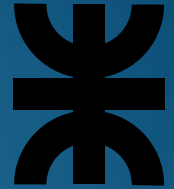


Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe
Cátedra de Proyecto Integrador – Ingeniería Civil
Proyecto Final de Carrera – Año 2016



*Complejo Ambiental del Consorcio
para la GIRSU del Área Metropolitana
Corredor Ruta N°1.-*

DIEHL, Ayelén - MENDOZA, Gonzalo Ezequiel

Director:

Mg. Ing. José Francisco Frutos

Codirectora:

Dra. Ing. Alejandra Prono

Docentes:

Ing. Juan Pablo Acuña

Ing. Oscar Eduardo Maggi

Ing. Hugo Ramb



Índice

1. Conceptos Básicos
2. Problemática General
3. Problemática Local
4. Enfoque de Marco Lógico
5. Objetivos
6. Marco Normativo
7. Alternativas consideradas
8. Diseño del Complejo Ambiental
9. Plan de Viviendas
10. Análisis Socio Ambiental
11. Evaluación Financiera
12. Análisis Costo-Efectividad (ACE)
13. Conclusión

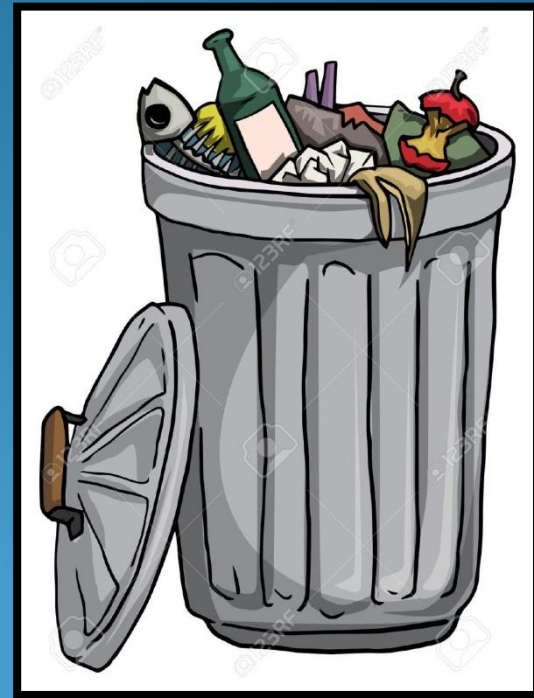


1. Conceptos Básicos



Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

Generación diaria:
1,006 [kg/hab.día] (*)

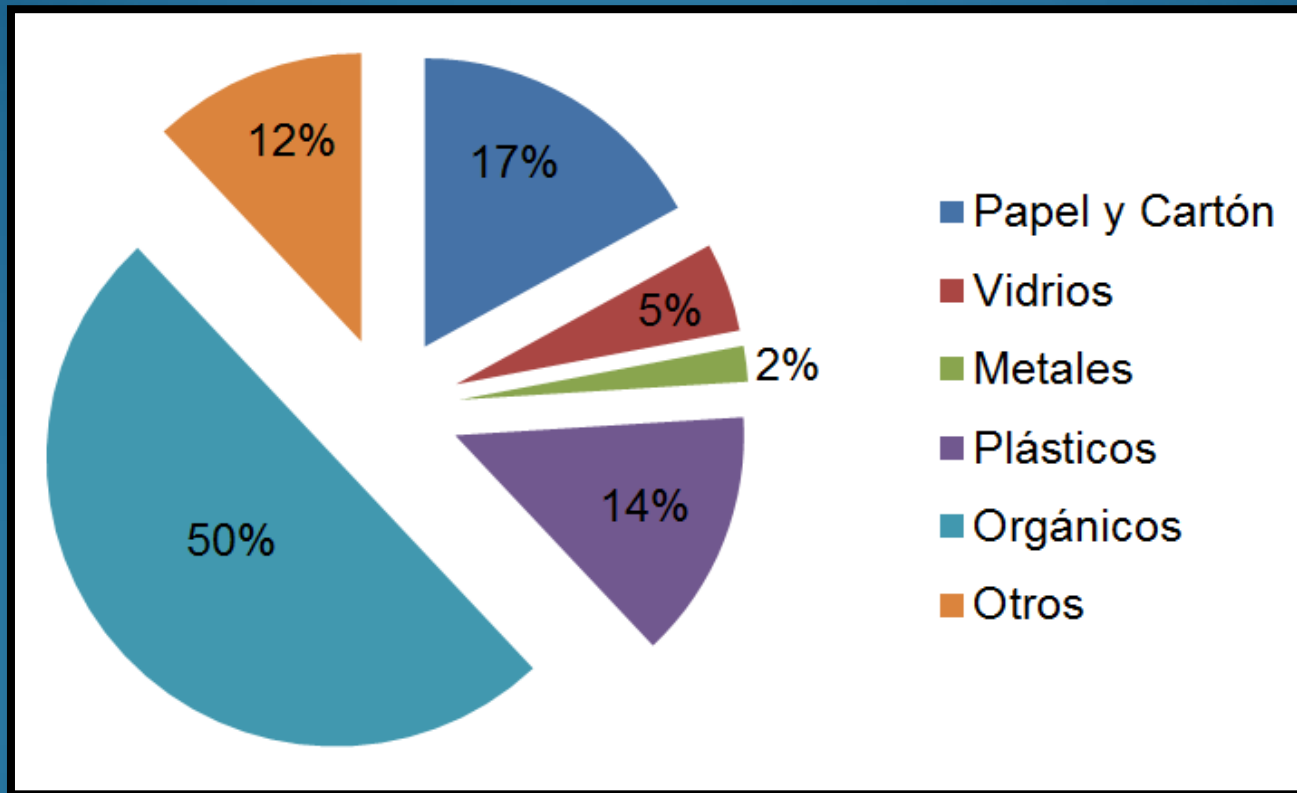


(*) s/ Observatorio Nacional GIRSU



RSU

Composición (*):



(*) s/ Observatorio Nacional GIRSU



Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU)

1. Generación
2. Disposición Inicial
3. Recolección y Transporte
4. Tratamiento
5. Disposición Final



2. Problemática General







3. Problemática Local





Resolución Provincial N° 131

Consorcio para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos del Área Metropolitana Corredor Ruta N° 1

- San José del Rincón → 11385
- Arroyo Leyes → 3598
- Santa Rosa de Calchines → 6705

Población Total → 21668



Problemática Local





Problemática Local





Problemática Local





4. Enfoque de Marco Lógico



Enfoque de Marco Lógico

- Identificación de la *Situación Problema*.
- Identificación de los *Grupos de Interés*.
- Árbol de Problemas.
- Árbol de Objetivos.
- Alternativas de solución.

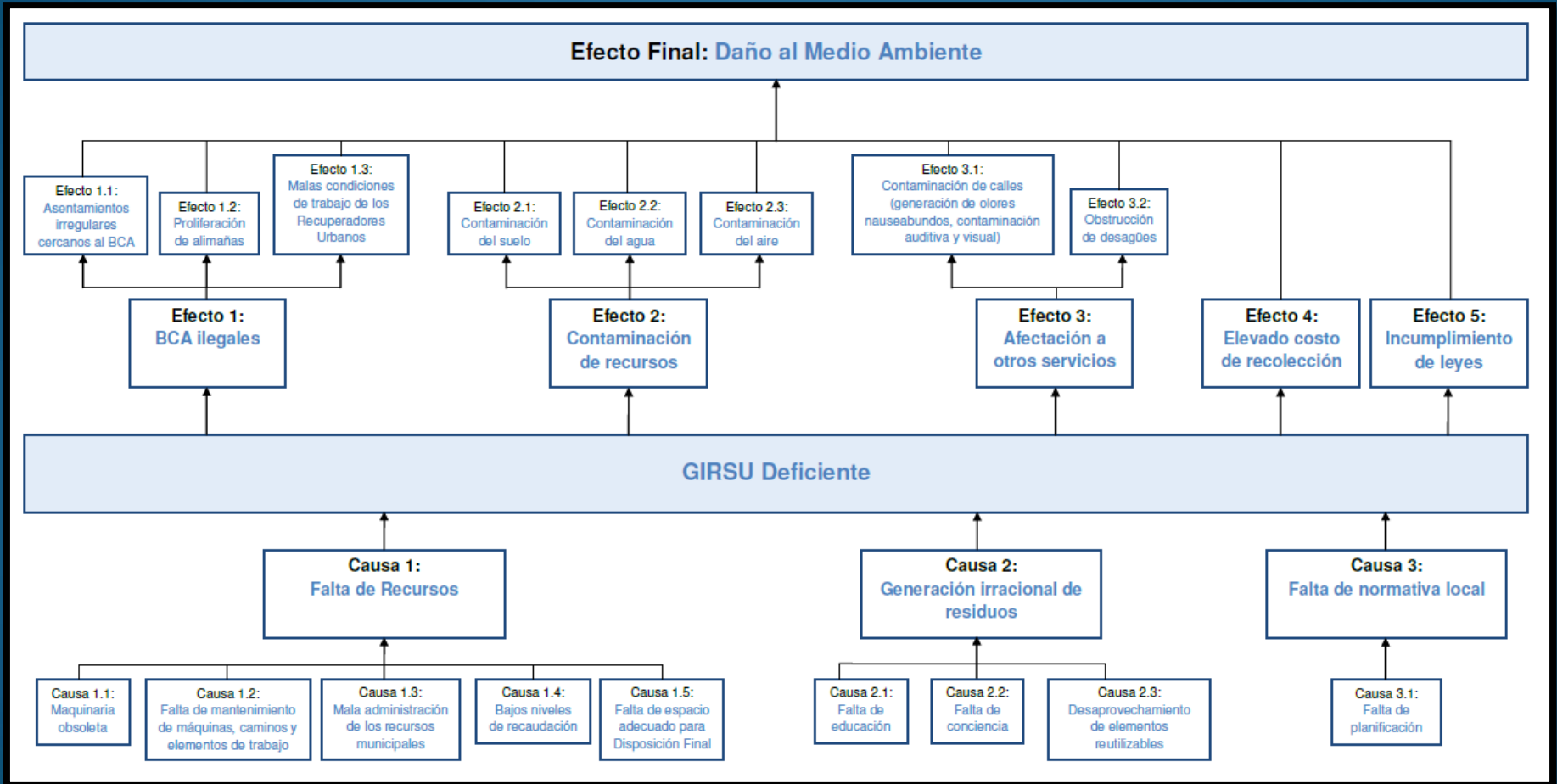


Grupos de Interés

- Población
- Recuperadores Urbanos
- Vecinos del Complejo Ambiental
- Municipalidad y Comunas
- Comercios
- Empresas acopiadoras
- Instituciones Educativas
- Gobierno Provincial y Nacional
- Ministerio de Medio Ambiente
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
- Comunidades cercanas
- Ambientalistas

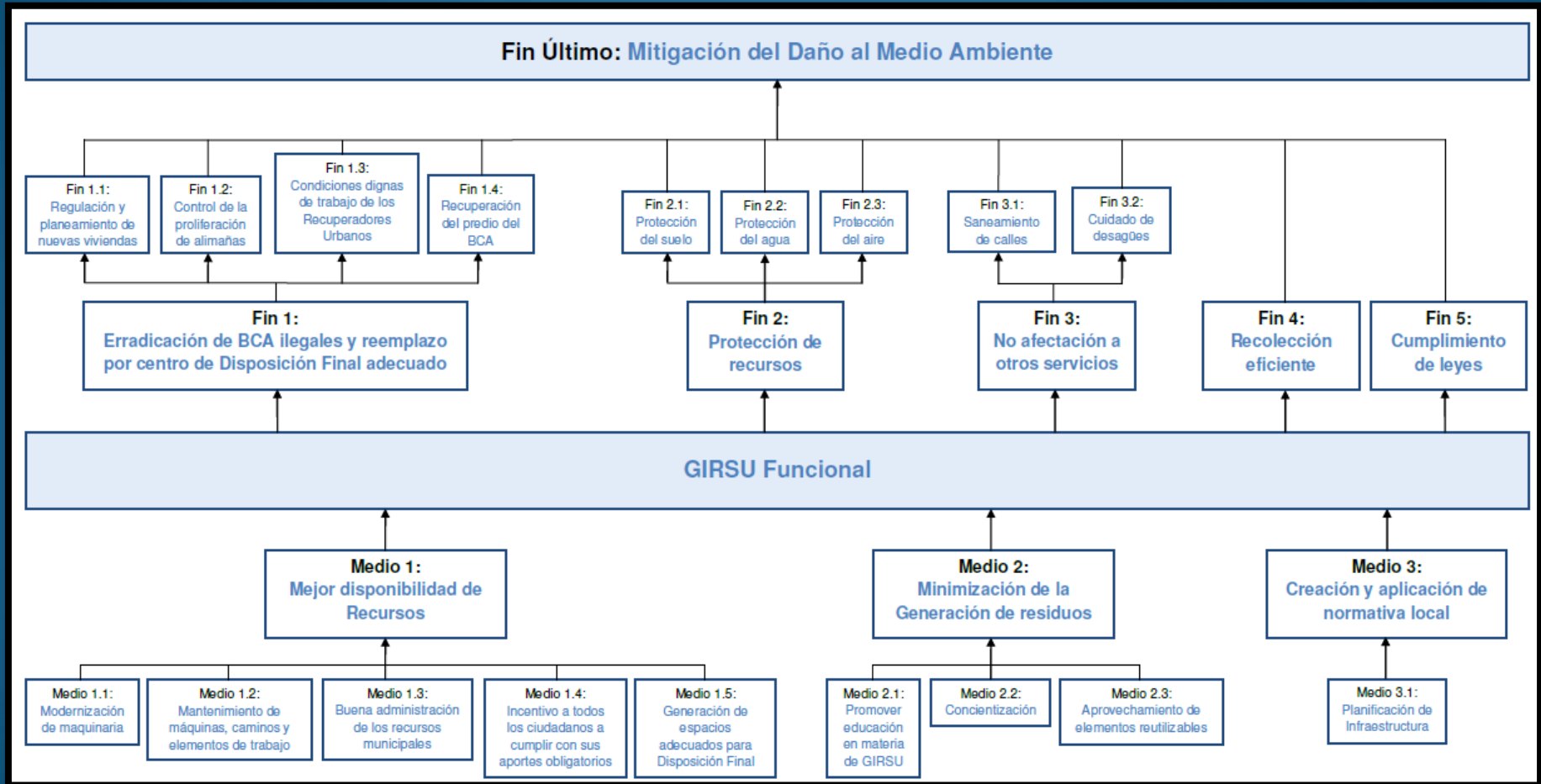


Árbol de Problemas



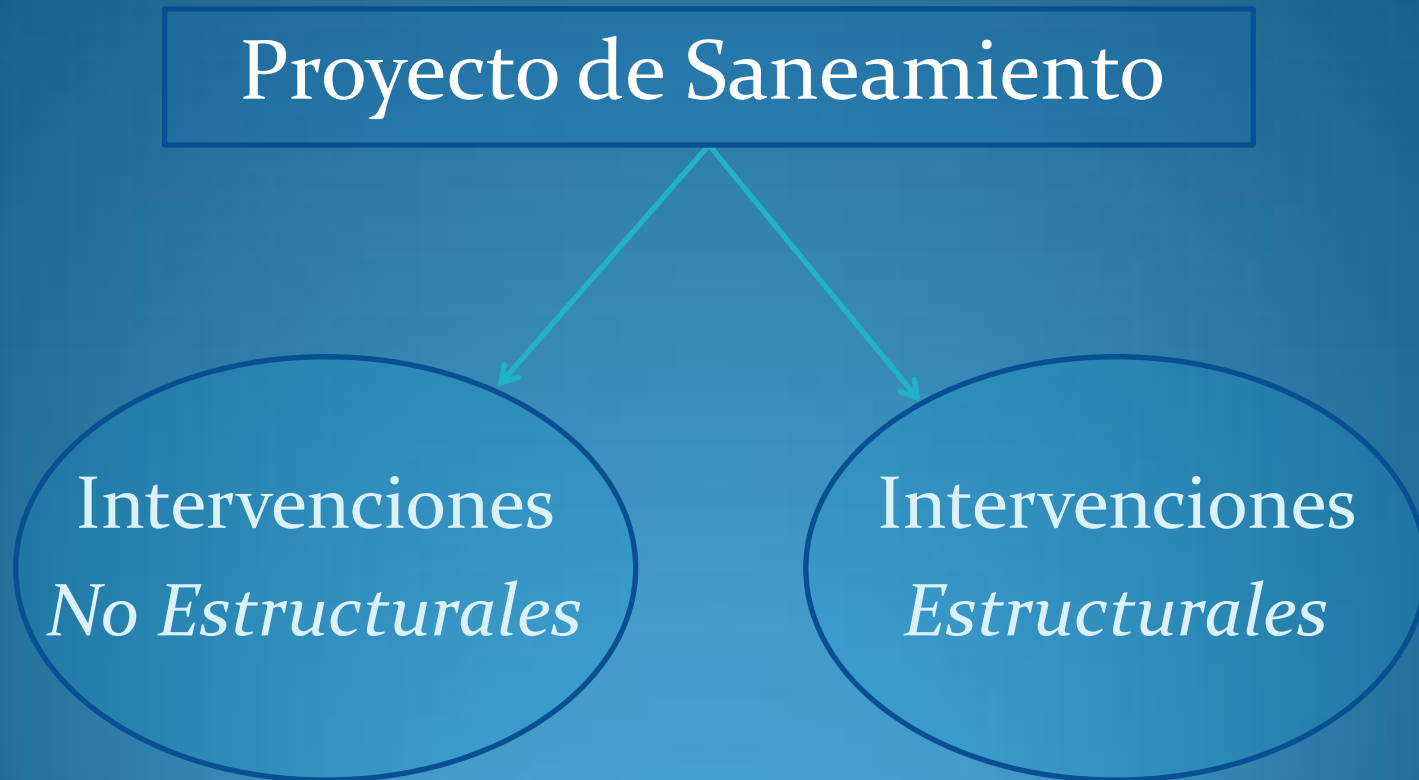


Árbol de Objetivos





Naturaleza de las Intervenciones





5. Objetivos



- Manejo adecuado de los RSU.
- Minimización de los RSU con destino a disposición final.
- Condiciones dignas de trabajo y de vivienda para los RU.



6. Marco Normativo



- Ley Nacional N° 25916/2004 “Presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios”
- Ley Provincial N° 13055/2009 “Basura Cero”



7. Alternativas consideradas



Conformación de Alternativas

Alternativa Base

Sin Intervención

Alternativa 1

- Clasificación en 3 categorías.
- Tratamiento Anaeróbico de foRSU.
- Relleno Sanitario SJR.

Alternativa 2

- Clasificación en 2 categorías.
- Tratamiento Aeróbico de foRSU.
- Traslado a SF.



Comparación de Alternativas

Criterios de evaluación

- Ambiental10
- Económico7
- Cumplimiento6



Comparación de Alternativas

Etapas	Acciones	Indicadores - Valoración						Sumatoria ponderada	TOTAL	
		Económico	7	Ambiental	10	Cumplimiento	6			
GESTIÓN ACTUAL EN SAN JOSÉ DEL RINCÓN										
1	Generación	Sin Intervención	10		4		10		170	684
2	Disposición inicial	Sin Intervención	10		3		6		136	
3	Recolección y transporte	Sin Intervención	7		4		7		131	
4	Tratamiento	Sin Intervención	10		2		4		114	
5	Disposición final	Sin Intervención	9		1		10		133	
ALTERNATIVA 1										
1	Generación	Reducción (Aprov. de materiales reutilizables y reemp. bolsas)	5	3	8	9	6	6	147	836
		Clasificación 3 categorías	1		10		6			
2	Disposición inicial	Cestos en altura (Orgánico y Sanitario, en diferentes días)	3	2	6	7,5	8	7	131	
		Contenedores (Recuperables)	1		9		6			
3	Recolección y transporte	Optimizada por zonas	8	8	8	8	10	10	196	
		Diferenciada en días y horarios	8		8		10			
4	Tratamiento	Clasificación semi-mecanizada de materiales recuperables	3	3	10	10	10	10	181	
		Estabilización Anaeróbica de materia orgánica - Biodigestión	3		10		10			
5	Disposición final	Belleno Sanitario Semi-mecanizado	3	3	10	10	10	10	181	
ALTERNATIVA 2										
1	Generación	Reducción (Ídem anterior + Compostaje domiciliario)	1	1,5	10	7,5	5	6	121,5	805
		Clasificación 2 categorías	2		5		7			
2	Disposición inicial	Cestos en altura (Orgánico junto con Sanitario)	3	2	6	7,5	8	7	131	
		Contenedores (Recuperables)	1		9		6			
3	Recolección y transporte	Optimizada por zonas	8	8	8	8	10	10	196	
		Diferenciada en días y horarios	8		8		10			
4	Tratamiento	Clasificación semi-mecanizada de materiales recuperables	3	4,5	10	9	10	10	181,5	
		Estabilización Aeróbica de materia orgánica - Compostaje	6		8		10			
5	Disposición final	Transferencia Santa Fe	5	5	8	8	10	10	175	



Alternativa Seleccionada

Alternativa 1

- Generación
 - ✓ Reducción de la generación.
 - ✓ Clasificación en 3 categorías.
 - Materia orgánica.
 - Residuos recuperables.
 - Residuos irrecuperables.
- Disposición Inicial
 - ✓ Cestos en altura para materia orgánica y residuos irrecuperables, en diferentes días.
 - ✓ Contenedores para residuos recuperables.



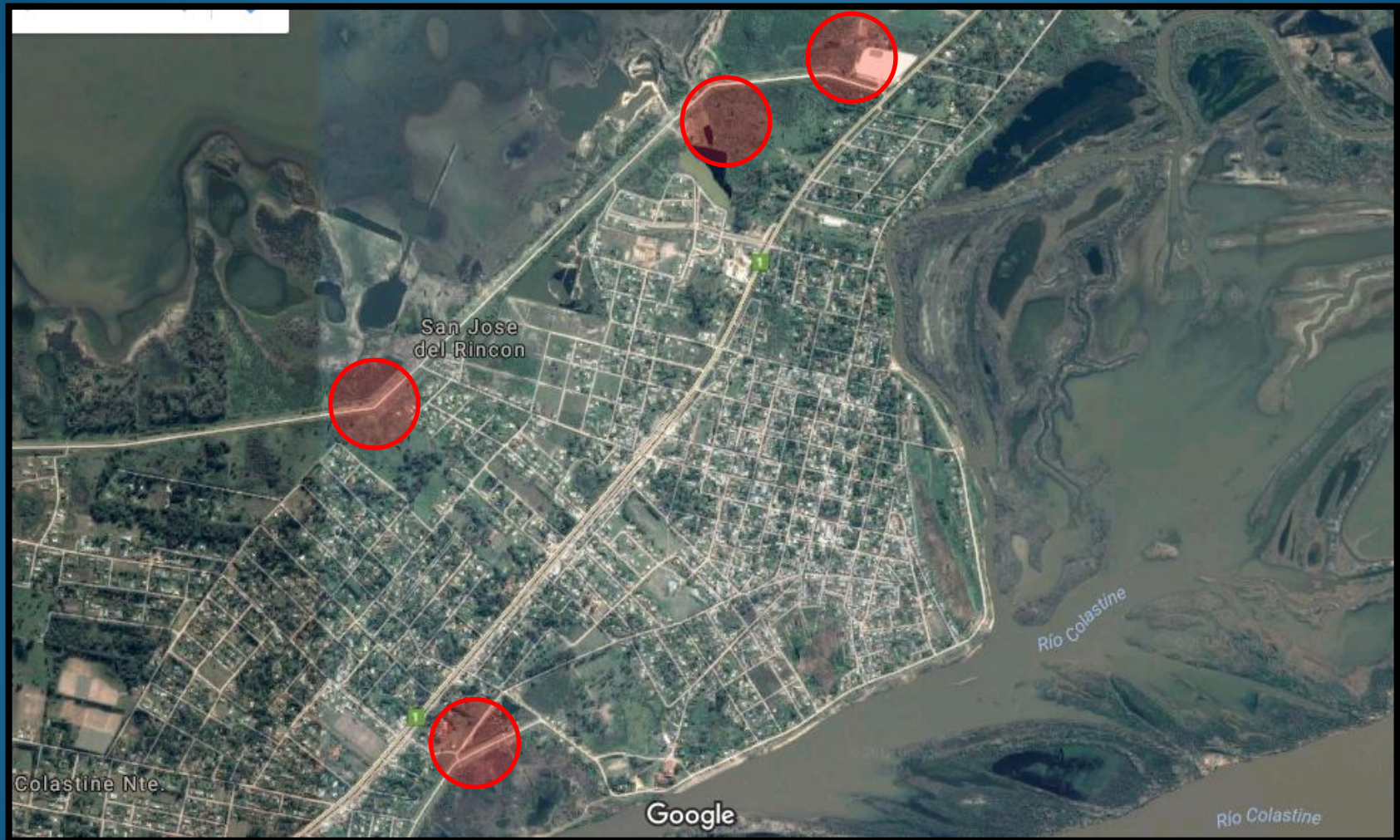
Alternativa Seleccionada

Alternativa 1

- Recolección y Transporte
 - ✓ Optimización por zonas
 - ✓ Diferenciación en días s/categoría
- Tratamiento
 - ✓ Clasificación de materiales recuperables.
 - ✓ Tratamiento anaeróbico de la fracción orgánica.
- Disposición Final
 - ✓ Construcción de un Relleno Sanitario en SJR.



Elección del Terreno





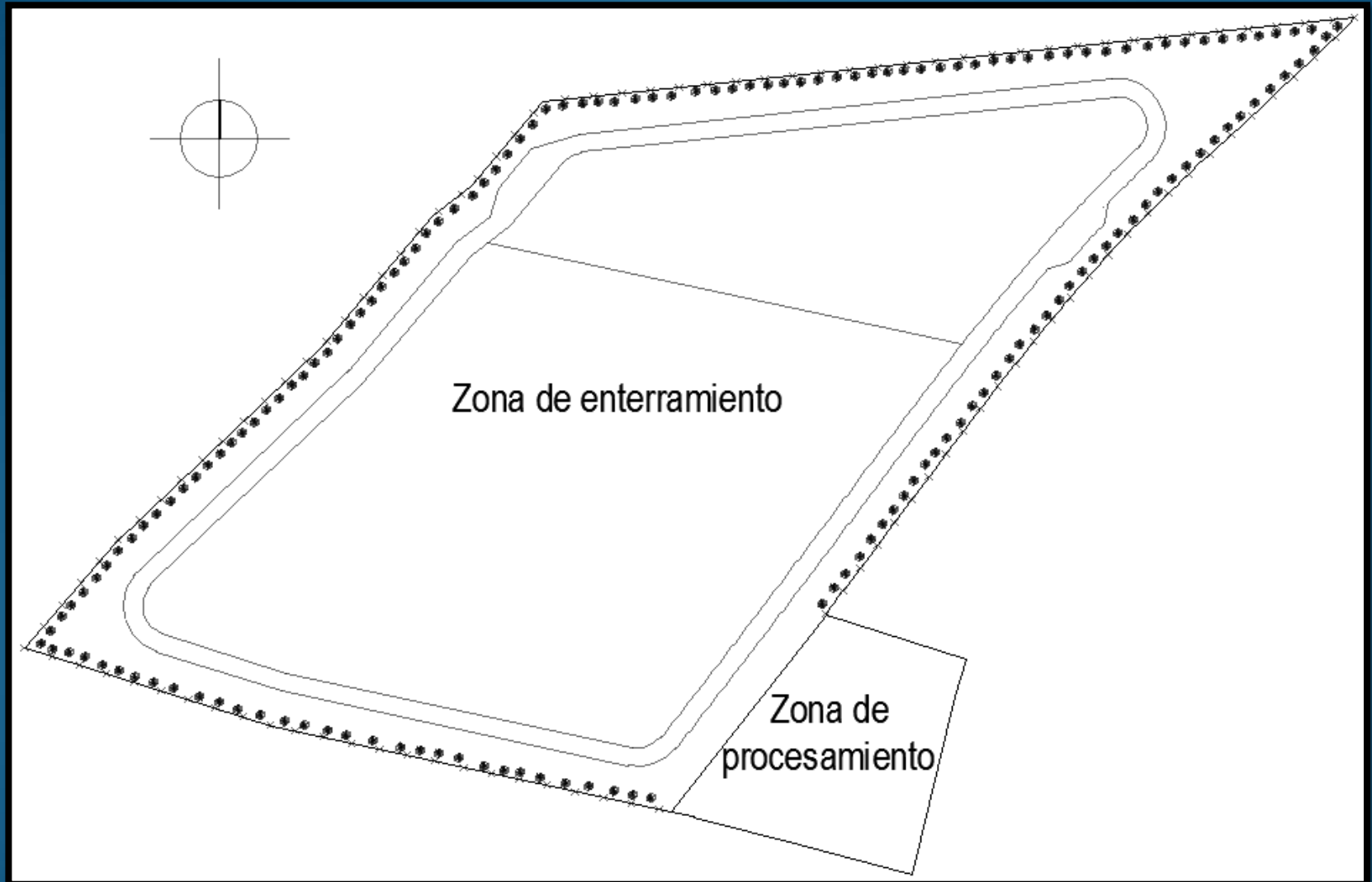
Terreno Seleccionado



$$\square 2,17 \text{ [Has]} + \square 3,25 \text{ [Has]} + \square 0,37 \text{ [Has]} + \square 0,57 \text{ [Has]} = 6,36 \text{ [Has]}$$

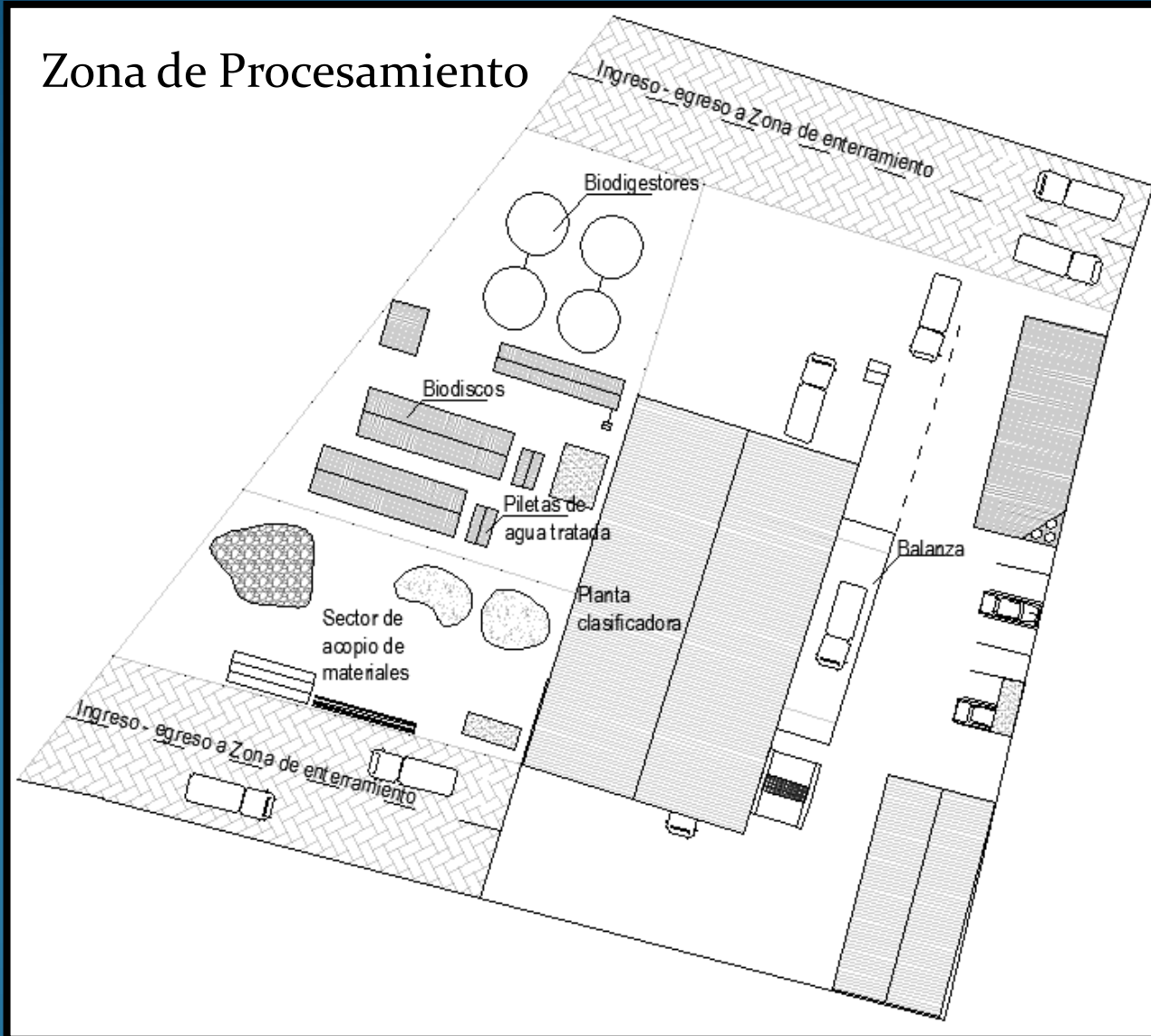


8. Diseño del Complejo Ambiental





Zona de Procesamiento



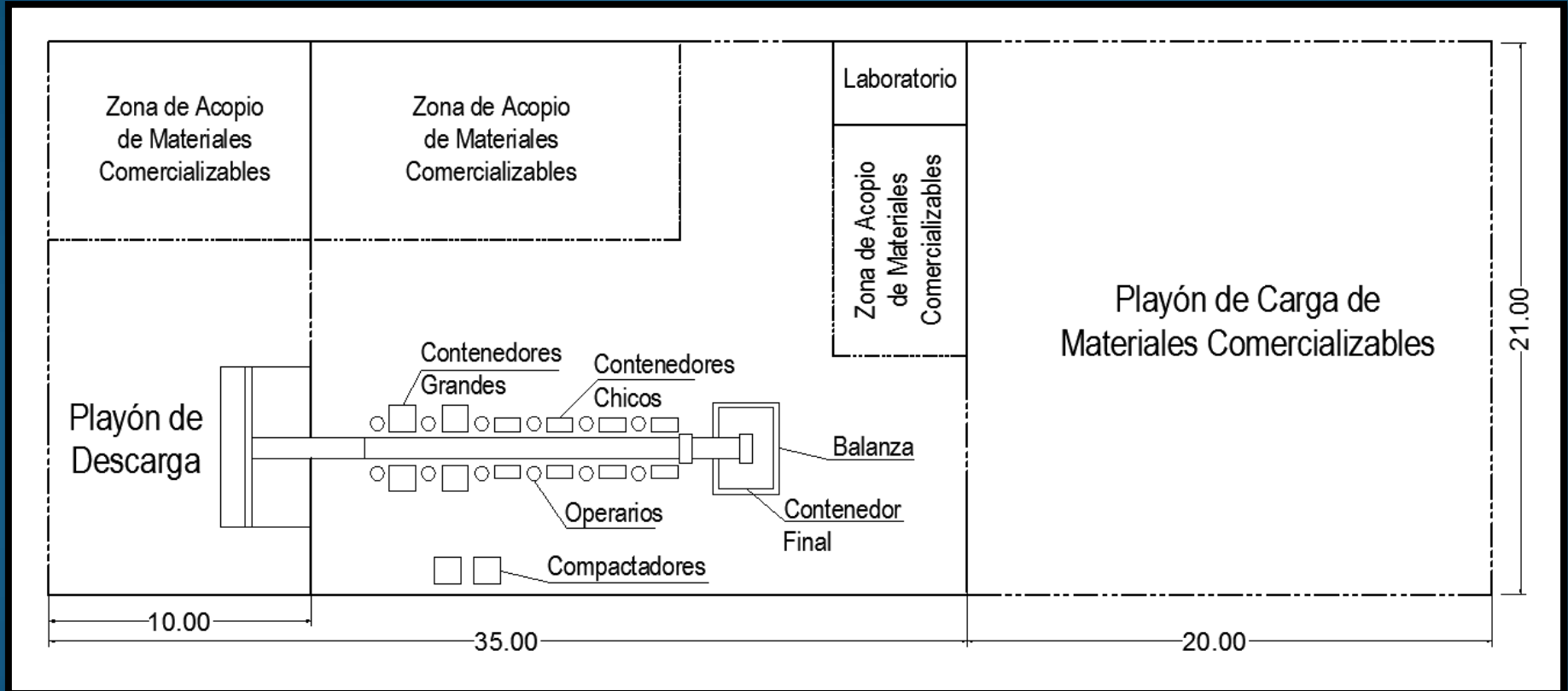


Tratamiento de RSU



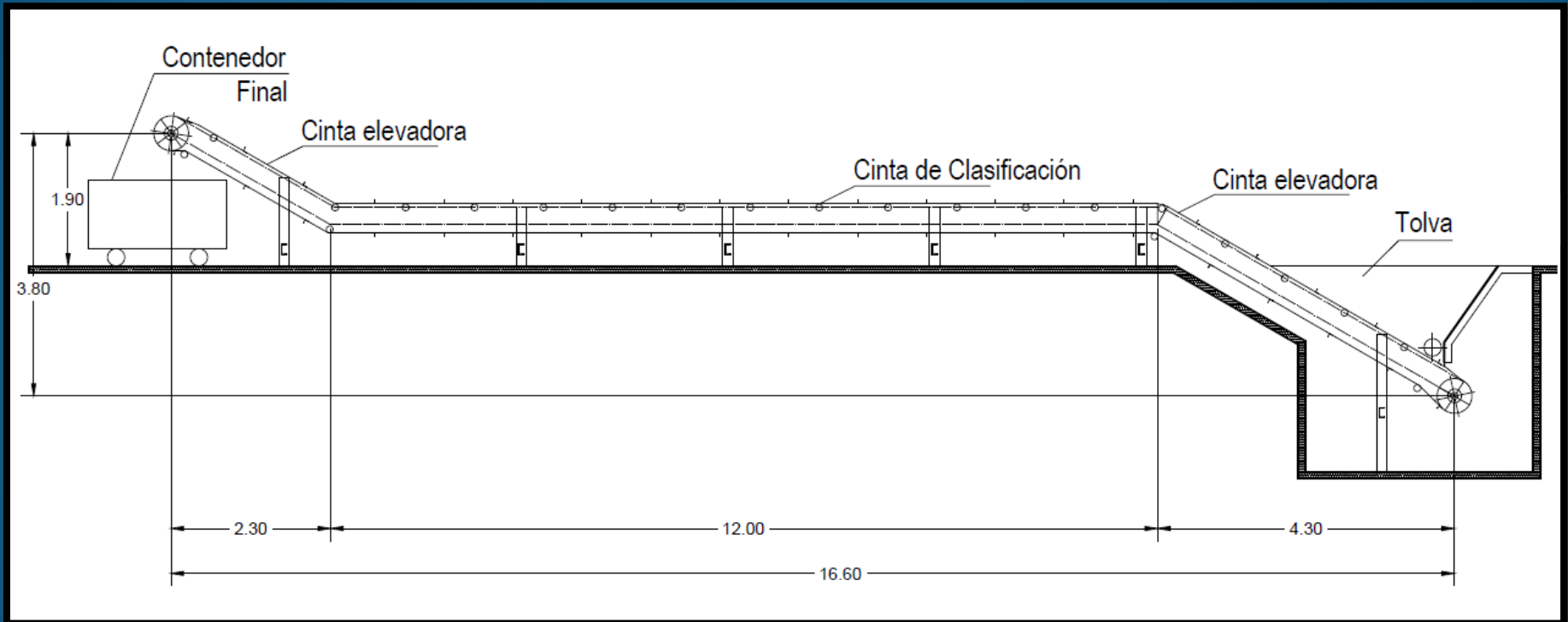


Planta Clasificadora





Cinta Clasificadora



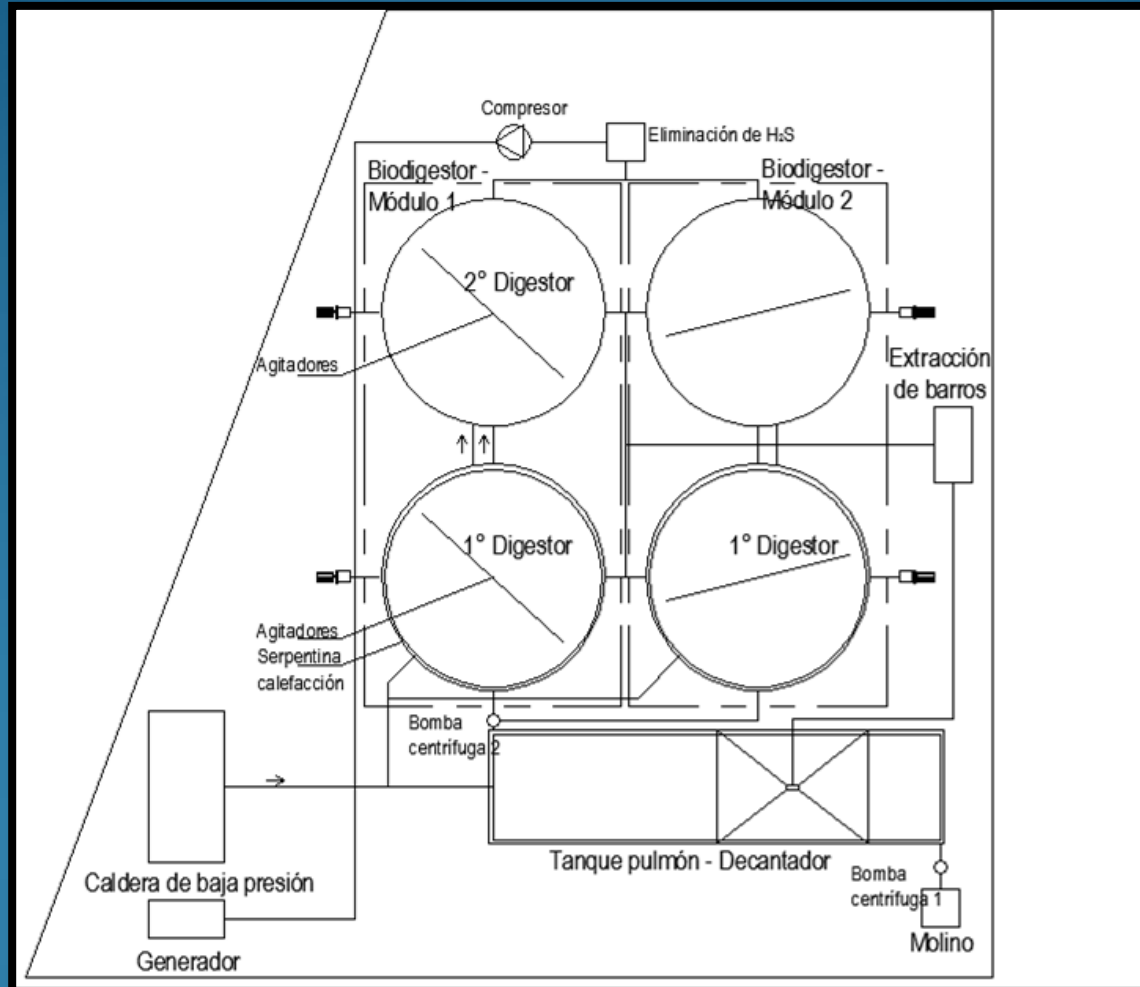


Fracción Orgánica – 50%

- Recolección: 3 veces por semana.
- Tratamiento anaeróbico en Biodigestor, con Generación de Energía.
 - ✓ Eléctrica
 - ✓ Calor
- ❖ Cantidad de foRSU 2016: 3,8 [tn/día]
- ❖ Cantidad de foRSU 2036: 9,2 [tn/día]

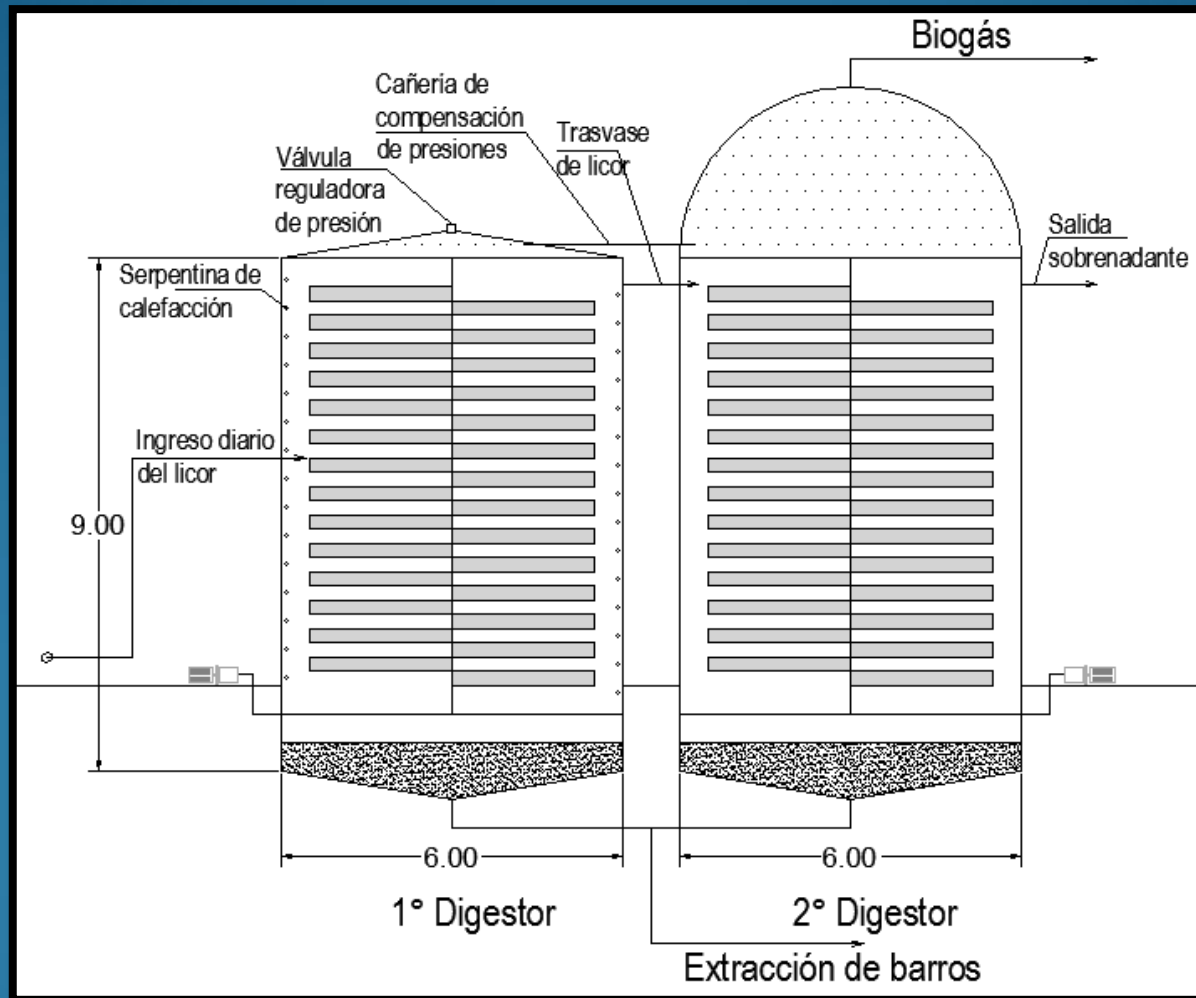


Tratamiento Anaeróbico





Biodigestor



918 [m³]

9,2 [tn]



Microturbina



- Generación de energía eléctrica 2016: 581,11 [kWh/día] \approx 58 [Hogares] (*)
- Generación de energía eléctrica 2036: 1401,10 [kWh/día] \approx 140 [Hogares] (*)

(*) Consumo diario estimado por hogar (4 personas): 10 [kWh]



Fracción Recuperable – 38%

- Recolección: 1 vez por semana.
- Clasificación y acondicionamiento para comercialización.
 - ✓ Papel y Cartón.....45%
 - ✓ Plásticos37%
 - ✓ Vidrio13%
 - ✓ Metales.....5%



Sub-clasificación de materiales recuperables

Material	Sub-clasificación
Papel y Cartón	Cartón
	Papel archivo
	Papel blanco
	Tetrabrick
Plásticos	PET Cristal
	PET Verde
	Soplado
	Bazar
	Nylon
Metales	Cobre
	Aluminio (latas)
	Aluminio (desodorantes)
	Aluminio (mezcla)
	Baterías
	Latas
Vidrio	Vidrio



Fracción Irrecuperable – 12%

- Recolección: 1 vez por semana.
- Disposición Final en el Relleno Sanitario.



Disposición Final

40% Residuos Orgánicos (50%) → 20,00 %

75% Residuos Recuperables (38%) → 28,50 %

100% Residuos Irrecuperables (12%) → 12,00 %

TOTAL → 60,50 %

13,70 [t] para el Año 2018



Disposición Final

Relleno Sanitario

Conjunto de instalaciones y operaciones diseñadas para confinar una masa de RS de forma definitiva, y disminuir sus impactos sobre el medio.



- Componentes típicos de un Relleno Sanitario





- Operación de un Relleno Sanitario





- Cubierta final de un Relleno Sanitario





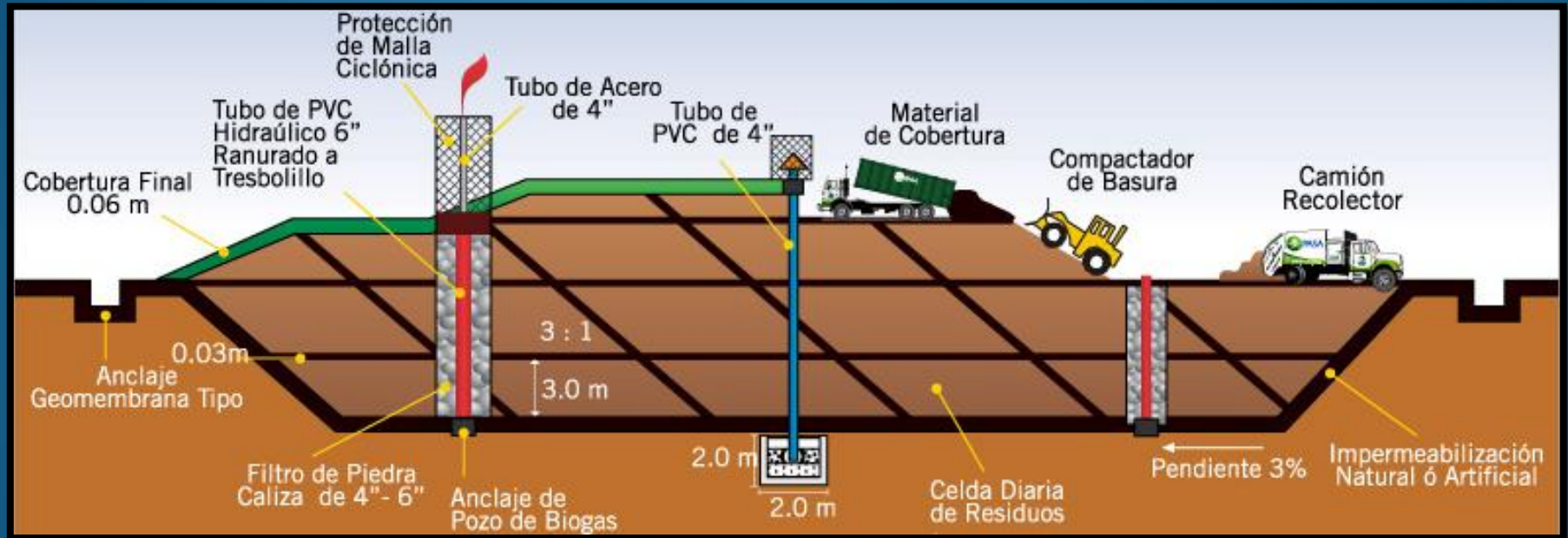
Disposición Final

□ Relleno Sanitario

- Módulos de enterramiento impermeabilizados
- Sistema de drenaje y captación de líquidos lixiviados
- Tratamiento de líquidos lixiviados (Biodiscos)
- Sistema de captación y venteo de gases
- Barrera (cortina) vegetal
- Control de vectores y plagas
- Control de dispersión de partículas
- Sistemas de control de incendios
- Caminos perimetrales
- Desagües pluviales
- Instalaciones de monitoreo

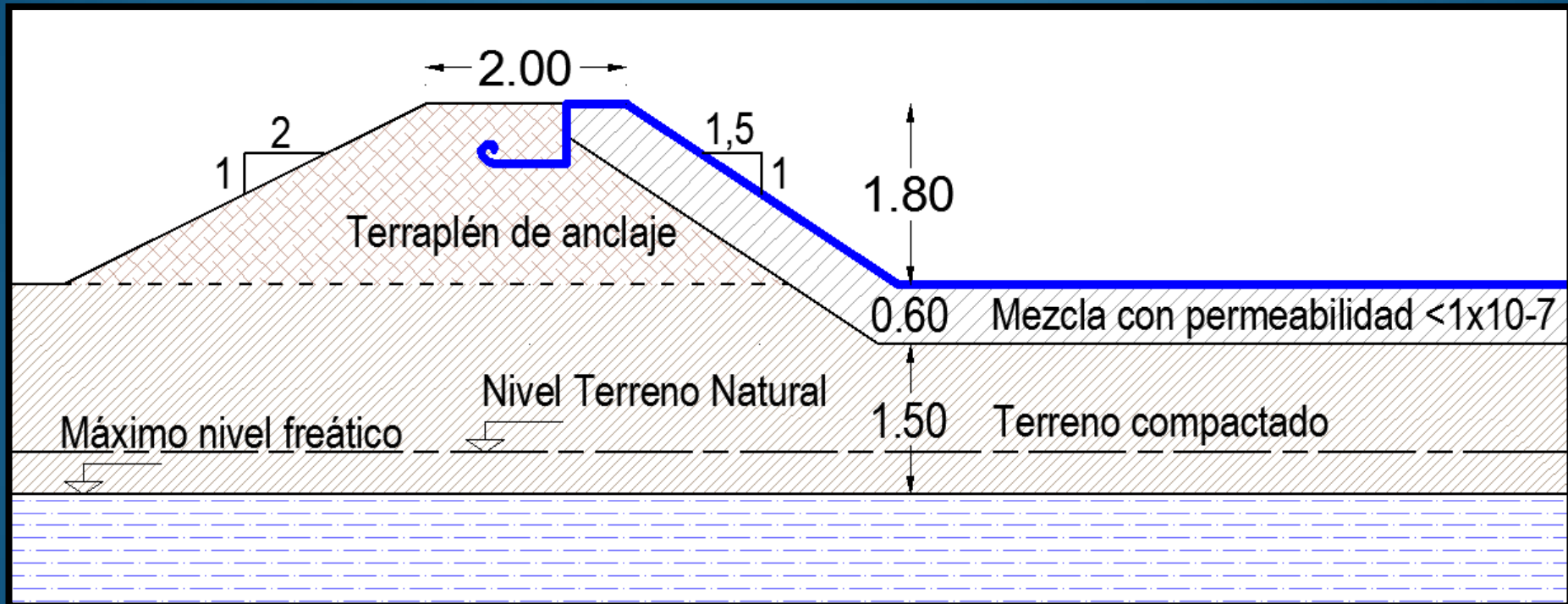


- Módulos de enterramiento impermeabilizados





- Módulos de enterramiento impermeabilizados





- Módulos de enterramiento impermeabilizados



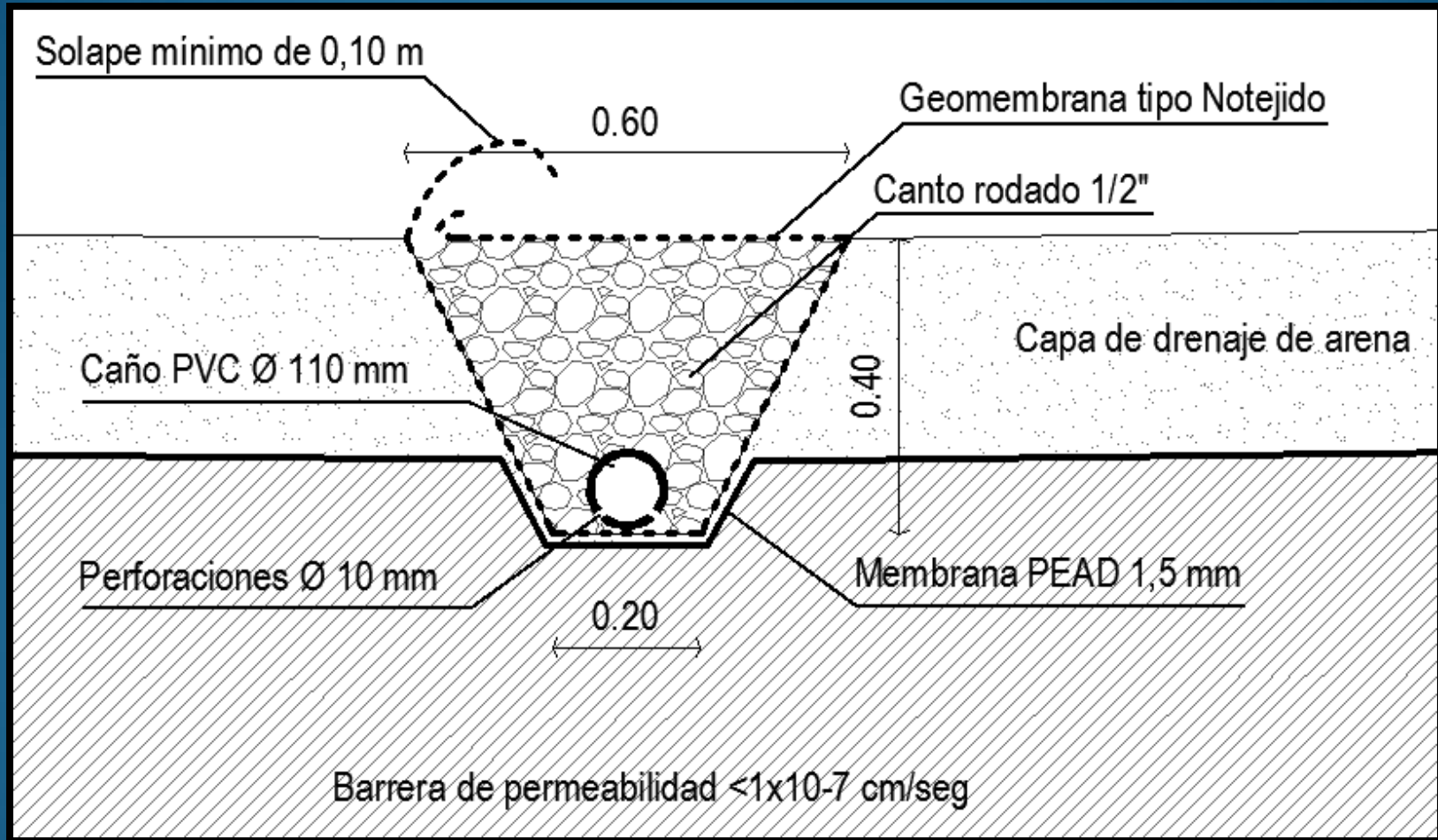


- Líquidos lixiviados





- Sistema de drenaje y captación de líquidos lixiviados



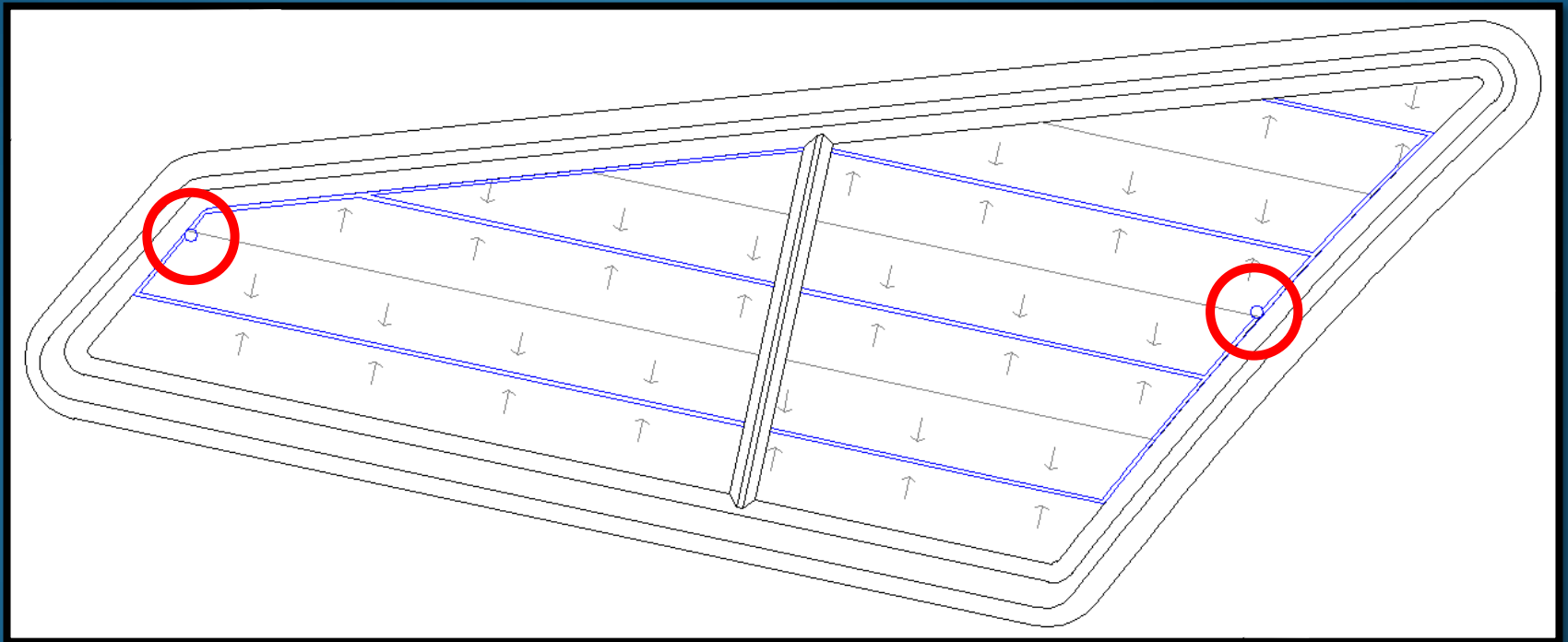


- Sistema de drenaje y captación de líquidos lixiviados





- Sistema de drenaje y captación de líquidos lixiviados





- Tratamiento de líquidos lixiviados
 - Caudal
 - Características de los residuos (compactación, humedad propia, capacidad de reterner humedad, etc.)
 - Características del suelo de cobertura
 - Época del año (precipitaciones, radiación solar, etc.)
 - Operación de los módulos de enterramiento
 - Superficie del módulo



- Tratamiento de líquidos lixiviados

- Composición y carga contaminante
 - Tipo de residuo dispuesto en el módulo de enterramiento

 - Edad del módulo



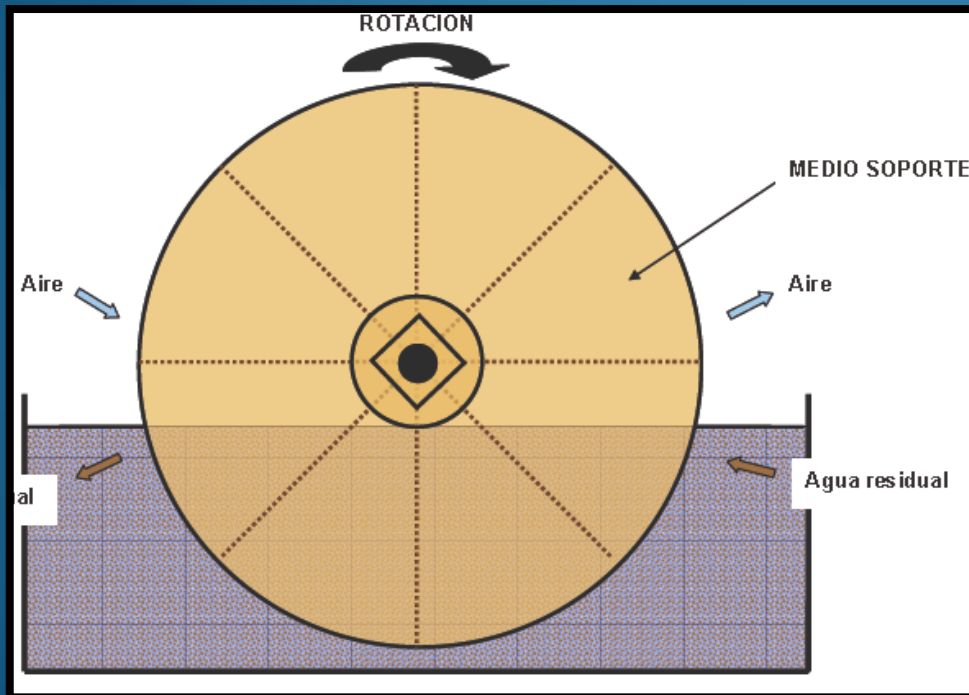
- Tratamiento de líquidos lixiviados





- Tratamiento de líquidos lixiviados

Sistema de Biodiscos o Contactor Biológico Rotacional (RBC)





- Tratamiento de líquidos lixiviados





- Tratamiento de líquidos lixiviados

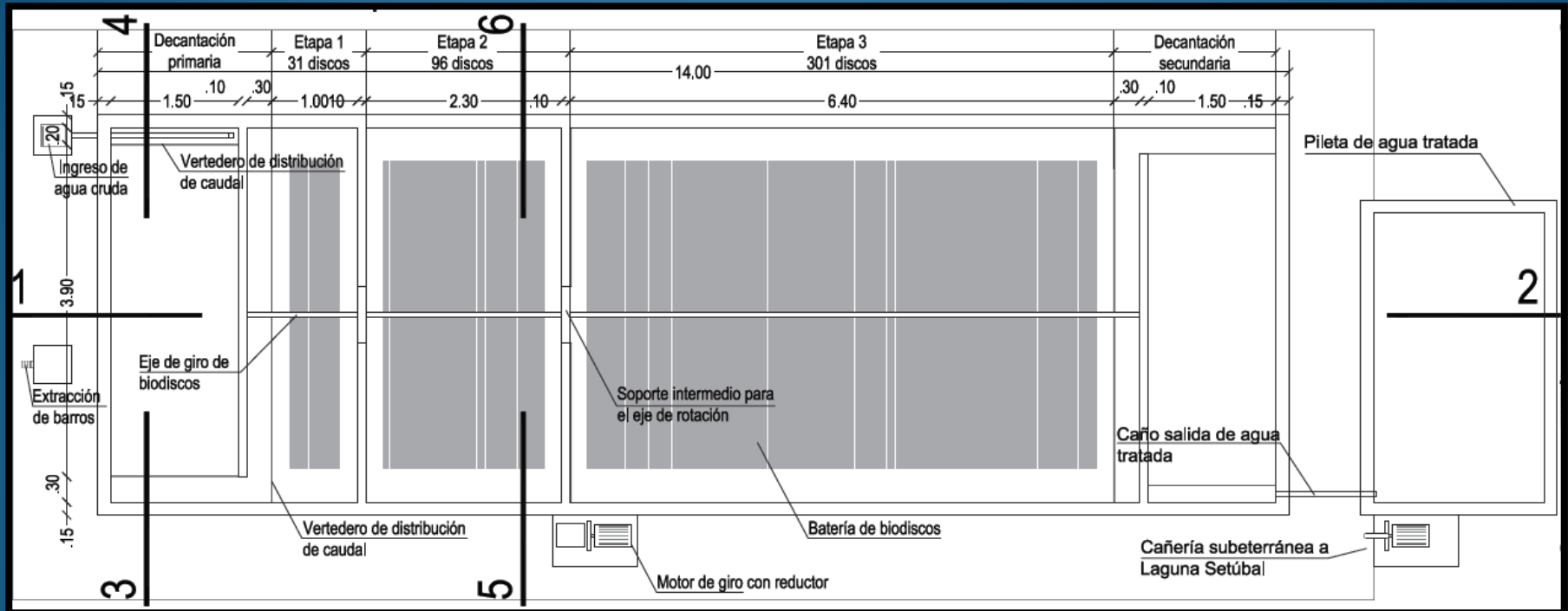




- Tratamiento de líquidos lixiviados
 - Bajo nivel de olores
 - Bajo nivel de ruidos
 - Aplicable en espacios reducidos
 - Bajo consumo de energía
 - Mejor aspecto que otras soluciones de depuración
 - Flexibilidad del tratamiento (permanencia, recirculado, velocidad de rotación, caudales, construcción modulada, etc.)



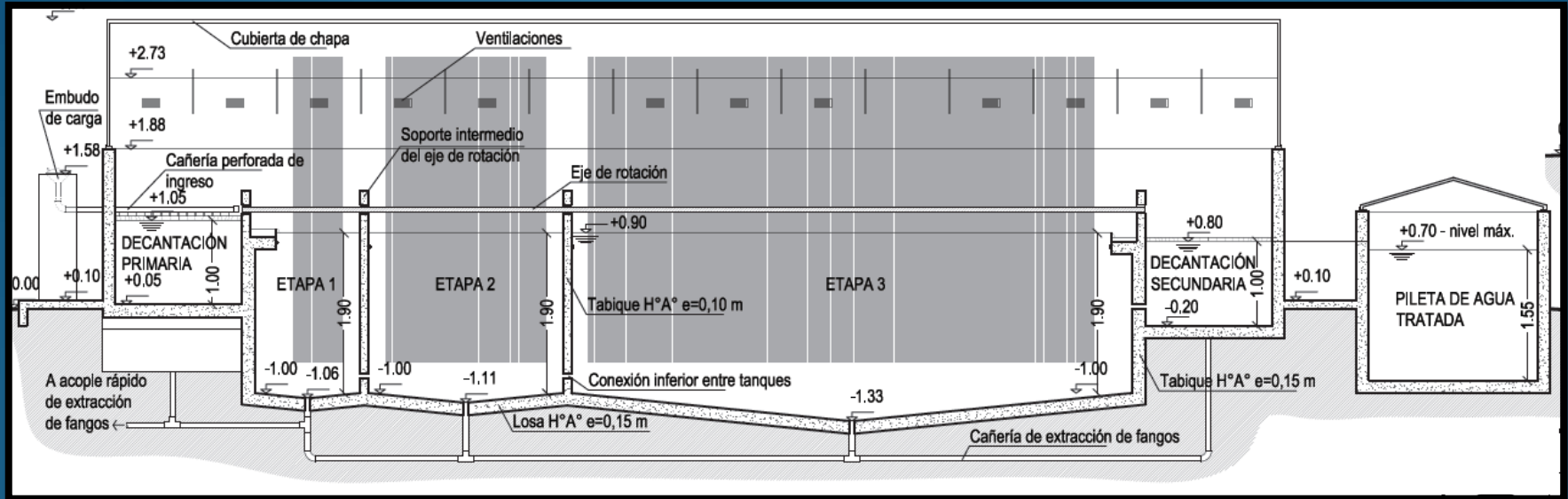
- Tratamiento de líquidos lixiviados



- Ancho: 4,70 metros
- Largo: 14,00 metros



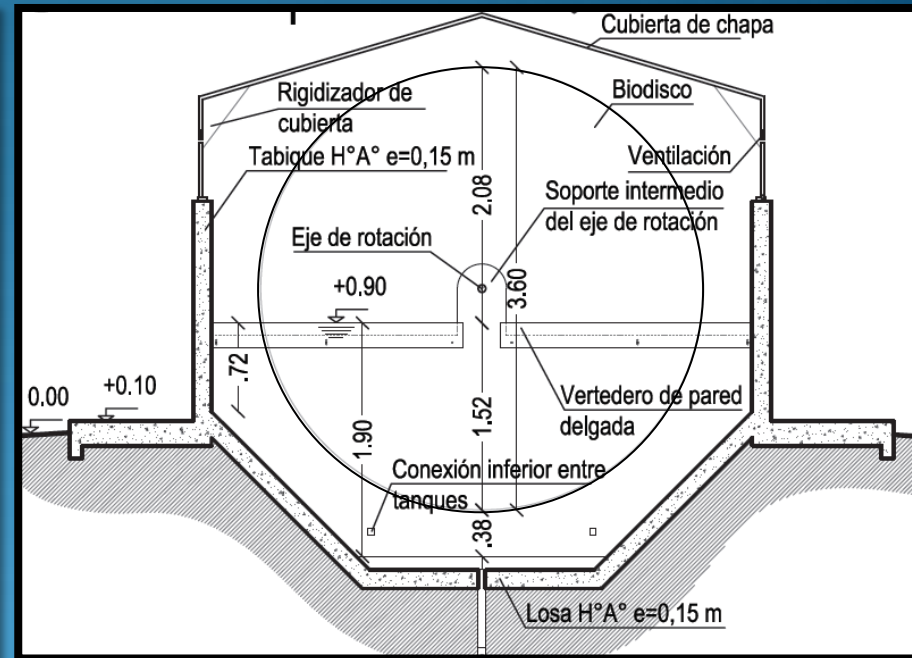
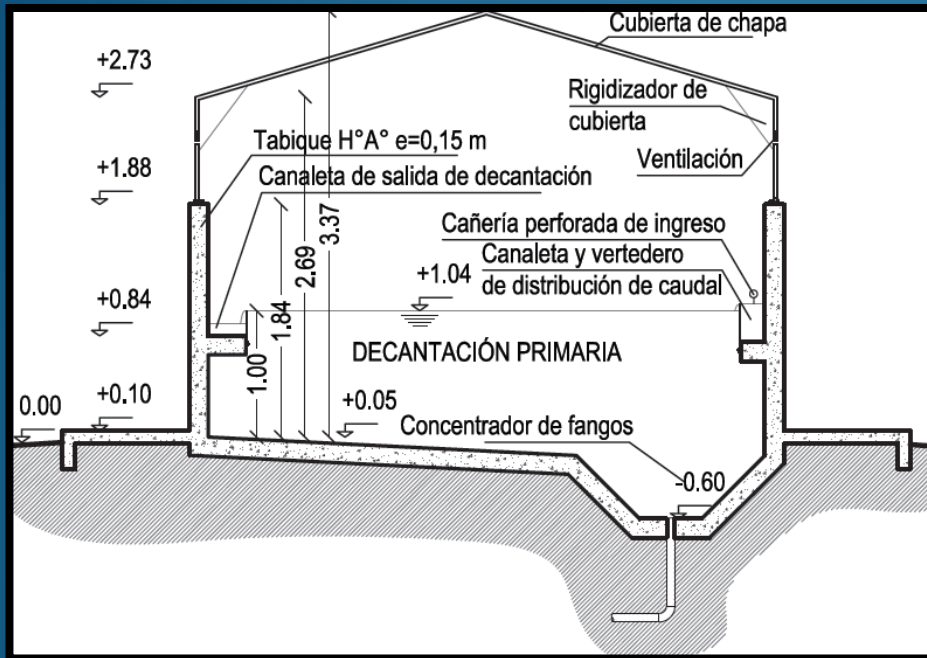
- Tratamiento de líquidos lixiviados



- Altura total: 4,40 metros
- Cubierta: metálica
- Reducción DBO: de 7000 a 300 g/m³ aprox.



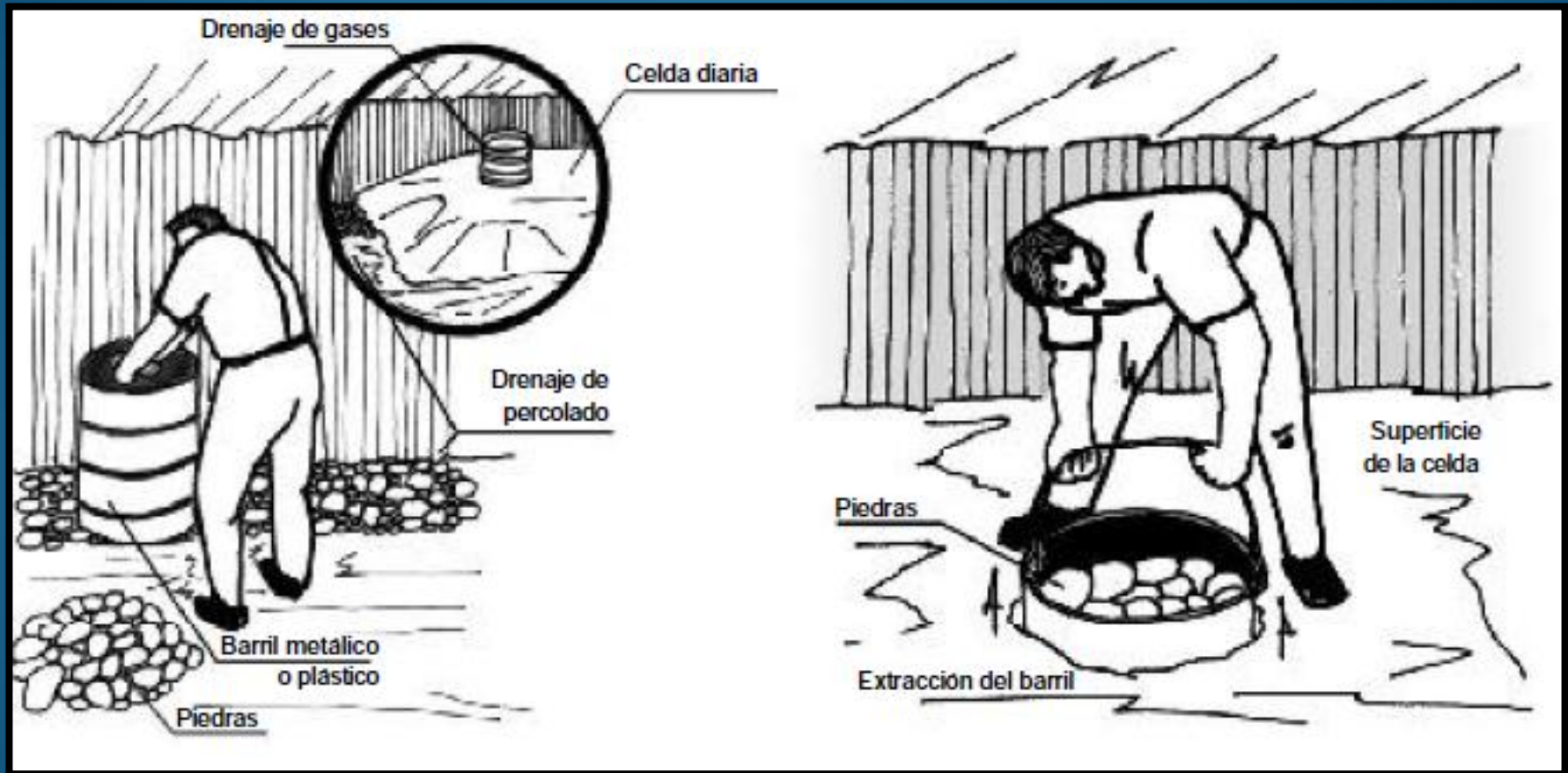
- Tratamiento de líquidos lixiviados



- Capacidad de diseño: 953 litros por hora

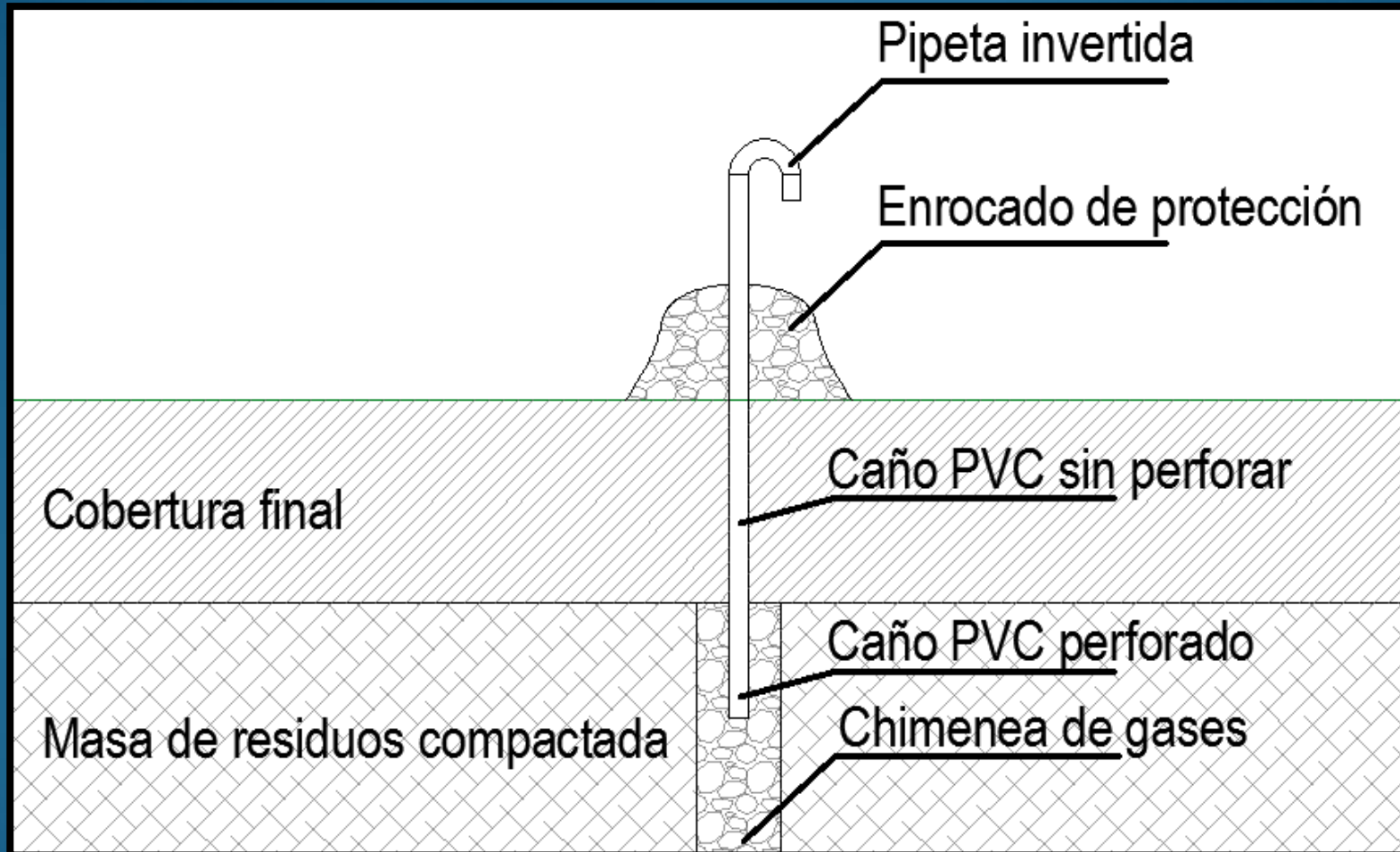


- Sistema de captación y venteo de gases





- Sistema de captación y venteo de gases



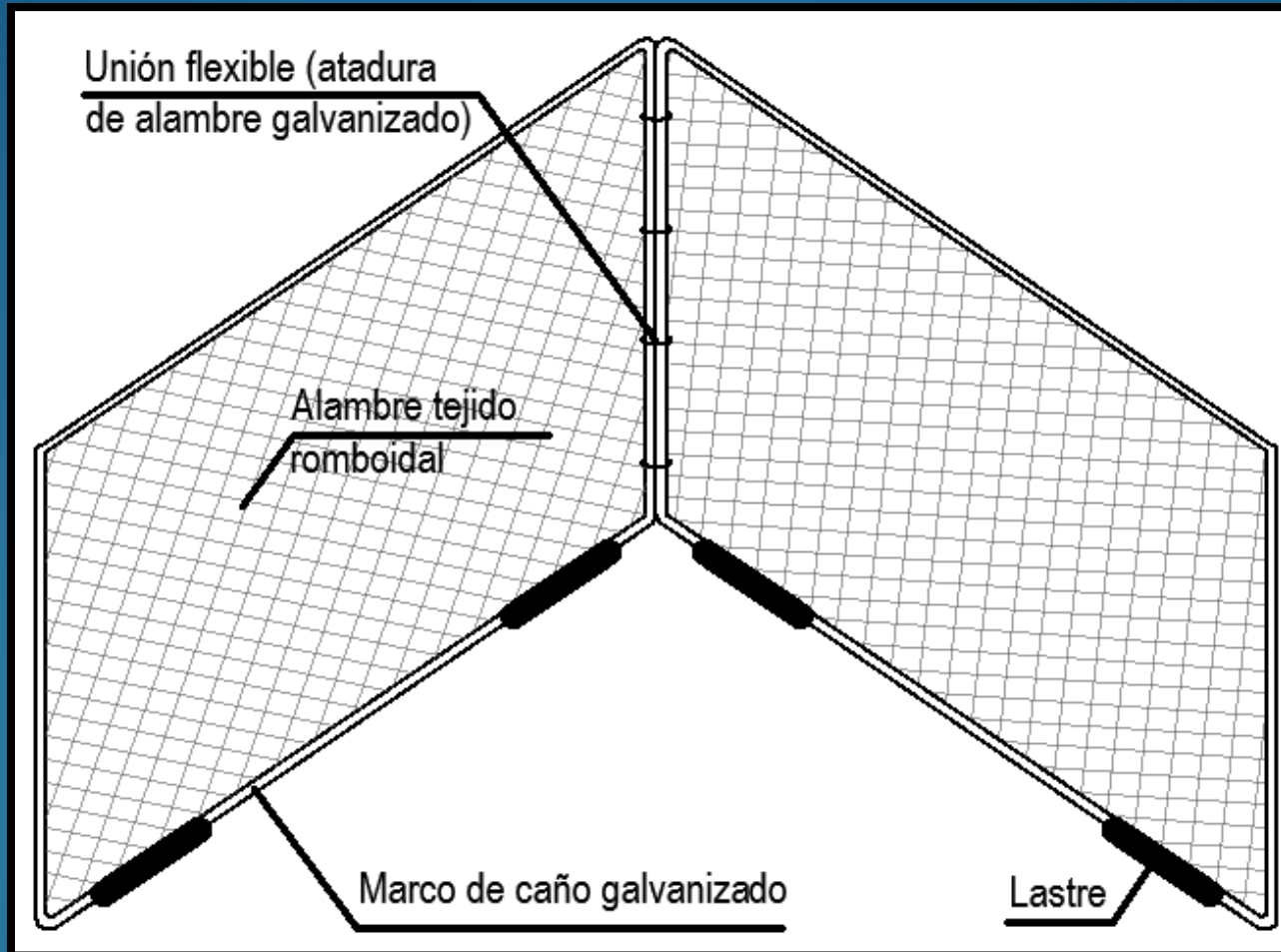


- Control de vectores y plagas





- Control de dispersión de partículas





- Control de dispersión de partículas





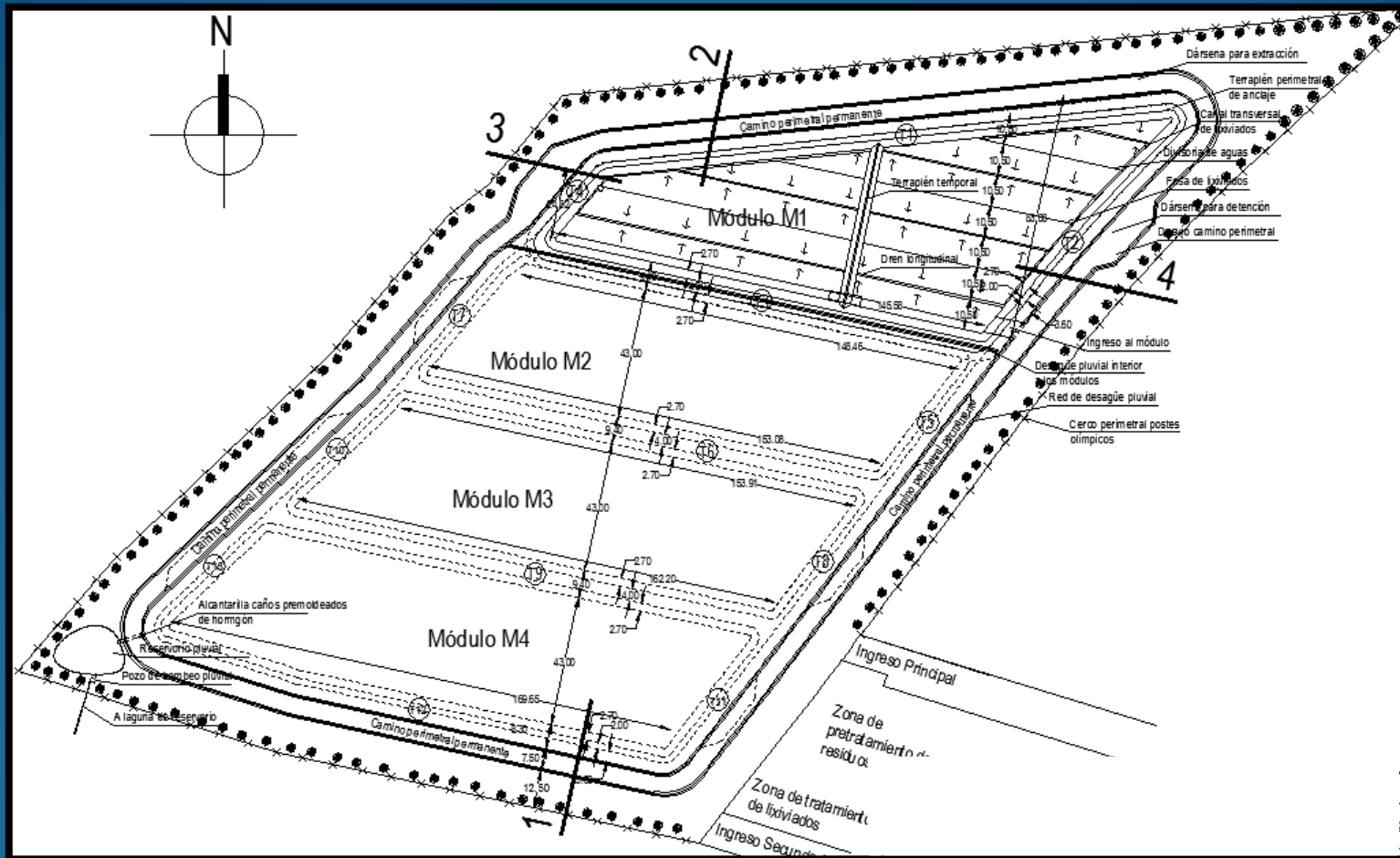
- Sistema de control de incendios
 - Coberturas diarias
 - Zona de control de la propagación horizontal del fuego
 - Elementos de protección activa
 - Extintores manuales
 - Contenedores con inertes
 - Bocas de incendio



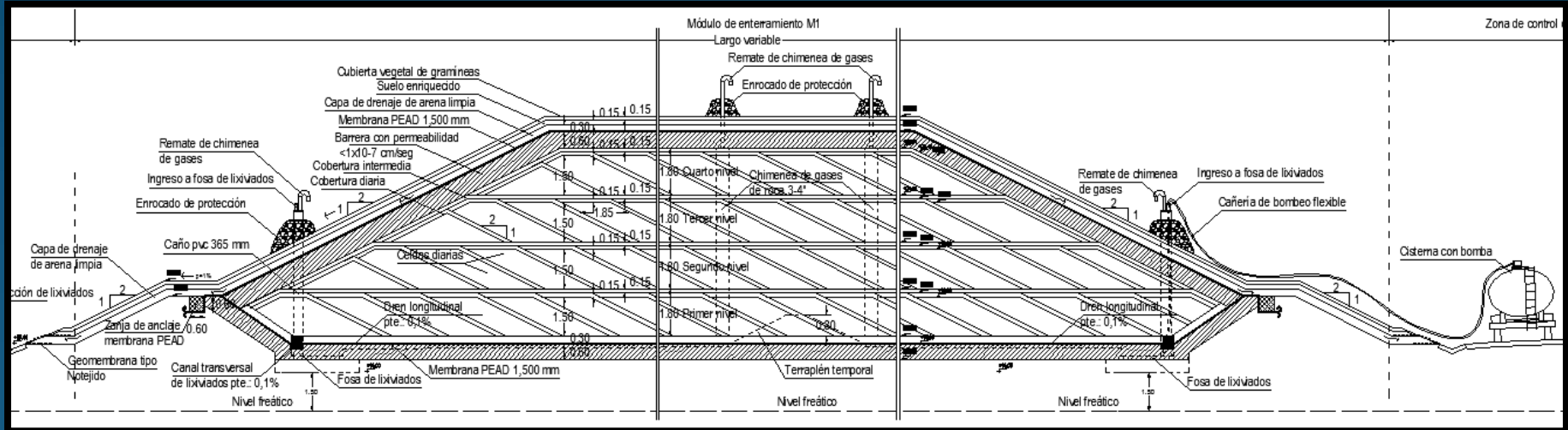
- Caminos perimetrales
 - Vías de ingreso y egreso de los vehículos a la zona de enterramiento
 - Caminos rápidos en caso de necesidad de evacuación del predio
 - Buena serviciabilidad aún con malas condiciones climáticas
 - Estabilizado con suelo-cal
 - Perfil transversal adecuado para permitir evacuación de las aguas meteóricas



- Desagües pluviales
 - Alejar las aguas de manera rápida y efectiva de las zonas más comprometidas
 - Buen nivel de servicio para las tormentas de diseño
 - Contener dentro del predio las aguas meteóricas, es decir, sin afectación a los terrenos linderos



- Largo: 150,00 metros
- Ancho: 25,00 a 83,00 metros
- Módulo 1: 5 años (aproximadamente)

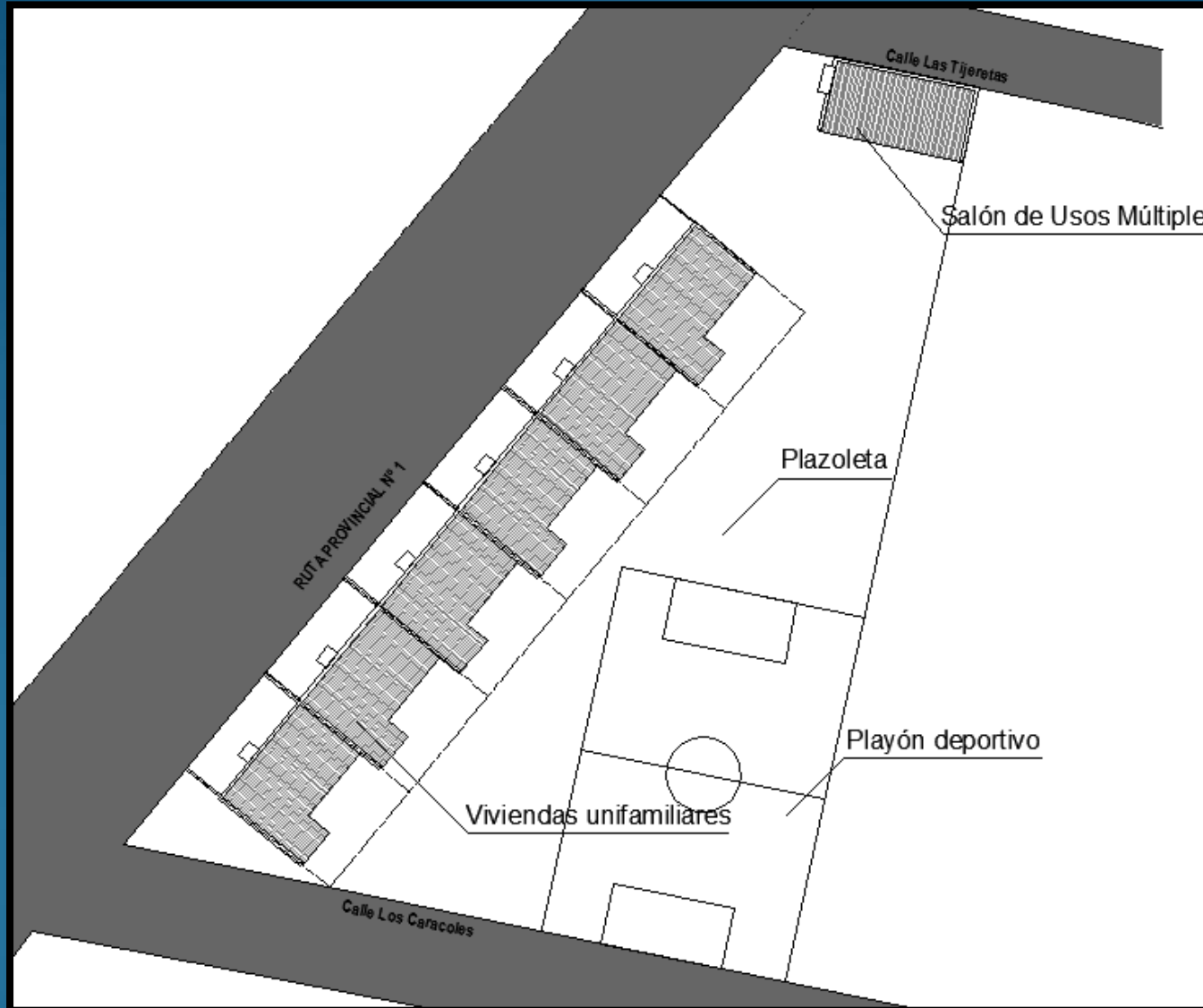


- Altura total (de base a cubierta final): 9,30 metros
- Celda diaria: 1,50 x 1,85 x 6,00 metros



9. Plan de Viviendas







10. Análisis Socio Ambiental



□ Impactos del Proyecto

- Identificación de Impactos negativos y positivos
 - Etapa de construcción
 - Etapa de explotación (operación del Complejo Ambiental)
 - Etapa de posclausura (cierre)



Impacto			Etapa																
			Ejecución de la obra									Operación del Complejo Ambiental							
			Camino de ingreso	Obrador e Inst. Prov.	Remoción de vegetación y suelo superficial	Relleno y nivelación	Edificios	Instalaciones de depuración de líquidos	Sistema de Biotigestión	Caminos perimetrales	Drenajes pluviales	Módulo de enterramiento	Administración	Mantenimiento de máquinas, equipos y edificios	Tratamiento inicial de residuos	Acopio y comercialización de materiales recuperados	Procesamiento de MO y energía	Disposición final	Tratamiento de lixiviados
Factor sobre el que incide	Aire	Ruido	8/-6	6/-5	7/-6	7/-6	7/-7	7/-6	7/-6	7/-7	7/-2	7/-8	7/-5	7/-7	7/-6	7/-8	7/-6	7/-4	
		Gases de combustión	7/-3	7/-2	7/-4	7/-5	7/-3	7/-1	7/-1	7/-7	7/-3	7/-8	7/-2	7/-3	7/-2		7/-7	7/-4	
		Olores	2/-2	2/-2	2/-1	2/-1	2/-1	2/-1	2/-1	2/-1	2/-1	2/-2	2/-3	2/-8	2/-4	2/-5	7/-10	7/-5	
		Contaminación visual	6/-5	6/-4	6/-8	6/-8	6/-8	6/-4	6/-4	6/-3	6/-2	6/-8							
		Pocho	8/-7	7/-6	7/-5	7/-5	7/-6	7/-6	7/-6	7/-7	7/-6	7/-5	7/-4	7/-3	7/-1	7/-1	7/-6	7/-1	
	Medio natural	Agua/suelo	Venteo de gases													8/-3	8/-4		
			Derrame de lubricantes y combustibles	9/-4	9/-4	9/-4	9/-4	9/-1	9/-1	9/-1	9/-2	9/-2	9/-3	9/-6	9/-2	9/-2	9/-1	9/-3	9/-2
			Cambios en la escorrentía	7/-3	7/-3	7/-8	7/-10	7/-2			7/-2	7/-7	7/-8					7/-4	
			Impermeabilización del suelo					7/-8	7/-2	7/-3		7/-3	7/-5						
			Manejo de sustancias peligrosas											7/-4	7/-2			7/-6	7/-8
			Protección de acuíferos														10/+5	10/+9	10/+10
		Suelo	Afectación de causas superficiales				8/-5										9/-2		9/-3
			Residuos sólidos	6/-4	6/-6	6/-3	6/-1	6/-3	6/-2	6/-2	6/-2	6/-2	6/-3	6/-3	6/-4	6/-2	6/-3	6/-2	
			Remoción de vegetación	7/-6	7/-6	10/-9													
			Contaminación paisajística	6/-6	6/-7	9/-9	9/-6	9/-8	9/-3	9/-4	9/-3	9/-2	9/-6			9/-3		9/-6	
			Acopio de materiales	5/-4	5/-9	5/-7		5/-4	5/-3	5/-3	5/-3	5/-2	5/-3	5/-6	5/-6	5/-7			
		Fauna	Circulación de vehículos	7/-6	7/-5	7/-7	7/-5	7/-2	7/-2	7/-2	7/-2	7/-2	7/-2	7/-1	7/-3	7/-5	7/-3		7/-5
			Almacenamiento de pasivos ambientales																10/-8
			Afectación a la fauna	9/-4	9/-5	9/-8	9/-4	9/-2											9/-2
			Proliferación de vectores												8/-6	8/-7	8/-5	8/-9	
Medio antrópico	Socioeconómico y cultural	Demoras en el tránsito	7/-5	7/-1	7/-1	7/-1	7/-1	7/-1	7/-1	7/-1	7/-1	7/-1							
		Afectación a las viviendas aledañas	8/-6													8/-4	8/-5	8/-3	
		Creación de empleo temporal	9/+5	9/+6	9/+4	9/+3	9/+3	9/+3	9/+3	9/+3	9/+3	9/+3							
		Creación de empleo permanente											9/+2	9/+4	9/+8	9/+8	9/+8	9/+4	
		Recuperación de materiales reciclables												10/+6	10/+6	10/+4			
Recuperación de energía														10/+4					

En las celdas, se puede leer para cada impacto y factor, el par **Importancia / Magnitud**; **Importancia** indica la relevancia del impacto en el medio (medida de 1 a 10), mientras que **Magnitud** habla de qué medida al

	Muy negativo
	Medianamente negativo
	Neutro
	Medianamente positivo
	Muy positivo



□ Impactos del Proyecto

- Medidas de prevención, mitigación y remediación
 - Etapa de construcción
 - Etapa de explotación
 - Etapa de posclausura



11. Evaluación Financiera



Beneficios

- Costos evitados (traslado a Santa Fe)
 - Transporte.....39 [\$ /km]
 - Ingreso al Relleno Sanitario450 [\$ /tn]

Localidad	Distancia hasta el Relleno Sanitario de Santa Fe [km]	Costo del transporte por tonelada [\$ /tn]
San José del Rincón	30	1799,31
Arroyo Leyes	35	2099,20
Santa Rosa de Calchines	60	3598,63



Beneficios

Año	Costo total anual [\$]			
	S.J. del Rincón	Arroyo Leyes	Santa Rosa de Calchines	Total
2016	9468420,55	4049351,04	8682068,40	22199839,98
2017	9650304,73	4127137,28	8848847,10	22626289,11

2035	13135693,00	5617730,20	12044773,93	30798197,12
2036	13341074,18	5705565,38	12233098,21	31279737,77



Beneficios

- Venta de energía
 - Programa *Prosumidores* de la Provincia de Santa Fe.....5,50 [\$/kWh]

Año	Generación de residuos anual [tn]	Generación de biogás anual [m³]	Energía eléctrica anual [kWh]	Ingresos anuales obtenidos de la venta de energía [\$]
2016	7942,40	238355,40	363611,16	1999861,35
2017	8094,97	242934,10	370595,97	2038277,81
2035	11018,62	330674,30	504443,64	2774440,01
2036	11190,90	335844,50	512330,79	2817819,35



Costos

- Costos de Inversión.....94.000.000 [\$]
- Costos de Operación
 - Recolección.....515 [\$/tn]
 - Complejo Ambiental.....600 [\$/tn]
 - Campañas de
Concientización.....23 [\$/hab]



Costos

Año	Costo de recolección [\$]	Costos operativos [\$]	Costos de campañas de concientización [\$]	Costos totales de operación [\$]
2016	4084140,93	22199839,98(*)	498143,94	26782124,85
2017	4162595,47	22626289,11(*)	507713,06	27296597,65
2018	4241050,02	4948524,00	517282,19	9706856,21
2019	4319504,56	5040066,00	526851,31	9886421,88
2035	5665994,78	6611172,00	691083,14	12968249,92
2036	5754584,60	6714540,00	701888,47	13171013,07



Evaluación Financiera





Beneficios Extra

Material	Sub-clasificación	Composición [%]	Composición [tn]	Precio Unitario [\$/kg]	Precio Total [\$]
Papel y Cartón 45%	Cartón	65	0,847	1,80	1524,55
	Papel archivo	26	0,334	0,95	317,66
	Papel blanco	9	0,120	2,70	324,37
	Tetrabrick	1	0,008	1,40	11,21
Plásticos 37%	PET Cristal	38	0,408	3,50	1427,44
	PET Verde	8	0,090	1,30	116,64
	Soplado	12	0,126	3,50	442,51
	Bazar	5	0,057	1,20	68,52
	Nylon	37	0,396	0,75	296,70
Metales 5%	Cobre	3	0,004	43,00	175,96
	Aluminio (latas)	10	0,015	9,00	132,31
	Aluminio (desodorantes)	11	0,016	16,00	261,90
	Aluminio (mezcla)	3	0,005	14,00	67,90
	Baterías	2	0,003	7,50	26,14
	Latas	70	0,102	0,55	56,10
Vidrio 13%	Vidrio	100	0,378	0,38	143,75
Total		100	2,91	-	5393,69

- Beneficios Extra 2016: 3831,56 [\$/día]
- Beneficios Extra 2036: 5393,69 [\$/día]



12. Análisis Costo-Efectividad (ACE)



Análisis Costo-Efectividad (ACE)

Año	Costos totales de operación [\$]	Cuota anual a devolver [\$]	Costo total anual [\$]	Toneladas procesadas de residuos [t]	Toneladas de residuos reciclables recuperados [t]	Toneladas de residuos con disp. final en relleno sanitario [t]	Metros cúbicos de biogás obtenidos [m³]	Kilowatt hora de energía eléctrica generada [kWh]
2016	26782124.85	1608612.84	28390737.69	21.76	2.07	13.16	139040.65	212106.51
2017	27296597.65	1608612.84	28905210.49	22.18	2.11	13.42	151833.81	231622.48
2018	9706856.21	1608612.84	11315469.05	22.60	2.15	13.67	165008.53	251720.52
2019	9886421.88	1608612.84	11495034.72	23.01	2.19	13.92	178564.81	272400.62
2035	12968249.92	1608612.84	14576862.76	30.19	2.87	18.26	330674.30	504443.64
2036	13171013.07	1608612.84	14779625.91	30.66	2.91	18.55	335844.50	512330.79

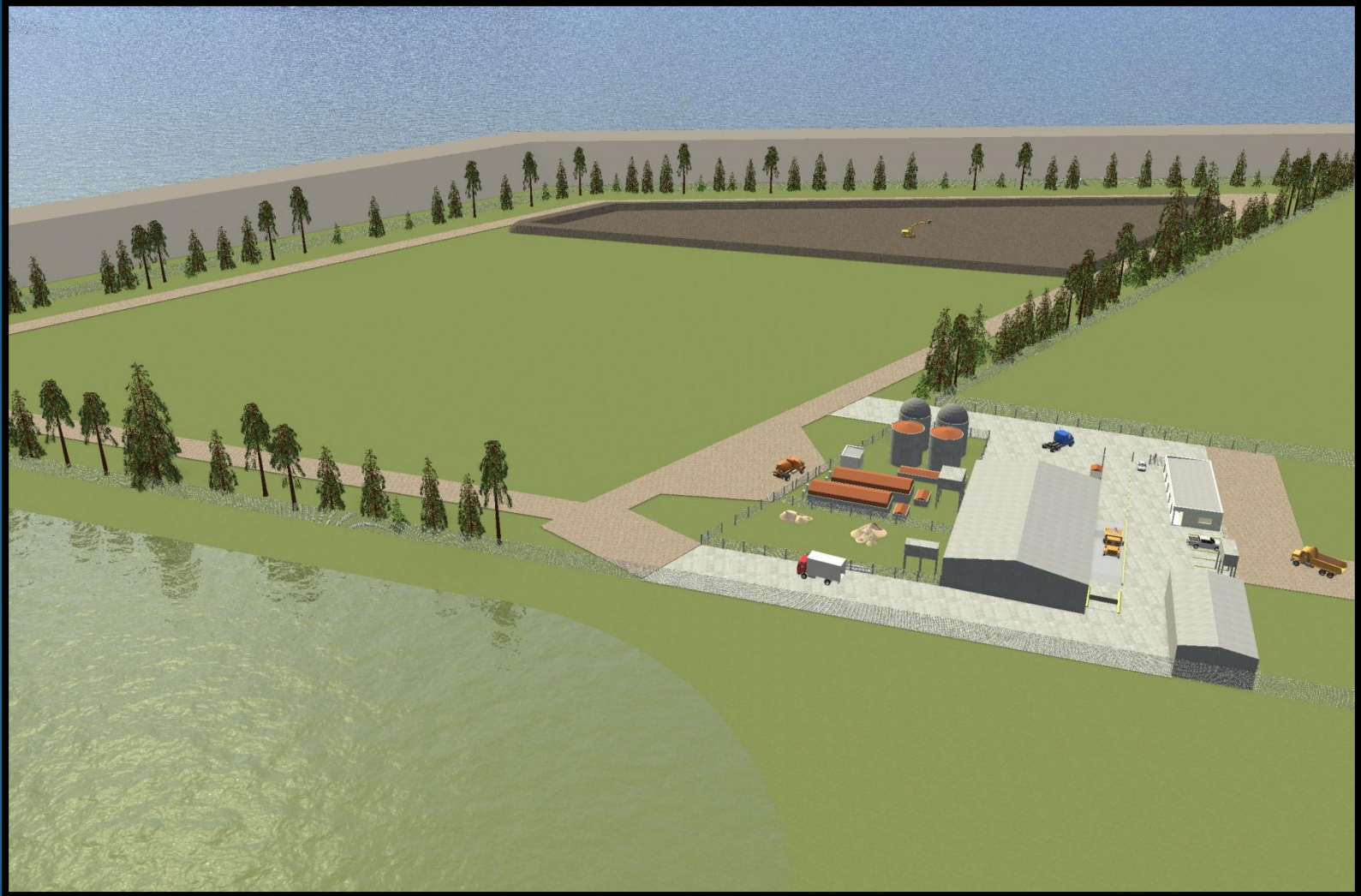


Análisis Costo-Efectividad (ACE)

Indicador	Valor	
	2018	2036
Costo / tonelada procesada de residuos	500684.47	482049.12
Costo / tonelada de residuos reciclables recuperados	5270362.86	5074201.23
Costo / tonelada de residuos con disposición final en relleno sanitario	827577.64	796775.40
Costo / metro cúbico de biogás obtenido	68.58	44.01
Costo / kilowatt hora de energía recuperada	44.95	28.85



13. Conclusión







Conclusión

Se incluyeron intervenciones para:

- Lograr un *consumo racional*, de manera de *reducir la generación de RSU*;
- Garantizar el *servicio de GIRSU* a toda la comunidad;
- Avanzar en la *disminución del pasivo ambiental*;
- Proteger los *recursos naturales*;
- Recuperar y reinsertar materiales en el *círculo productivo*;
- Reemplazar las energías convencionales por las obtenidas a partir de *fuentes renovables*.