



Article scientific

Design of a treatment system for solid waste leachates: Analysis of the transitory cell of Santa Rosa de Shapajilla - Huánuco

Elvis Mariano Evangelista Medina ^a, Ivet Victoria Falcón Ramírez ^a and Dan Jarod Figueroa Valeriano ^a

^a Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú 

ITEM INFORMATION

Published: 2022-12-30
Accepted: 2022-12-27
Received: 2022-09-28

Keywords:

Leachates
Transient cell
Geological faults
Anaerobic biological reactor
Hydraulic retention
Tributaries

ABSTRACT

The present research work carried out a design proposal for the leachate treatment plant of the Santa Rosa de Shapajilla transitory cell; for this purpose, first a location was proposed taking into account eight (8) criteria, which are the following: Identification of areas with slopes less than 15%, classification of rivers greater than 500 m, classification of rivers greater than 500 m, identification of risk areas due to geological faults, identification of population centers greater than or equal to 500 m, presentation of areas suitable for the construction of a WWTP, location of tentative areas based on the proximity of the transitional cell and selection of the best area for construction. Once the tentative area was taken into account, a series of operations necessary for leachate treatment were proposed. A 10.8 m long and 1.3 m wide sand trap was proposed as pretreatment; a 432.0 m³ decanter was proposed as primary treatment, followed by an anaerobic biological reactor as secondary treatment, with a volume of 108.216 m³; for tertiary treatment, a homogenization tank and a settling tank with 520.0 and 121.97 m³ respectively were chosen. Finally, a disinfection system of 120.0 m³ and a storage tank for treated water with a volume of 250.0 m³ were chosen for tertiary treatment.

Diseño de un sistema de tratamiento para lixiviados de residuos sólidos: Análisis de la celda transitoria de Santa Rosa de Shapajilla – Huánuco


RESUMEN

Palabras clave:

Lixiviados
Celda transitoria
Fallas geológicas
Reactor biológico anaerobio
Retención hidráulica
Afluentes

El presente trabajo de investigación realizó una propuesta de diseño de planta de tratamiento de lixiviados de la celda transitoria de Santa Rosa de Shapajilla; para ello, primero se propuso una ubicación tomando en cuenta ocho (8) criterios que son los siguientes: Identificación de zonas pendientes menores a 15%, clasificación de ríos mayores a 500 m, clasificación de ríos mayores a 500 m, identificación de zonas de riesgo por fallas geológicas, identificación de centros poblados mayor o igual a 500 m, presentación de zonas aptas para la construcción de una PTAR, ubicación de áreas tentativas en función a la cercanía de la celda transitoria y elección de la mejor área para la construcción. Una vez teniendo en cuenta el área tentativa, se propuso una serie de operaciones necesarias para el tratamiento de lixiviados. Se propuso como pre tratamiento un desarenador con 10.8 m de largo y 1.3 de ancho; como tratamiento primario un decantador de 432.0 m³, seguido de un reactor biológico anaerobio como tratamiento secundario, que cuenta con 108.216 m³ de volumen; para tratamiento terciario se optó por un tanque de homogenización y un sedimentador con 520.00 y 121.97 m³ respectivamente. Finalmente pasaría a un sistema de desinfección de 120.0 m³ y un tanque de almacenamiento de agua tratada con 250.0 m³ de volumen.



 <https://doi.org/10.47422/GreenHorizon.v1i2.11>



INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos son desechos orgánicos e inorgánicos que se generan tras el proceso de fabricación, transformación o utilización de bienes y servicios. Si no poseen una disposición adecuada produce contaminación ambiental y riesgos para la salud de la población (MINAM, SD). Hace un par de años en nuestra ciudad Tingo María se comenzó a dar la disposición correcta de los residuos sólidos mediante el relleno sanitario debido a que es el método más utilizado por ser la forma más económica en aprovechamiento y costos.

Los rellenos sanitarios generan lixiviados, los lixiviados son los líquidos que se forman como consecuencia de la descomposición de la materia orgánica e inorgánica procedente de los Residuo Sólidos Urbanos (RSU) destinados al vertedero, y que se infiltra a través de las capas más profundas de éste (Hidalgo et al., 2016). Estos líquidos tóxicos actúan de acuerdo con su composición química la cual depende de los residuos sólidos del relleno sanitario (Mishra et al., 2018).

En la celda transitoria Santa Rosa de Shapajilla, los lixiviados generados no tienen un tratamiento que mejore la calidad de estos para poder darles un uso adecuado y solo son almacenados en una infraestructura generando malos olores. Por eso es fundamental que se brinde un tratamiento a estos lixiviados, más aún en nuestro país donde no se cuenta con normativas con respecto a lixiviados, a comparación de países desarrollados como Estados Unidos, Alemania, Corea del sur quienes con el paso del tiempo actualizan su norma para que sean más exigente. Este trabajo presenta la propuesta de una Planta de Tratamiento de los lixiviados generados en la celda transitoria Santa Rosa de Shapajilla, considerando las características propias del lixiviado como también las condiciones climatológicas del lugar, la investigación ha tenido como objetivo diseñar un sistema de tratamiento para los lixiviados de residuos sólidos para las Celdas Transitorias de Santa Rosa de Shapajilla, Leoncio Prado, Huánuco.

MATERIALES Y METODOS

Lugar de Ejecución

La poza de lixiviados se encuentra dentro de la Celda Transitoria, el cual está ubicado en el centro poblado de Santa Rosa de Shapajilla, a 6 km de la ciudad de Tingo María en el distrito Padre Felipe Luyando. Ubicación política del distrito: provincia Leoncio Prado/ Región Huánuco.

Metodología

Ubicación del sistema de Tratamiento de Lixiviados de la Celda Transitoria

Para la propuesta de la ubicación de la planta de tratamiento de Lixiviados de la celda transitoria, se tomó en consideración diversos criterios basada en la Guía de Diseño, construcción, operación y cierre de relleno sanitario mecanizado, que son las siguientes:

Criterio 1: Identificación de zonas pendientes <15%.

Usando el software QGIS, se reclasificó las pendientes de la zona de interés, centrándose en zonas con pendientes menores a 15%.

Criterio 2: Clasificación de ríos mayores a 500 m.

Para la clasificación de ríos mayores a 500 m, se utilizó las distancias euclidianas mediante un script de QGIS, de esta forma se identificó los ríos en el distrito.

Criterio 3: Identificación de áreas naturales protegidas por el estado.

Criterio 4: Identificación de zonas de riesgo por fallas geológicas.

Criterio 5: Identificación de centros poblados mayor o igual a 500 m.

Se creó un radio de 500m en cada centro poblado, con el objetivo de no generar molestias a las personas durante la ejecución y funcionamiento de la PTAR.

Criterio 6: Presentación de zonas aptas para la construcción de una PTAR.

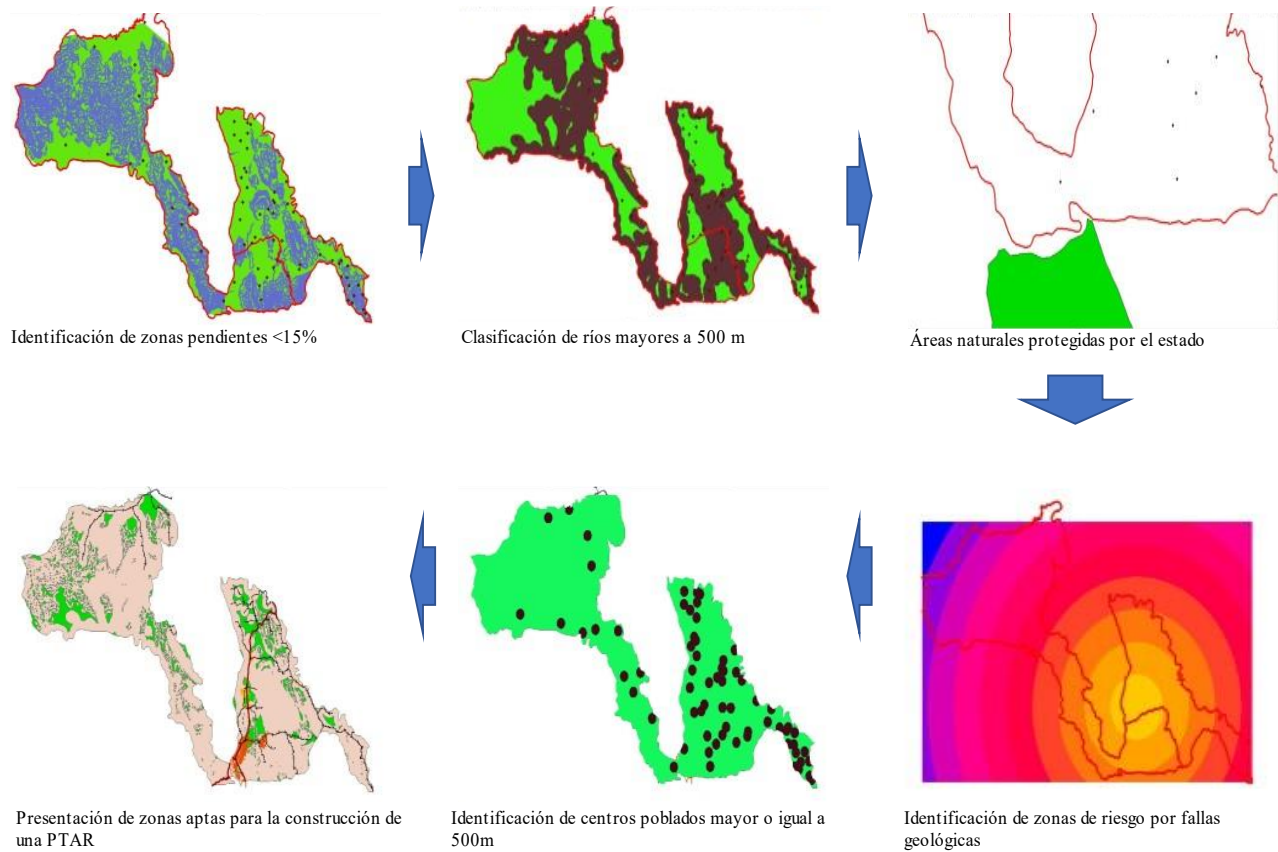
Se tomó en consideración las zonas urbanas, red vial nacional y vecinal.

Criterio 7: Ubicación las áreas tentativas en función a la cercanía de la celda transitoria.

Criterio 8: Elección de la mejor área para la construcción.

Figura 1

Criterios para la ubicación de la Planta de Tratamiento de Lixiviados.



Diseño de un sistema de tratamiento de lixiviados

Para la elaboración de la propuesta de diseño de la planta de tratamiento de lixiviados, es necesario tener conocimiento de las características del efluente, como resultado de la poza de lixiviados de la celda transitoria de Santa Rosa de Shapajilla.

Tabla 1

Datos generales de la Celda Transitoria de Santa Rosa de Shapajilla

Nombre de la planta	Concentración de DQO (mg/L)	Caudal vertido (L/s)	Carga contaminante (Kg/d)
Celda Transitoria Santa Rosa de Shapajilla	104,5142	65	586,9517472

Con la finalidad de tener un funcionamiento continuo, reduciendo el presupuesto y buscando una alta eficiencia de remoción de lixiviados, comprendido entre sólidos y lodos se define las siguientes características

Tabla 2

Datos generales del funcionamiento de la Celda Transitoria Shapajilla

Datos generales	Cantidad	Unidades
Volumen de la poza	2940	m ³
Caudal	30	L/s
Concentración de contaminante	104,5142	mg/l

Pretratamiento: Desarenador

Para el diseño del desarenador se elige una velocidad de sedimentación de 40 a 50 m/h debido a que las partículas de lixiviados presentan un diámetro inferior a 0.15 mm. (López, 2016).

Tabla 3*Datos para el diseño del desarenador*

Diámetro de partícula	Velocidad de Sedimentación
0.15 mm	40 a 50 m/h
0.20 mm	65-75 m/h
0.25mm	85-95 m/h
0.30 mm	105-120 m/h

Tabla 4*Consideraciones generales para un desarenador (Lozano, 2012)*

Parámetro	Valor o Rango
Carga superficial	40 a 70 m ³ /m ²
Tiempo de Retención Hidráulico (TRH)	200 a 700s (Caudal punta más frecuente)
Velocidad Horizontal	0.20-0.4 m/s (caudal punta)
Longitud	10 a 30 veces la lámina de agua
Altura mínima de la unidad	1
Altura máxima de la unidad	2.5

Teniendo en cuenta datos generales de funcionamiento: caudal 30 L/s; carga superficial 40 m/h se puede hallar las siguientes ecuaciones que servirán para el diseño del desarenador:

Tabla 5*VARIABLES DEL PROCESO PARA EL DISEÑO DEL DESARENADOR*

Denominación	Formula	Unidades
Área de desarenador	$A_s = Q/C_s$	m ²
Volumen efectivo	$V_{ef} = A_s * Profundidad$	m ³
Tiempo de retención hidráulica	$TRH = V_{ef}/Q$	seg
Área transversal	$A_t = Q/V_h$	m ²
Ancho del canal	$Ancho = A_t / (Profundidad\ ef)$	m
Largo del canal	$L = A_s / Ancho$	m

Fuente: Adaptado de Cardenas et al. (2020)

Tratamiento primario: decantador primario

Los decantadores primarios se componen de:

Tanque decantador.

Estructuras de entrada y salida del agua.

Puente (móvil) del decantador.

Dispositivos de eliminación y extracción de flotantes

Para el correcto funcionamiento del decantador primario, es necesario tener en cuenta algunos parámetros y sus valores recomendados:

Tabla 6*Criterios de diseño para decantadores primarios circulares*

Parámetro	Valor o rango
Tiempo de retención hidráulico (TRH)	1 a 2 horas
Carga superficial	2 a 3 m ³ /m ² *h (a caudal punta)
Capacidad de tratamiento de cada unidad	<0.25 m ³ /s (a caudal medio)
Carga sobre el vertedero	<m ² /h*m lineal del vertedero perimetral
Profundidad del decantador (en la vertical del vertedero de salida)	2.5 a 4 m
Pendiente de fondo hacia la poceta de fangos	2 a 8%
Relación diámetro/altura	5 a 16
Diámetro de la campana deflectora	15 a 20% del diámetro del decantador
Altura de la campana deflectora	33 a 20 % de la profundidad del decantador
Velocidad máxima perimetral del puente decantador	<120 m/h

Características de la poceta de fangos

Tronco-con invertido con pendiente aprox 1:12
Capacidad de almacenamiento de lodos de generación: entre 1 a 5 horas

Fuente: Adaptado de Lozano (2012)

Teniendo como datos el caudal del pozo de lixiviados de 30 L/s, una carga contaminante de 586,9517472 Kg/d, una caudal punta (Qp) de 60 L/s y un tiempo de retención teórico (TRH) de 2 h; a partir de estos datos, calculamos las siguientes variables con las siguientes formulas:

Tabla 7

Variables del proceso para el diseño del decantador

Denominación	Formula	Unidades
Volumen del decantador	$V=Qp*TRH$	m ³
Área superficial del decantador	$As=Qp/Cs$	m ²
Altura	$H=V/As$	m
Diámetro del tanque	$D=\sqrt{(4*A)/\pi}$	m
Perímetro del tanque	$P=\pi*D$	m
Carga sobre vertedero	Carga sobre vertedero=Qp/P	m ³ /(h*m)

Fuente: Adaptado de Cardenas et al. (2020)

Tratamiento secundario: reactor biológico anaerobio

El reactor UASB (reactor anaerobio de flujo ascendente) es de sección circular en acrílico con diámetro interno aproximado de 5 metros, altura 5.51 metros, volumen de 108216 litros y un caudal definido de 27 m³/h; dispone de una campana para recolección de biogás conectada a un sistema de medición por desplazamiento de líquido, Así mismo, presenta 4 reactores anaeróbicos con un caudal de ingreso de 7.5 L/s.

Durante todo este proceso el reactor UASB permitirá la transformación de un efluente con alta carga orgánica de biogás y en un fertilizante estabilizado, Con ello se consigue acumular grandes cantidades de biomasa - muy activa - que adopta la estructura de gránulos compactos con una elevada capacidad de sedimentación.

Diseño del reactor biológico anaerobio. Definición de variable de diseño:

Caudal de entrada para cada reactor (Q): 450 000 ml/min (27 m³/h)

Diámetro (D): 500 cm (5 m)

Carga orgánica: 586.9517 kg/m³*día

Tiempo de Retención Hidráulica (TRH): 0.167 días (4 horas)

Para diseñar el reactor biológico anaerobio, se calcula las siguientes variables:

Tabla 8

Variables del proceso para el diseño del Reactor biológico anaerobio

Denominación	Fórmula	Unidades
volumen del reactor	$V=TRH \times Q \times 1440$	m ³
Área del reactor	$A=\pi \times D^2/4$	m
Altura efectiva del reactor	$L=(4 \times V)/(\pi \times D^2)$	m
Flujo Masivo	$F=V \times Carga$	kg/día
Carga Hidráulica	$Ch=Q/A$	m/h
Velocidad de flujo en la campana	$Vc=4Ch$	m/h
Área de abertura	$A_{abertura}=Q/Vc$	m ²
Área de la sección transversal de la campana	$A_{campana}=A-A_{abertura}$	m ²
Radio mayor de la campana	$R_{campana}=\sqrt{(A_{campana}/\pi)}$	m
Ancho de la abertura	$W_{abertura}=R_{reactor}-R_{campana}$	m
Altura de la campana	$HG=WG \tan[\alpha]$	m
Traslado	$Tv=1.5(W_{abertura})$	m
Ancho de los deflectores	$WD=Tv+W_{abertura}$	m
Longitud de los deflectores	$LD=2WD \tan [45^\circ]$	m

Fuente: Adaptado de Cardenas et al. (2020)

Tratamiento terciario: tanque de homogenización coagulación-floculación

El tanque de homogenización es de material de acero inoxidable, recibe los afluentes variables de aguas residuales de procesos y mezcla las corrientes homogenizándolas mediante el empleo de una turbina o un mezclador, algunas de las cuales son ácidas y otras alcalinas, se usa también este método para aminorar las variaciones de ciertas corrientes de aguas residuales, consiguiendo una corriente mezclada con caudal relativamente constante y para aminorar las variaciones de DBO, del afluente a los sistemas de tratamiento.

Tabla 9

Variables del proceso para el diseño del tanque de homogeneización

PARÁMETRO	VALOR O RANGO
Tiempo de retención hidráulica (TRH)	12 a 24 horas
Potencial de óxido-reducción (POR)	>-100 mV
Profundidad máxima del tanque	4,6 m
Borde libre recomendado	1 m

Fuente: Adaptado de Lozano-Rivas (2012)

Para un caudal de 30L/s, tenemos 2592 m³/día, entonces se realizan los siguientes cálculos:

$$V_{\text{tanque homogenización}} = (0,20 \cdot \text{Volumen vertido acumulado}) \cdot \frac{24 \text{ horas}}{\text{horas de flujo}} \quad (1)$$

En este caso en que el volumen vertido acumulado es de 2592 m³ y las horas de flujo y de bombeo son de 24 horas, será:

$$V_{\text{tanque homogenización}} = (0,20 \cdot 2592 \text{ m}^3) \cdot \frac{24 \text{ horas}}{24 \text{ horas}} = 518,4 \text{ m}^3 \approx 520 \text{ m}^3 \quad (2)$$

Donde las dimensiones serían 13x10x4, 13 m de largo, 10 m de ancho y 4 m de profundidad.

La potencia del mezclador se calcula considerando que:

- Para aguas con SST > 200 mg/L debe ser de 15 a 30 W/m³ de tanque
- Para aguas con SST < 200 mg/L debe ser de 4 a 8 W/m³ de tanque

En este caso en que las aguas tienen un valor medio de SST de 104,5142 mg/L, y un tanque de 2592 m³, asumiendo una potencia de 8 W/m³ de tanque, el mezclador deberá tener una potencia de:

$$\frac{20W}{\text{m}^3 \text{ de tanque}} \cdot 2592 \text{ m}^3 = 4169 W \quad (3)$$

Tratamiento terciario: sedimentador terciario

Como tratamiento terciario se utilizará un sedimentador terciario, Para el diseño del sedimentador se usó las siguientes fórmulas

Tabla 10

Variables del proceso para el diseño del sedimentador terciario

Denominación	Formula	Unidades
Área requerida para caudal promedio	$A = (\text{Caudal m}^3/\text{día}) / (\text{Carga Superficial m}^2/\text{día})$	m ²
Diámetro del sedimentador terciario	$D = \sqrt{((4 \times 30.495 \text{ m}^2) / \pi)}$	m
Volumen del sedimentador terciario	$V = A \times D$	m ³
Tiempo de retención	$TR = (V \times 24) / \text{Caudal}$	h

Fuente: Adaptado de Cardenas et al (2020)

Tratamiento terciario: desinfección

Para desinfección de aguas residuales, se empleará el sistema de cloración mediante la adición de hipoclorito de sodio (líquido). Se aplica al efluente de la depuradora en una cámara de mezcla que presenta dimensiones de 20 metros de

largo, 1.5 metros de ancho y 4 metros de alto, así mismo la velocidad de turbulencia que presenta el laberinto es de 4 m/min, para dispersar de manera homogénea del vertido que será desinfectado.

Tabla 11

Concentración de cloro para desinfección de acuerdo con el pH y su grado de eficiencia.

Concentración Cloro (mg/L)	pH 6.5			pH 7.5			pH 8.5		
	90%	99%	99.9%	90%	99%	99.9%	90%	99%	99.9%
1.0	16	31	47	22	45	67	33	65	98
1.4	16	33	49	23	47	79	34	69	103
1.8	17	34	51	25	49	74	36	72	108
2.2	18	35	53	26	51	77	38	75	113
2.6	18	37	55	27	53	80	39	78	117
3.0	19	38	57	28	55	83	41	81	122

Fuente: Adaptado de Dosing Pumps

Tabla 12

Parámetros recomendables para diseño del sistema de desinfección

Denominación	Fórmula	Unidades
Volumen del sistema de desinfección	$V = \text{Largo} \times \text{Ancho} \times \text{Alto}$	m ³
Tiempo de contacto	$TC = Ct / (\text{Concentración Cloro (mg/L)})$	min
concentración de Cloro	$TC = (33 \text{ mg} \cdot \text{min/L}) / (1 \text{ mg/L})$	mg/L
Velocidad de flujo	$V_f = V / TC$	m/min

Fuente: Adaptado de Cardenas et al. (2020)

Tanque de almacenamiento de agua tratada

Es necesario que el agua resultante de la planta de tratamiento sea almacenada para su posterior uso que la municipalidad de Leoncio Prado lo decida, esta agua puede utilizarse para el riego de áreas verdes. Las dimensiones de este tanque de almacenamiento son de 520 m³ y tendrá las dimensiones de 10 m de ancho, 4 m de profundidad y 13 metros de largo.

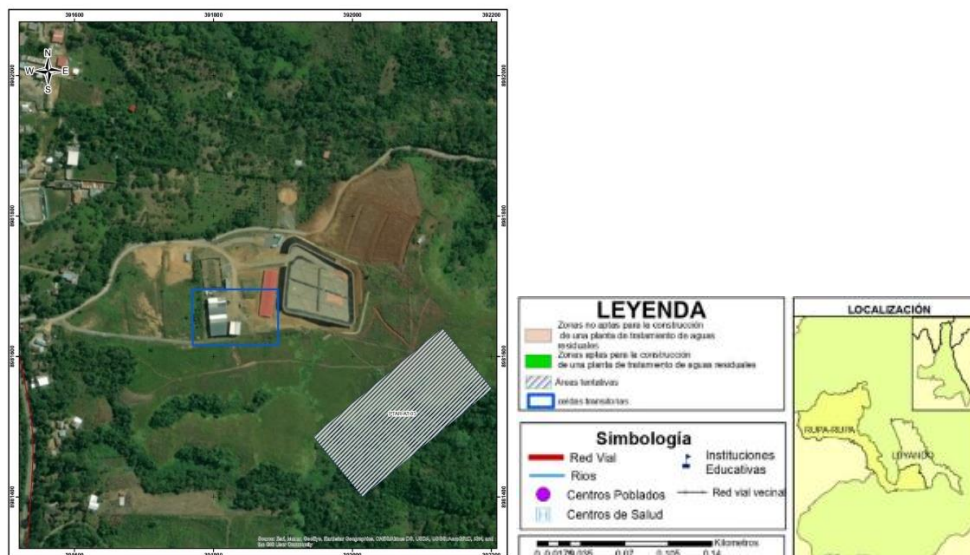
RESULTADO Y DISCUSIÓN

Ubicación del sistema de Lixiviados

Se muestra la ubicación tentativa para la construcción de la Planta de Tratamiento de Lixiviados, tomando en cuenta criterios como zonas pendientes mayores a 15%, áreas naturales protegidas, fallas geológicas, centros poblados y entre otros más.

Figura 1

Mapa de áreas tentativas para la construcción de una Planta de tratamiento de Lixiviados



Diseño del sistema de tratamiento de lixiviados

Desarenador

En la Tabla 13, se presenta los resultados de las dimensiones calculadas del desarenador como pretratamiento del sistema.

Tabla 13

Dimensiones calculadas del desarenador

Dimensiones del desarenador	Unidad	Valor
Área de desarenador	m ²	14,040
Volumen efectivo	m ³	37,260
Tiempo de retención hidráulica	seg	561,600
Área transversal	m ²	0,300
Ancho del canal	m	1,300
Largo del canal	m	10,800

Se eligió como pretratamiento un desarenador, debido a que separa los sólidos sedimentables (arena, grava y arcilla) mediante procesos físicos; esta elección coincide con Cárdenas et al (2020) quien utilizó un desarenador como pretratamiento pero con menores dimensiones (3.5 m de longitud y 0.8 m de ancho), a causa de que trabajaron con un menor caudal a comparación al nuestro.

Figura 2

Vista 3D del diseño del sistema de desarenador



Decantador

En la Tabla 14, se presenta las dimensiones calculadas del tratamiento primario (decantador)

Tabla 14

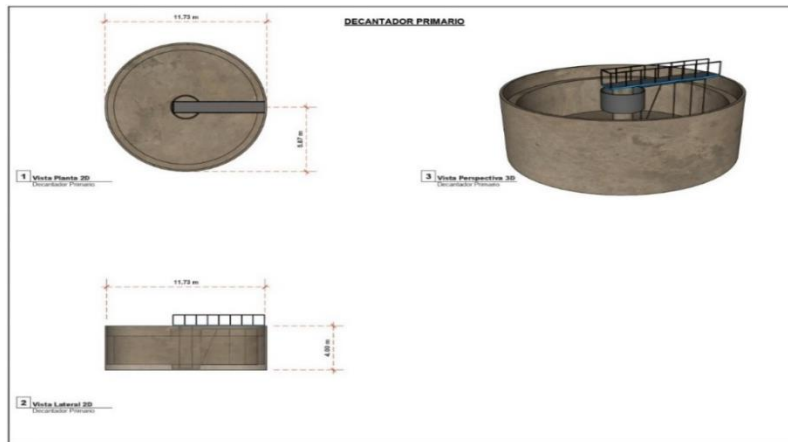
Dimensiones calculadas del decantador primario

Dimensiones del decantador	Unidad	Valor
Volumen del decantador	m ³	432,000
Área superficial del decantador	m ²	108,000
Altura	m	4,000
Diámetro del tanque	m	11,730
Perímetro del tanque	m	36,850
Carga sobre vertedero	m ³ /(h*m)	5,862

Guevara et al. (2014), utiliza un sistema de electrocoagulación como sistema primario, lo cual difiere con el nuestro, ya que es un decantador, pero esto es debido a que en el caso de Guevara et al (2014), presentan elevados contenidos de DBO₅ (3000–4000 mg/L), sólidos suspendidos (200–340 mg/L), DQO (700–6 000 mg/L) y color (800 a 5 546 mgPt-Co/L) siendo estos parámetros de importancia a querer reducir,

Figura 3

Vista en 3D el diseño del Decantador primario



Reactor biológico anaeróbico

En la Tabla 15, se presenta las dimensiones calculadas del reactor biológico anaerobio.

Tabla 15.

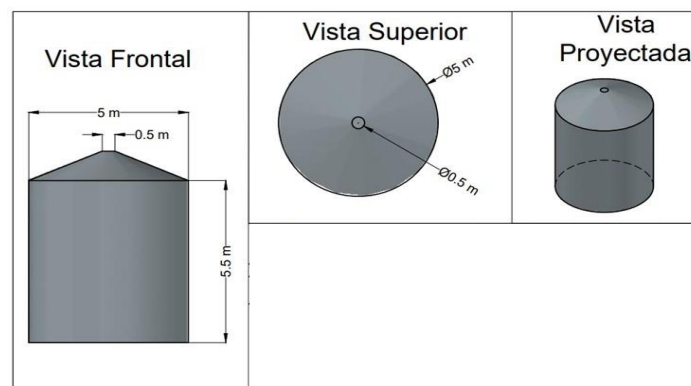
Dimensiones calculadas del reactor biológico anaeróbico

Dimensiones del reactor biológico anaeróbico	Unidad	Valor
Volumen del reactor	m ³	108,216
Área del reactor	m	19,625
Altura efectiva del reactor	m	5,51
Flujo Masivo	kg/día	63517,571
Carga Hidráulica	m/h	1,376
Velocidad de flujo en la campana	m/h	5,503
Área de abertura	m ²	4,907
Área de la sección transversal de la campana	m ²	14,719
Radio mayor de la campana	m	2,165
Ancho de la abertura	m	0,335
Angulo de inclinación de la campana	°	60,000
Altura de la campana	m	3,459
Traslapo	m	0,502
Ancho de los deflectores	m	0,837
Longitud de los deflectores	m	1,675

Los resultados muestran que la altura efectiva del reactor es de 5.51 m, y es recomendable que esta altura sea mayor a 1 m (Caicedo, 2006) debido a que se reduce la producción de biogás, a causa de tener un recorrido corto, lo que impide la separación de las dos fases.

Figura 4

Vista en 3D el diseño del reactor biológico anaerobio



Tanque de Homogenización coagulación-floculación

En la Tabla 16, se presenta las dimensiones calculadas del tanque de homogenización coagulación – floculación.

Tabla 16.

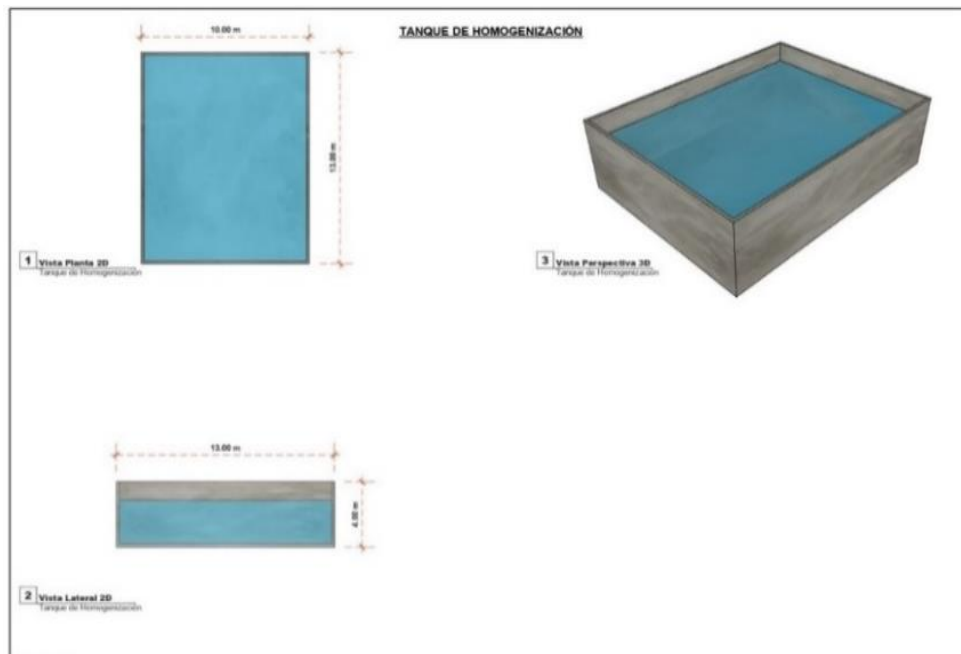
Dimensiones calculadas del tanque de homogenización

Dimensiones del tanque de homogenización	Unidad	Valor
Volumen del tanque de homogenización	m ³	520
Potencia del mezclador	W	4169
Largo	m	13
Ancho	m	10
Profundidad	m	4

Según López (2016), establece como pretratamiento un tanque de homogenización, lo cual no coincide con nuestro trabajo, ya que establecemos al tanque de homogenización como tratamiento secundario para regular el caudal de salida y mezclar la cal con el agua para ser sedimentado en un tanque secundario con el objetivo de precipitar el compuesto tóxico del plomo y sedimentar los lodos; sin embargo Morillo y Fajardo (2005) dice que no es posible controlar el sistema de reactores ya que la composición de los constituyentes en el afluente cambian continuamente a pesar que se cuenta con un tanque de homogenización.

Figura 5

Vista en 3D el diseño del Tanque de homogenización.



Sedimentador Terciario

En la Tabla 17, se presenta las dimensiones calculadas del sedimentador terciario.

Tabla 17

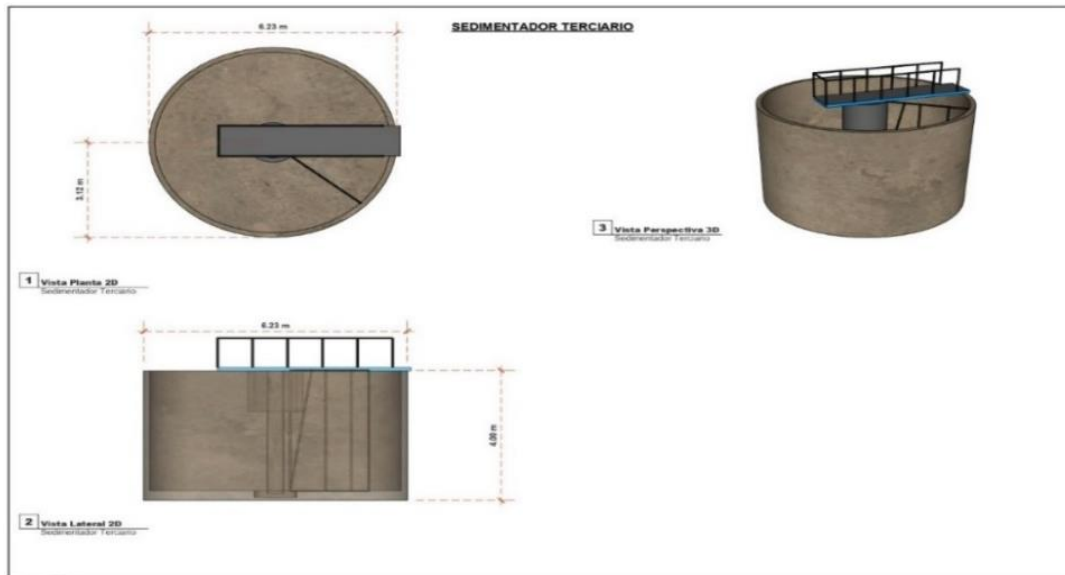
Dimensiones calculadas del sedimentador terciario.

Dimensiones del sedimentador terciario	Unidad	Valor
Área requerida para caudal promedio	m ²	30,495
Diámetro del sedimentador terciario	m	6,230
Profundidad del sedimentador	m	4,000
Volumen del sedimentador terciario	m ³	121,970
Tiempo de retención	h	1,120

Se escogió al sedimentador terciario, debido a que se encarga de remover los sólidos suspendidos mediante la gravedad, para lo cual es necesario producir un fango con una concentración de sólidos que pueda ser tratado con facilidad (Tibanlombo, 2014); lo cual influye en la sedimentación de los flóculos provenientes del tanque de homogenización.

Figura 6

Vista en 3D el diseño del sedimentador terciario.



Sistema de desinfección

En la Tabla 18, se presenta las dimensiones calculadas del sistema de desinfección.

Tabla 18.

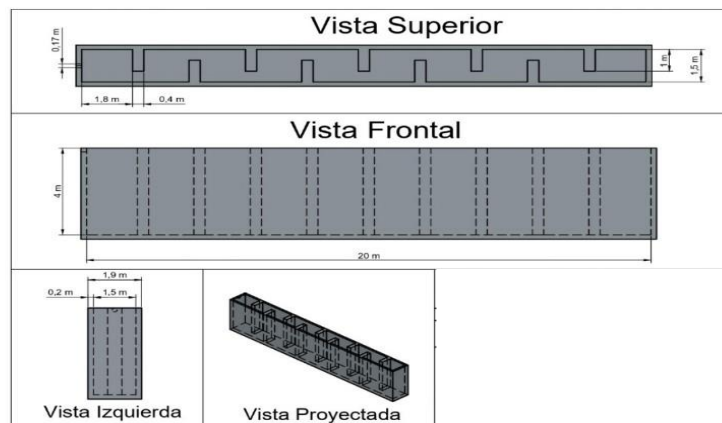
Dimensiones calculadas del sistema de desinfección

Dimensiones del sistema de desinfección	Unidad	Valor
Volumen del sistema de desinfección	m ³	120,00
Tiempo de contacto	min	33,00
concentración de Cloro	mg/L	1,00
Velocidad de flujo	m/min	3,60
Largo	m	20,00
Ancho	m	1,50
Alto	m	4,00

Se escogió un sistema de cloración mediante la adición de hipoclorito de sodio (líquido), debido a que permite la reducción de hasta 99,23 % de DQO y los otros parámetros como pH, Nitrógeno Amoniacal, DBO5 y Sólidos totales, entre otros se encuentran dentro del rango establecido por el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (Cifuentes y Marcela, 2013).

Figura 7

Vista en 3D el diseño del sistema de desinfección



Tanque de almacenamiento de agua tratada

En la Tabla 19, se presenta las dimensiones para el tanque de almacenamiento de agua tratada.

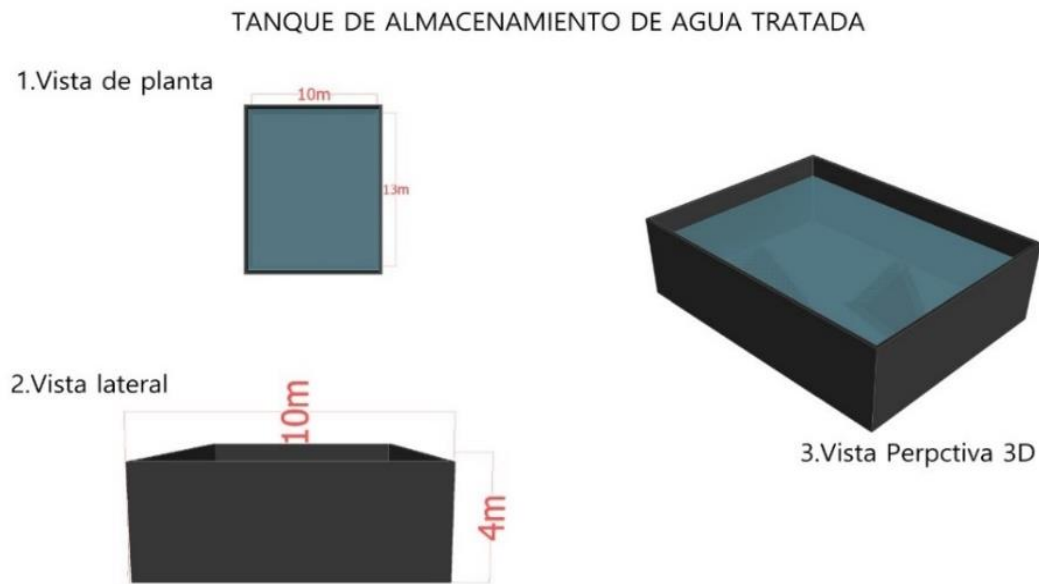
Tabla 19

Dimensiones calculadas del tanque de almacenamiento de agua tratada

Tanque de almacenamiento de agua	Unidad	Valor
Volumen	m ³	250
Largo	m	13
Ancho	m	10
Profundidad	m	4

Figura 8

Vista 3D del tanque de almacenamiento de agua tratada



CONCLUSIONES

Se propuso la ubicación de la planta de tratamiento para los lixiviados de las Celdas Transitorias de Santa Rosa de Shapajilla, tomando en cuenta 8 criterios para poder obtener un área tentativa apta para la construcción.

Se diseñó un sistema de tratamiento para los lixiviados de las Celdas Transitorias de Santa Rosa de Shapajilla conformada por un (1) pretratamiento que es un desarenador, y seis (6) tratamientos, los cuales son: un decantador primario, un reactor biológico anaerobio, un tanque de homogenización, un sedimentador terciario, finalmente un proceso de desinfección y el tanque almacenamiento como los tratamientos restantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Caicedo Messa, F. (2006). Diseño, construcción y arranque de un reactor U.S.B. piloto para el tratamiento de lixiviados. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/3413>
- Cárdenas-Ferrer, Teresa Margarita, Santos-Herrero, Ronaldo Francisco, Contreras-Moya, Ana Margarita, Rosa-Domínguez, Elena, & Correa -Cortés, Yania. (2020). Diseño de una planta para el tratamiento del lixiviado en Vertedero de Sagua La Grande. *Tecnología Química*, 40(2), 413-427.. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852020000200413&lng=es&tlng=es.
- Chisag, T., & Marisol, N. (2014). Diseño de una planta de tratamiento de Lixiviados para el botadero de Curgua del cantón Guaranda provincia de Bolívar. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Cifuentes, D., & Marcela, A. (2013). Estudio del sistema de tratamiento de lixiviados en el relleno sanitario de Lago Agrio. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1501>
- Guevara, A., Guanoluisa, L., & de la Torre, E. (2014). Diseño de Sistemas de Tratamiento de Lixiviados del Relleno Sanitario. *Revista Politécnica*, 34(1). Recuperado a partir de https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/154
- Hidalgo, A. M., Murcia, M. D., Gómez, M., & López, A. J. (2016). ALTERNATIVAS EN EL TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS DE VERTEDERO. *Vsf.es*. Recuperado de: <http://www.conama11.vsf.es/conama10/download/files/conama2016/CT%202016/1998971810.pdf>
- López, E. (2016). "Diseño de la Planta de Tratamiento de Lixiviados para la nueva celda de Desechos Sólidos del Relleno Sanitario del Cantón Pastaza [Tesis pregrado, Universidad Estatal Amazónica .Repositorio digital Universidad Estatal amazónica <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/402>.
- Lozano-Rivas, W. (2012). Diseño de Plantas de Potabilización de Agua. Material de clase. Bogotá D.C., Colombia: Disponible en: <http://wlozano.blogspot.com>.
- MINAM. (SD). Problemática de los residuos sólidos en el Perú. https://www.minam.gob.pe/proyecolegios/Ecolegios/contenidos/biblioteca/biblioteca/m1_rrss_A1L1_Problematica_rrss_Peru.pdf.
- Mishra, S., Tiwary, D., Ohri, A. (2018). Leachate characterisation and evaluation of leachate pollution potential of urban municipal landfill sites. *International Journal of Environment and Waste Management*. <https://www.inderscience.com/info/inarticle.php?artid=93431>.
- Morillo León, F., y Fajardo Fajardo, E. (2005). Estudio de los reactores UASB para el tratamiento de lixiviados del relleno sanitario La Esmeralda.