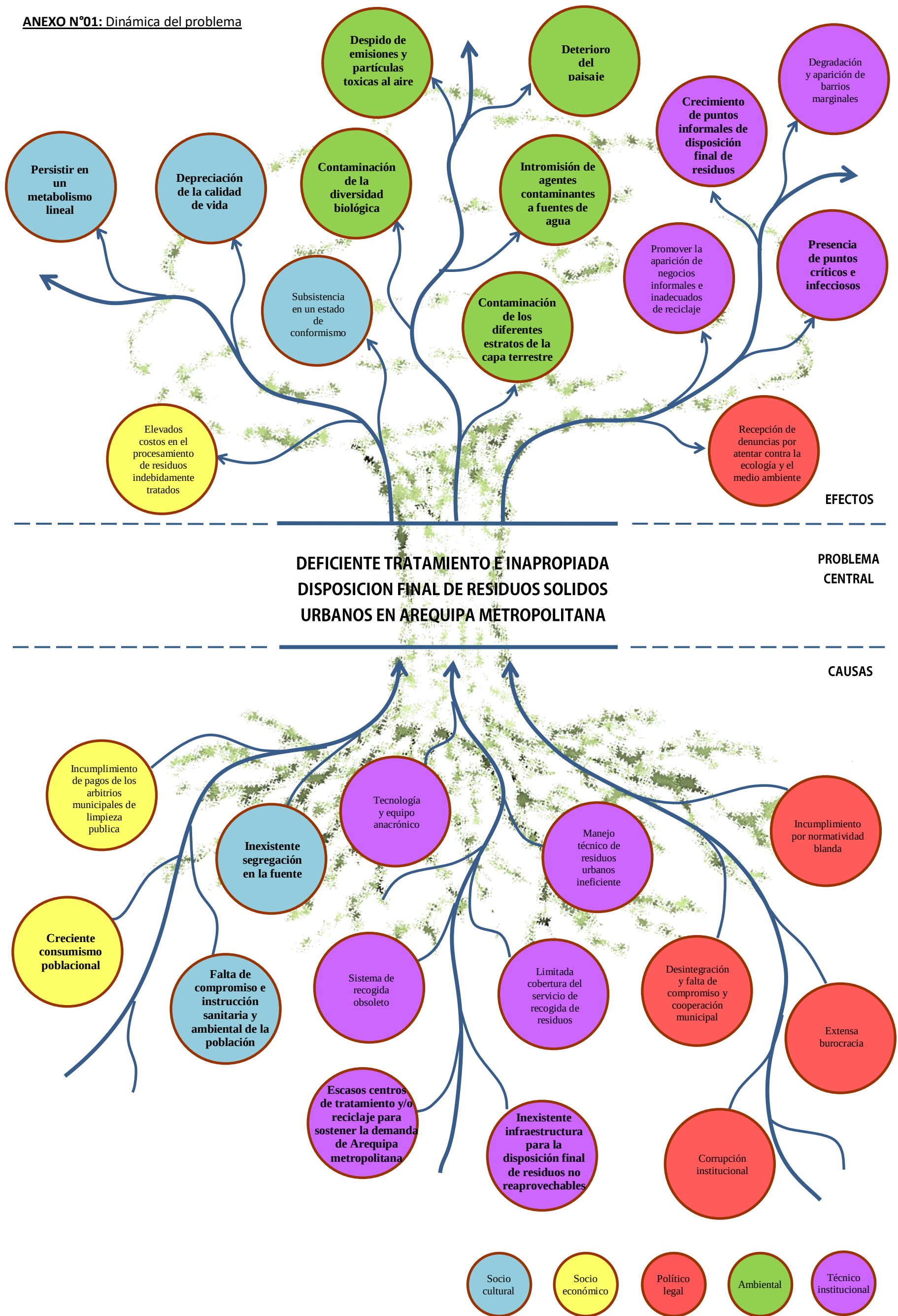
- Cerdà Suñer I. Imprenta Española (Madrid). “Teoría general de la urbanización y aplicación de sus principios y doctrinas a la reforma y ensanche de Barcelona”. 1ª ed. Madrid: Imprenta Española, 1867. Reeditado por el Instituto de Estudios Fiscales, 1968-1971.
- Girardet, et al. Atlas Gaia: Ciudades Alternativas para una vida urbana sostenible. 1ra ed. Madrid: Celeste ediciones S.A.; 1993.
- Rogers R, Gumuchdjian Philip. Ciudades para un pequeño planeta. 1era ed. Gustavo Gili, S.L.; 2000.
- Meadows D, Randers J. Limits of Growth (Los Limites del Crecimiento). 3ª Ed. Estados Unidos: Chelsea Green; 2004.
- Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil S. Gestión Integral de Residuos Sólidos. 1ª Ed. España; 1994.
- Instituto Nacional de Ecología (INECC). Estaciones de transferencia de residuos sólidos en áreas urbanas. 1º ed. México: Asociación Mexicana para el control de residuos sólidos y peligrosos; 1996.
- Bartesaghi C. Reciclaje Sistémico, Instalaciones de tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos de Arequipa metropolitana. 1era ed. Perú: Universidad Nacional de San Agustín; 2011.
- Jaramillo J. Guia para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. OPS/CEPIS/PUB/02.93. Colombia; 2002.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario. Lima: MINAM; 2011.
- Fernández Protomastro G. Minería Urbana y la Gestión de los Recursos Electrónicos. 1ª ed. Buenos Aires: Grupo uno; 2013.
- Jones D. Arquitectura y entorno: El diseño de la construcción bioclimática. Blume. Barcelona: ISBN; 2002.

- Martínez Gutiérrez M. Ciclo de vida de un producto. Amaze [en internet]; 2015, enero [12 de nov 2015]; Disponible en: <https://www.emaze.com/@AOFOWLQF/Ciclo-de-ida-de-un-producto.pptx>
- Lopez A. & Scotti A. Coordinadores. La esencia de la permacultura. 1ª ed. Barcelona: Asociación Cambium de permacultura urbana; 2013.
- Ramos H. Residuos: Alternativas de Gestión. Salamanca, España: Aquilafuente, 2003.
- INEI. Metodología para el cálculo de los niveles de empleo. Metodologías Estadísticas [revista de Internet] 2000 [consulta: 27/11/15]; año 1, N° 4: [9 paginas]. Disponible en: <http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/metodologias/empleo01.pdf>
- Instituto Municipal de Planeamiento (IMPLA). Plan de Desarrollo Metropolitano de Arequipa 2016-2025 (PDM). Arequipa, Arequipa: IMPLA; 2016. Disponible en: <http://impla.gob.pe/publicaciones/pdm-2016-2025/>
- Ministerio de Salud (MINSA). Política Nacional de Salud Ambiental 2011-2020. Lima, Lima: MINSA, DIGESA ; 2011.
- Decretos Legislativos:
 - N° 613 – Código del Medio ambiente y de los Recursos Naturales
 -
- Decretos de Concejo:
 - N° 004-2005-CONAM/CD - Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos
 -
- Decretos Supremos:
 - N° 057-2004-PCM – Reglamento de la Ley general de residuos sólidos
 - N° 019-2009-MINAM - Aprobación del Reglamento del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SNEIA)
 - N° 005-2010-MINAM – Reglamento de la Ley que regula la actividad de recicladores
 - N° 001-2012-MINAM – Reglamento Nacional para la Gestión de los residuos de aparatos electrónicos y eléctricos.
- Leyes nacionales:
 - N° 26842 – Ley general de Salud
 - N° 27314 – Ley general de Residuos Sólidos
 - N° 27446 – Ley del sistema nacional de evaluación de impacto ambiental (SEIA)
 - N° 27972 – Nueva ley orgánica de Municipalidades

- N° 28256 – Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos
- N° 28611 – Ley General del Ambiente
- N° 29419 – Ley que regula la actividad de Recicladores

ANEXOS

ANEXO N°01: Dinámica del problema



ANEXO N° 02

AREA, VOLUMEN, Y VIDA UTIL DEL RELLENO SANITARIO PAMPA "ESCALERILLA"

		Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
Poblacion		hab	951,590.63	963,613.55	975,322.69	986,720.81	997,811.07	1,008,597.01	1,019,082.54	1,029,271.83	1,039,169.38	1,048,779.89	1,058,108.28	1,067,159.66	1,075,939.31	1,084,452.60	1,092,705.06	1,100,702.26	1,108,449.86	1,115,953.57	1,123,219.13	1,130,252.27	1,137,058.76	1,143,644.32
Gen. PC		%	70.28%	70.40%	70.52%	70.64%	70.76%	70.88%	71.00%	71.12%	71.24%	71.36%	71.48%	71.61%	71.73%	71.85%	71.97%	72.09%	72.22%	72.34%	72.46%	72.59%	72.71%	72.83%
Cantidad de residuos urbanos recepcionados		(Kg/d)	668,772.85	678,374.75	687,786.12	697,007.85	706,041.12	714,887.43	723,548.49	732,026.27	740,322.97	748,440.93	756,382.71	764,151.00	771,748.61	779,178.50	786,443.70	793,547.35	800,492.63	807,282.83	813,921.23	820,411.19	826,756.08	832,959.27
		(ton/día)	668.77	678.37	687.79	697.01	706.04	714.89	723.55	732.03	740.32	748.44	756.38	764.15	771.75	779.18	786.44	793.55	800.49	807.28	813.92	820.41	826.76	832.96
		(ton/año)	240,758.23	244,214.91	247,603.00	250,922.82	254,174.80	257,359.47	260,477.46	263,529.46	266,516.27	269,438.74	272,297.78	275,094.36	277,829.50	280,504.26	283,119.73	285,677.04	288,177.35	290,621.82	293,011.64	295,348.03	297,632.19	299,865.34
Residuos reaprovechables (80.80%)		(Ton/año)	194,532.65	197,325.65	200,063.23	202,745.64	205,373.24	207,946.45	210,465.78	212,931.80	215,345.14	217,706.50	220,016.60	222,276.24	224,486.24	226,647.44	228,760.74	230,827.05	232,847.30	234,822.43	236,753.41	238,641.21	240,486.81	242,291.19
Residuos no reaprovechables (19.20%)		(Ton/año)	46,225.58	46,889.26	47,539.78	48,177.18	48,801.56	49,413.02	50,011.67	50,597.66	51,171.12	51,732.24	52,281.17	52,818.12	53,343.26	53,856.82	54,358.99	54,849.99	55,330.05	55,799.39	56,258.24	56,706.82	57,145.38	57,574.14
Avance porcentual y tamaño anual de los residuos reciclados	% reciclado	%	13.98%	15.94%	17.90%	19.86%	21.82%	23.78%	25.74%	27.70%	29.66%	31.62%	33.58%	35.54%	37.50%	39.46%	41.42%	43.38%	45.34%	47.30%	49.26%	51.22%	53.18%	55.14%
	Residuos reciclados	(Ton/año)	27,195.66	31,453.71	35,811.32	40,265.28	44,812.44	49,449.67	54,173.89	58,982.11	63,871.37	68,838.79	73,881.58	78,996.98	84,182.34	89,435.08	94,752.70	100,132.78	105,572.96	111,071.01	116,624.73	122,232.03	127,890.88	133,599.36
	% no reciclado	%	86.02%	84.06%	82.10%	80.14%	78.18%	76.22%	74.26%	72.30%	70.34%	68.38%	66.42%	64.46%	62.50%	60.54%	58.58%	56.62%	54.66%	52.70%	50.74%	48.78%	46.82%	44.86%
	Residuos no reciclados	(Ton/año)	167,336.98	165,871.94	164,251.91	162,480.36	160,560.80	158,496.79	156,291.89	153,949.69	151,473.77	148,867.70	146,135.03	143,279.27	140,303.90	137,212.36	134,008.04	130,694.28	127,274.33	123,751.42	120,128.68	116,409.18	112,595.92	108,691.83
Rechazo total		(Ton/año)	213,562.56	212,761.20	211,791.69	210,657.54	209,362.36	207,909.81	206,303.56	204,547.35	202,644.90	200,599.94	198,416.20	196,097.38	193,647.16	191,069.18	188,367.03	185,544.27	182,604.38	179,550.81	176,386.91	173,116.00	169,741.30	166,265.97
Volumen de RU para compactado y comercializacion		(m3/año)	60,434.81	69,897.13	79,580.71	89,478.41	99,583.20	109,888.15	120,386.43	131,071.35	141,936.38	152,975.10	164,181.28	175,548.84	187,071.86	198,744.62	210,561.56	222,517.28	234,606.59	246,824.46	259,166.06	271,626.73	284,201.97	296,887.48
Volumen de RU post procesamiento (rechazo)	Sueltos	(ton/día)	593.23	591.00	588.31	585.16	581.56	577.53	573.07	568.19	562.90	557.22	551.16	544.71	537.91	530.75	523.24	515.40	507.23	498.75	489.96	480.88	471.50	461.85
	Compactado para disp. Final	(m3/día)	988.72	985.01	980.52	975.27	969.27	962.55	955.11	946.98	938.17	928.70	918.59	907.86	896.51	884.58	872.07	859.00	845.39	831.25	816.61	801.46	785.84	769.75
		(m3/año)	355,937.60	354,602.00	352,986.14	351,095.90	348,937.27	346,516.34	343,839.27	340,912.25	337,741.50	334,333.24	330,693.67	326,828.97	322,745.27	318,448.63	313,945.05	309,240.45	304,340.64	299,251.35	293,978.19	288,526.67	282,902.17	277,109.96
Volumen del Rsa	material de cobertura anual	(m3/día)	197.74	197.00	196.10	195.05	193.85	192.51	191.02	189.40	187.63	185.74	183.72	181.57	179.30	176.92	174.41	171.80	169.08	166.25	163.32	160.29	157.17	153.95
		(m3/año)	71,187.52	70,920.40	70,597.23	70,219.18	69,787.45	69,303.27	68,767.85	68,182.45	67,548.30	66,866.65	66,138.73	65,365.79	64,549.05	63,689.73	62,789.01	61,848.09	60,868.13	59,850.27	58,795.64	57,705.33	56,580.43	55,421.99
	Volumen (a+b)	(m3/año)	427,125.12	425,522.40	423,583.37	421,315.08	418,724.73	415,819.61	412,607.13	409,094.70	405,289.80	401,199.88	396,832.40	392,194.77	387,294.32	382,138.36	376,734.06	371,088.54	365,208.77	359,101.62	352,773.83	346,232.01	339,482.61	332,531.95
		m3	427,125.12	852,647.53	1,276,230.90	1,697,545.98	2,116,270.70	2,532,090.32	2,944,697.44	3,353,792.14	3,759,081.94	4,160,281.82	4,557,114.22	4,949,308.99	5,336,603.31	5,718,741.67	6,095,475.73	6,466,564.27	6,831,773.04	7,190,874.66	7,543,648.49	7,889,880.49	8,229,363.10	8,561,895.05

		Año	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060
Poblacion		hab	1,150,014.68	1,156,175.50	1,162,132.41	1,167,891.00	1,173,456.76	1,178,835.15	1,184,031.53	1,189,051.18	1,193,899.30	1,198,581.00	1,203,101.27	1,207,465.05	1,211,677.14	1,215,742.25	1,219,664.99	1,223,449.85	1,227,101.25	1,230,623.47	1,234,020.68	1,237,296.98	1,240,456.32	1,243,502.58
Gen. PC		%	72.96%	73.08%	73.21%	73.33%	73.46%	73.58%	73.71%	73.83%	73.96%	74.08%	74.21%	74.33%	74.46%	74.59%	74.71%	74.84%	74.97%	75.10%	75.22%	75.35%	75.48%	75.61%
Cantidad de residuos urbanos recepcionados		(Kg/d)	839,024.17	844,954.17	850,752.64	856,422.96	861,968.48	867,392.52	872,698.37	877,889.28	882,968.47	887,939.11	892,804.32	897,567.18	902,230.72	906,797.90	911,271.64	915,654.79	919,950.16	924,160.48	928,288.44	932,336.64	936,307.66	940,204.00
		(ton/día)	839.02	844.95	850.75	856.42	861.97	867.39	872.70	877.89	882.97	887.94	892.80	897.57	902.23	906.80	911.27	915.65	919.95	924.16	928.29	932.34	936.31	940.20
		(ton/año)	302,048.70	304,183.50	306,270.95	308,312.27	310,308.65	312,261.31	314,171.41	316,040.14	317,868.65	319,658.08	321,409.56	323,124.19	324,803.06	326,447.25	328,057.79	329,635.73	331,182.06	332,697.77	334,183.84	335,641.19	337,070.76	338,473.44
Residuos reaprovechables		(Ton/año)	244,055.35	245,780.27	247,466.93	249,116.31	250,729.39	252,307.14	253,850.50	255,360.43	256,837.87	258,283.73	259,698.92	261,084.34	262,440.87	263,769.37	265,070.69	266,345.67	267,595.10	268,819.80	270,020.54	271,198.08	272,353.17	273,486.54
Residuos no reaprovechables		(Ton/año)	57,993.35	58,403.23	58,804.02	59,195.96	59,579.26	59,954.17	60,320.91	60,679.71	61,030.78	61,374.35	61,710.63	62,039.84	62,362.19	62,677.87	62,987.10	63,290.06	63,586.96	63,877.97	64,163.30	64,443.11	64,717.59	64,986.90
Avance porcentual y tamaño anual de los residuos reciclados	% reciclado	%	57.10%	59.06%	61.02%	62.98%	64.94%	66.90%	68.86%	70.82%	72.78%	74.74%	76.70%	78.66%	80.62%	82.58%	84.54%	86.50%	88.46%	90.42%	92.38%	94.34%	96.30%	98.26%
	Residuos reciclados	(Ton/año)	139,355.61	145,157.83	151,004.32	156,893.45	162,823.67	168,793.47	174,801.45	180,846.26	186,926.60	193,041.26	199,189.07	205,368.94	211,579.83	217,820.75	224,090.77	230,389.00	236,714.63	243,066.86	249,444.97	255,848.27	262,276.11	268,727.87
	% no reciclado	%	42.90%	40.94%	38.98%	37.02%	35.06%	33.10%	31.14%	29.18%	27.22%	25.26%	23.30%	21.34%	19.38%	17.42%	15.46%	13.50%	11.54%	9.58%	7.62%	5.66%	3.70%	1.74%
	Residuos no reciclados	(Ton/año)	104,699.75	100,622.44	96,462.61	92,222.86	87,905.72	83,513.66	79,049.05	74,514.17	69,911.27	65,242.47	60,509.85	55,715.40	50,861.04	45,948.62	40,979.93	35,956.66	30,880.47	25,752.94	20,575.57	15,349.81	10,077.07	4,758.67
Rechazo total		(Ton/año)	162,693.10	159,025.67	155,266.63	151,418.81	147,484.99	143,467.83	139,369.96	135,193.88	130,942.05	126,616.82	122,220.48	117,755.24	113,223.23	108,626.50	103,967.03	99,246.72	94,467.43	89,630.91	84,738.86	79,792.92	74,794.65	69,745.57
Volumen de RU para compactado y		(m3/año)	309,679.12	322,572.95	335,565.15	348,652.12	361,830.37	375,096.61	388,447.68	401,880.57	415,392.44	428,980.57	442,642.38	456,375.43	470,177.40	484,046.11	497,979.48	511,975.56	526,032.51	540,148.59	554,322.17	568,551.71	582,835.79	597,173.05
Volumen de RU post procesamiento	Sueltos	(ton/día)	451.93	441.74	431.30	420.61	409.68	398.52	387.14	375.54	363.73	351.71	339.50	327.10	314.51	301.74	288.80	275.69	262.41	248.97	235.39	221.65	207.76	193.74
	Compactado para disp. Final	(m3/día)	753.21	736.23	718.83	701.01	682.80	664.20	645.23	625.90	606.21	586.19	565.84	545.16	524.18	502.90	481.33	459.48	437.35	414.96	392.31	369.41	346.27	322.90
		(m3/año)	271,155.16	265,042.79	258,777.72	252,364.69	245,808.31	239,113.05	232,283.26	225,323.14	218,236.75	211,028.03	203,700.81	196,258.74	188,705.38	181,044.16	173,278.38	165,411.21	157,445.72	149,384.85	141,231.44	132,988.20	124,657.76	116,242.61
Volumen del Rsa	material de	(m3/día)	150.64	147.25	143.77	140.20	136.56	132.84	129.05	125.18	121.24	117.24	113.17	109.03	104.84	100.58	96.27	91.90	87.47	82.99	78.46	73.88	69.25	64.58
	cobertura anual	(m3/año)	54,231.03	53,008.56	51,755.54	50,472.94	49,161.66	47,822.61	46,456.65	45,064.63	43,647.35	42,205.61	40,740.16	39,251.75	37,741.08	36,208.83	34,655.68	33,082.24	31,489.14	29,876.97	28,246.29	26,597.64	24,931.55	23,248.52
		(m3/año)	325,386.19	318,051.35	310,533.26	302,837.63	294,969.97	286,935.67	278,739.91	270,387.76	261,884.10	253,233.64	244,440.97	235,510.49	226,446.46	217,252.99	207,934.05	198,493.45	189,334.86	179,261.82	169,477.72	159,585.84	149,589.31	139,491.13
	Volumen	Volumen (a+b)	m3	8,887,281.24	9,205,332.59	9,515,865.85	9,818,703.48	10,113,673.45	10,400,609.12	10,679,349.03	10,949,736.79	11,211,620.89	11,464,854.53	11,709,295.50	11,944,805.98	12,171,252.44	12,388,505.43	12,596,439.48	12,794,932.93	12,983,867.79	13,163,129.61	13,332,607.33	13,492,193.17	13,641,782.48

ANEXO N° 03

PROGRAMACION Y ANÁLISIS ARQUITECTONICO CUALITATIVO

		N° de ambientes	Aforo	Indice	Area construida	Area libre	
ZONA ADMINISTRATIVA					661.80	0.00	
	Hall de ingreso		1	25	2.00	50.00	-
	Punto de conrol e informes		1	2	4.40	8.80	-
	Gerencia General	Oficina gerencial	1	1	18.00	18.00	-
		Secretaria	1	2	6.00	12.00	-
		Sala de reuniones	1	7	2.50	17.50	-
	Gerencia Administrativa	Oficina gerencial	1	1	15.00	15.00	-
		Secretaria	1	1	6.00	6.00	-
		Sala de reuniones	1	16	3.25	52.00	-
	Jefes de sección y secretaría		1	16	10.00	160.00	-
	Oficina de comunicación y relaciones exteriores		1	5	7.50	37.50	-
	Cuerpo gerencial	Seguridad y calidad ambiental	1	5	7.50	37.50	-
		Energía renovable e investigacion	1	2	7.50	15.00	-
		Asesoría juridica	1	2	7.50	15.00	-
		Desarrollo social y economico	1	2	7.50	15.00	-
		Mantenimiento y disposicion final de rechazo	1	4	7.50	30.00	-
		Supervision de planta	1	2	7.50	15.00	-
		Educacion ambiental, y del ciudadano	1	2	7.50	15.00	-
	Sala de descanso - Kitchenette		1	4	4.00	16.00	-
	Depositos		1	2	10.00	20.00	-
	Hall de servicio		1	10	1.40	14.00	-
SSHH	Discapacitados	1	1	5.50	5.50	-	
	Varones	2	6		12.00	-	
	Mujeres	2	5	7.50	75.00	-	
ZONA DE MOTIVACION Y DIFUSION DEL CONOCIMIENTO					1,795.00	95.00	
	Hall de bienvenida		1	40	3.00	120.00	-
	Auditorio		1	50	1.50	75.00	-
	Area museografica 1		1	50	6.50	325.00	-
	Area museografica 2		1	50	6.50	325.00	-
	SUM 1		1	50	1.80	90.00	-
	SUM Principal		1	60	1.80	108.00	-
	SUM Panoramico		1	50	1.80	90.00	-
	Aula polivalente principal		1	20	3.75	75.00	-
	Aulas polivalentes		4	20	1.80	144.00	-
	Depositos		1	1	20.00	20.00	-
	Azotea mirador		1	50	8.00	305.00	95.00
	SSHH	Discapacitados	1	1	5.50	5.50	-
		Varones	1	8	7.50	60.00	-
		Mujeres	1	7	7.50	52.50	-
ZONA DE ANALISIS					463.50	0.00	
	Hall Principal		1	8	5.00	40.00	-
	Oficina de entrega de muestras		1	2	5.00	10.00	-
	Archivo		1	1	6.00	6.00	-
	Gerencia de investigacion	Oficina gerencial	1	1	15.00	15.00	-
		Secretaria	1	1	6.00	6.00	-
		Sala de reuniones	1	8	3.00	24.00	-
	Hall de distribucion		1	5	4.40	22.00	-
	Sala de pre-tratamiento		1	7	8.00	56.00	-
	Sala de analisis fisico y quimico		1	7	6.50	45.50	-
	Sala de control microbiologico de muestras organicas		1	10	8.60	86.00	-
	Area de servicio de laboratorios		1	5	7.00	35.00	-
	SSHH	Discapacitados	1	1	5.50	5.50	-
		Varones	1	8	7.50	60.00	-
		Mujeres	1	7	7.50	52.50	-

		N° de ambientes	Aforo	Indice	Area construida	Area libre	
ZONA INDUSTRIAL DEL PERSONAL					667.90	0.00	
	Hall de recepcion	1	15	2.00	30.00	-	
	Vestidores	2	20	3.00	120.00	-	
	Zona de asistencia	1	2	12.00	24.00	-	
	Comedor	1	40	2.00	80.00	-	
	Área/ingreso de servicio	3	10	5.50	165.00	-	
	Cocina	Área de cocina	1	13	9.30	120.90	-
		Oficina del chef	1	3	5.00	15.00	-
		SSHH	1	1	8.00	8.00	-
		Vestuarios - V	1	7.5	4.00	30.00	-
		Vestuarios - M	1	7.5	4.00	30.00	-
	Deposito	1	2	5.00	10.00	-	
	Centro de videovigilancia	1	7	5.00	35.00	-	
ZONA DE SEGREGACIÓN DE RESIDUOS					4,627.16	6,484.00	
	Fosos de recepcion de orgánicos	1	1	85.87	71.56	-	
	Fosos de recepcion de inorganicos	1	1	85.87	71.56	-	
	Fosos de recepcion de NO clasificados	1	1	85.87	114.49	-	
	Área de separacion y clasificacion	trómeles	4	1.5	80.00	499.78	-
		separador densimetrico	3	1.5	70.00	315.00	-
		selección manual	1	15	15.00	225.00	-
		separador magnetico/foulcault	2	4	5.18	41.44	-
	Área de trituracion de orgánicos	1	3	9.00	27.00	-	
	Área de almacenamiento de subproductos suelto	1	9	60.00	540.00	-	
	Plataformas de carga (compactacion) y despacho de sub-productos	1	5	25.00	133.33	-	
	Almacén de subproductos	2	16	30.00	960.00	-	
	Área compactacion y despacho de rechazo	1	3	25.00	75.00	-	
	Almacén momentaneo de rechazo	1	4	30.00	120.00	-	
	Área compactacion y despacho de voluminosos	1	2	25.00	50.00	-	
	Almacén de voluminosos	2	3	30.00	180.00	-	
	Área de servicio interno	SSHH - V	1	5	7.50	37.50	-
		SSHH - M	1	5	7.50	37.50	-
		Sala de bombeo	3	4	16.00	192.00	-
		Cuarto de sistema electrico	2	3	15.00	90.00	-
		Cuarto de balones de gas	1	2	12.00	24.00	-
		Salas de purificacion de aire	2	2	15.00	60.00	-
	Área de servicio externo	Estacionamiento de semi-trailers	1	12	135.00	-	1,620.00
		Patio de maniobras	1	20	112.00	-	2,240.00
		Taller mecánico (maestranza)	2	4	95.25	762.00	381.00
		Taller de servicio y mantenimiento	1	-	Diseño	-	2,243.00
	ZONA DE SERVICIOS DE COMPLEMENTO					388.85	2,860.37
	Atrio de ingreso	1	1	183.00	-	183.00	
	Comedor de empleados	1	96	2.10	201.85	40.37	
	SSHH visitas y comedor - damas	1	4	7.50	30.00	-	
	SSHH visitas y comedor - varones	1	6	7.50	45.00	-	
	Librería & tienda	1	40	2.80	112.00	-	
	jardines exteriores	1	diseño	Diseño	-	920.00	
	Estacionamiento particulares	1	4	22.50	-	90.00	
	Estacionamiento particulares - discapacitados	1	2	22.50	-	45.00	
	Estacionamiento particulares - buses	1	2	116.00	-	232.00	
	Estacionamiento Administracion	1	29	22.50	-	652.50	
	Estacionamiento laboratoristas	1	26	22.50	-	585.00	
	Estacionamiento obreros	1	5	22.50	-	112.50	
	TOTAL				8,604.21	9,439.37	

ANEXO N° 04			PROGRAMACION Y ANÁLISIS ARQUITECTONICO CUALITATIVO																										
ZONA	AMBIENTE		Acceso			Dominio		Grado de cerramiento			Frecuencia de uso			Acondicionamiento ambiental															
			Peatonal	Vehicular	Vehicular pesado	Public	Semi-publico	Privado	Abierto	Semi-abierto	Cerrado	Hermetico	Intenso	Regular	Bajo	Orientacion				Soleamiento		Iluminacion		Ventilacion		Acustica			
																Norte	Sur	Este	Oeste	Directa	Indirecta	Natural	Artificial	Natural	Mecanica	Simple	Controlada		
ZONA ADMINISTRATIVA	Hall de ingreso		X				X			X				X			X				X		X		X		X		
	Gerencia General	Oficina gerencial	X				X			X				X			X					X	X		X		X		
		Secretaria	X					X		X			X				X				X		X		X		X		
		Sala de reuniones	X				X			X			X	X			X				X		X		X		X		
	Gerencia Administrativa	Oficina gerencial	X					X			X			X			X				X		X		X		X		
		Secretaria	X					X		X			X				X				X		X		X		X		
		Sala de reuniones	X					X			X			X	X		X		X		X		X				X	X	
	Jefes de sección		X					X			X								X		X		X		X		X		
	Secretaria general		X					X			X							X		X		X		X		X			
	Oficina de comunicación y relaciones exteriores		X					X	X				X					X			X		X		X		X		
	Cuerpo gerencial	Seguridad y calidad ambiental	X					X	X				X					X				X	X		X		X		
		Energía renovable e investigacion	X					X	X				X					X				X	X		X		X		
		Asesoría jurídica	X					X	X				X						X			X	X		X		X		
		Desarrollo social y economico	X					X	X				X				X	X				X	X		X		X		
		Mantenimiento y disposicion final de rechazo	X						X	X				X					X			X	X		X		X		
		Supervision de planta	X						X	X				X					X			X	X		X		X		
		Educacion ambiental, y del ciudadano	X						X	X				X				X				X	X		X		X		
	Sala de descanso		X					X		X				X			X					X	X		X		X		
Deposito		X					X			X				X									X	X		X			
Hall de servicio		X					X			X		X					X				X	X				X			
SSHH		X					X			X			X				X						X		X	X			
ZONA DE MOTIVACION Y DIFUSION DEL CONOCIMIENTO	Hall de bienvenida		X					X			X			X				X				X	X		X		X		
	Auditorio		X					X			X			X		X				X		X		X			X		
	Área museografica 1		X					X			X			X						X	X				X		X		
	Área museografica 2		X					X			X			X						X	X				X		X		
	SUM 1		X					X			X			X							X			X			X		
	SUM Principal		X					X			X			X				X			X			X			X		
	SUM Panoramico		X					X			X			X		X				X		X		X			X		
	Aulas polivalentes		X					X			X		X				X			X		X		X			X		
	Depositos		X					X			X		X										X				X		
	Azotea mirador		X					X			X		X					X			X		X		X		X		
	SSHH		X					X			X		X					X					X		X		X		
ZONA DE ANALISIS	Hall Principal							X			X		X					X		X		X		X		X			
	Oficina de entrega de muestras							X			X		X					X			X	X		X		X			
	Archivo							X			X			X							X	X		X		X			
	Gerencia de investigacion	Oficina gerencial						X			X		X					X				X		X		X			
		Secretaria						X			X		X									X	X		X		X		
		Sala de reuniones						X			X			X					X			X		X			X	X	
	Hall de distribucion							X				X	X							X	X				X	X			
	Sala de pre-tratamiento							X				X	X					X					X		X	X			
	Sala de analisis fisico y quimico							X				X	X					X				X	X			X	X		
	Sala de control microbiologico de muestras organicas							X				X	X			X					X	X				X	X		
	Área de servicio de laboratorios							X				X	X				X				X	X				X	X		
SSHH							X			X		X						X					X		X	X			
ZONA DE SEGREGACIÓN DE RESIDUOS	Fosos de recepcion de orgánicos				X			X			X		X					X			X	X		X		X			
	Fosos de recepcion de inorganicos				X			X			X		X					X			X	X		X		X			
	Fosos de recepcion de NO clasificados				X			X			X		X					X			X	X		X		X			
	Áreas de separacion y clasificacion	de trómeles	X					X			X		X					X			X	X		X		X			
		de separacion densimetrica	X					X			X		X					X			X	X		X		X			
		de selección manual	X					X			X		X			X					X	X		X		X			
		de separador magnetico/foulcault	X					X			X		X				X				X	X		X		X			
		Área de trituracion de orgánicos	X					X			X		X				X				X	X		X		X			
	Área de almacenamiento de subproductos suelto		X	X				X			X		X					X			X	X		X		X			
	Plataformas de carga (compactacion) y despacho de sub-productos		X	X				X			X		X					X			X	X		X		X			
	Almacén de subproductos		X	X				X			X		X					X			X	X		X		X			
	Área compactacion y despacho de rechazo		X	X				X			X		X					X			X	X		X		X			
	Almacén momentaneo de rechazo		X	X				X			X		X					X			X	X		X		X			
	Área compactacion y despacho de voluminosos		X	X				X			X		X					X			X	X		X		X			
	Almacén de voluminosos		X	X				X			X		X					X			X	X		X		X			
	Área de servicio interno	SSHH	X					X			X			X									X		X	X			
		Sala de bombeo	X					X			X				X	X								X		X	X		
		Cuarto de sistema electrico	X					X			X				X	X							X		X	X			
		Cuarto de balones de gas	X					X			X				X	X							X		X	X			
		Salas de purificacion de aire	X					X			X				X	X							X		X	X			
Estacionamiento de semi-trailers				X			X		X					X				X		X		X		X		X			
Área de servicio externo	Patio de maniobras	X	X				X	X				X					X			X		X		X		X			
	Taller mecánico (maestranza)	X	X				X		X					X				X		X		X		X		X			
	Taller de servicio y mantenimiento			X			X	X				X						X		X		X		X		X			
ZONA INDUSTRIAL DEL PERSONAL	Hall de recepcion		X																										

ANEXO N° 05	VALORES UNITARIOS POR ZONIFICACION
-------------	------------------------------------

VU-01 ACCESOS (Area techada)			
PARTIDA	CARACTERISTICAS	CLASE	PRECIO
Muros y columnas	Albañileria confinada, columnas y vigas de amarre de concreto armado.	C	224.29
Techos	Losa aligerada de concreto armado	C	129.99
Pisos	Loseta veneciana	E	70.15
Puertas y ventanas	Ventanas de fierro, puertas de madera, vidrio simple trasparente	E	59.33
Revestimientos	Tarrajeo frotachado, pintura lavable	F	64.91
Baños	Baños con mayolica blanca parcial	E	12.84
Inst. electricas y sanitarias	Agua fria, corriente monofasica, telefono	F	29.34
COSTO UNITARIO PONDERADO		S/	573.65

VU-01 ACCESOS (Area libre)			
PARTIDA	CARACTERISTICAS	CLASE	PRECIO
Pisos	Cemento bruñado, adoquinado, empedrado	G	42.85
COSTO UNITARIO PONDERADO		S/	41.60

VU - 02 ZONA ADMINISTRATIVA			
PARTIDA	CARACTERISTICAS	CLASE	PRECIO
Muros y columnas	Albañileria confinada, columnas y vigas de amarre de concreto armado.	C	224.29
Techos	Losa aligerada de concreto armado	C	129.99
Pisos	Loseta veneciana, piso laminado	D	84.82
Puertas y ventanas	Ventanas de aluminio, puertas de madera vidrio simple trasparente	D	77.66
Revestimientos	Tarrajeo frotachado, pintura lavable	F	64.91
Baños	Baños con mayolica blanca parcial	E	12.84
Inst. electricas y sanitarias	Agua fria, corriente monofasica, telefono	F	29.34
COSTO UNITARIO PONDERADO		S/	608.77

VU - 03 ZONA DE LABORATORIOS			
PARTIDA	CARACTERISTICAS	CLASE	PRECIO
Muros y columnas	Albañileria confinada, columnas y vigas de amarre de concreto armado.	C	224.29
Techos	Losa aligerada de concreto armado	C	129.99
Pisos	Loseta veneciana y piso laminado	D	84.82
Puertas y ventanas	Ventanas de aluminio, puertas de madera y vidrio templado o laminado	C	132.41
Revestimientos	Enchape ceramico	D	130.85
Baños	Baños completo blanco nacional, mayolica blanca	D	26.19
Inst. electricas y sanitarias	Aire acondicionado, iluminacion especial, ventilacion mecanica, agua caliente y fria, intercomunicador, y ascensor	D	81.11
COSTO UNITARIO PONDERADO		S/	789.17

VU - 04 ZONA DE MOTIVACION Y DIFUSION			
PARTIDA	CARACTERISTICAS	CLASE	PRECIO
Muros y columnas	Albañileria confinada, columnas y vigas de amarre de concreto armado.	C	224.29
Techos	Losa aligerada de concreto armado	C	129.99
Pisos	Loseta veneciana y piso laminado	D	84.82
Puertas y ventanas	Ventanas de aluminio, puertas de madera y vidrio templado o laminado	C	132.41
Revestimientos	Tarrajeo frotachado, pintura lavable	F	64.91
Baños	Baños con mayolica blanca parcial	E	12.84
Inst. electricas y sanitarias	Agua fria, corriente monofasica	F	29.34
COSTO UNITARIO PONDERADO		S/	661.93

VU - 05 ZONA DE SERVICIOS GENERALES			
PARTIDA	CARACTERISTICAS	CLASE	PRECIO
Muros y columnas	Albañileria confinada, columnas y vigas de amarre de concreto armado.	C	224.29
Techos	Losa aligerada de concreto armado	C	129.99
Pisos	Loseta veneciana	E	70.15
Puertas y ventanas	Ventanas de fierro, puertas de madera, vidrio simple trasparente	E	59.33
Revestimientos	Tarrajeo frotachado, pintura lavable	F	64.91
Baños	Baños con mayolica blanca parcial	E	12.84
Inst. electricas y sanitarias	Sistema de bombeo de agua fria y caliente, corriente trifasica, telefono, ascensor	B	192.37
COSTO UNITARIO PONDERADO		S/	753.88

VU - 06 AREAS VERDES			
PARTIDA	CARACTERISTICAS	CLASE	PRECIO
Muros y columnas	Ladrillo	D	207.17
Pisos	Cemento bruñado, adoquinado, empedrado y jardineria	E	70.15
COSTO UNITARIO PONDERADO		S/	277.32

VU - 07 ZONA DEL PERSONAL OBRERO			
PARTIDA	CARACTERISTICAS	CLASE	PRECIO
Muros y columnas	Albañileria confinada, columnas y vigas de amarre de concreto armado.	C	224.29
Techos	Losa aligerada de concreto armado	C	129.99
Pisos	Loseta veneciana	E	70.15
Puertas y ventanas	Ventanas de fierro, puertas de madera, vidrio simple trasparente	E	59.33
Revestimientos	Tarrajeo frotachado, pintura lavable	F	64.91
Baños	Baños completo blanco nacional, mayolica blanca	D	26.19
Inst. electricas y sanitarias	Agua fria, agua caliente, corriente trifasica, telefono	D	81.11
COSTO UNITARIO PONDERADO		S/	655.97

VU - 08 TORRES EOLICAS Y SOLARES			
PARTIDA	CARACTERISTICAS	CLASE	PRECIO
Muros y columnas	Albañileria confinada, columnas y vigas de amarre de concreto armado.	C	224.29
Techos	Losa aligerada de concreto armado	C	129.99
Pisos	Loseta veneciana	E	70.15
Puertas y ventanas	Ventanas de aluminio, puertas de madera y vidrio templado o laminado	C	132.41
Revestimientos	Tarrajeo frotachado, pintura lavable	F	64.91
Baños	Baños completo blanco nacional, mayolica blanca	D	26.19
Inst. electricas y sanitarias	Sistema de bombeo de agua fria y caliente, corriente trifasica, telefono, ascensor	B	192.37
COSTO UNITARIO PONDERADO		S/	840.31

VU - 09 FOSOS DE DESCARGA DE RSU			
PARTIDA	CARACTERISTICAS	CLASE	PRECIO
Muros y columnas	Vigas, columnas y placas de concreto armado, cerramientos de concreto armado	B	309.14
Techos	Losa aligerada de concreto armado	C	129.99
Pisos	Cemento pulido	H	23.15
Puertas y ventanas	Ventanas de fierro, puertas de madera, vidrio simple trasparente	E	59.33
Revestimientos	Tarrajeo frotachado, pintura lavable	F	64.91
Baños	No aplica	D	26.19
Inst. electricas y sanitarias	Corriente trifasica, intercomunicador, telefono	D	81.11
COSTO UNITARIO PONDERADO		S/	693.82

VU - 10 ZONA INDUSTRIAL			
PARTIDA	CARACTERISTICAS	CLASE	PRECIO
Muros y columnas	Columnas y vigas metalicas, cerramientos metalicos	B	309.14
Techos	Paneles laminares de acero sobre vigueria metalica	D	88.00
Pisos	Cemento pulido	H	23.15
Puertas y ventanas	Ventanas de aluminio, puertas de madera, vidrio laminado	D	77.66
Revestimientos	Superficie caravista	C	171.07
Baños	Baños con mayolica blanca parcial	E	12.84
Inst. electricas y sanitarias	Sistema de bombeo de agua fria y caliente, corriente trifasica, telefono	C	146.14
COSTO UNITARIO PONDERADO		S/	828.00

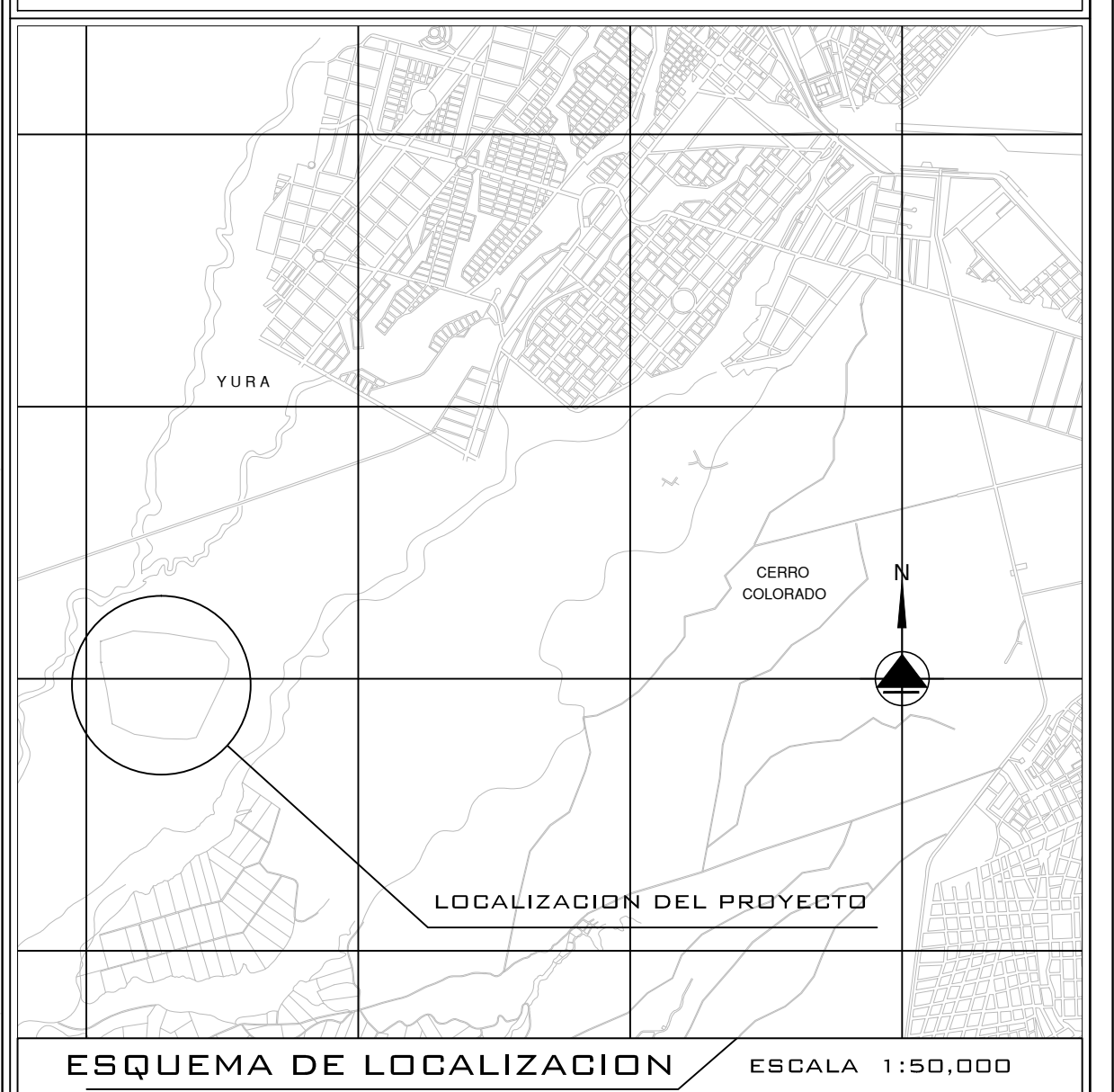
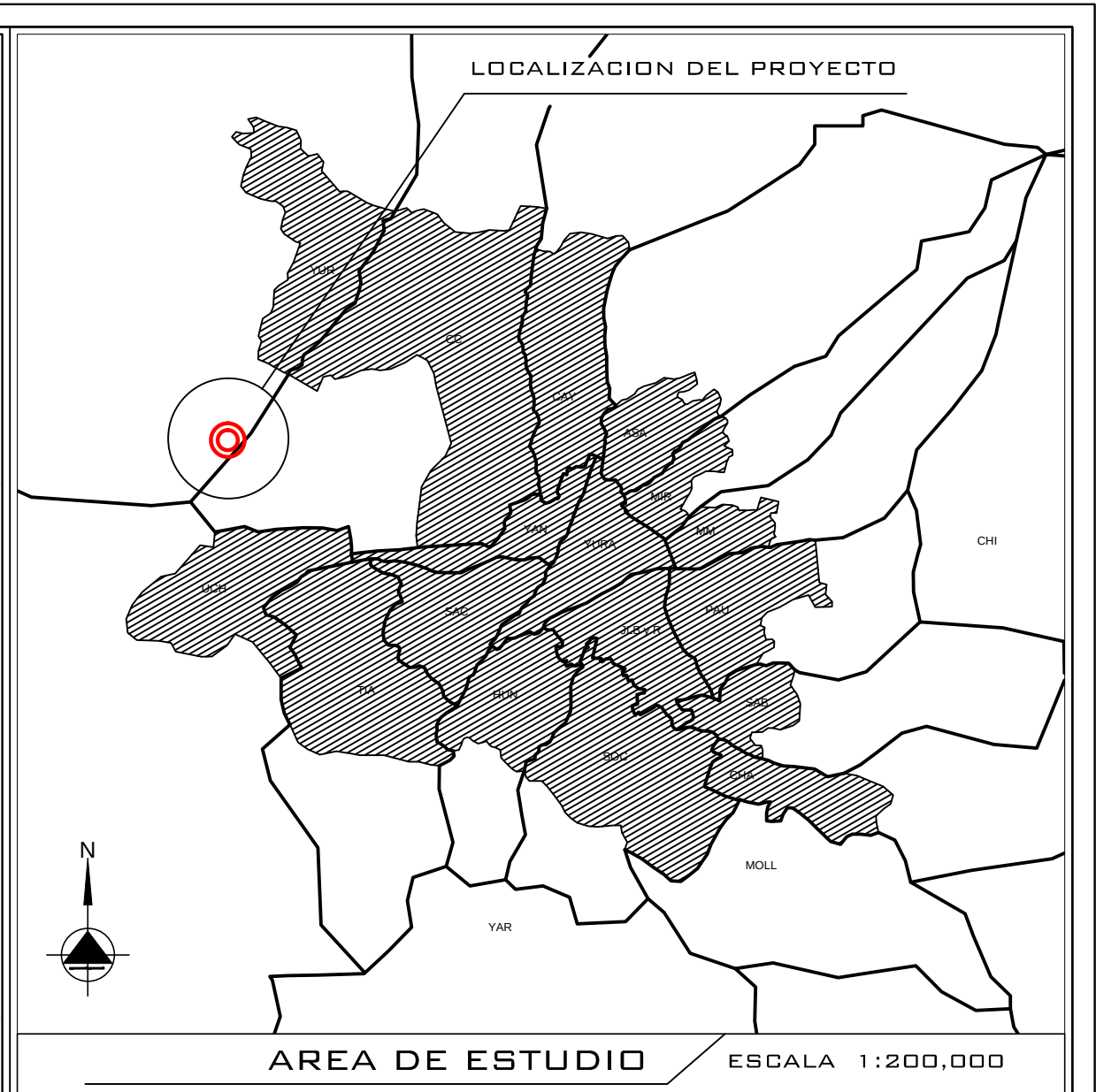
VU - 11 AREA DE VEHICULOS PESADOS (Area techada)			
PARTIDA	CARACTERISTICAS	CLASE	PRECIO
Muros y columnas	Albañileria confinada, columnas y vigas de amarre de concreto armado.	C	224.29
Techos	Paneles laminares de acero sobre vigueria metalica	D	88.00
Pisos	Cemento pulido	H	23.15
Puertas y ventanas	Ventanas de aluminio, puertas de madera, vidrio laminado	D	77.66
Revestimientos	Superficie caravista	C	171.07
Baños	Baños con mayolica blanca parcial	E	12.84
Inst. electricas y sanitarias	Agua fria, agua caliente, corriente trifasica, telefono	D	81.11
COSTO UNITARIO PONDERADO		S/	678.12

VU - 11 AREA DE VEHICULOS PESADOS (Area libre)			
PARTIDA	CARACTERISTICAS	CLASE	PRECIO
Pisos	Cemento bruñado, adoquinado, empredado	G	42.85
COSTO UNITARIO PONDERADO		S/	42.85

VU - 12 AREA DE ESTACIONAMIENTOS (Area techada)			
PARTIDA	CARACTERISTICAS	CLASE	PRECIO
Techos	Paneles laminares de acero sobre vigueria metalica	D	88.00
Pisos	Cemento pulido	H	23.15
Inst. electricas y sanitarias	Corriente monofasica sin empotrar	G	17.29
COSTO UNITARIO PONDERADO		S/	128.44

VU - 12 ÁREA DE ESTACIONAMIENTOS (Área libre)			
PARTIDA	CARACTERISTICAS	CLASE	PRECIO
Pisos	Cemento pulido	H	23.15
Inst. electricas y sanitarias	Corriente monofasica sin empotrar	G	17.29
COSTO UNITARIO PONDERADO		S/	40.44

PLANOS



CUADRO DE COORDENADAS				
LADOS	DISTANCIA	VERTICES	ESTE	NORTE
A B	253.12m	A	188104.424	8188275.474
B C	250.80m	B	188346.165	8188350.535
C D	361.08m	C	188596.212	8188331.090
D E	160.02m	D	188952.315	8188271.325
E F	83.32m	E	189050.297	8188144.811
F G	83.20m	F	189043.234	8188061.789
G H	462.69m	G	189091.461	8187984.897
H I	68.66m	H	188809.659	8187568.530
I J	173.46m	I	188742.219	8187555.628
J K	216.77m	J	188568.802	8187559.735
K L	178.65m	K	188354.280	8187590.869
L M	255.21m	L	188192.369	8187666.390
M N	207.06m	M	188151.641	8187918.331
N A	154.95m	N	188107.148	8188120.552

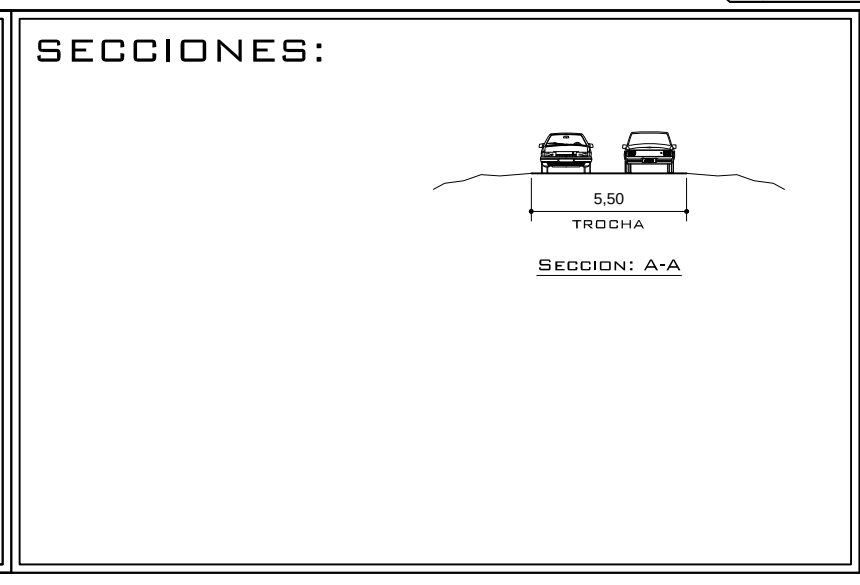
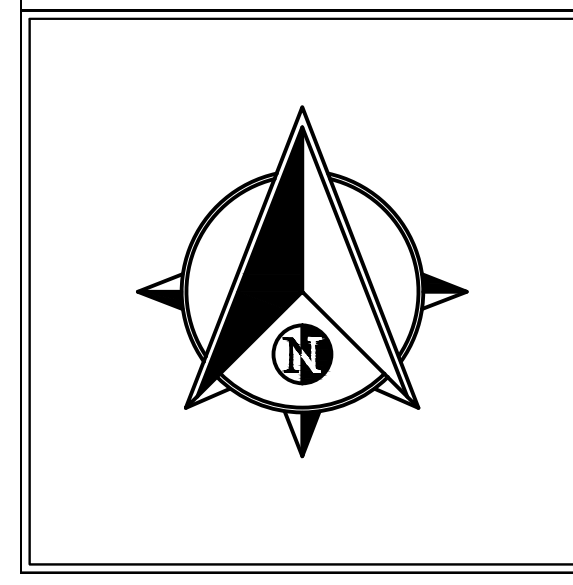
UBICACION:

DEPARTAMENTO: AREQUIPA

PROVINCIA: AREQUIPA

DISTRITO: YURA

SECTOR: PAMPA "LA ESCALERILLA"



LEYENDA:	
	CAUSE DE TORRENTERA
	PISTA AFIRMADA
	LIMITE DEL AREA DE INTERVENCION

UNIVERSIDAD
CATOLICA DE SANTA
MARIA

FACULTAD DE
ARQUITECTURA E
INGENIERIAS CIVIL Y DEL
AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE
ARQUITECTURA

TESIS DE GRADO:
ARQUITECTURA INDUSTRIAL: PLANTA DE SEGREGACION, VALORIZACION Y
DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS PARA AREQUIPA
METROPOLITANA

PLANO :
LOCALIZACION Y UBICACION

TESISTA:
BACH.
ARQ. JARA PAREDES HERBERTH ISMAEL

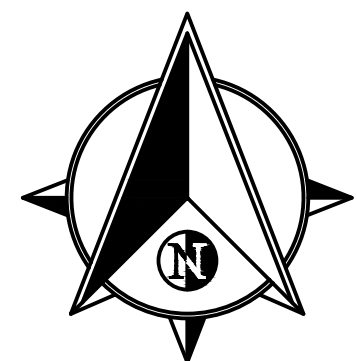
ESCALA:
1:125

LAMINA:
U-01

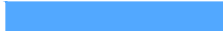
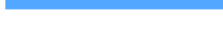
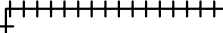
ASESORES:
ARQ. DAMIANI NAJARRO RAUL CARLOS JAVIER
ARQ. FUENTES HUANQUI GIULIANA MARIA

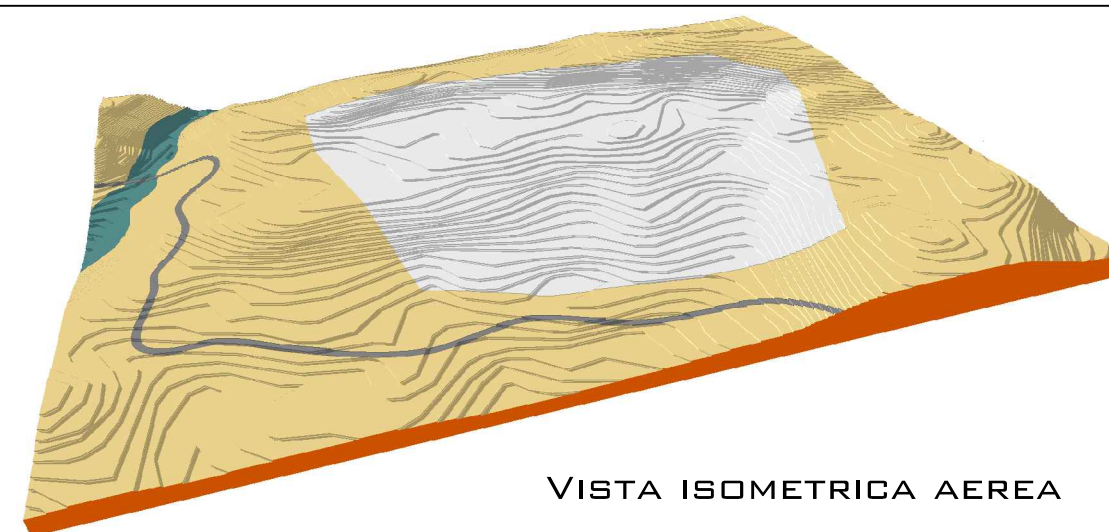
FECHA:
JUN - 2017

1 de 1



LEYENDA:

- | | |
|---|---------------------------------|
|  | CAUSE DE TORRENTERA |
|  | PISTA AFIRMADA |
|  | LIMITE DEL AREA DE INTERVENCION |
|  | LINEAS TOPOGRAFICAS CADA 2M |



UNIVERSIDAD
CATOLICA DE SANTA
MARIA

FACULTAD DE
ARQUITECTURA E
INGENIERIAS CIVIL Y DEL
AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE
ARQUITECTURA

TESIS DE GRADO: ARQUITECTURA INDUSTRIAL: PLANTA DE SEGREGACION, VALORIZACION Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS PARA AREQUIPA METROPOLITANA
--

PLANO : **TOPOGRAFICO**

TESISTA:
BACH.
ARQ.JARA PAREDES HERBERTH ISMAEL

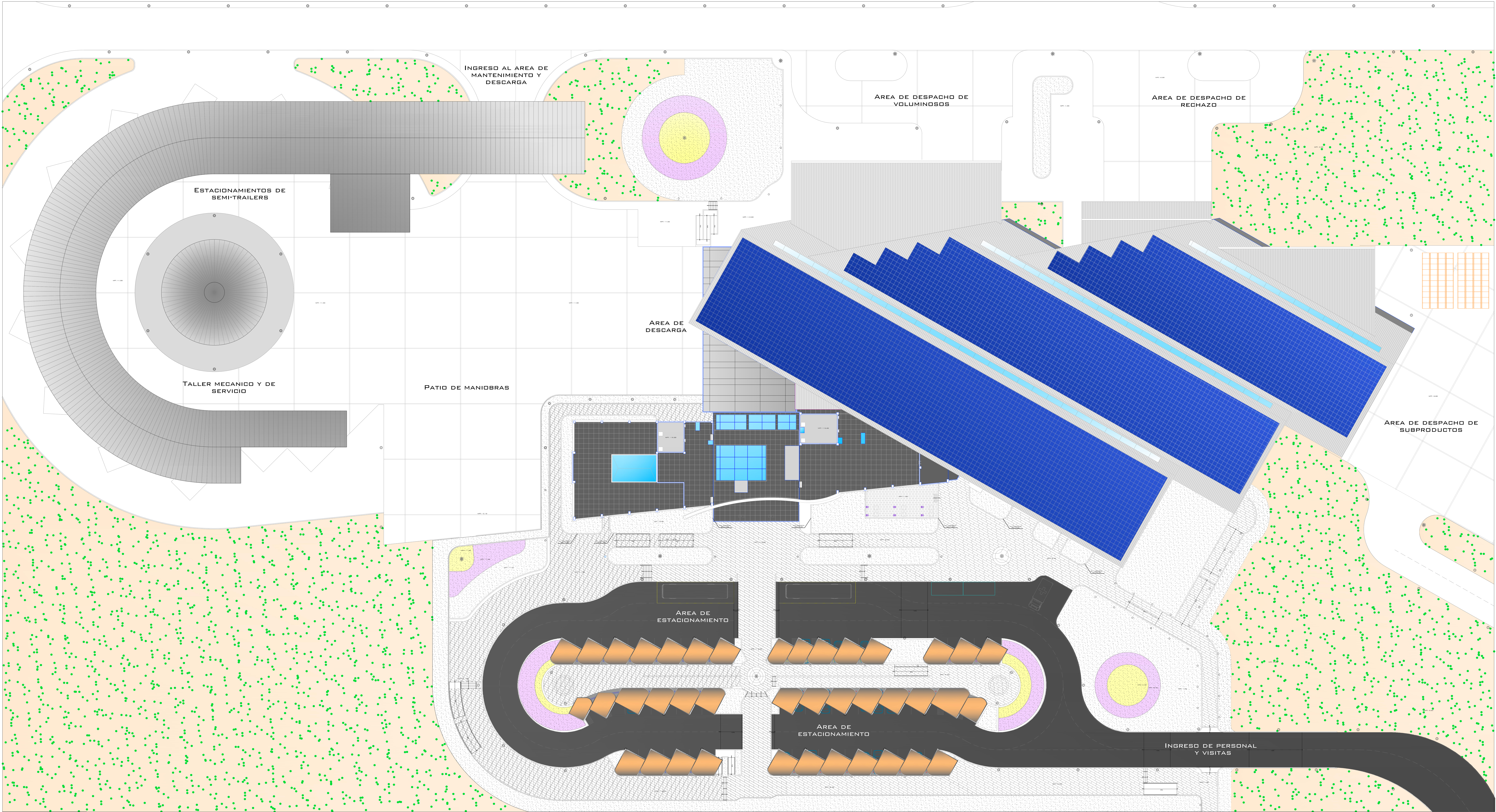
ESCALA:	LAMINA:
1:125	

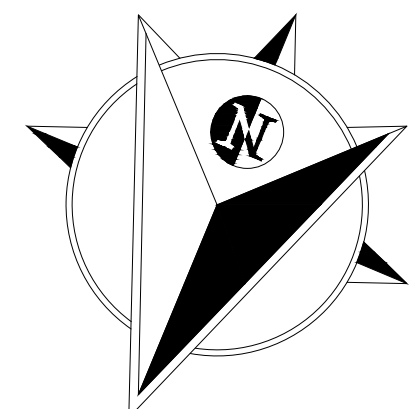
ASESORES:
ARQ. DAMIANI NAJARRO RAUL CARLOS JAVIER
ARQ. FUENTES HUANQUI GIULIANA MARIA

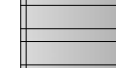
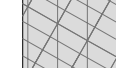
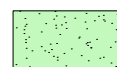
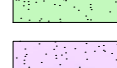
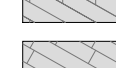
FECHA:	1-01
MAR - 2017	1-01

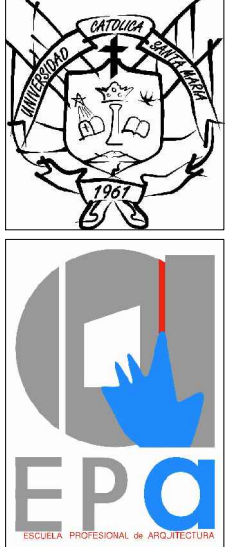
Г-01

de 1



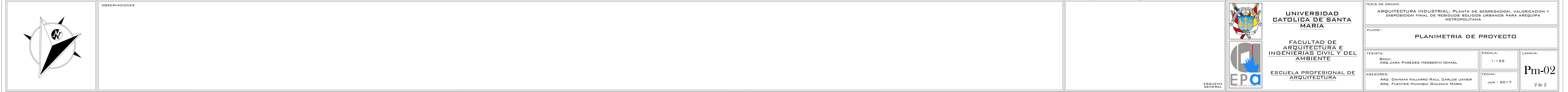


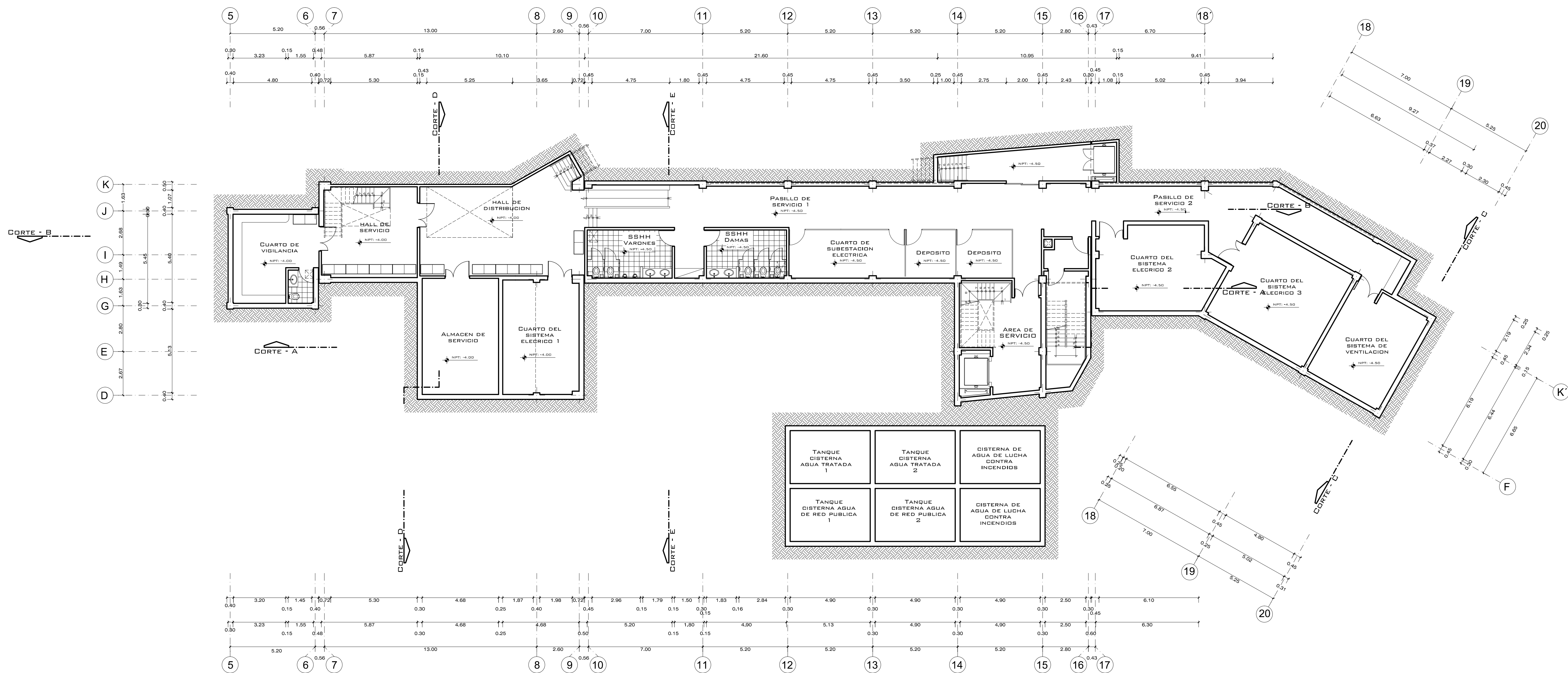
 AREA DESERTICA CON Poca VEGETACION	 LUCERNARIOS SUPERIORES	 CONCRETO CARAVISTA	 CALZADA MULTIDIRECCIONAL	 TARRAJEO FROTOCHADO
 AREA DE PASTOS	 COBERTURA DE TELA PARA ESTACIONAMIENTO	 PANELES SOLARES	 CALZADA TRANSICION	
 AREA DE FLORES VIOLETAS	 PLANCHAS CALAMINON (COBERTURA ZONA INDUSTRIAL)	 ASFALTO RETICULADO (AREA DE MANIOBRAS VEHICULARES)	 CALZADA BIDIRECCIONAL	
 AREA DE FLORES AMARILLAS	 CALAMINAS INDUSTRIALES (COBERTURA ESTACIONAMIENTO Y AREA DE SERVICIO DE SEMI-TRAILERS)	 PORCELANATO 60X60 COLOR GRIS OSCURO (AZOTEA)	 PIANTA VEHICULAR	



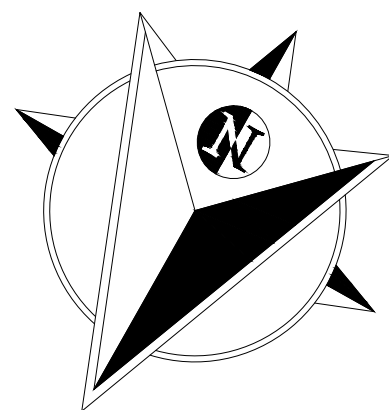
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

TITULO DE GRADO: ARQUITECTURA INDUSTRIAL: PLANTA DE SEGRESACION, VALORIZACION Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS PARA AREQUIPA METROPOLITANA			
PLANO: 1 PLANIMETRIA DE CONJUNTO			
TERCERA:	ESCALA:	LAMINA:	
BACH. ARG. JARA PAREDES HERBERTH ISHAEL	1:200	Pm-01	
ABORDER:	FECHA:	1 de 2	
ARG. DANIANI NAJARRO RAUL CARLOS JAVIER ARG. FUENTES HUANGUI GIULIANA MARIA	JUN - 2017		

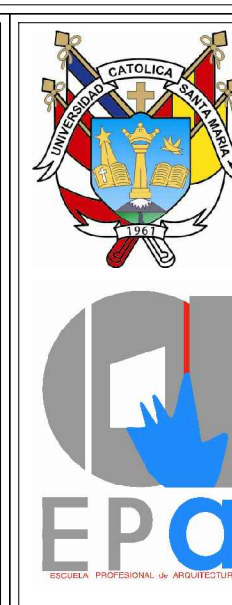
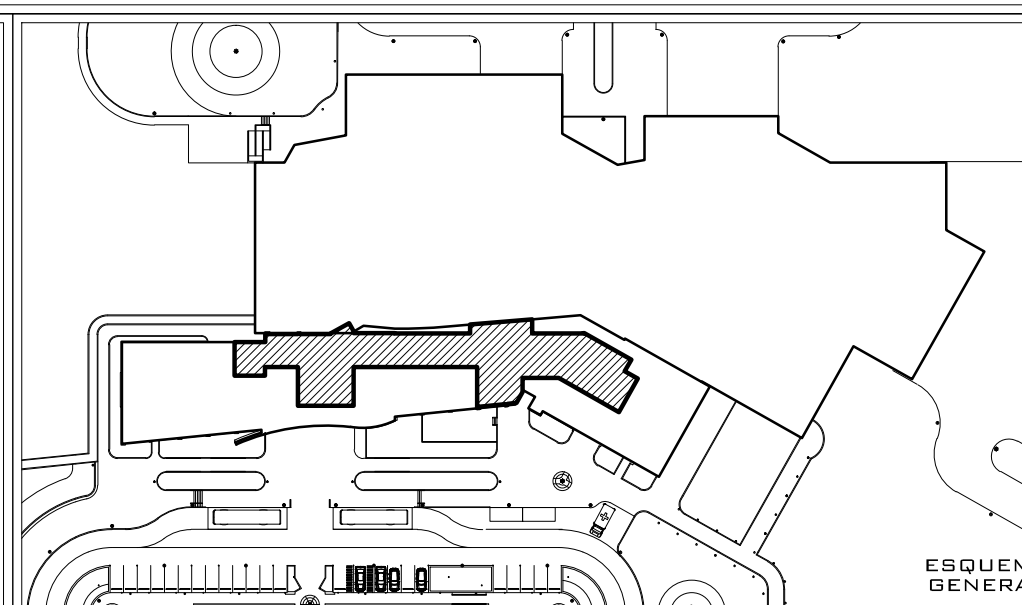




SOTANO
Esc: 1:125



OBSERVACIONES

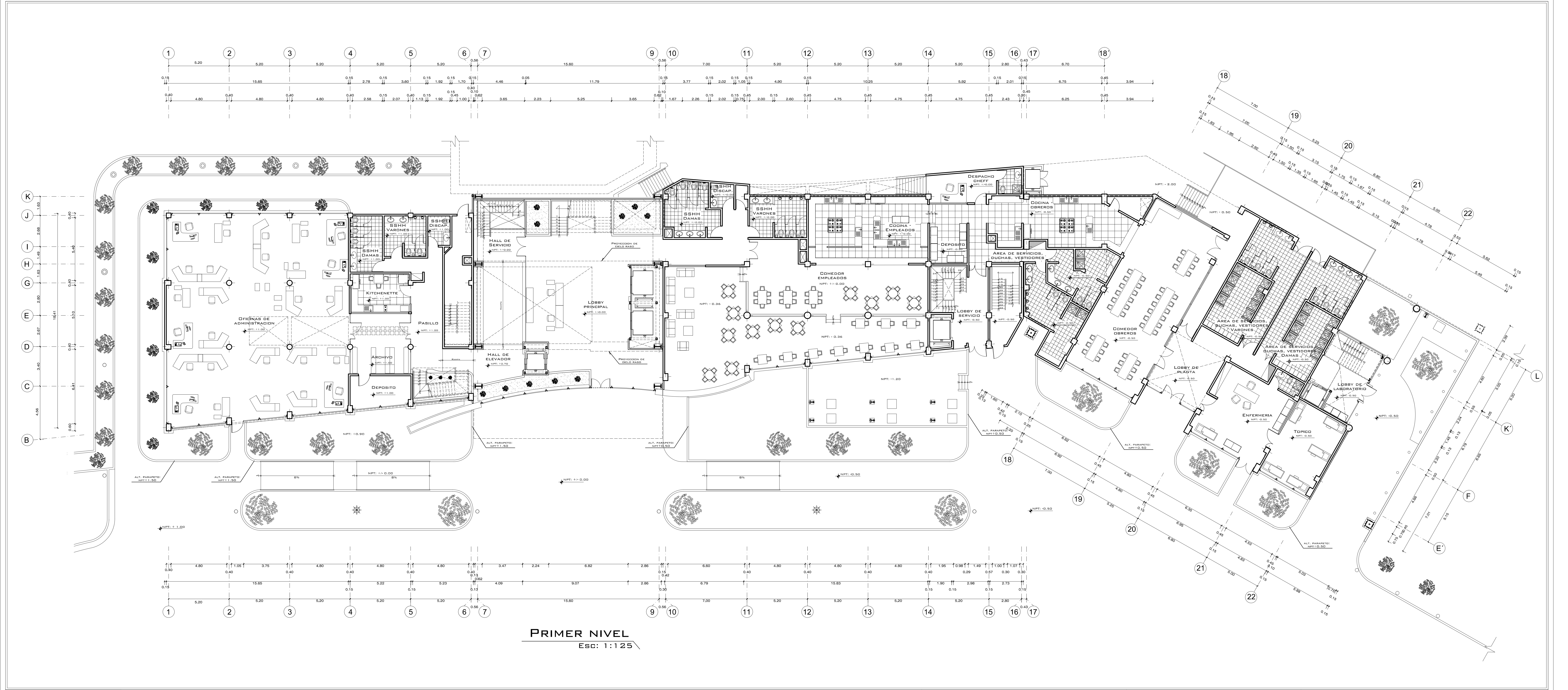


UNIVERSIDAD
CATOLICA DE SANTA
MARIA

FACULTAD DE
ARQUITECTURA E
INGENIERIAS CIVIL Y DEL
AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE
ARQUITECTURA

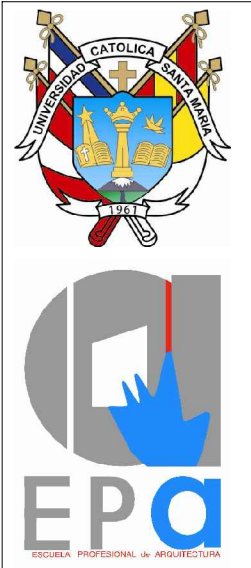
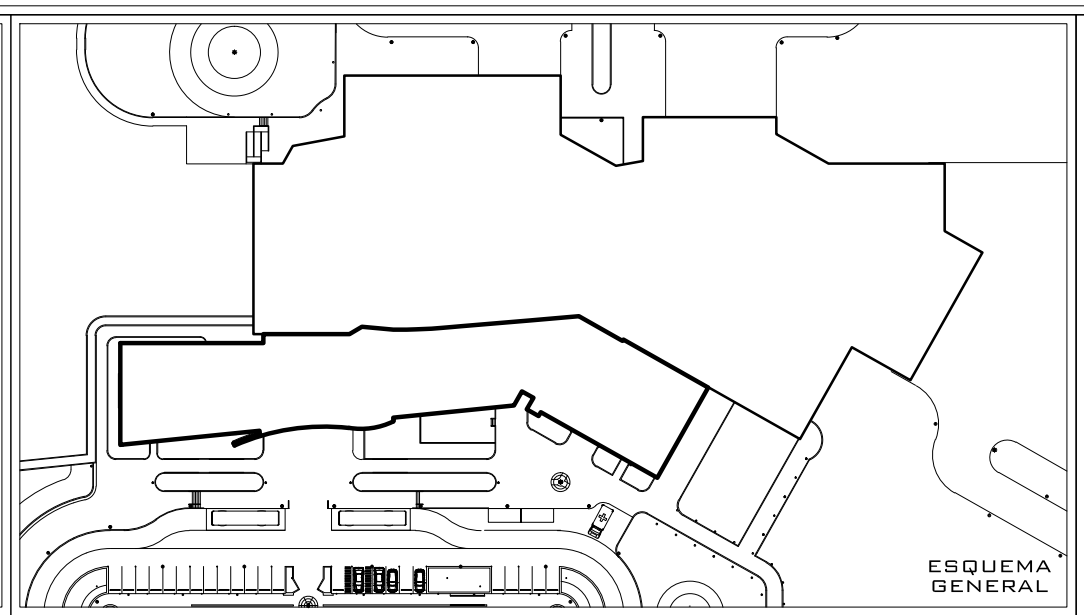
TESIS DE GRADO: ARQUITECTURA INDUSTRIAL: PLANTA DE SEGREGACION, VALORIZACION Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS PARA AREQUIPA METROPOLITANA		
PLANO : SOTANO		
TESISTA: BACH. ARQ. JARA PAREDES HERBERTH ISMAEL	ESCALA: 1:125	LAMINA: Ar-01
ASESORES: ARQ. DAMIANI NAJARRO RAUL CARLOS JAVIER ARQ. FUENTES HUANQUI GIULIANA MARIA	FECHA: JUN - 2017	1 de 12



PRIMER NIVEL
Esc: 1:125



OBSERVACIONES

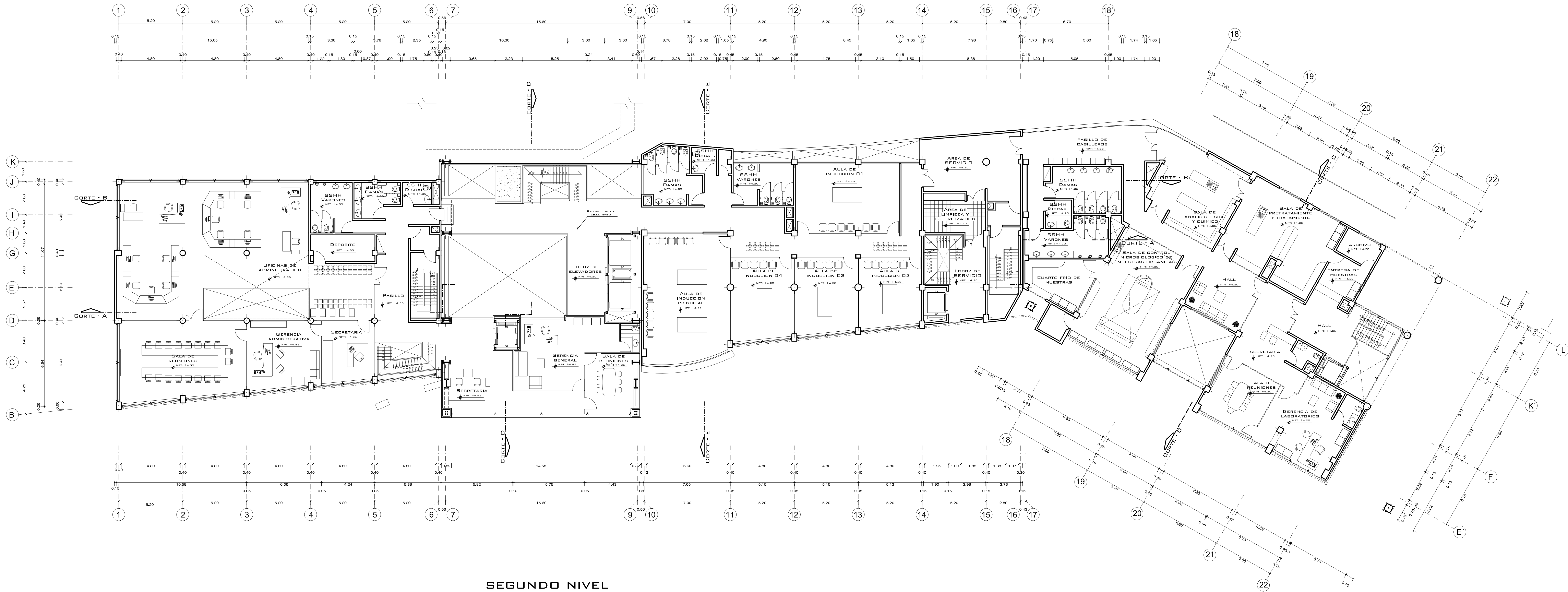


UNIVERSIDAD
CATOLICA DE SANTA
MARIA

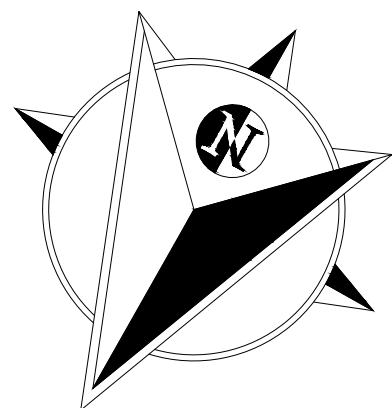
FACULTAD DE
ARQUITECTURA E
INGENIERIAS CIVIL Y DEL
AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE
ARQUITECTURA

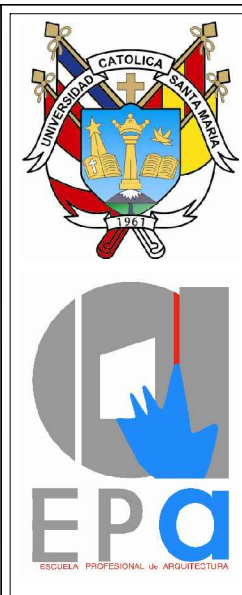
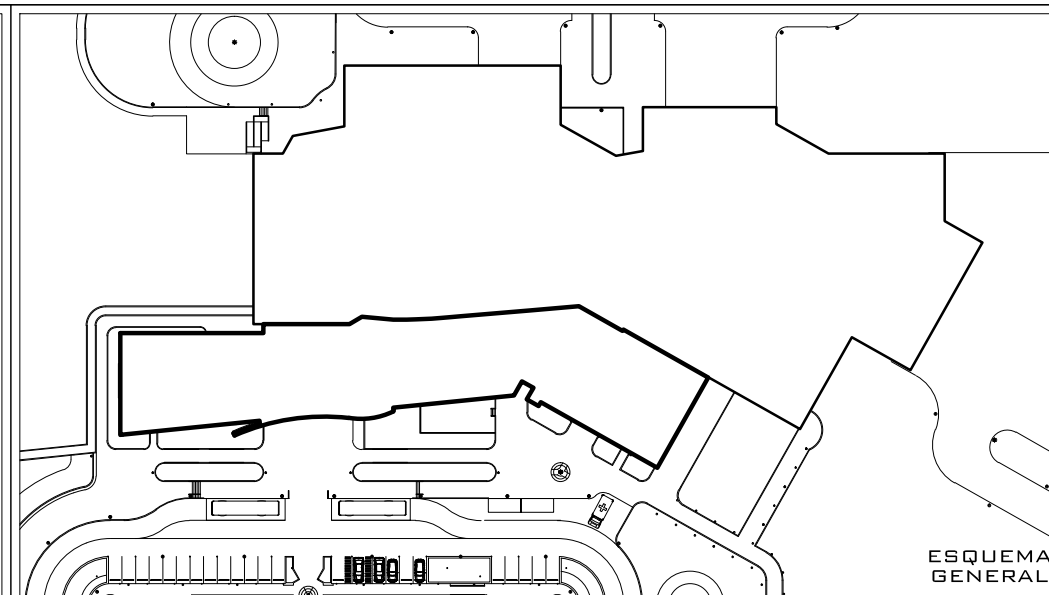
TESIS DE GRADO: ARQUITECTURA INDUSTRIAL: PLANTA DE SEGREGACION, VALORIZACION Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS PARA AREQUIPA METROPOLITANA		
PLANO : PRIMERA PLANTA		
TESISTA: BACH. ARQ. JARA PAREDES HERBERTH ISMAEL	ESCALA: 1:125	LAMINA: Ar-02
ASESORES: ARQ. DAMIANI NAJARRO RAUL CARLOS JAVIER ARQ. FUENTES HUANQUI GIULIANA MARIA	FECHA: JUN - 2017	2 de 12



SEGUNDO NIVEL
Esc: 1:125



OBSERVACIONES

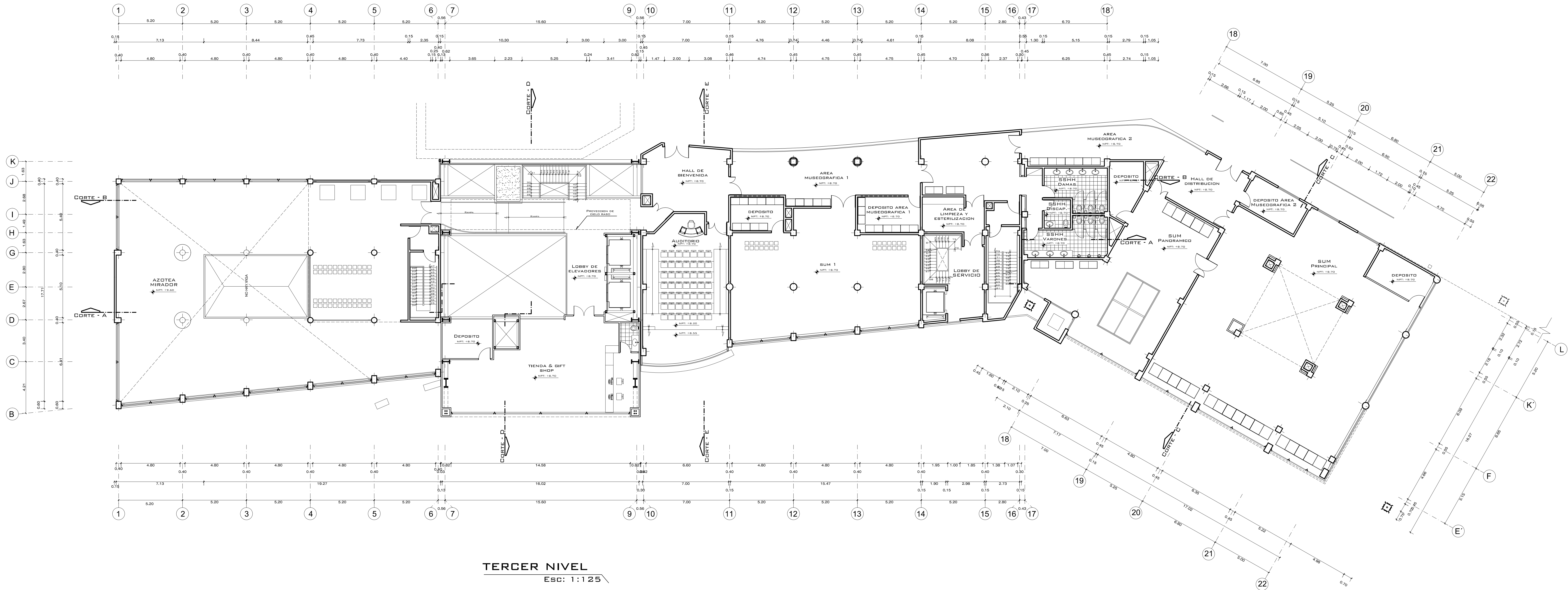


UNIVERSIDAD
CATOLICA DE SANTA
MARIA

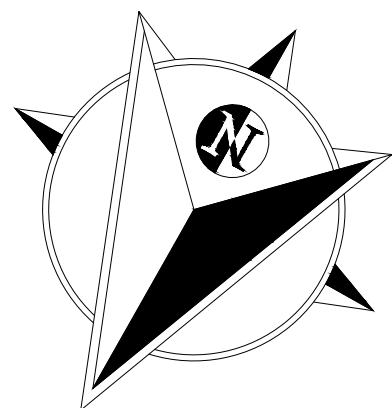
FACULTAD DE
ARQUITECTURA E
INGENIERIAS CIVIL Y DEL
AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE
ARQUITECTURA

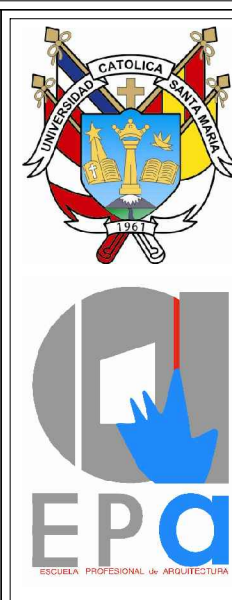
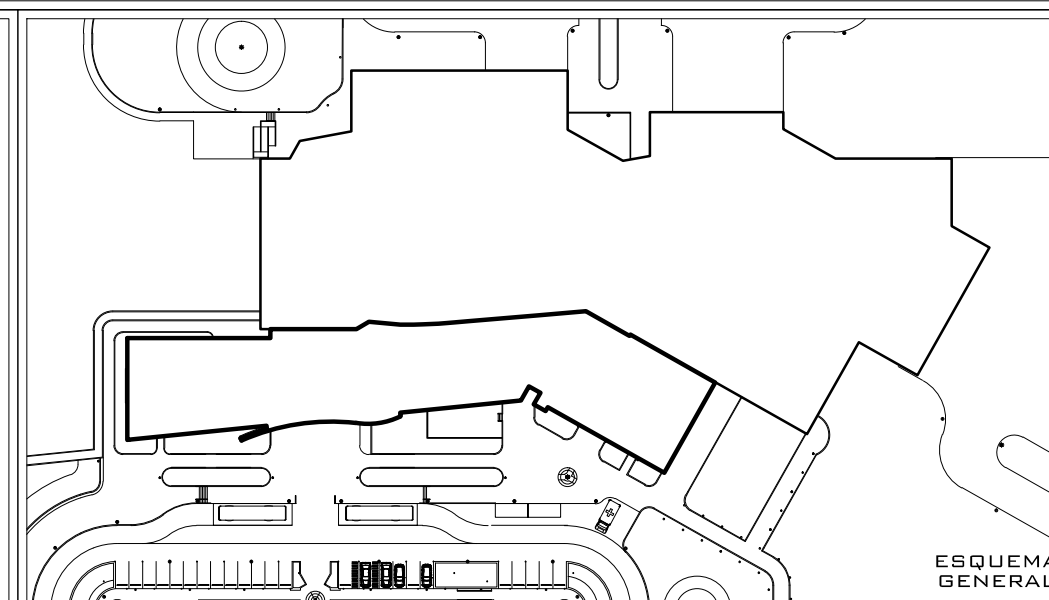
TESIS DE GRADO: ARQUITECTURA INDUSTRIAL: PLANTA DE SEGREGACION, VALORIZACION Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANDOS PARA AREQUIPA METROPOLITANA		
PLANO : SEGUNDA PLANTA		
TESISTA: BACH. ARQ. JARA PAREDES HERBERTH ISMAEL	ESCALA: 1:125	LAMINA: Ar-03
ASESORES: ARQ. DAMIANI NAJARRO RAUL CARLOS JAVIER ARQ. FUENTES HUANQUI GIULIANA MARIA	FECHA: JUN - 2017	3 de 12



TERCER NIVEL
Esc: 1:125



OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
CATOLICA DE SANTA
MARIA

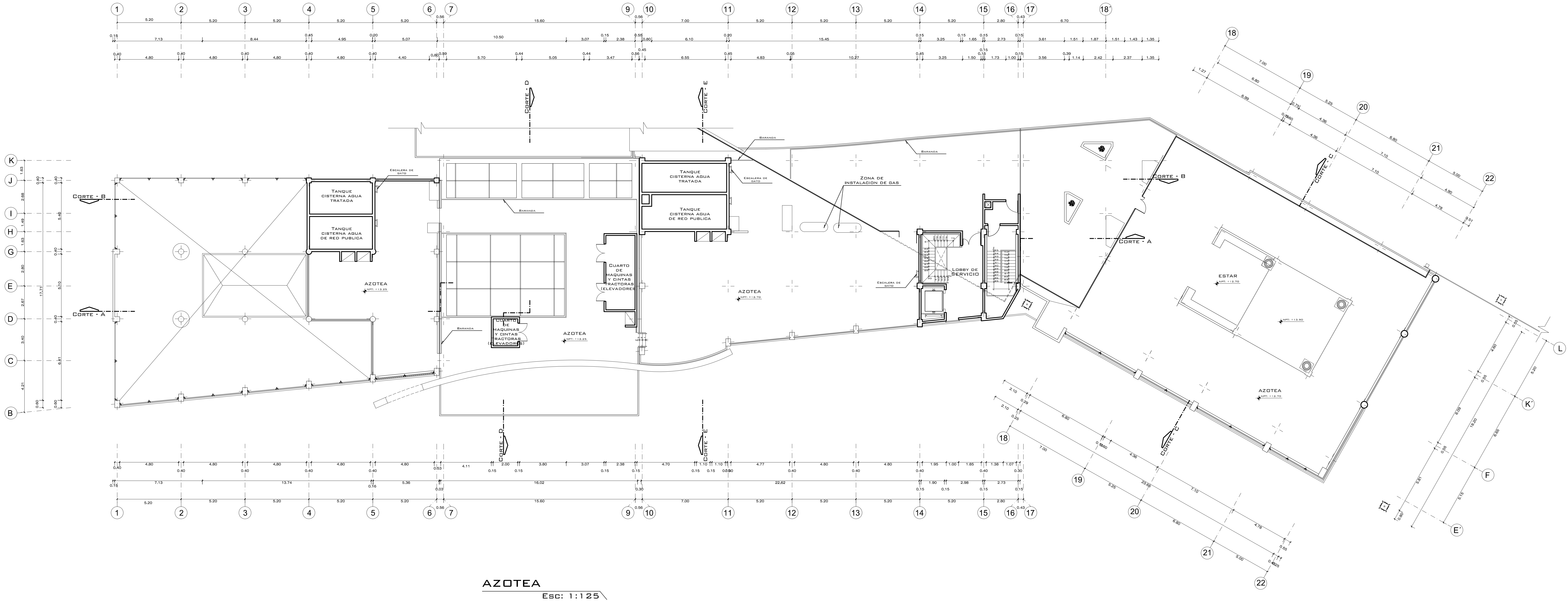
FACULTAD DE
ARQUITECTURA E
INGENIERIAS CIVIL Y DEL
AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE
ARQUITECTURA

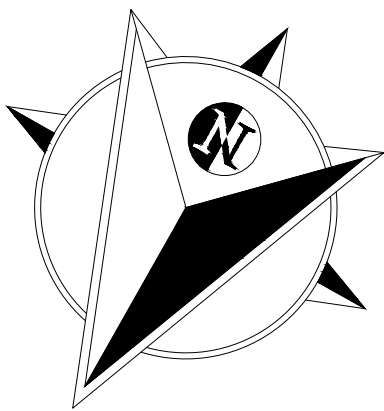
TESIS DE GRADO:
ARQUITECTURA INDUSTRIAL: PLANTA DE SEGREGACION, VALORIZACION Y
DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS PARA AREQUIPA
METROPOLITANA

PLANO :
TERCERA PLANTA

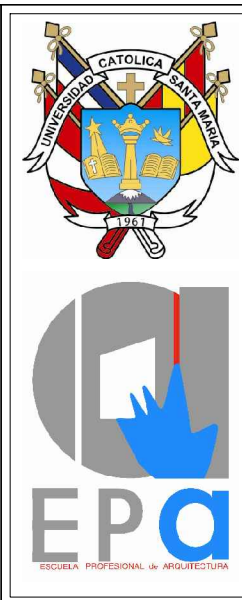
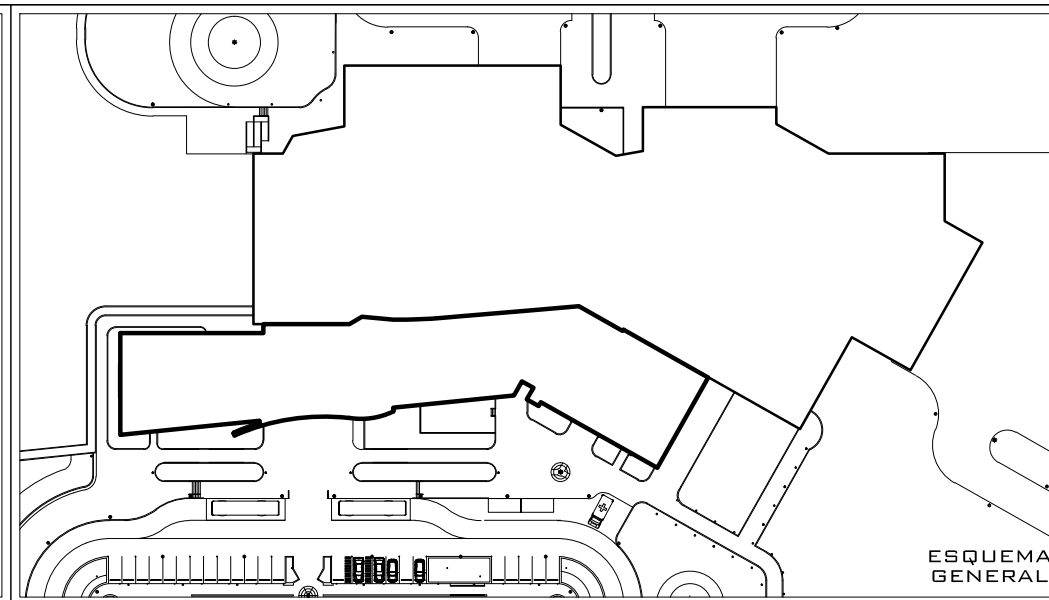
TESISTA: BACH. ARQ. JARA PAREDES HERBERTH ISMAEL	ESCALA: 1:125	LAMINA: Ar-04
ASESORES: ARQ. DAMIANI NAJARRO RAUL CARLOS JAVIER ARQ. FUENTES HUANQUI GIULIANA MARIA	FECHA: JUN - 2017	4 de 12



AZOTEA
Esc: 1:125



OBSERVACIONES

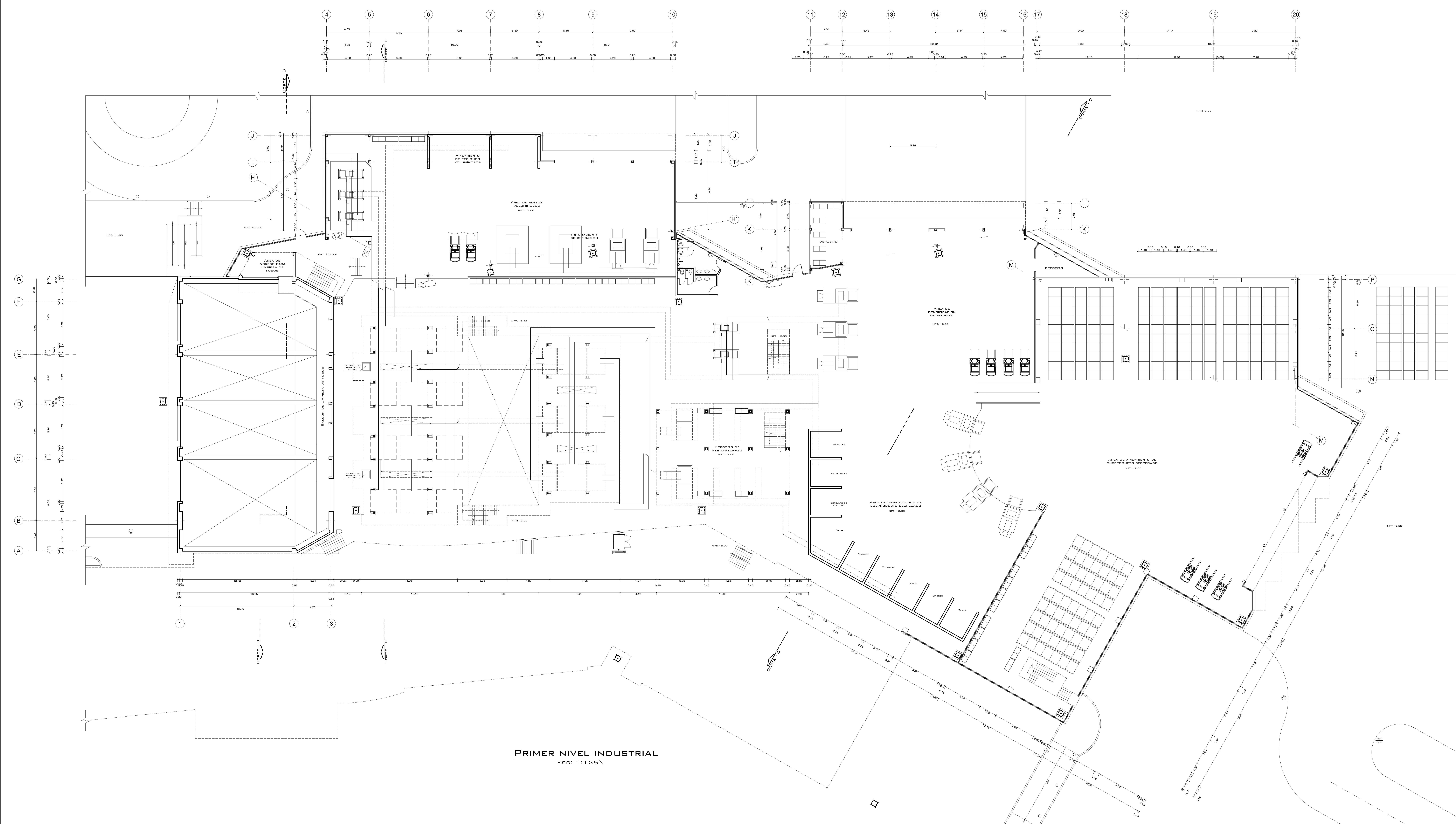


**UNIVERSIDAD
CATOLICA DE SANTA
MARIA**

**FACULTAD DE
ARQUITECTURA E
INGENIERIAS CIVIL Y DEL
AMBIENTE**

**ESCUELA PROFESIONAL DE
ARQUITECTURA**

TESIS DE GRADO: ARQUITECTURA INDUSTRIAL: PLANTA DE SEGREGACION, VALORIZACION Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS PARA AREQUIPA METROPOLITANA		
PLANO : AZOTEA		
TESISTA: BACH. ARQ. JARA PAREDES HERBERTH ISMAEL	ESCALA: 1:125	LAMINA: Ar-05
ASESORES: ARQ. DAMIANI NAJARRO RAUL CARLOS JAVIER ARQ. FUENTES HUANQUI GIULIANA MARIA	FECHA: JUN - 2017	5 de 12



PRIMER NIVEL INDUSTRIAL
Esc: 1:125

OBSERVACIONES

UNIVERSIDAD
CATOLICA DE SANTA
MARIA

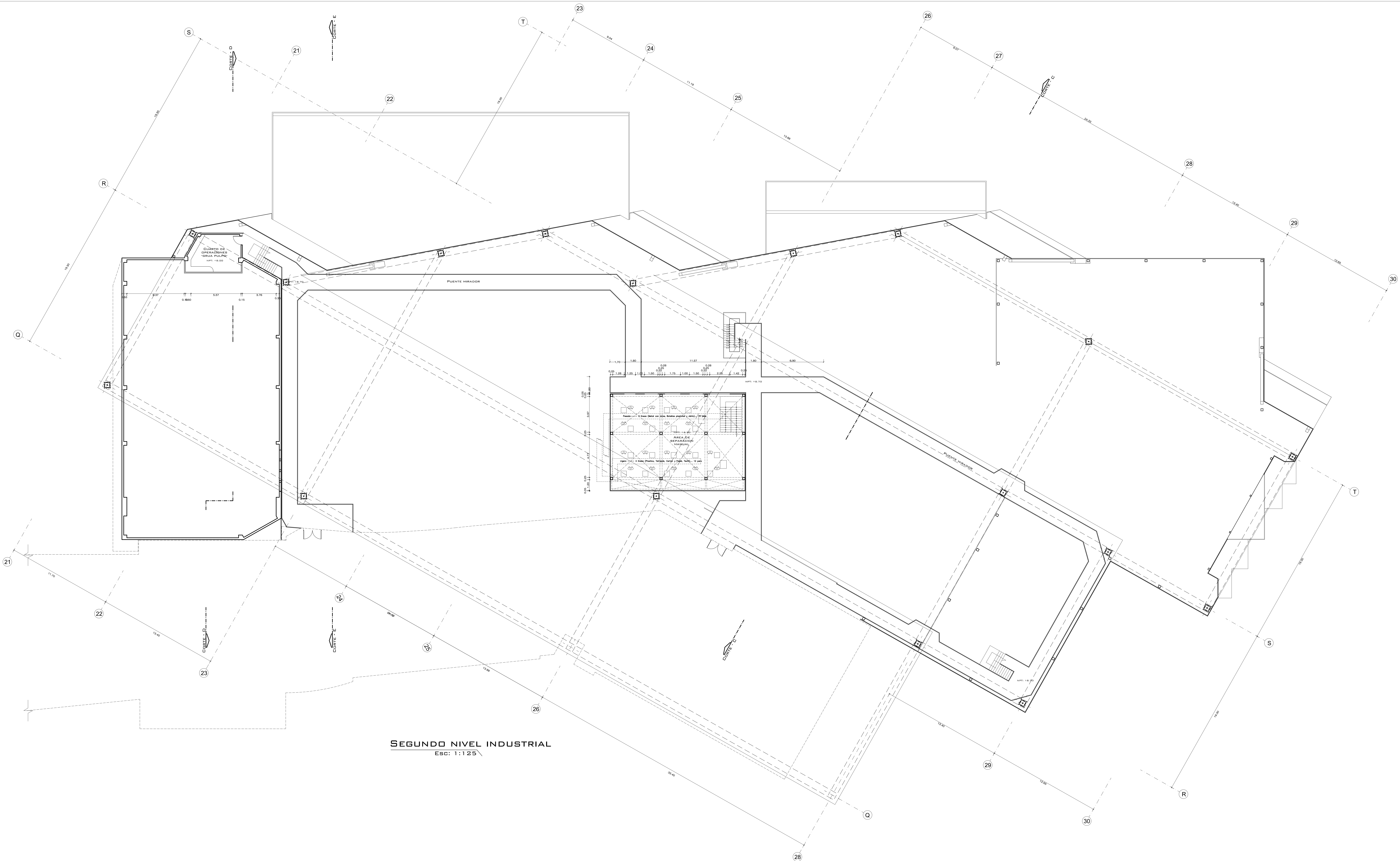
FACULTAD DE
ARQUITECTURA E
INGENIERIAS CIVIL Y DEL
AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE
ARQUITECTURA

TESIS DE GRADO:
ARQUITECTURA INDUSTRIAL: PLANTA DE SEGRAGACION, VALORIZACION Y
DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS PARA AREQUIPA -
METROPOLITANA

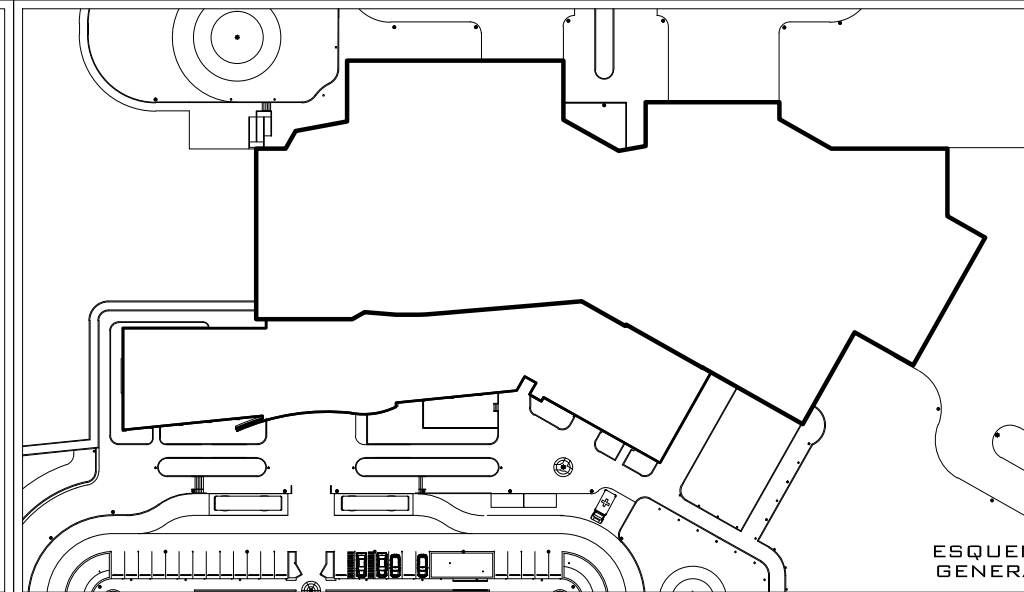
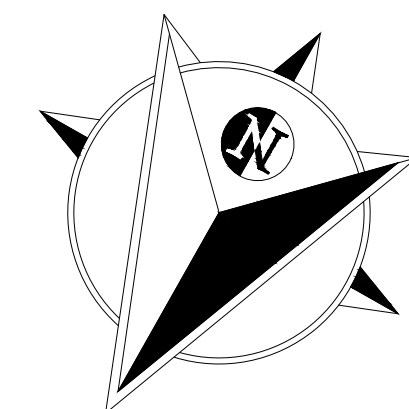
PLANO:
PRIMERA PLANTA - INDUSTRIAL

TERCISTAS: BACH: ARQ. JARA PAREDES HERBERTH ISHAEL	ESCALA: 1:125	LAMINA: Ar-06
ASESORES: ARQ. DAMIANI NAJARRO RAUL CARLOS JAVIER ARQ. FUENTES HUANQUI GIULIANA MARIA	FECHA: JUN - 2017	6 de 12



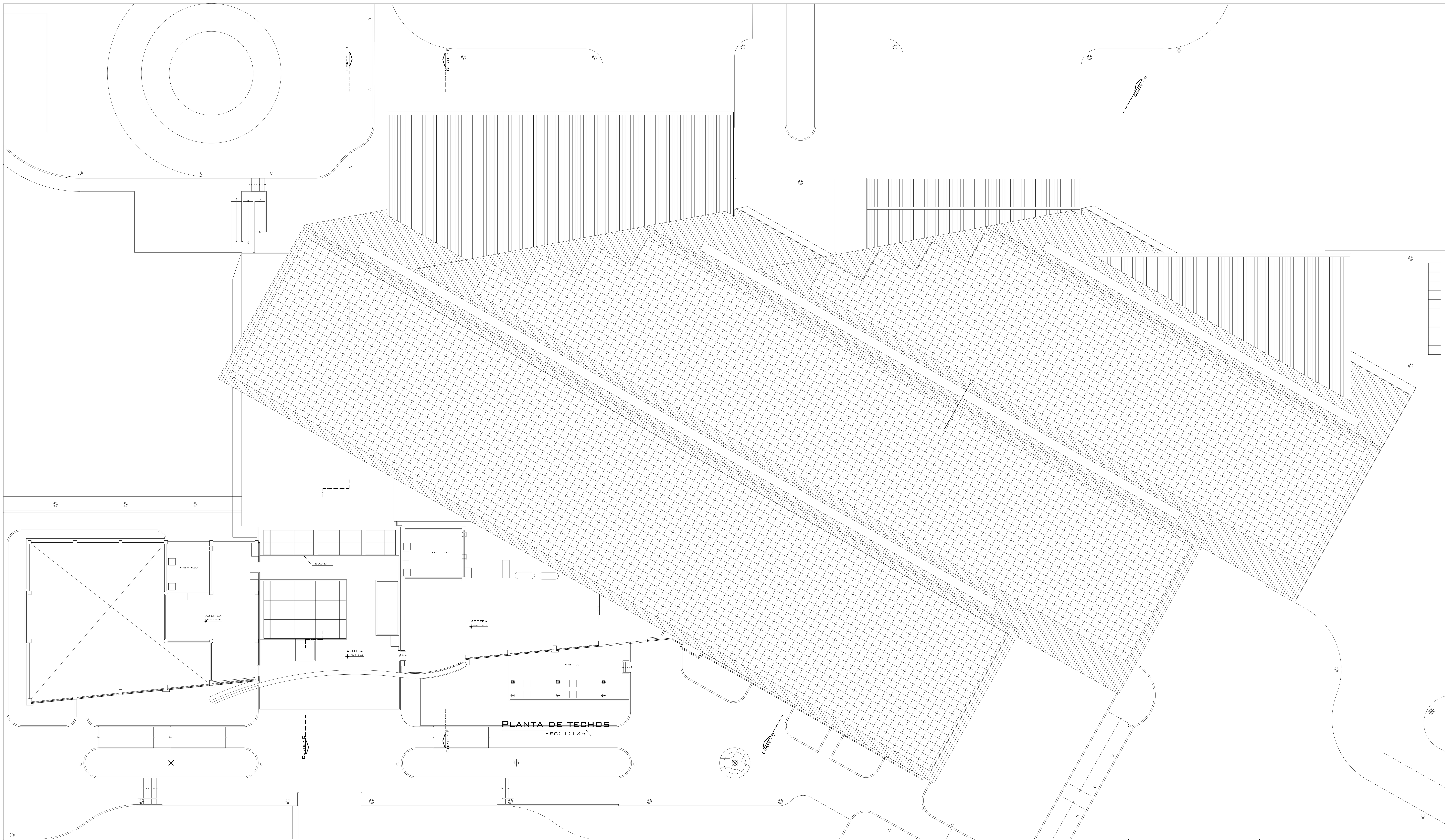
SEGUNDO NIVEL INDUSTRIAL
Esc: 1:125

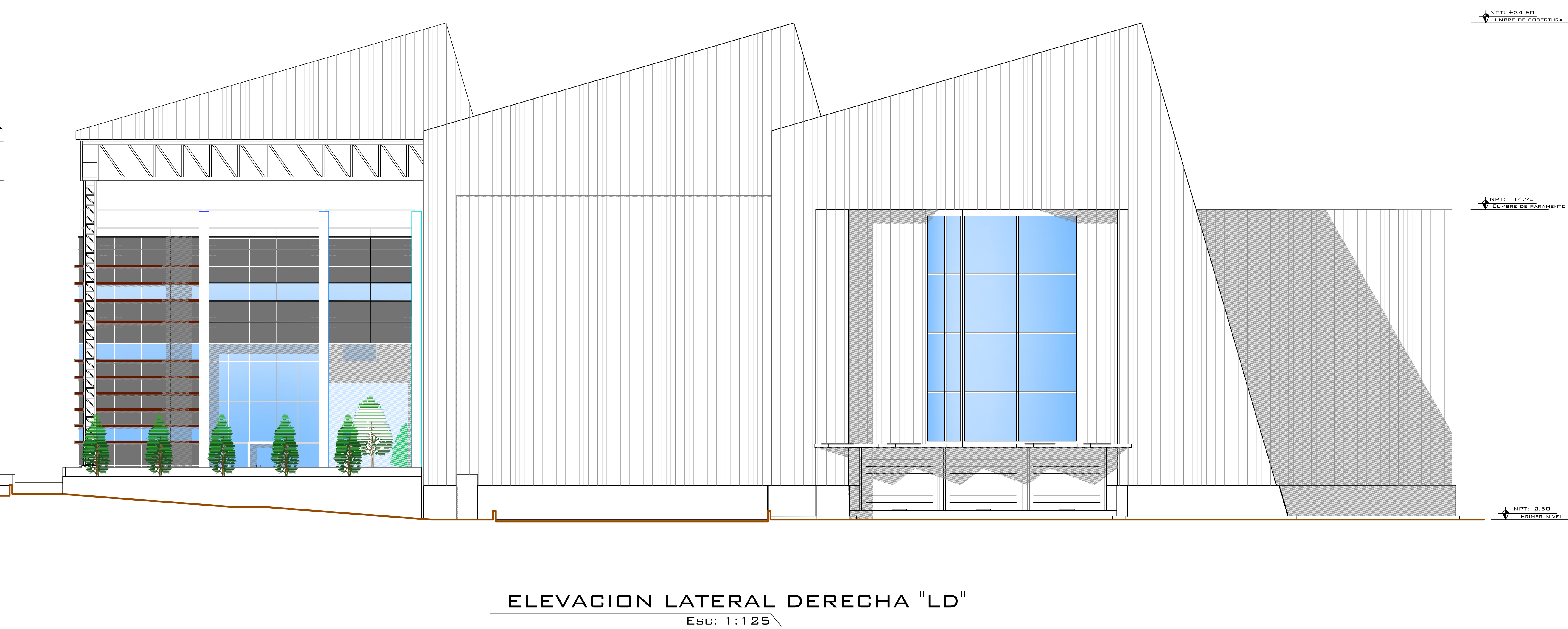
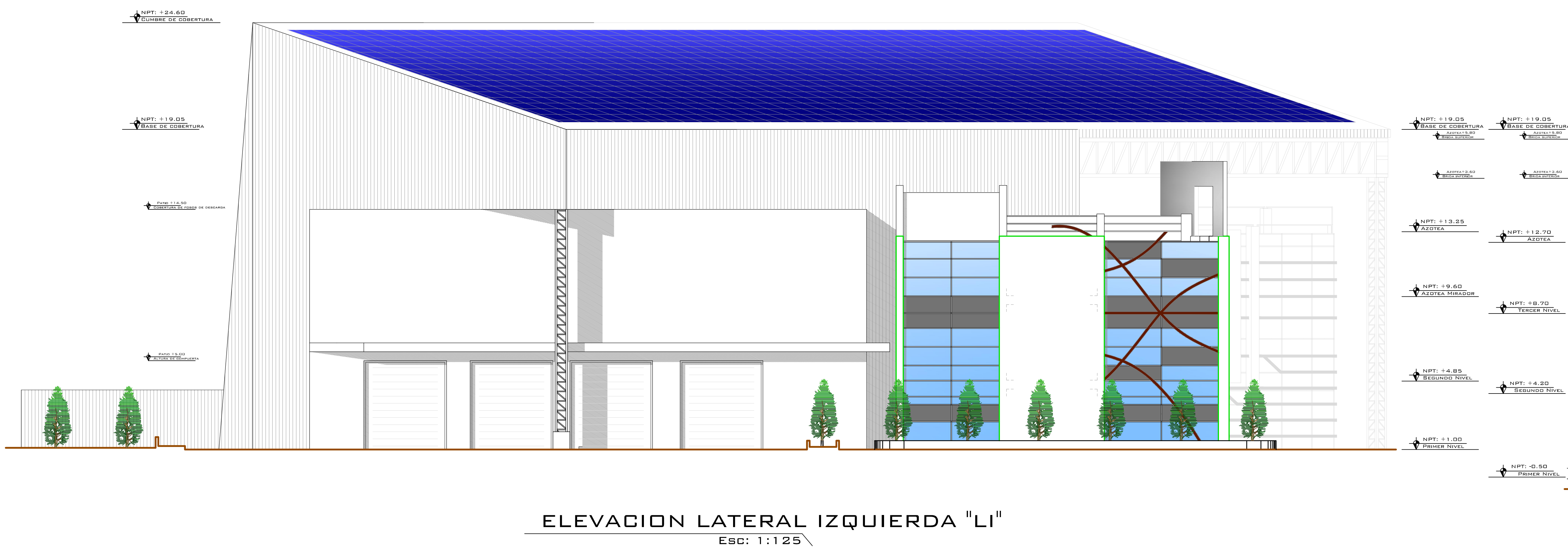
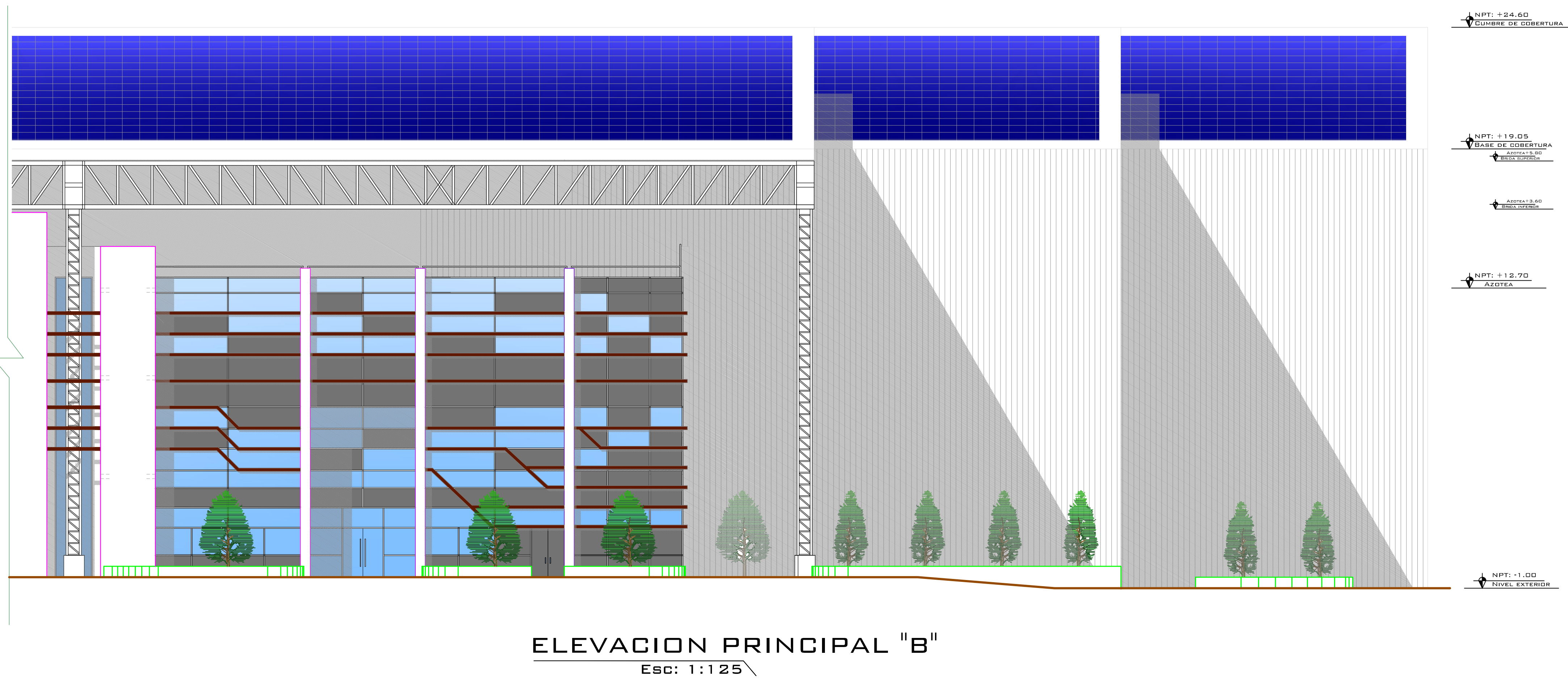
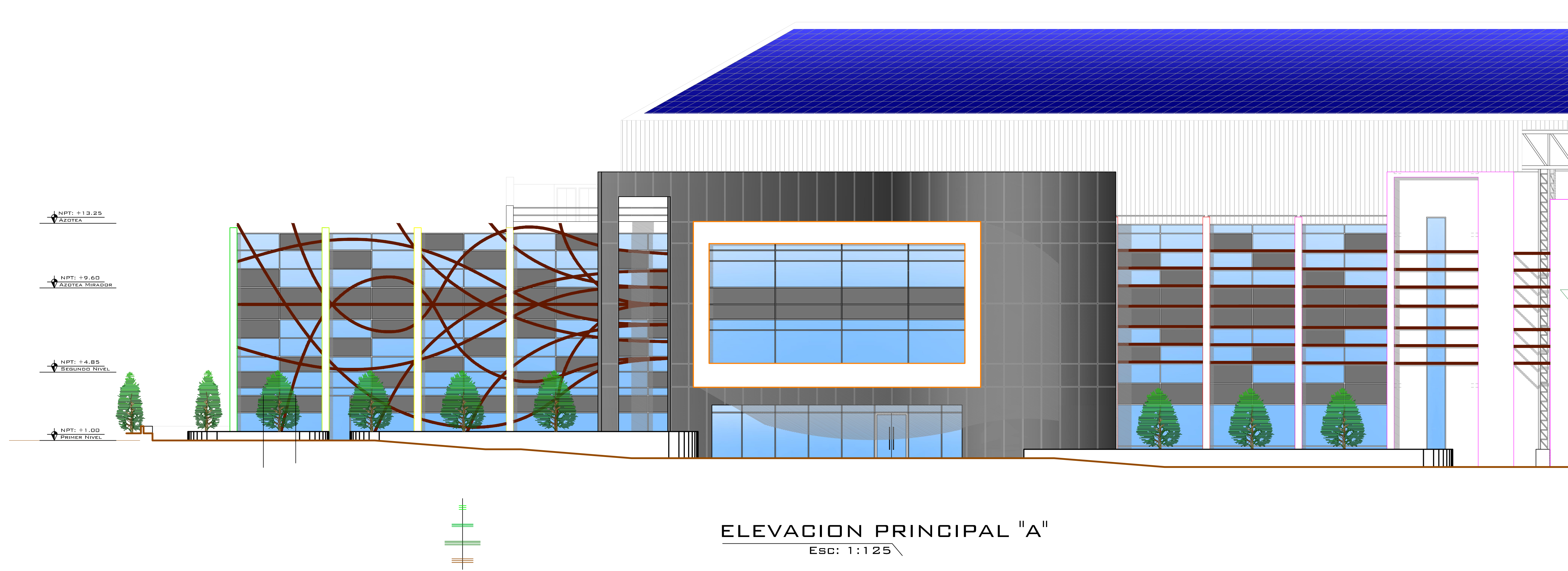
OBSERVACIONES



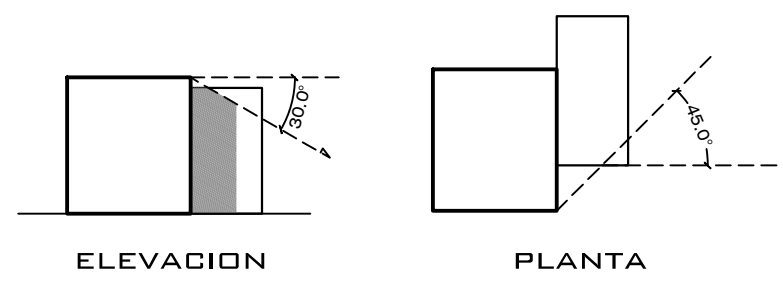
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE SANTA
MARÍA
FACULTAD DE
ARQUITECTURA E
INGENIERÍAS CIVIL Y DEL
AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE
ARQUITECTURA

TESIS DE GRADO: ARQUITECTURA INDUSTRIAL: PLANTA DE SEGREGACION, VALORIZACION Y DISTRIBUCION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS PARA AREQUIPA METROPOLITANA			
PLANO : TERCERA PLANTA - INDUSTRIAL			
TESISTA: BACH. ARQ. JARA PAREDES HERBERTH ISRAEL		ESCALA: 1:125	LAMINA: Ar-07
ASESORES: ARQ. DAMIANI NAJARRO RAUL CARLOS JAVIER ARQ. FUENTES HUANGUI GIULIANA MARIA		FECHA: JUN - 2017	7 de 12

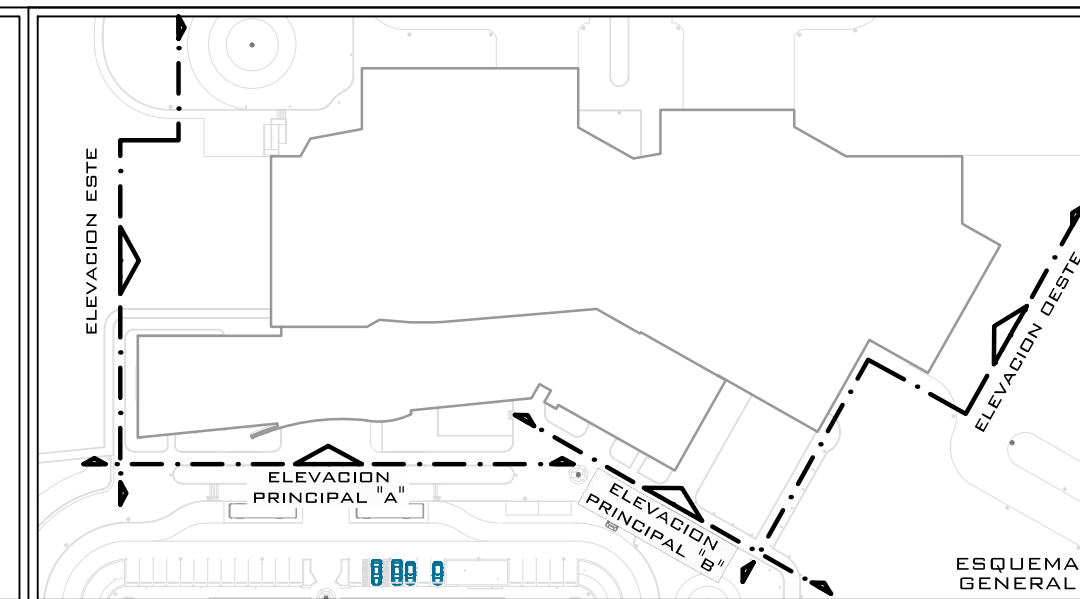




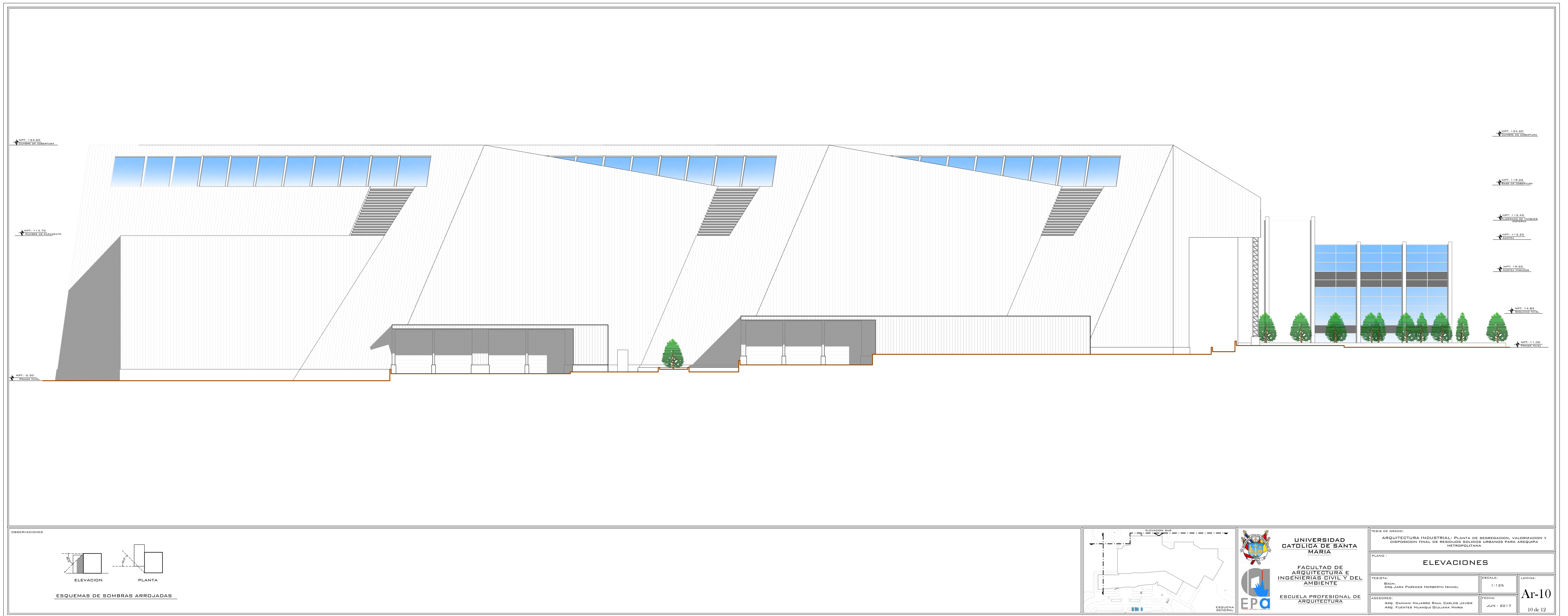
OBSERVACIONES



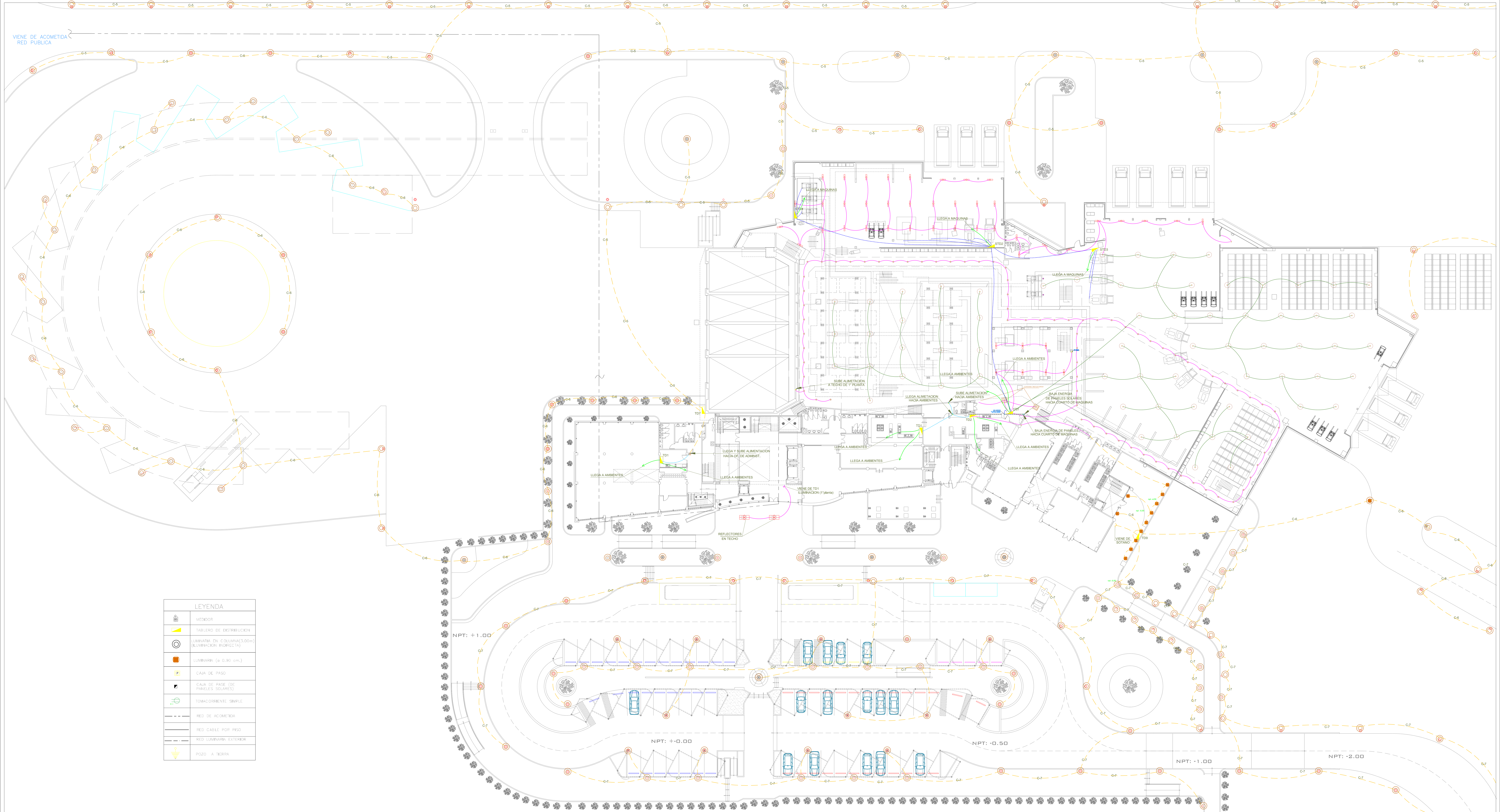
ESQUEMAS DE SOMBRAS ARROJADAS



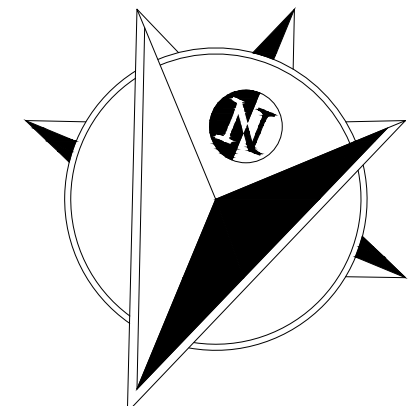
Tesis de Grado: ARQUITECTURA INDUSTRIAL: PLANTA DE SEGREGACION, VALORIZACION Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS PARA AREQUIPA METROPOLITANA			
PLANO: ELEVACIONES			
TESISTA: BACH. ARQ. JARA PAREDES HERBERTH ISMAEL	ESCALA: 1:125	LÁMINA: Ar-09	
ASESORES: ARQ. DAMIANI NAJARRO RAUL CARLOS JAVIER ARQ. FUENTES HUANGUI JULIANA MARIA	FECHA: JUN - 2016	9 de 12	







LEYENDA	
	MEDIDOR
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	LUMINARIA EN COLUMNA (CORRECTA) (ILUMINACION CORRECTA)
	LUMINARIA (a 0.30 cm.)
	CAJA DE PASO
	CAJA DE FASE (DE PANELES SOLARES)
	TOMACORRIENTE SIMPLE
	RED DE ACOMETIDA
	RED CABLE POR PISO
	RED LUMINARIA EXTERIOR
	POZO A TIERRA

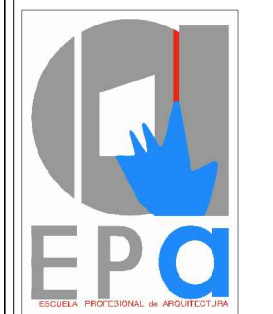




UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE SANTA
MARÍA

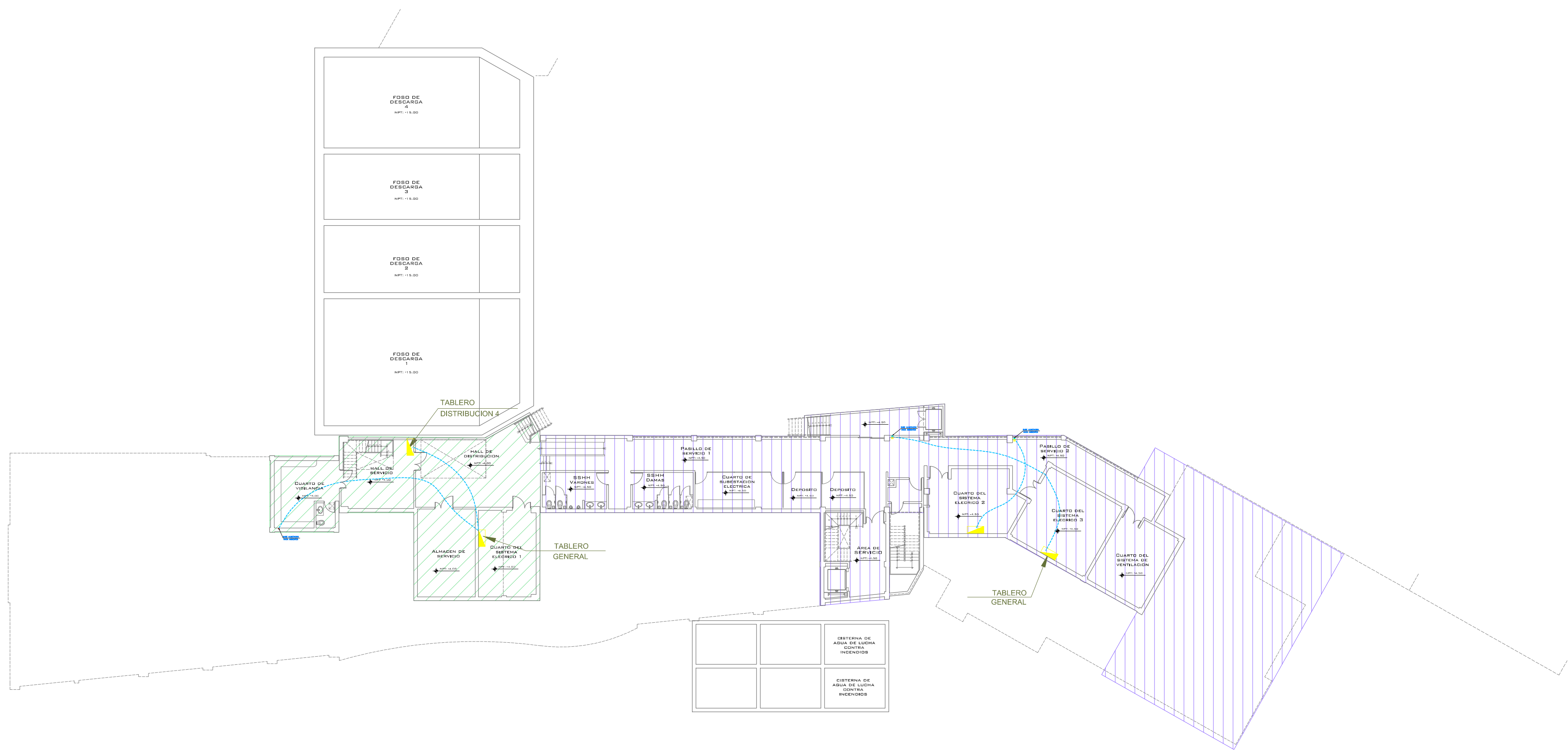
FACULTAD DE
ARQUITECTURA E
INGENIERÍAS CIVIL Y DEL
AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE
ARQUITECTURA

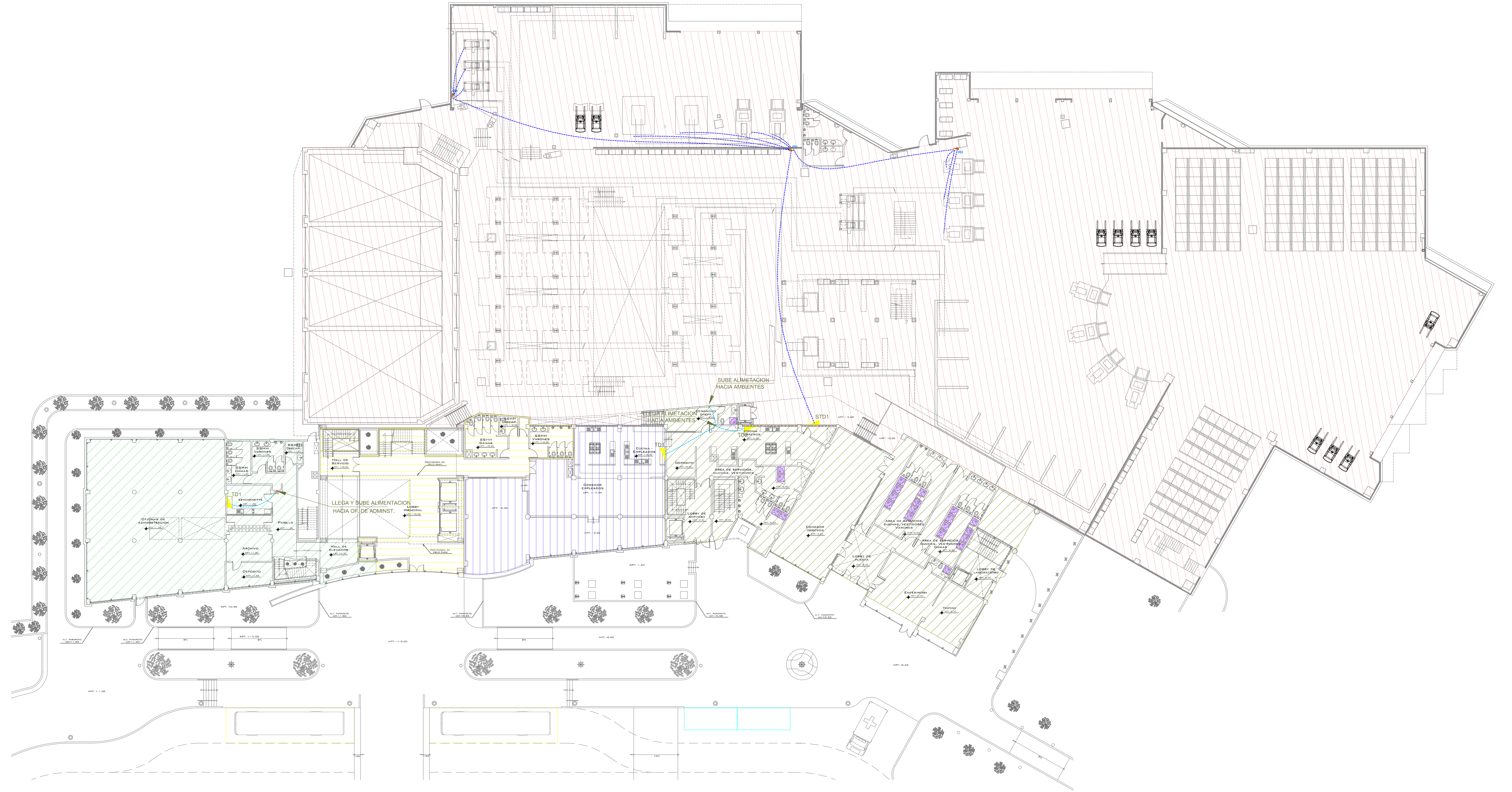


EPQ

TESIS DE GRADO: ARQUITECTURA INDUSTRIAL: PLANTA DE SEGREGACIÓN, VALORIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA AREQUIPA METROPOLITANA			
PLANO: INST. ELECTRICAS - PLANIMETRIA			
TESISTA:	ESCALA:	LÁMINA:	
BACH: ARQ. JARA PAREDES HERBERTH ISMAEL	1:200	Ele-01	
ASESOR:	FECHA:	1 de 12	
ARQ. DAMIANI NAJARRO RAUL CARLOS JAVIER ARQ. FUENTES HUANGUI GIULIANA MARIA	JUN - 2017		



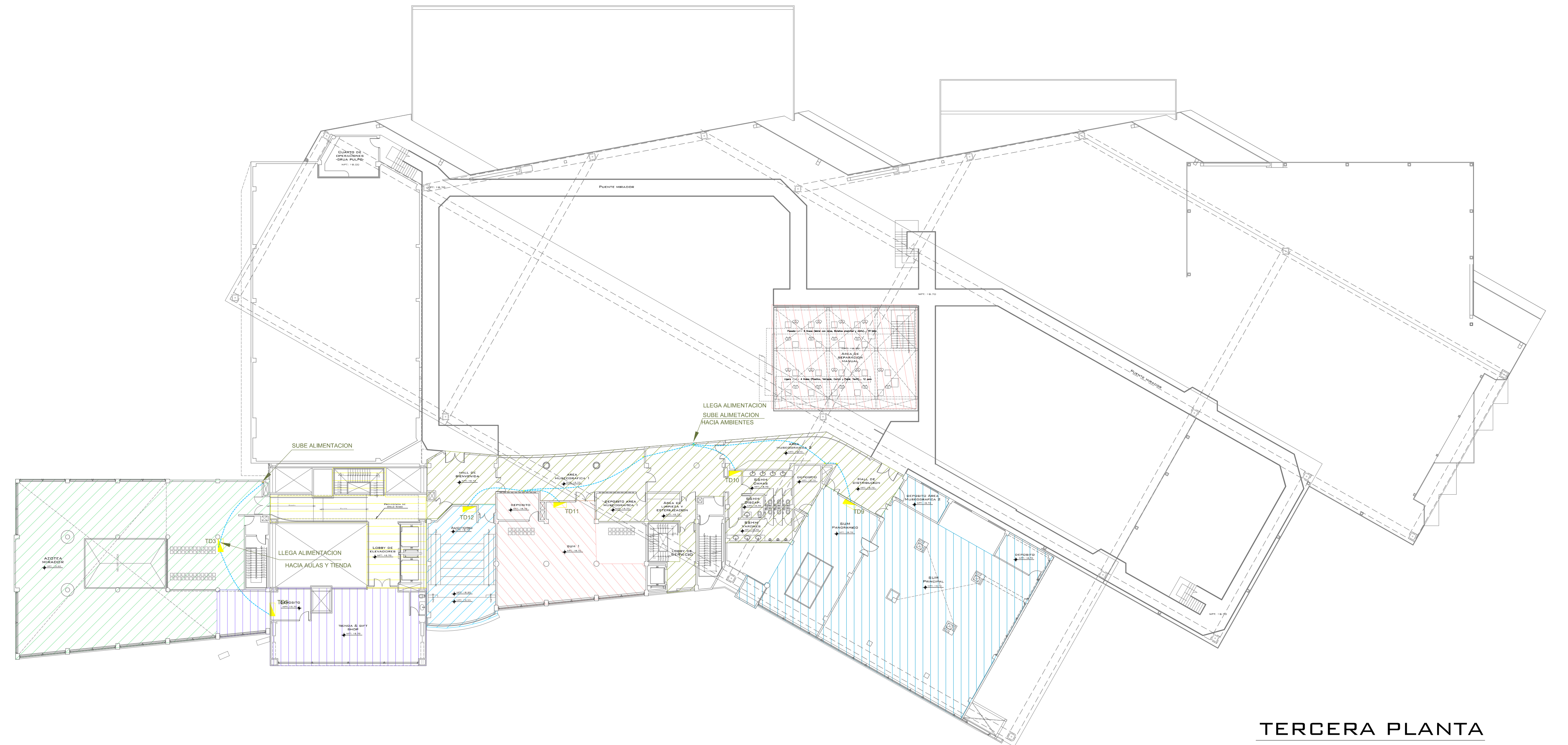
SOTANO
ALTUR. DE CORTE: -3.30



PRIMERA PLANTA
ALTUR. DE CORTE: +1.20



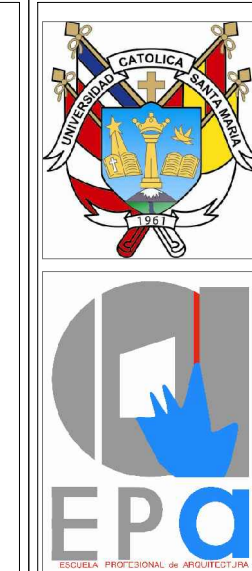
SEGUNDA PLANTA
ALTUR. DE CORTE: +6.20



TERCERA PLANTA
ALTUR. DE CORTE: +10.00



OBSERVACIONES

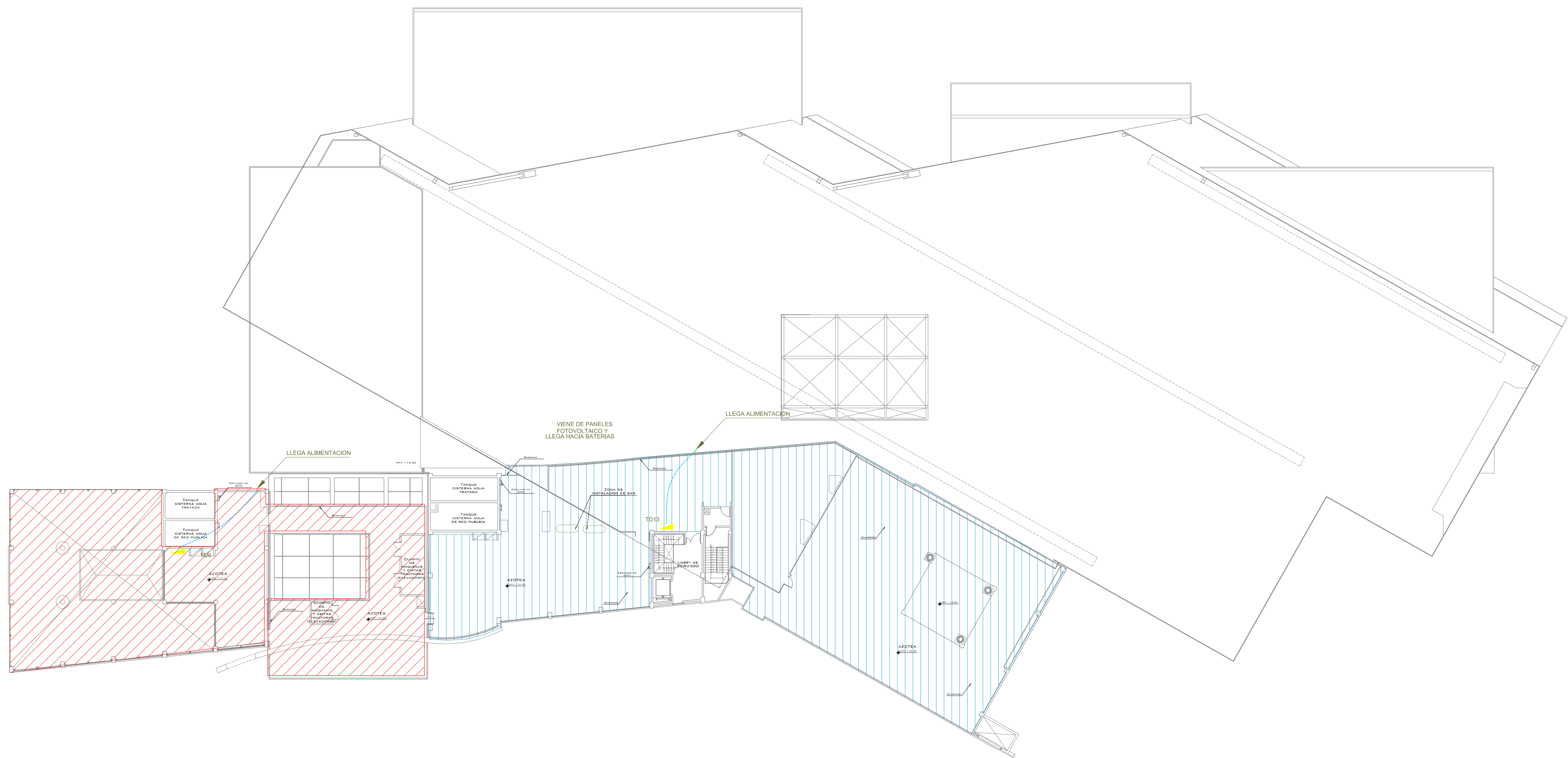


**UNIVERSIDAD
CATOLICA DE SANTA
MARIA**

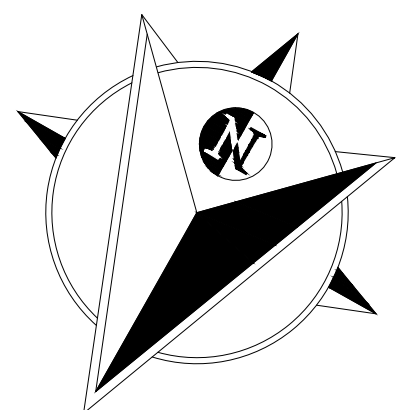
**FACULTAD DE
ARQUITECTURA E
INGENIERIAS CIVIL Y DEL
AMBIENTE**

**ESCUELA PROFESIONAL DE
ARQUITECTURA**

TESIS DE GRADO: ARQUITECTURA INDUSTRIAL: PLANTA DE SEGREGACION, VALORIZACION Y DISTRIBUCION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS PARA AREQUIPA METROPOLITANA			
PLANO: ESQUEMAS DE LOS TABLEROS			
TESISTA: BACH. ARQ. JARA PAREDES HERBERTH ISMAEL	ESCALA: 1:250	LAMINA: Ele-02	
ASESORES: ARQ. DAMIAN NAJARRO RAUL CARLOS JAVIER ARQ. FUENTES HUANGUI JULIANA MARIA	FECHA: JUN - 2017	2 de 12	

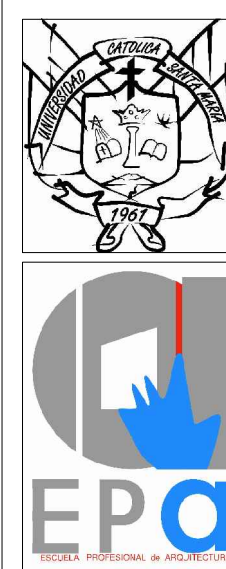


AZOTEA
ALTUR. DE CORTE: +14,50



OBSERVACIONES

ESQUEMA
GENERAL

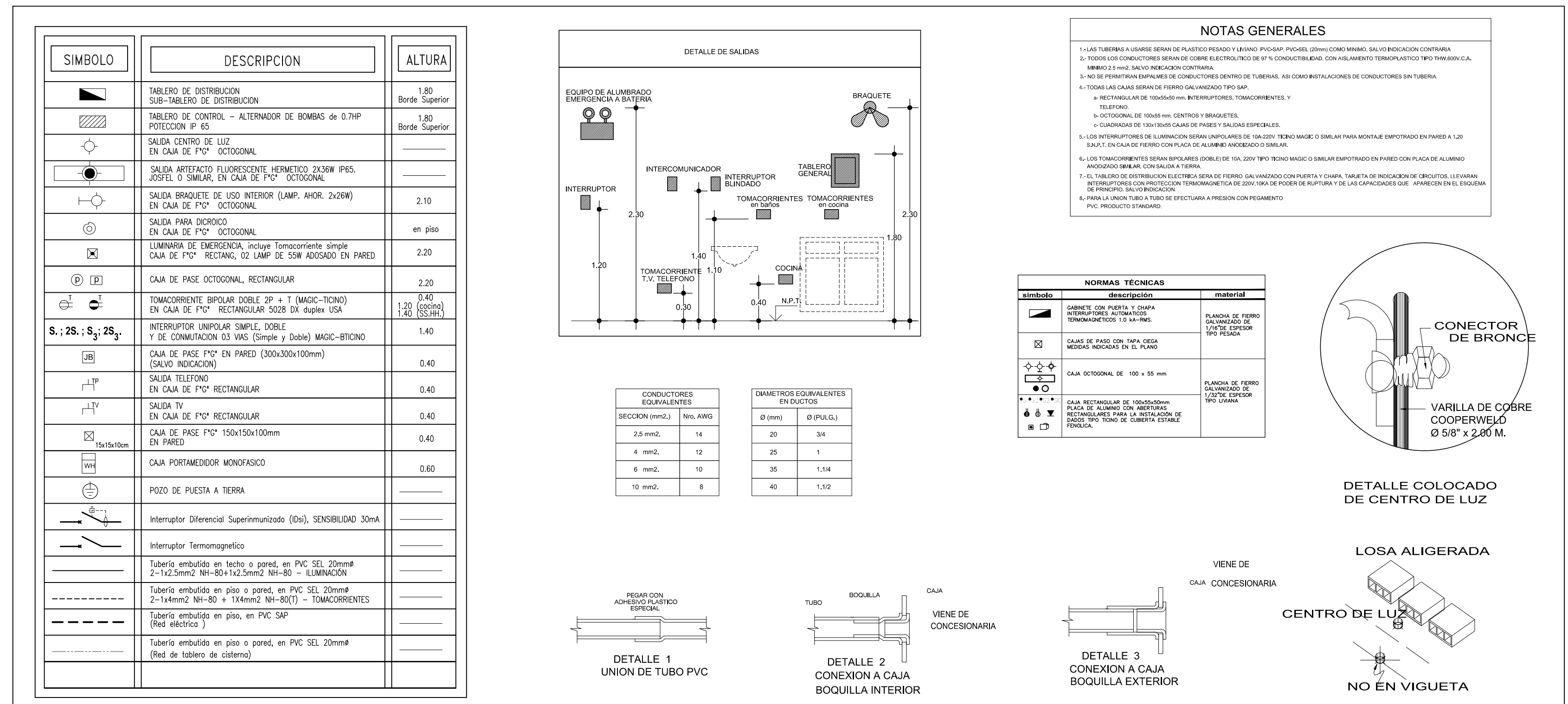


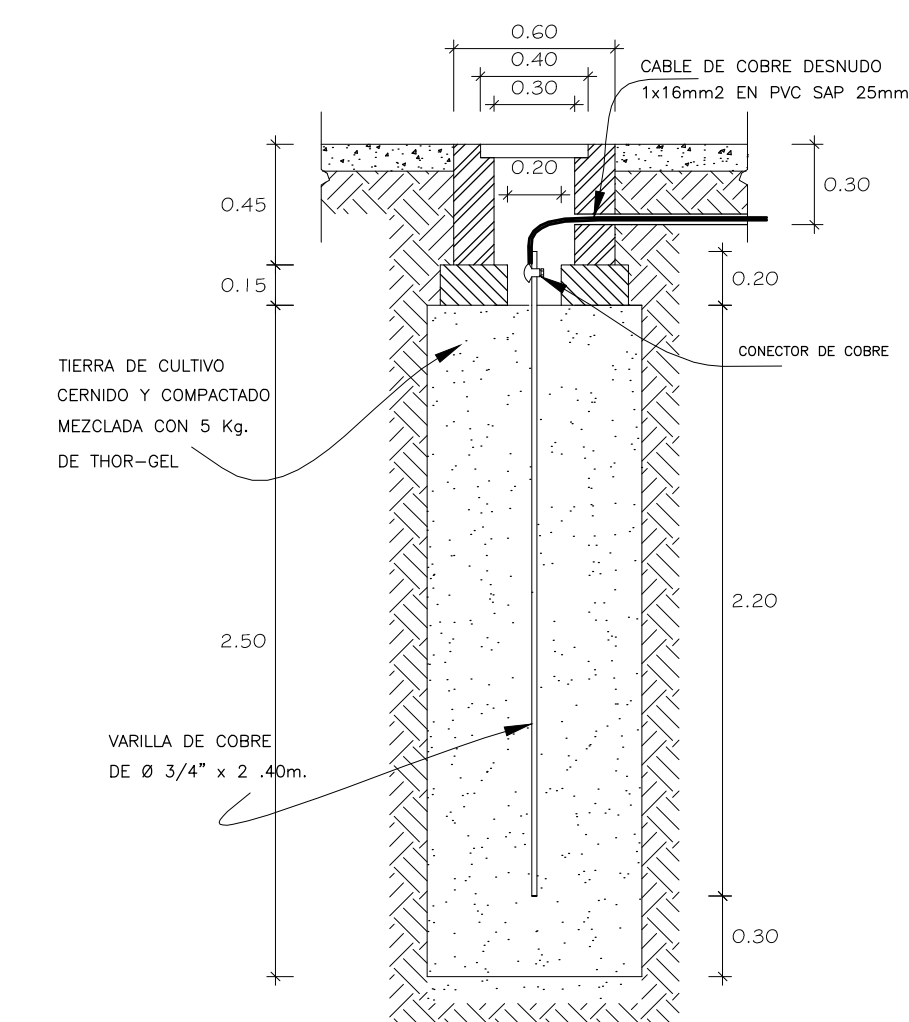
**UNIVERSIDAD
CATOLICA DE SANTA
MARIA**

**FACULTAD DE
ARQUITECTURA E
INGENIERIAS CIVIL Y DEL
AMBIENTE**

**ESCUELA PROFESIONAL DE
ARQUITECTURA**

TESIS DE GRADO: ARQUITECTURA INDUSTRIAL: PLANTA DE SEGREGACION, VALORIZACION Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS PARA AREQUIPA METROPOLITANA		
PLANO : ESQUEMAS DE LOS TABLEROS		
TESISTA: BACH. ARQ. JARA PAREDES HERBERTH ISMAEL	ESCALA: 1:250	LAMINA: Ele-03
ASESORES: ARQ. DAMIANI NAJARRO RAUL CARLOS JAVIER ARQ. FUENTES HUANQUI GIULIANA MARIA	FECHA: JUN - 2017	3 de 12



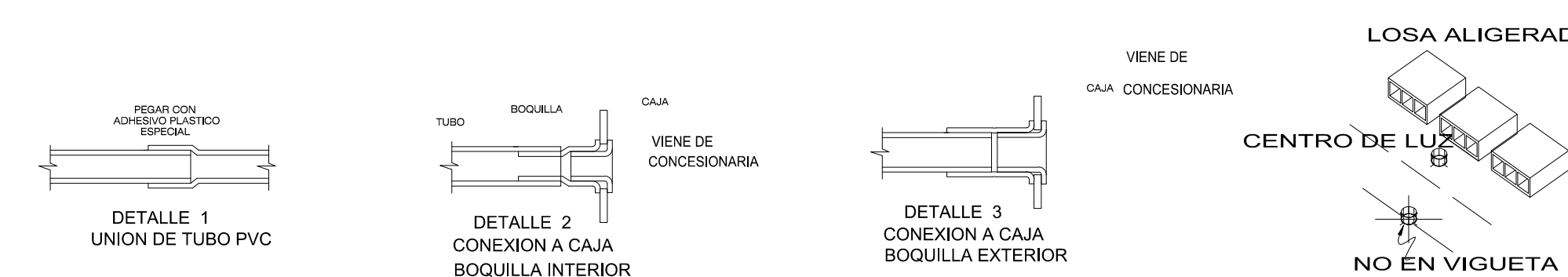
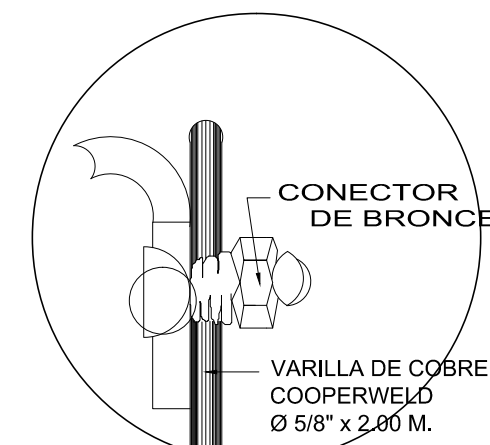


SOTANO

Esc: 1:125

[illegible]

NORMAS TÉCNICAS		
abreviatura	descripción	material
	PUERTA CON PUERTA Y CHAPA ANTIFUEGO, CON SILENCIOSO TERMOACÚSTICO 1.0 h-RES	PLACAS DE FIERRO CALAMINADO DE 1.4301 EXPOSUR TÍPO FÍSICA
	SLABAS DE FIERRO CON MANTA RESISTO RECOGIDA EN EL PLANO	
	SLAB. SECCIONAL DE 100 x 80 mm	
	PLACA RECTANGULAR DE 100x100mm PLACA DE ALUMINIO CON ARMAZÓN RECTANGULAR PARA LA INSTALACIÓN DE PANT. SUP. TIPO DE TUBERÍA EXTERNA FÍSICA.	PLACAS DE FIERRO CALAMINADO DE 1.4301 EXPOSUR TÍPO FÍSICA



ESCUELA PROFESIONAL D
ARQUITECTURA

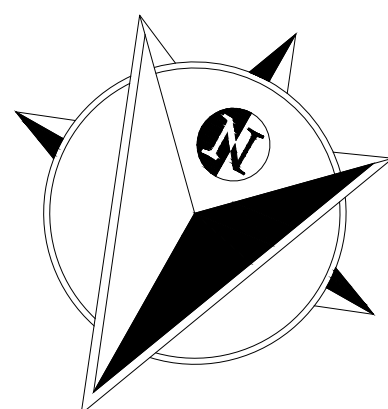
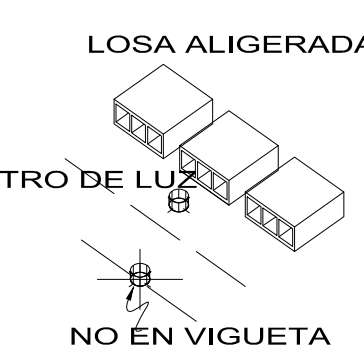
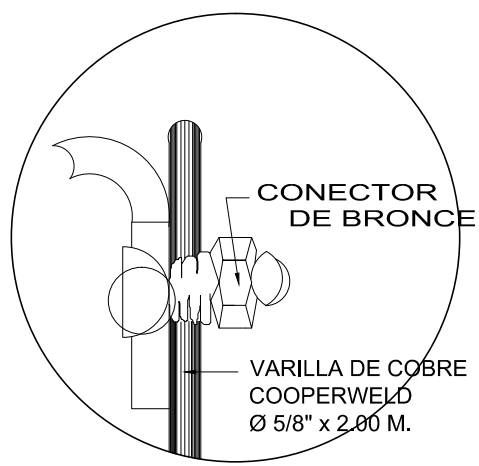
Ele-0.5

[illegible]

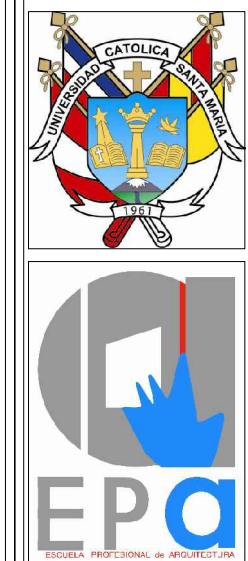
DETALLE 1
UNION DE TUBO PVC

DETALLE 2
CONEXION A CAJA

NORMAS TÉCNICAS		
simbolo	descripción	material
	REINFORZO CON PLACAS Y CANTAS HORIZONTALES EN VIGAS DE TENSIÓN (NORMAS 1.0 a 1.4)	PLACAS DE FIERRO GALVANIZADO DE ALTA EXPANSIÓN PUNTA FÍSICA
	PLACA DE FIERRO CON ALTA GOTA (NORMAS INDICADAS EN EL PLANO)	
	PLACA SECCIONAL DE 100 x 88 mm	
		PLACA DE FIERRO GALVANIZADO DE 1/2" DE ESPESOR PUNTA FÍSICA
	PLACA REINFORZADA DE 100x100mm PLACA DE ALUMINIO CON ALUMINIO REINFORZADA PARA LA INSTALACIÓN DE PUNTA, SIN TUBO DE CORRIENTE FÍSICA	



OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
CATOLICA DE SANTA
MARIA

FACULTAD DE
ARQUITECTURA E
INGENIERIAS CIVIL Y DEL
AMBIENTE

**ESCUELA PROFESIONAL DE
ARQUITECTURA**

TESIS DE GRADO

ARQUITECTURA INDUSTRIAL: PLANTA DE SEGREGACION, VALORIZACION Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS PARA AREQUIPA METROPOLITANA

PLANO :
INST. DE LUMINARIAS - 2DO NIVEL

TESTISTA:

BACH.
ARQ.JARA PAREDES HERBERTH ISMAEL

ASESORES:

ESCALA:	LAMINA:
---------	---------

1:125 | **E1**

	Ele.
[ECHA]	

Ele-08

8 de 12



DETALLE DE SALIDAS

DETALLE DE SALIDAS

EQUIPO DE ALUMBRADO ENERGIZADO A BATERÍA

INTERRUPTOR

INTERCOMUNICADOR

INTERRUPTOR DE RIEGO

TOMACORRIENTE 40 A

TOMACORRIENTE 60 A

TOMACORRIENTE 15 A

TOMACORRIENTE 20 A

KITCHEN

BATH

Alturas indicadas: 2,30, 1,80, 0,30

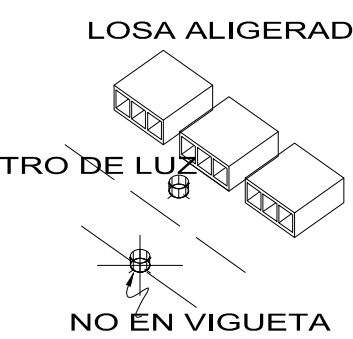
PRIMER/ADHESIVO PLASTICO ESPECIAL

DETALLE 1
UNION DE TUBO PVC

7,600
1,000

DETALLE 2
CONEXION A CAJA

VIENE DE
C.A.I.R. CONCREZIONALE

[illegible]

VIENE DE
CANT. CONCESSIONA

LOS ALIGERADOS
DE LUZ
NO EN VIGUETA



ESCUELA PROFESIONAL DE
ARQUITECTURA

ASESORES:
ABD. DAMIANI NAJABED RAUL CARLOS JAYR

ALA:	LAMINA:
1:125	Ele-09
HA:	

9 de 12



Diagrama de una losa aligerada (hormigón celular) con un centro de luz no en viga. Se muestra una sección transversal de la losa con bloques huecos. El centro de luz está etiquetado como "CENTRO DE LUZ" y se indica que "NO EN VIGUETA".





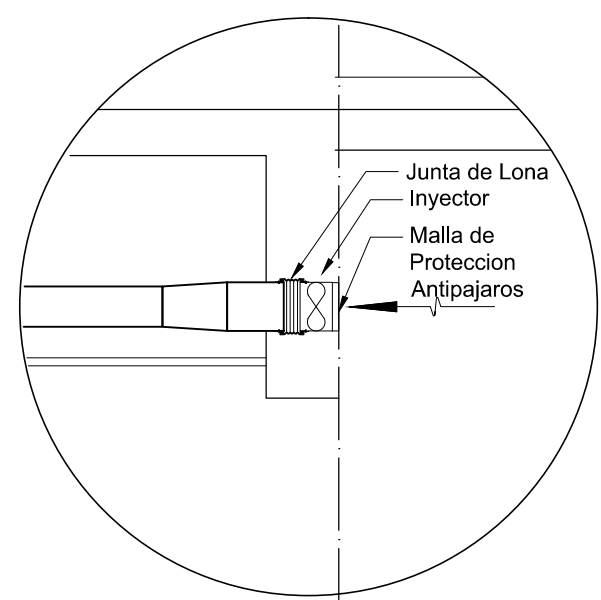
Diagrama de un sistema de iluminación con losa aligerada y tubo de luz, mostrando la luz no en viga.



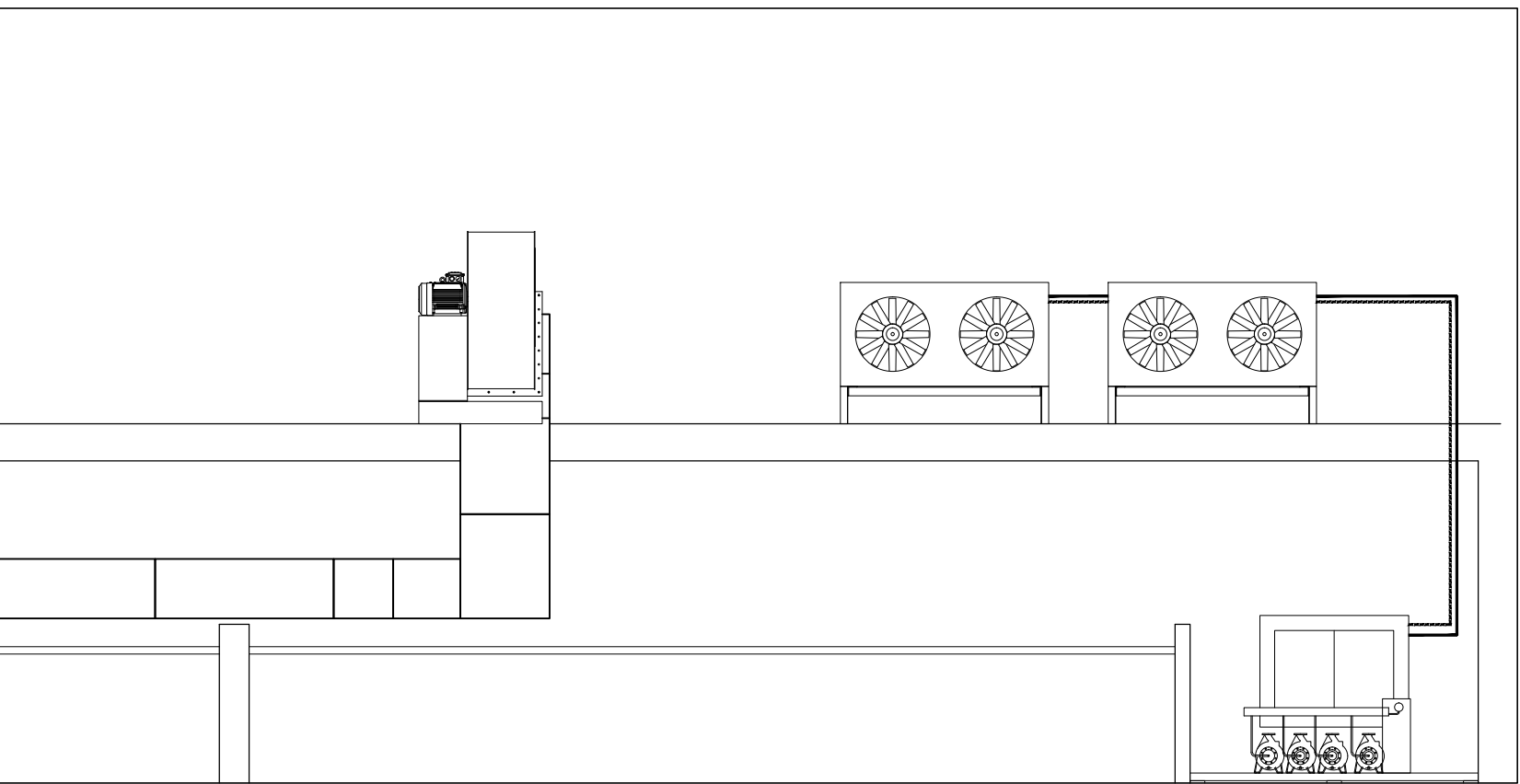


Diagrama de un sistema de iluminación con tres luminarias suspendidas. Se indica el "CENTRO DE LUZ" y se señala que la luz "NO EN VIGUETA".

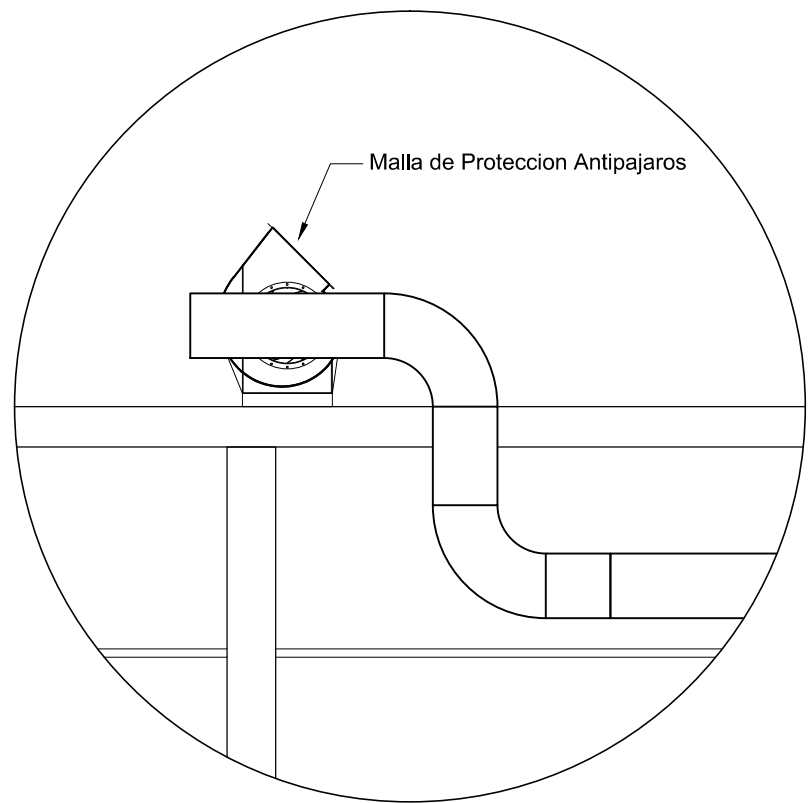




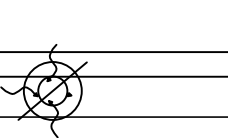
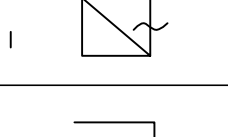
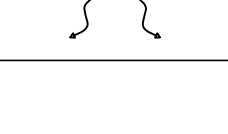
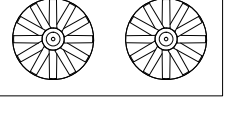
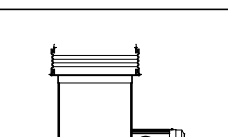
Esc: S/E\

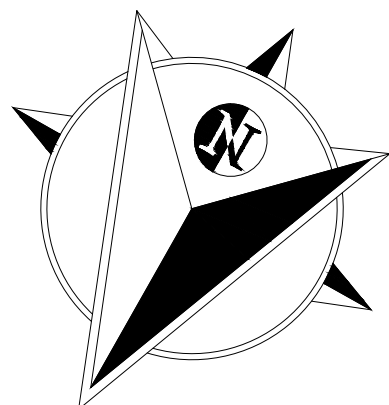


Esc: S/E \



Esc: S/E

LEYENDA	
	TUBO PARA INYECCION Y EXTRACCION DE AIRE
	EXTRACCION DE AIRE
	INYECCION DE AIRE
	SOPLANTE VENTILADOR
	PASANTE DE PLACA, Y FILTRO DE AIRE



OBSERVACIONES

ESQUEMA GENERAL



UNIVERSIDAD
CATOLICA DE SANTA
MARIA

FACULTAD DE
ARQUITECTURA E
INGENIERIAS CIVIL Y DEL
AMBIENTE

**ESCUELA PROFESIONAL DE
ARQUITECTURA**

TESIS DE GRADO:

ARQUITECTURA INDUSTRIAL: PLANTA DE SEGREGACION, VALORIZACION Y
DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS PARA AREQUIPA
METROPOLITANA

PLANO :

INST. ELECTROMECHANICAS
SOTANO

TESISTA:

BACH.
ABD. JARA PAREDES HERRBERTH ISMAEL

ASESORIA

ARQ. FUENTES HUANQUI GIULIANA MA

SCALA:

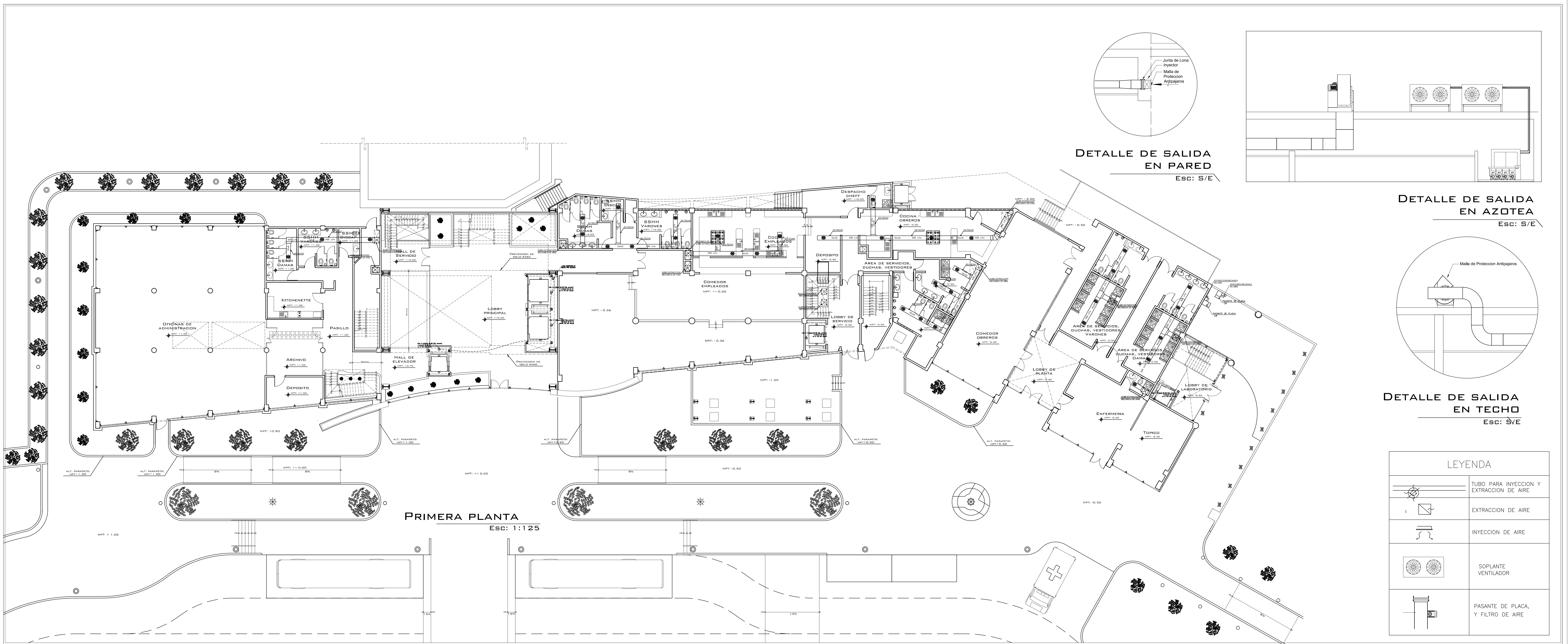
1:125

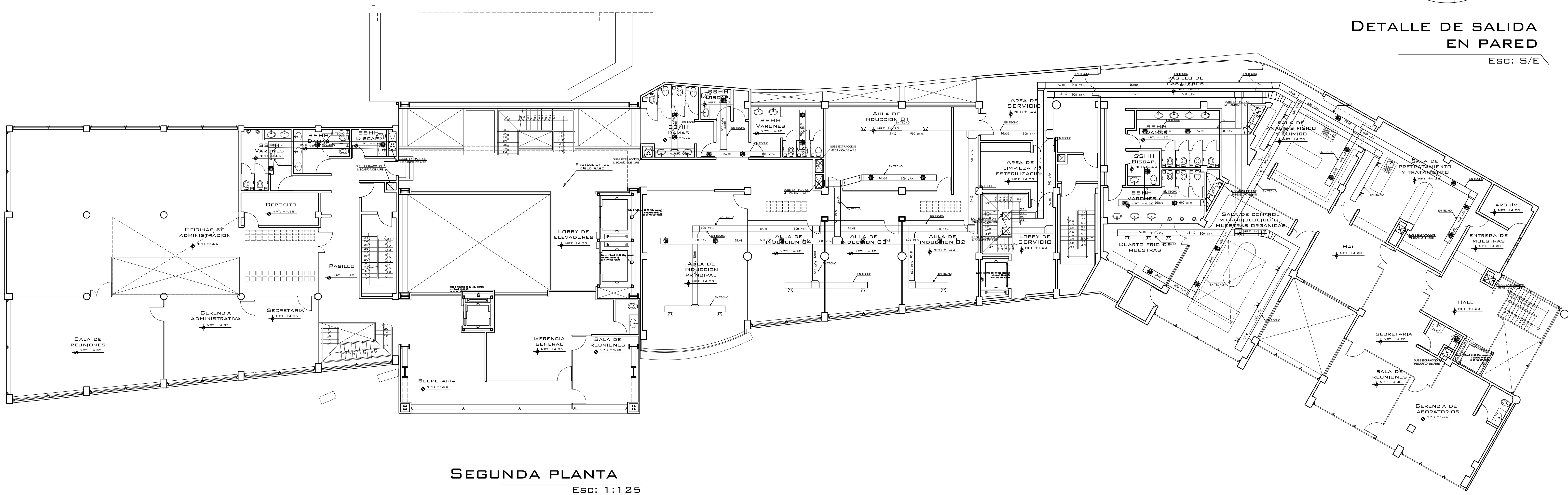
CHA:

JUN - 2017

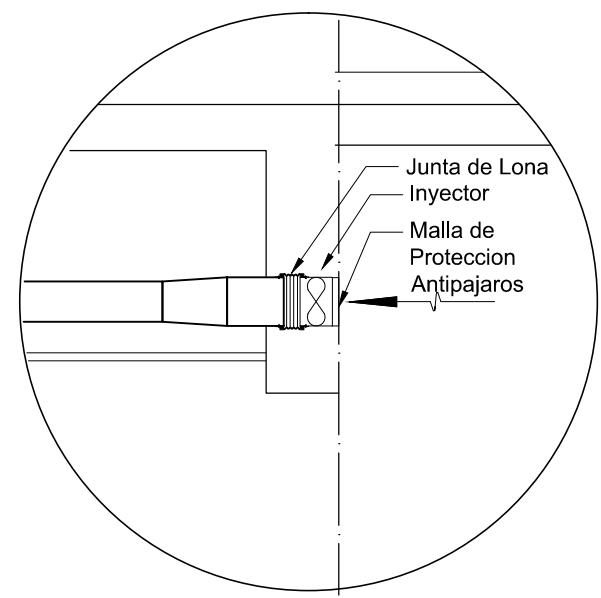
Me-01

1 de 5

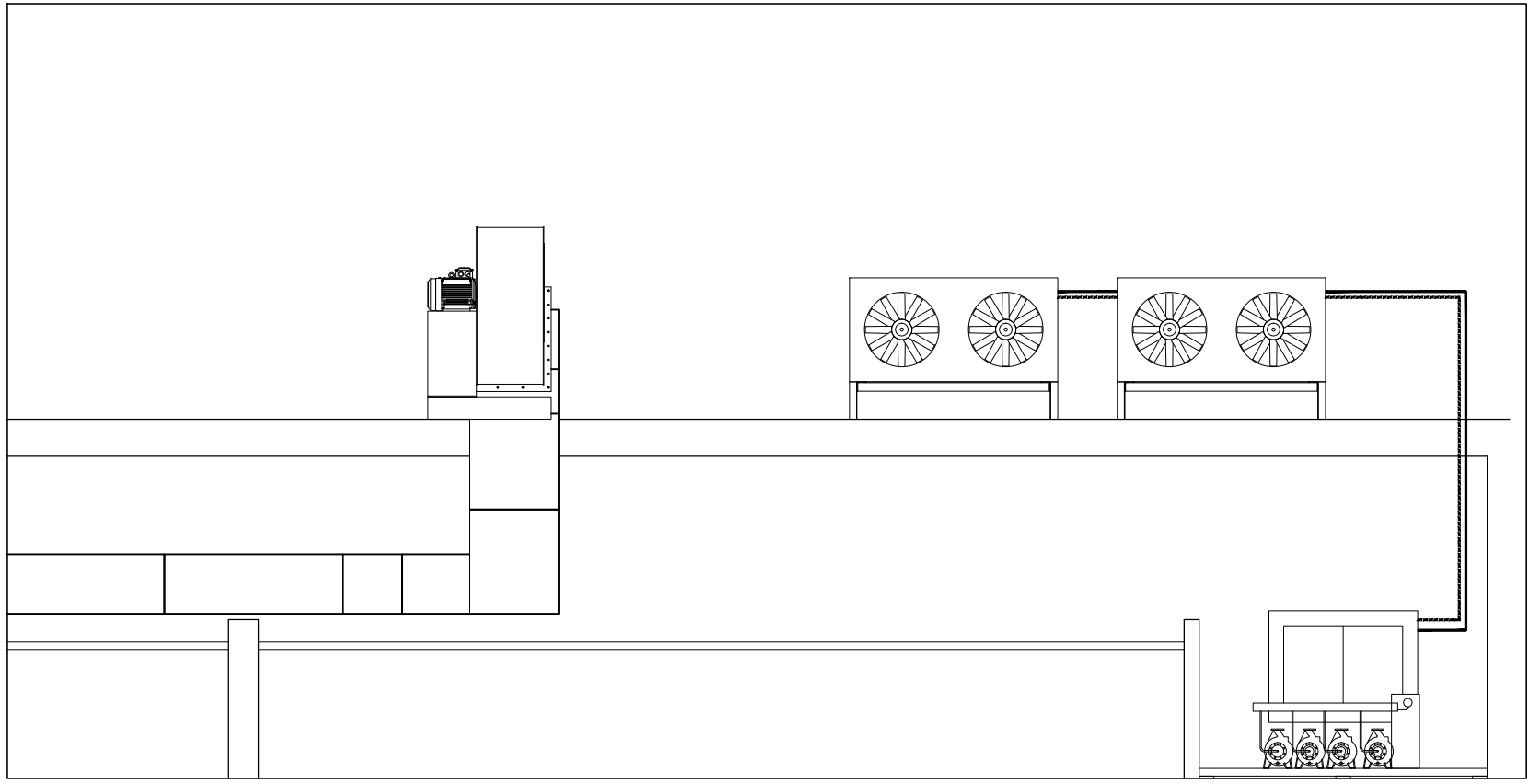




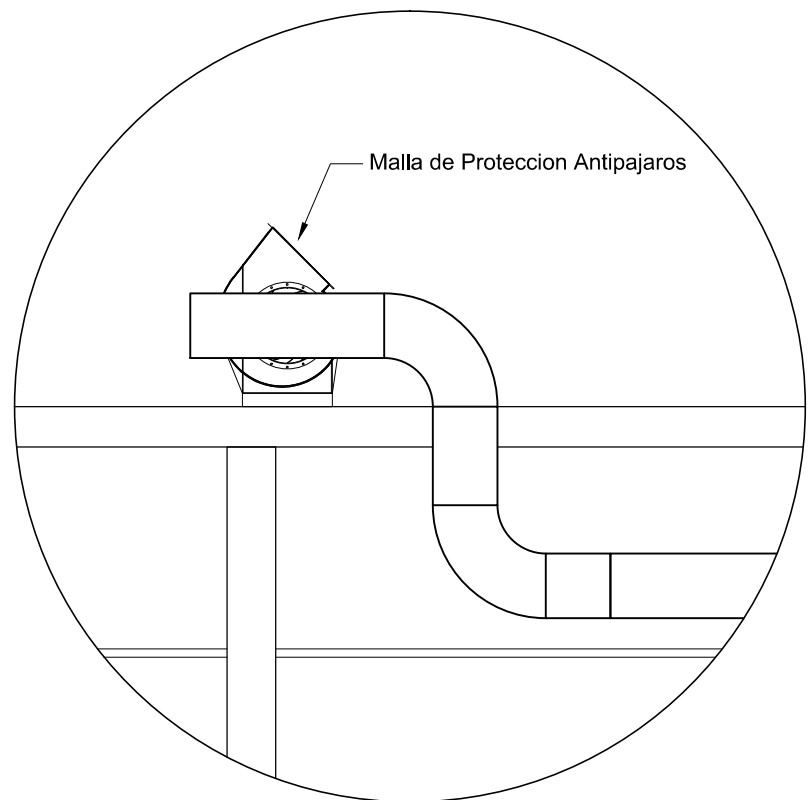
SEGUNDA PLANTA
Esc: 1:125



DETALLE DE SALIDA
EN PARED
Esc: S/E



DETALLE DE SALIDA
EN AZOTEA
Esc: S/E



DETALLE DE SALIDA
EN TECHO
Esc: S/E

LEYENDA

	TUBO PARA INYECCION Y EXTRACCION DE AIRE
	EXTRACCION DE AIRE
	INYECCION DE AIRE
	SOPLANTE VENTILADOR
	PASANTE DE PLACA, Y FILTRO DE AIRE



OBSERVACIONES

ESQUEMA GENERAL

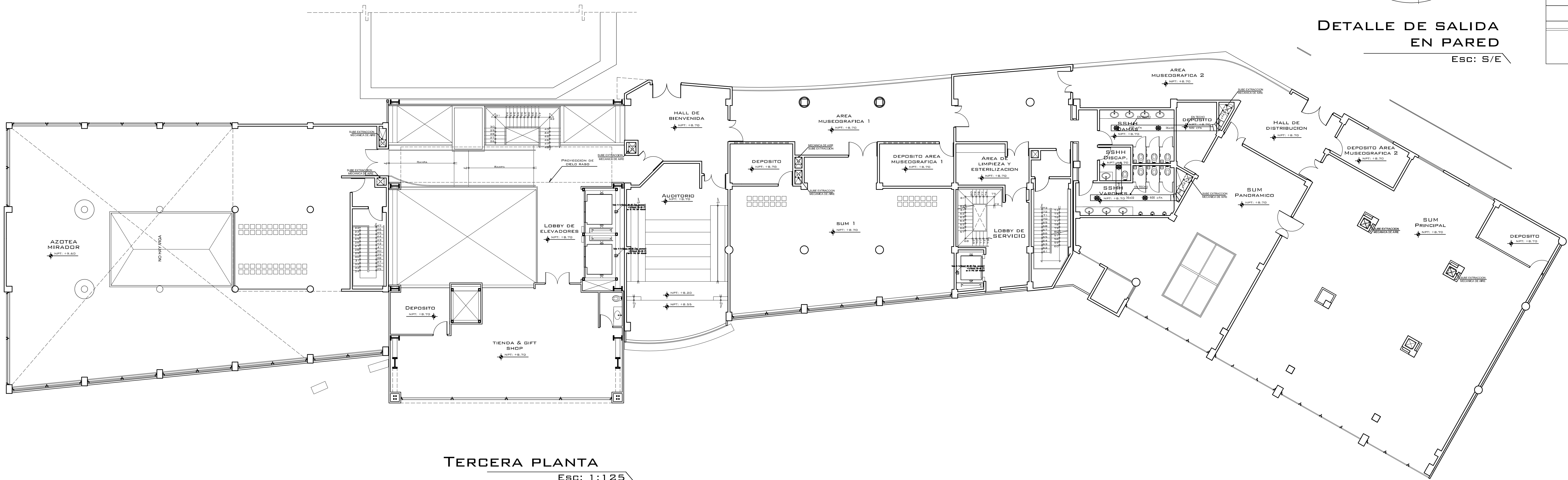


UNIVERSIDAD
CATOLICA DE SANTA
MARIA

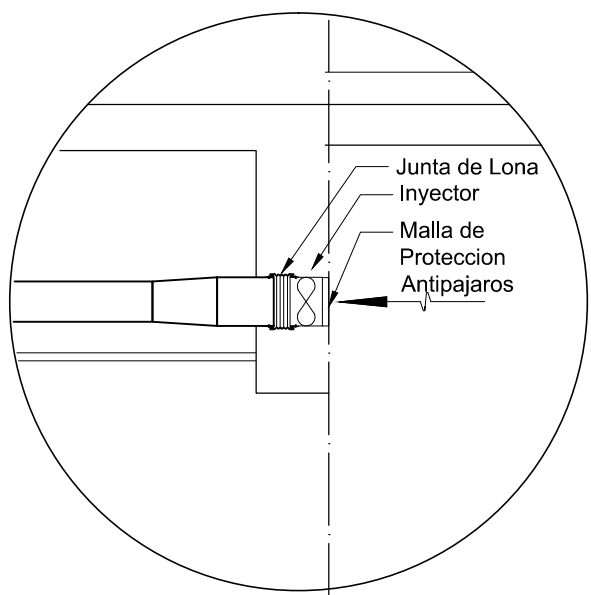
FACULTAD DE
ARQUITECTURA E
INGENIERIAS CIVIL Y DEL
AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE
ARQUITECTURA

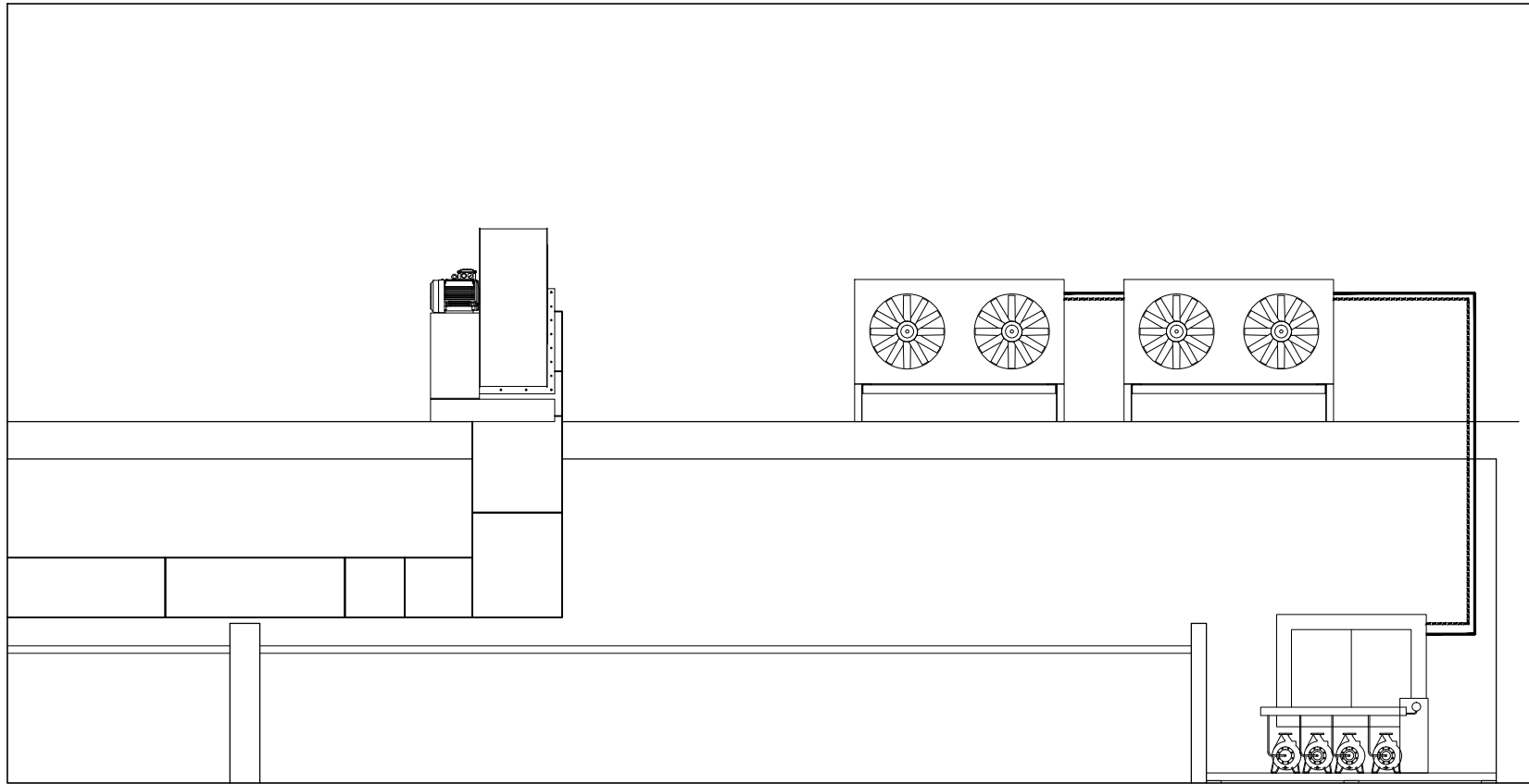
TESIS DE GRADO: ARQUITECTURA INDUSTRIAL: PLANTA DE SEGREGACION, VALORIZACION Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS PARA AREQUIPA METROPOLITANA		
PLANO : INST. ELECTROMECANICAS 2DO NIVEL		
TESISTA: BACH. ARG. JARA PAREDES HERBERTH ISMAEL	ESCALA: 1:125	LAMINA: Me-03
ASESORES: ARG. DAMIANI NAJARRO RAUL CARLOS JAVIER ARG. FUENTES HUANQUI GIULIANA MARIA	FECHA: JUN - 2017	3 de 5



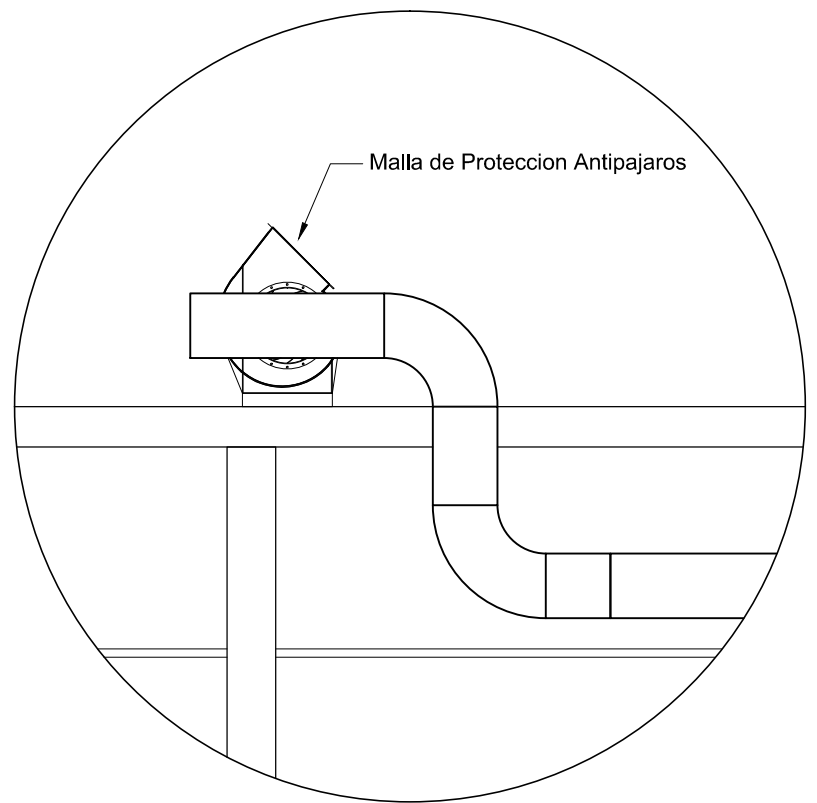
TERCERA PLANTA
Esc: 1:125



DETALLE DE SALIDA
EN PARED
Esc: S/E



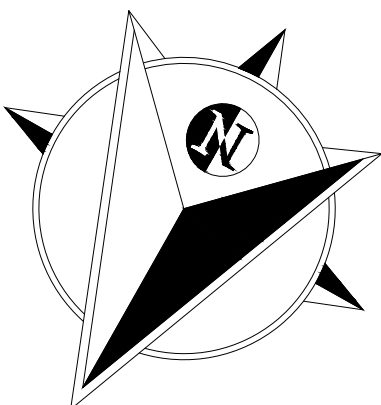
DETALLE DE SALIDA
EN AZOTEA
Esc: S/E



DETALLE DE SALIDA
EN TECHO
Esc: S/E

LEYENDA

	TUBO PARA INYECCION Y EXTRACCION DE AIRE
	EXTRACCION DE AIRE
	INYECCION DE AIRE
	SOPLANTE VENTILADOR
	PASANTE DE PLACA, Y FILTRO DE AIRE



OBSERVACIONES

ESQUEMA GENERAL

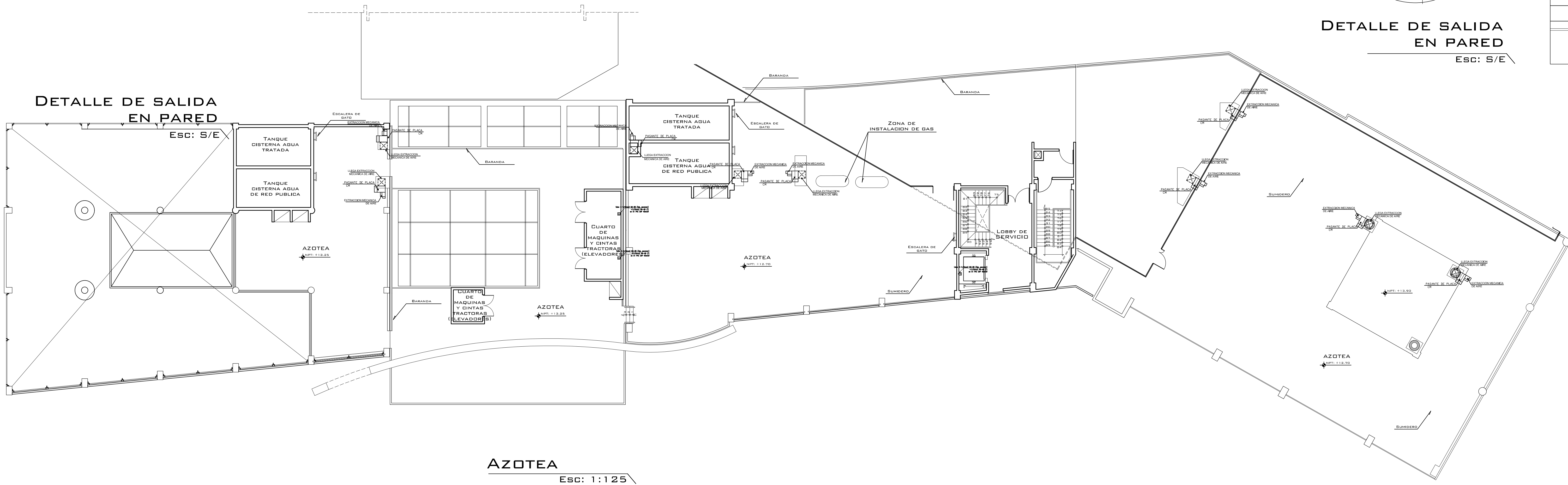


UNIVERSIDAD
CATOLICA DE SANTA
MARIA

FACULTAD DE
ARQUITECTURA E
INGENIERIAS CIVIL Y DEL
AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE
ARQUITECTURA

TESIS DE GRADO: ARQUITECTURA INDUSTRIAL: PLANTA DE SEGREGACION, VALORIZACION Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS PARA AREQUIPA METROPOLITANA		
PLANO : INST. ELECTROMECANICAS 3ER NIVEL		
TESISTA: BACH. ARQ. JARA PAREDES HERBERTH ISMAEL	ESCALA: 1:125	LAMINA: Me-04
ASESORES: ARQ. DAMIANI NAJARRO RAUL CARLOS JAVIER ARQ. FUENTES HUANQUI GIULIANA MARIA	FECHA: JUN - 2017	4 de 5



DETALLE DE SALIDA
EN PARED

Esc: S/E

DETALLE DE SALIDA
EN PARED

Esc: S/E

DETALLE DE SALIDA
EN AZOTEA

Esc: S/E

DETALLE DE SALIDA
EN TECHO

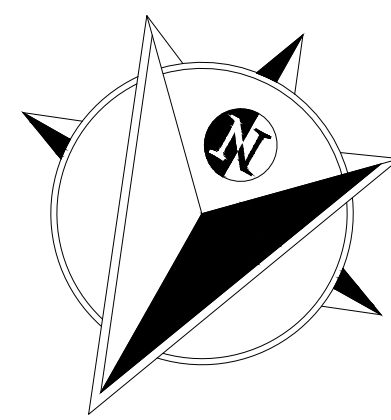
Esc: S/E

LEYENDA

	TUBO PARA INYECCION Y EXTRACCION DE AIRE
	EXTRACCION DE AIRE
	INYECCION DE AIRE
	SOPLANTE VENTILADOR
	PASANTE DE PLACA, Y FILTRO DE AIRE

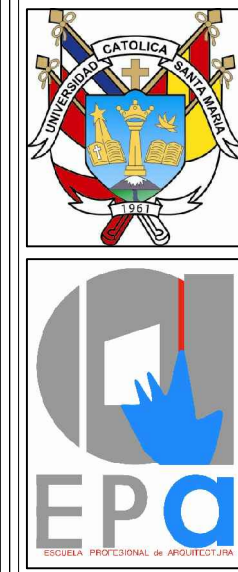
AZOTEA

Esc: 1:125



OBSERVACIONES

ESQUEMA GENERAL

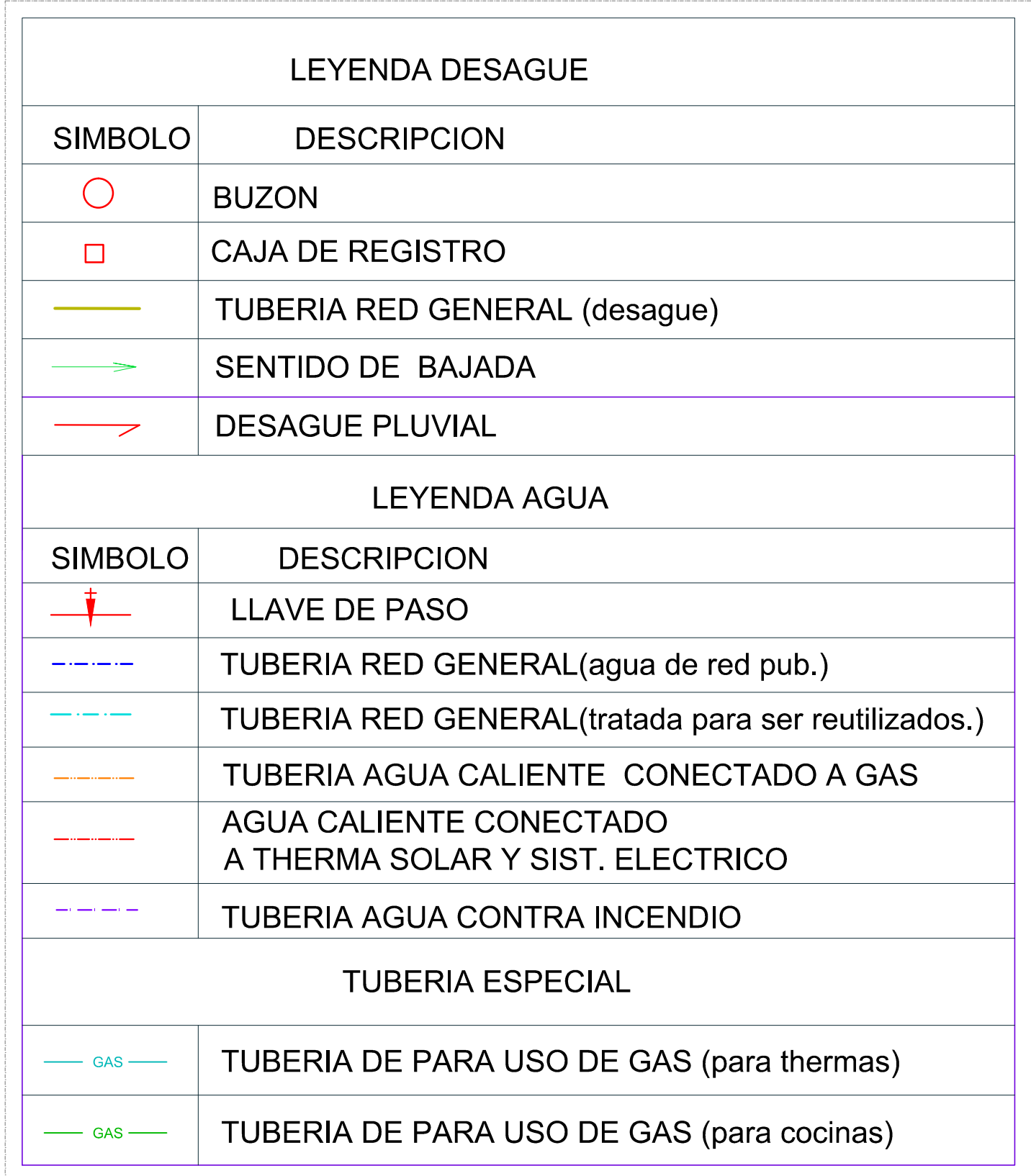


UNIVERSIDAD
CATOLICA DE SANTA
MARIA

FACULTAD DE
ARQUITECTURA E
INGENIERIAS CIVIL Y DEL
AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE
ARQUITECTURA

TESIS DE GRADO: ARQUITECTURA INDUSTRIAL: PLANTA DE SEGREGACION, VALORIZACION Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS PARA AREQUIPA METROPOLITANA		
PLANO : INST. ELECTROMECHANICAS AZOTEA		
TESISTA: BACH. ARG. JARA PAREDES HERBERTH ISMAEL	ESCALA: 1:125	LAMINA: Me-05
ASESORES: ARG. DAMIANI NAJARRO RAUL CARLOS JAVIER ARG. FUENTES HUANQUI GIULIANA MARIA	FECHA: JUN - 2017	5 de 5



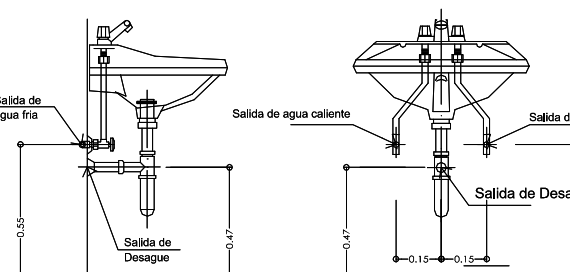
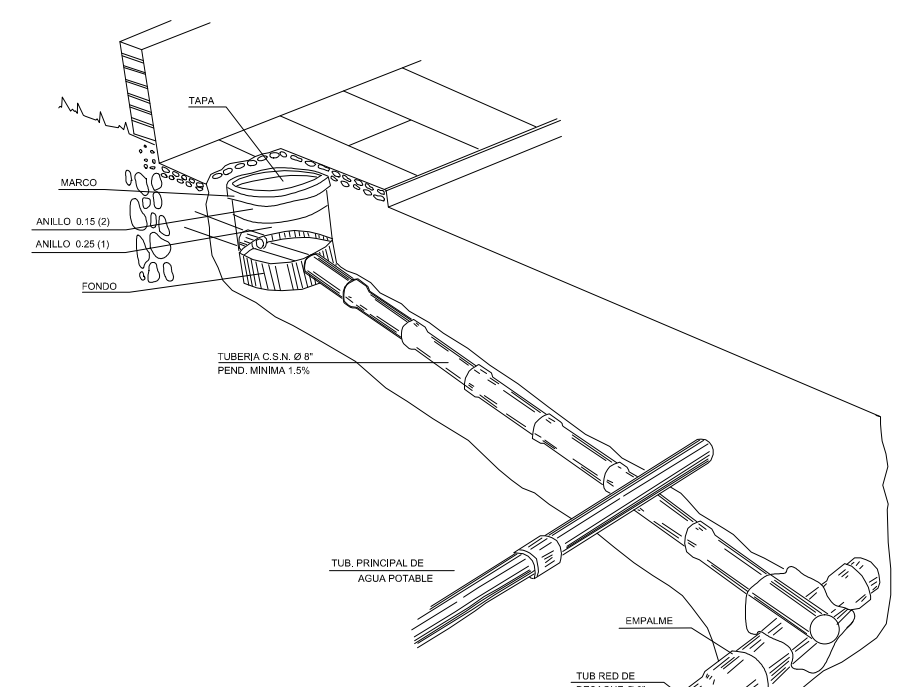
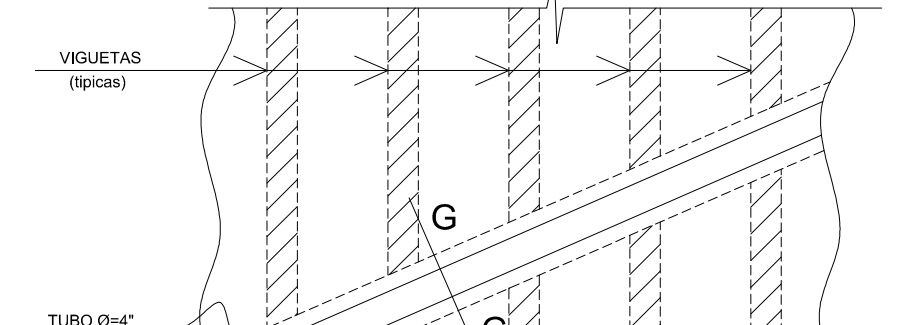
**UNIVERSIDAD
CATOLICA DE SANTA
MARIA**

**FACULTAD DE
ARQUITECTURA E
INGENIERIAS CIVIL Y DEL
AMBIENTE**

**ESCUELA PROFESIONAL DE
ARQUITECTURA**

TESIS DE GRADO:					
ARQUITECTURA INDUSTRIAL: PLANTA DE SEGREGACION, VALORIZACION Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS PARA AREQUIPA METROPOLITANA					
PLANO :					
INST. SANITARIAS - PLANIMETRIA					
TESISTA: BAICH AÑO-JARA PAREDES MERBERTH ISMAEL		ESCALA: 1 : 200		LAMINA:	
				Sa-01	
ACODICES: AÑO DAMIANI NALLABAY RAUL CARLOS JAVIER ASQ. FUENTES HUANQUE GUILIANA MARIA		FECHE: JUN - 2017			
		1 de 6			



[illegible]

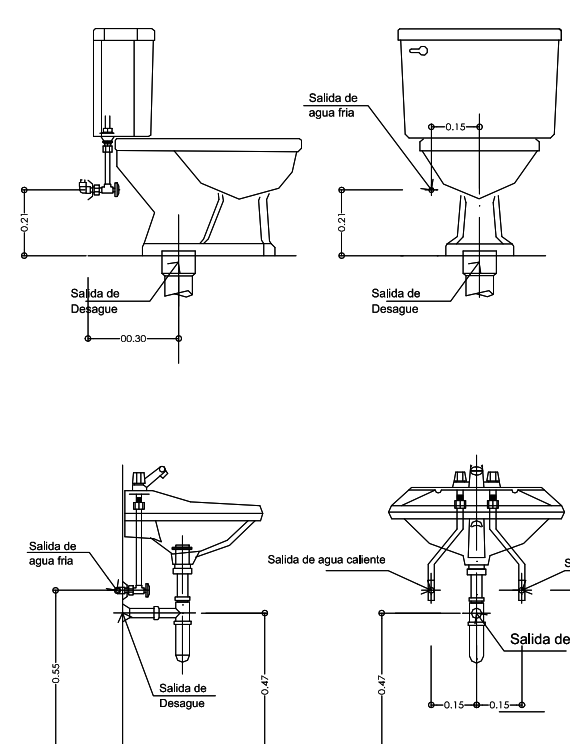
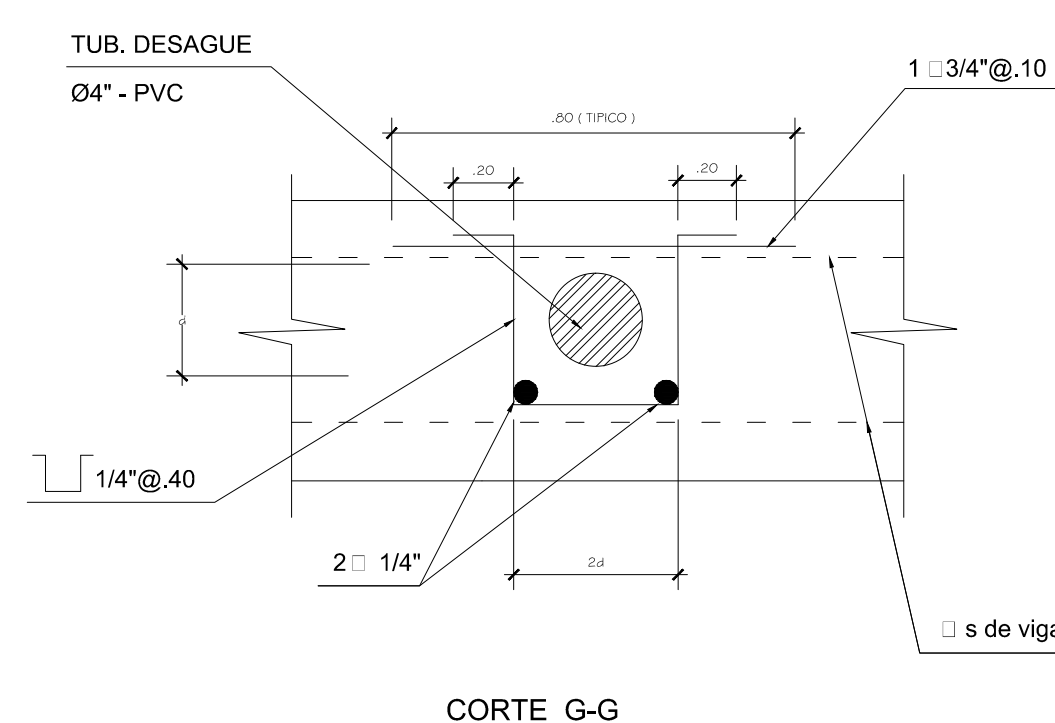
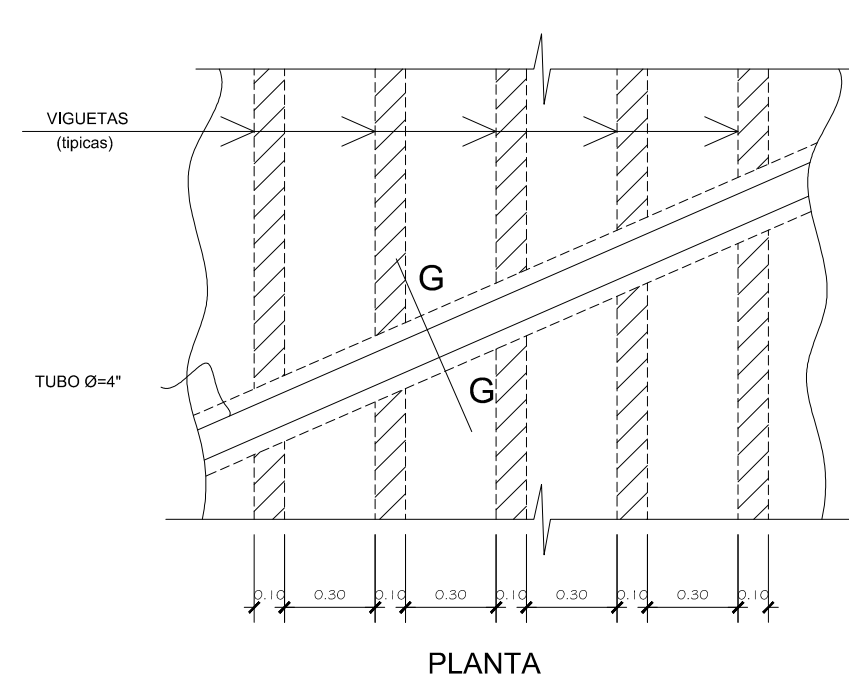
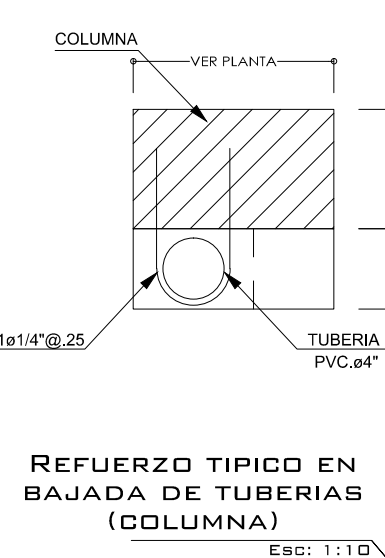


4 de

[illegible]

INSTRUCCIONES DE LA PFD:

- DESPUÉS DE ACEPTAR LA ÚLTIMA PRUEBA DE LA VIDA EL SISTEMA CON AGUA LIMPIA
- SE AÑADIRÁ UNA SOLUCIÓN DE CLORO O HIPÓCLORITO DE CALCO DE 10 P.P.M. DE CLORO ACTIVO
- 24 HORAS DESPUÉS SE DETERMINARÁ EL CLORO RESIDUAL QUE DEBE ALCANZAR DE 5 P.P.M.
- EN CASO CONTRARIO REPETIR LA OPERACIÓN



TESIS DE GRADO:

ARQUITECTURA INDUSTRIAL: PLANTA DE SEGREGACION, VALORIZACION Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS PARA AREQUIPA METROPOLITANA

PLANO : INST. SANITARIAS - AZOTEA

TESTISTA:
BACH.

ASESORES:

ESCALA:

FECHA:	
--------	--

Sa-06

6 de 6

**ESQUEMA
GENERAL**