



Reducción de la carga contaminante de lixiviados producidos en el relleno sanitario de El Inga mediante el proceso de oxidación química con peróxido de calcio.

Daniela Alejandra Gallardo

2019

LOS RESIDUOS SÓLIDOS

- Problema continuo de contaminación.
- 1kg de basura por habitante - América Latina y El Caribe.
- Una de las técnicas mas usadas en América Latina.
- Relleno sanitario aquel que confina los residuos.



Fuente: Telégrafo, (2019).



Fuente: El Universo, (2019).

RELLENO SANITARIO EL INGA

- Impactos de los Rellenos Sanitarios.
- Características fisicoquímicas del lixiviado.
- En el año 2017 el relleno sanitario El Inga del DMQ, recibió diariamente 2.068,09 toneladas (EMGIRS, 2017).
- Aproximadamente, una tonelada de basura genera 0,25 m³ de lixiviado (EMGIRS, 2017).
- Tratamientos de coagulación, floculación, tratamiento biológico y ósmosis inversa.



Fuente: EMGIRS, (2019).



Fuente: EMGIRS, (2019).

JUSTIFICACIÓN

- El lixiviado producido en el relleno sanitario El Inga presenta dificultad para acercarse al cumplimiento de los límites máximos permisibles, por lo que es primordial buscar otras alternativas de tratamiento.
- Existen distintos sistemas de tratamiento convencionales que involucra un alto costo y en muchos casos los porcentajes de remoción de contaminantes son deficientes, por este motivo es importante buscar métodos alternativos de depuración.

OBJETIVO GENERAL

Reducir la carga contaminante de lixiviados producidos en el relleno sanitario de El Inga mediante el proceso de oxidación química con peróxido de calcio con fines de acercar su carga contaminante a los valores máximos permisibles de emisión.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1

Evaluar las características iniciales y finales del lixiviado mediante análisis de laboratorio para determinar la funcionalidad del peróxido de calcio como agente oxidante.

2

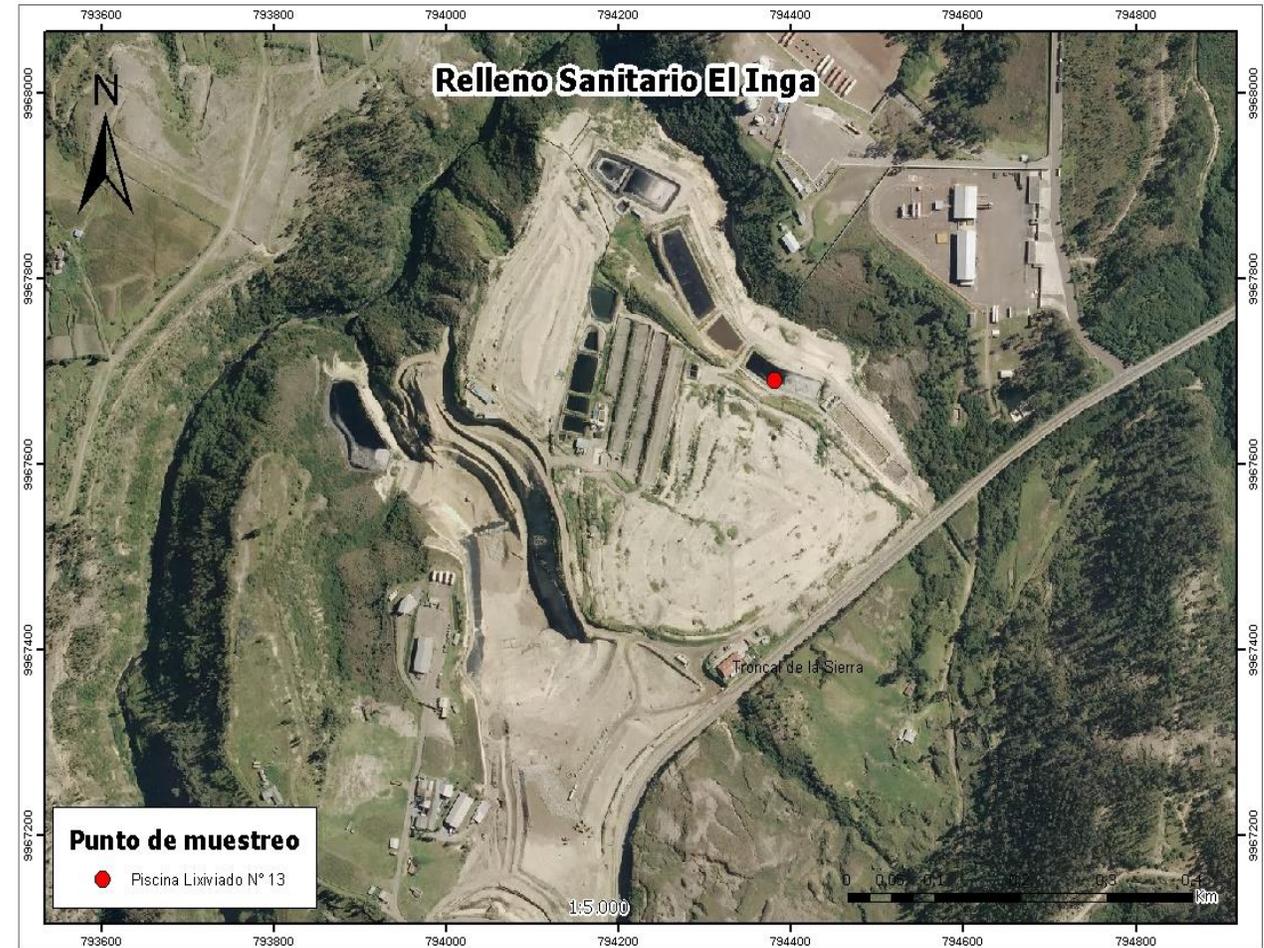
Determinar la eficiencia del peróxido de calcio como una alternativa de tratamiento con base en estudios anteriores para disminuir la carga contaminante del lixiviado producido en el relleno sanitario El Inga.

3

Proponer un mecanismo de tratamiento de lixiviados mediante procesos de oxidación química que pueda ser utilizado como alternativa adicional por parte de la EMGIRS E.P.

ÁREA DE ESTUDIO

- Piscina 13.
- Inga ubicado a 45 km de la ciudad de Quito, dentro de una zona industrial de alto impacto, en el sector de El Inga bajo, entre Pifo y Sangolquí, sobre la vía E35 (EMGIRS, 2017).



Realizado por: Daniela Gallardo (2019)

METODOLOGÍA

1. Fase de campo y muestreo

- Muestreo in situ
- 10 galones de lixiviado
- Preservación de la muestra (4° C en refrigeración).

2. Fase de laboratorio

3. Fase de análisis de datos

Cronograma de muestreos

Número de muestreo	Fecha de muestreo
1	9- Abril-2019
2	25-junio-2019



Medición de
parámetros insitu



Recipiente para almacenar
lixiviado



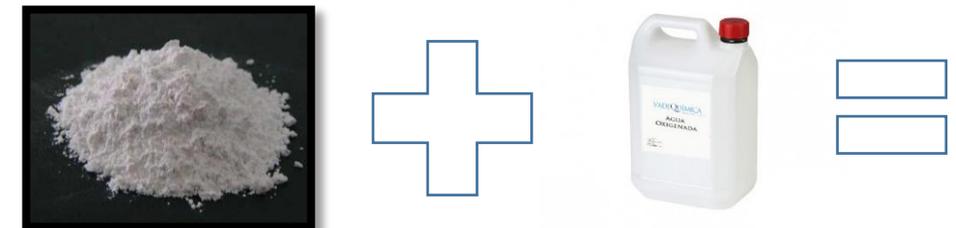
Medición de pH
insitu

METODOLOGÍA

MÉTODOS DE ENSAYO		
Parámetro	Método	Referencia
Nitratos	APHA/AWWA Standard Methods No. 4500E	(APHA, 2017)
Nitritos	APHA/AWWA Standard Methods No. 4500E	(APHA, 2017)
DQO	APHA/AWWA Standard Methods No. 5220. D	(APHA, 2017)
DBO	APHA/AWWA/WEF Standard Methods No. 5210.	(APHA, 2017)
Solidos suspendidos	APHA/AWWA Standard Methods No. 2540D	(APHA, 2017)
Sulfuros	Método Hach 8131	(HACH, 2007)
Nitrógeno Amoniacal	Espectrofotometría Hach 380	(HACH, 2007)

Siguiendo los procedimientos del Standard Methods (APHA, 2017)

Además se realizó, la preparación de peróxido de calcio.



2 concentraciones



Fuente: Gallardo, (2019).

METODOLOGÍA

➤ Coeficiente de variación

Cálculos estadísticos	
Media	$\mu = \frac{\sum x}{N}$
Varianza	$\sigma^2 = \frac{\sum (x - \mu)^2}{N}$
Desviación estándar	$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$
Coeficiente de Variación	$CV = \frac{\sigma}{\mu} * 100\%$

➤ Hassen



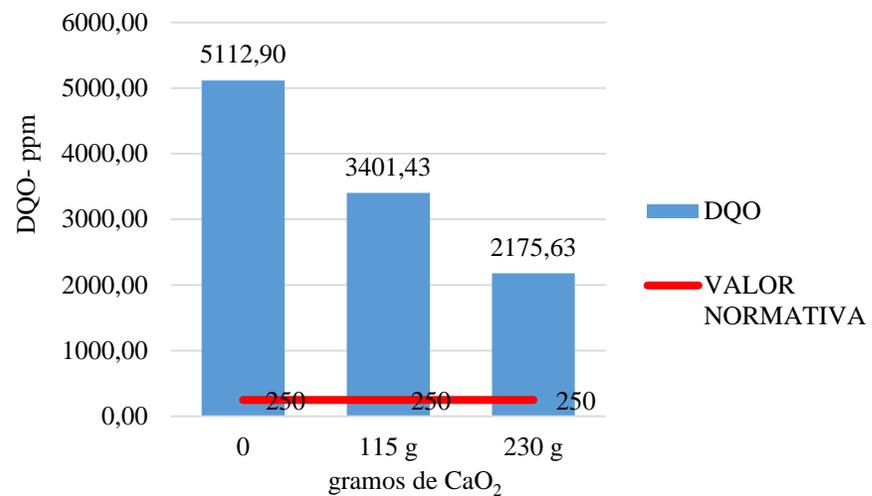
➤ Análisis de costos



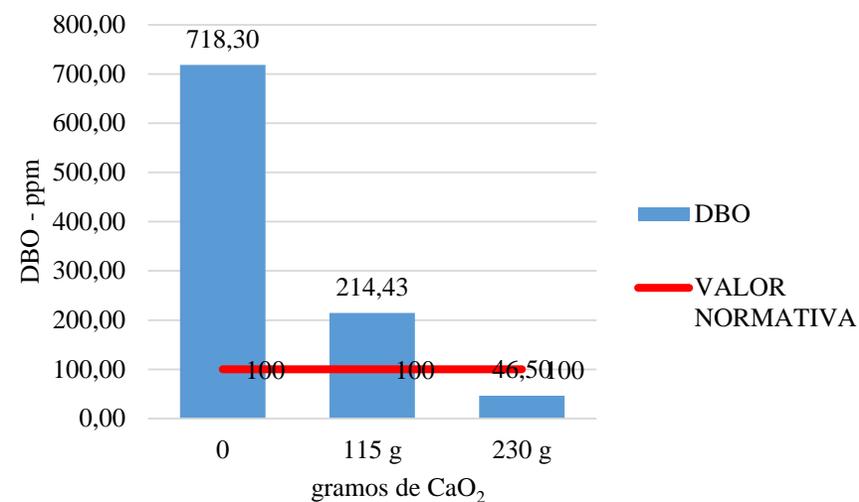
RESULTADOS

Parámetro	UNIDADES	VALOR NORMATIVA	INICIAL 0	FINAL		% Remoción	
				1 PASTILLA 115 gramos	2 PASTILLAS 230 gramos	% REMOCIÓN 1 PASTILLA 115 gramos	% REMOCION 2 PASTILLAS 230 gramos
pH	Unidad de pH	5 - 9	9,00	10,64	13,53	-	-
Conductividad	mS/cm		22,50	14,17	19,91	37,03	11,51
Oxígeno disuelto	ppm		0,31	6,12	6,01	-	-
Nitritos	ppm		200,00	350,00	325,00	-	-
Nitratos	ppm		320,00	95,00	25,00	70,31	92,19
Sulfuros	ppm	0,5	2400,00	1200,00	787,50	50,00	67,19
Nitrógeno amoniaco	ppm	15	1160,00	226,25	53,38	80,50	95,40
DQO	ppm	250	5112,90	3401,43	2175,63	33,47	57,45
DBO	ppm	100	718,30	214,43	46,50	70,15	93,53

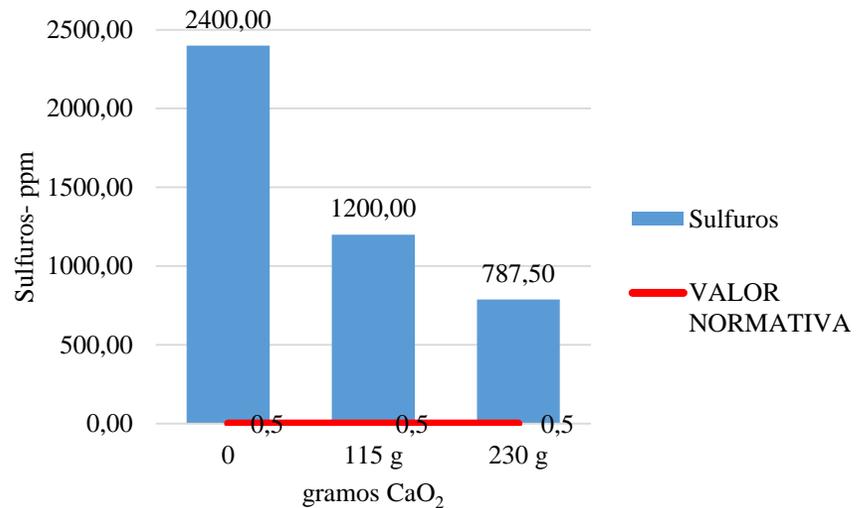
Demanda Química de Oxígeno



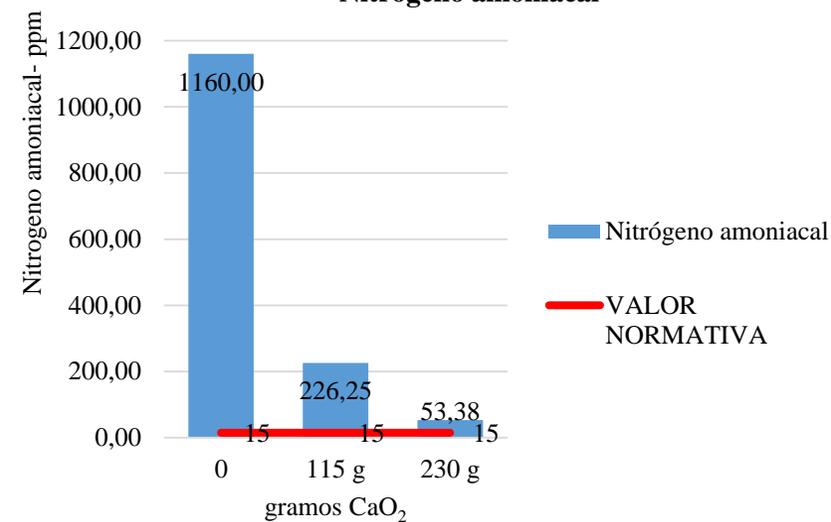
Demanda Biológica de Oxígeno



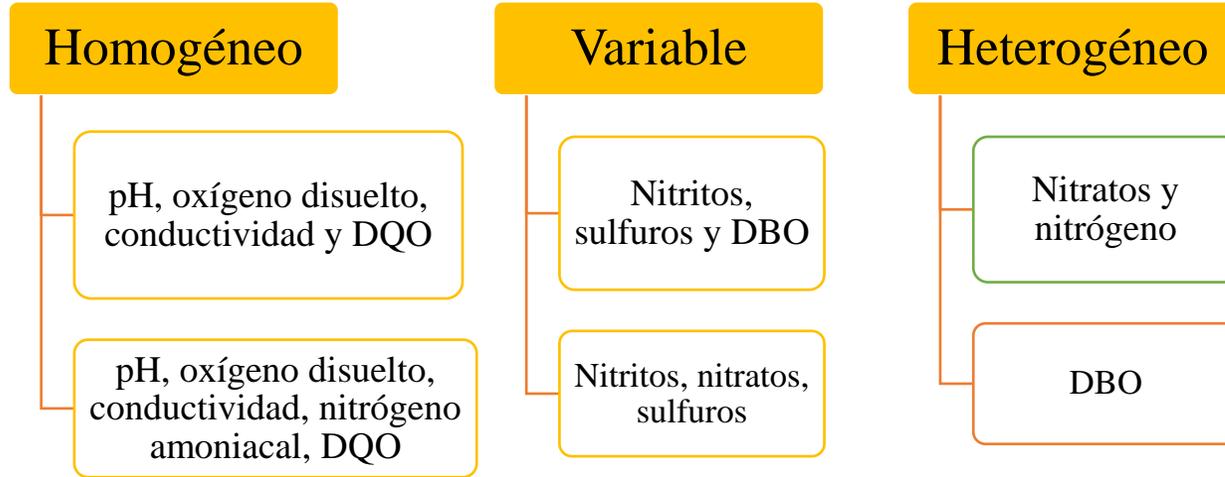
Sulfuros



Nitrógeno amoniacal



RESULTADOS

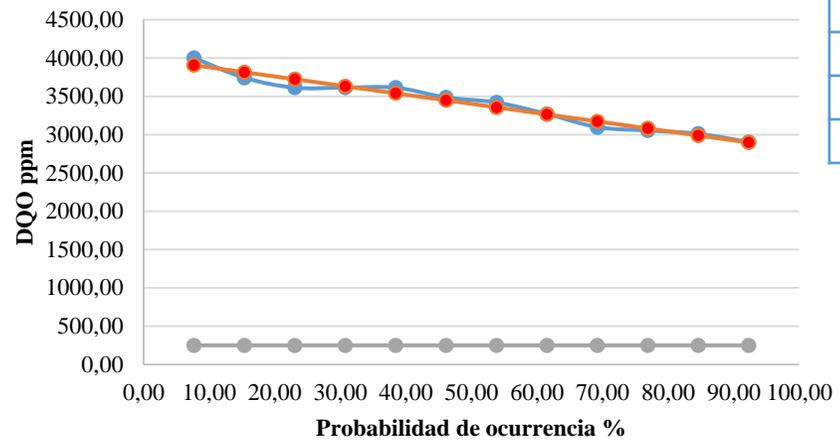


Grado de variabilidad de los datos	Coefficiente de variación
Muy Homogéneos	C.V $\leq 10\%$
Regularmente Homogéneas	10% $< C.V \leq 15\%$
Ligeramente Variables	15% $< C.V \leq 25\%$
Variables	25% $< C.V \leq 50\%$
Muy Heterogéneos	50% $< C.V \leq 100\%$
Extremadamente Heterogéneos	100% $< C.V$

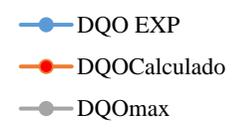
CALCULO DESVIACIÓN ESTÁNDAR (115 g)		
Parámetro	σ	Coef. Variación (%)
pH	0,22	2,06
Conductividad	0,31	2,17
Oxígeno disuelto	0,07	1,21
Nitritos	53,45	15,27
Nitratos	36,65	38,57
Sulfuros	256,35	21,36
Nitrógeno amoniacal	15,07	6,66
DQO	336,78	9,64
DBO	122,15	50,07

CALCULO DESVIACIÓN ESTÁNDAR (230 g)		
Parámetro	σ	Coef. Variación (%)
pH	0,22	1,59
Conductividad	0,30	1,48
Oxígeno disuelto	0,55	9,13
Nitritos	116,50	35,85
Nitratos	15,12	60,47
Sulfuros	188,51	23,94
Nitrógeno amoniacal	27,66	51,81
DQO	203,57	9,36
DBO	19,74	43,43

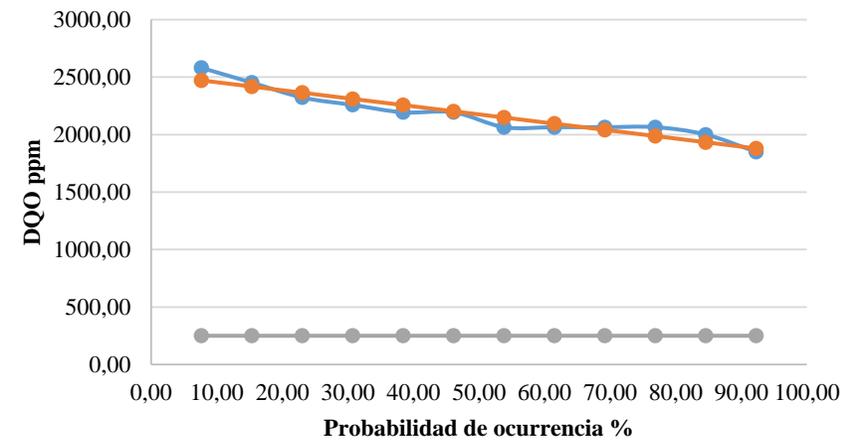
DQOEXP vs DQOCALCULADO 115 g



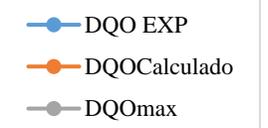
valores notables	
%P	DQO
25,00	3699,58
50,00	3401,43
75,00	3103,29
90,00	2924,41



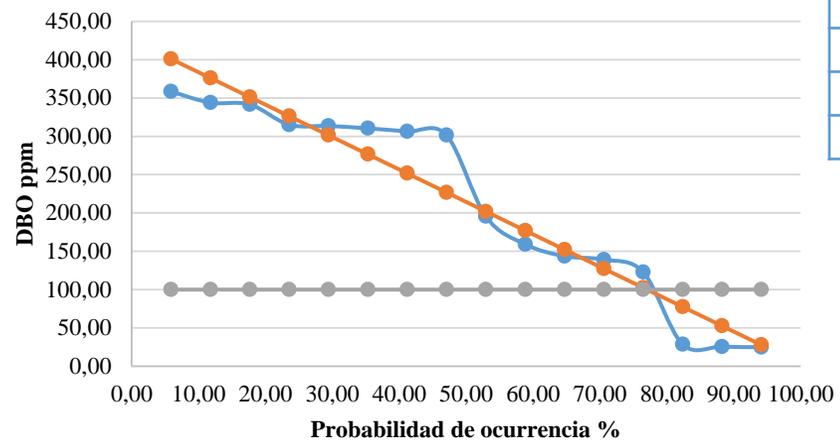
DQOEXP vs DQOCALCULADO 230 g



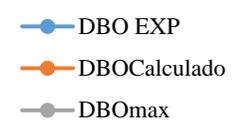
valores notables	
%P	DQO
25,00	2350,60
50,00	2175,63
75,00	2000,65
90,00	1895,67



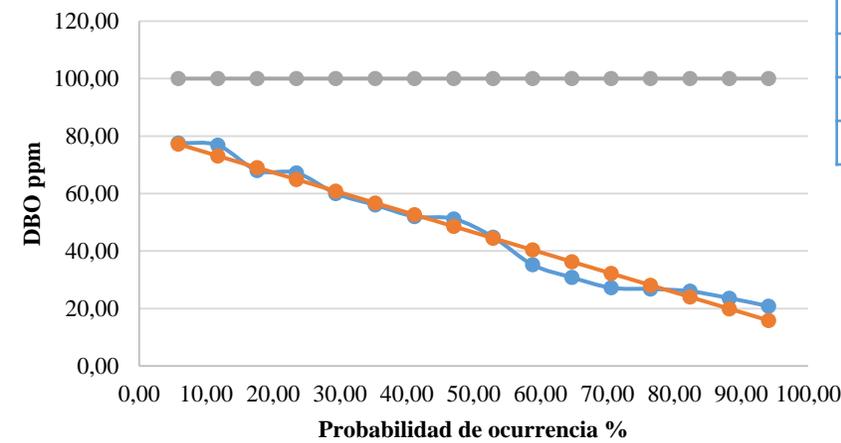
DBOEXP vs DBO CALCULADO 115 g



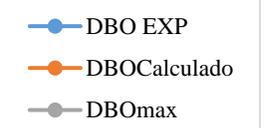
valores notables	
%P	DBO
25,00	320,16
50,00	214,43
75,00	108,69
90,00	45,25



DBOEXP vs DBOCALCULADO 230 g



valores notables	
%P	DBO
25,00	63,89
50,00	46,50
75,00	29,12
90,00	18,68



RESULTADOS

COSTO MATERIA PRIMA

Reactivo	H ₂ O ₂	Ca (OH) ₂
Cantidad (kg)	2	30
Precio (\$)	1,50	15



COSTO POR PASTILLA

Reactivo	H ₂ O ₂	Ca (OH) ₂
Cantidad (g)	75	40
Precio (\$)	0,06	0,02
Total, por pastilla (\$)	0,08	



COSTO TRATAMIENTO PISCINA LIXIVIADO

Volumen prueba laboratorio (m ³)	0,0010
Volumen piscina lixiviado (m ³)	5378
Costo tratamiento final (\$)	410073
Costo por m ³ lixiviado (\$/m ³)	80

CONCLUSIONES

- Se obtuvo un acercamiento a los límites máximos permisibles de la legislación ambiental, concluyendo que el proceso oxidativo con CaO_2 sirve como pretratamiento ayudando a disminuir la carga contaminante y brindando mayores facilidades a tratamientos posteriores.
- El 67% de los parámetros analizados presentaron reducción en sus concentraciones, mientras que el 33% restante aumentó.
- Con los datos obtenidos de demanda biológica de oxígeno se concluye que es un lixiviado biodegradable.
- Por otro lado, la demanda química de oxígeno tuvo dificultad en el proceso de oxidación de sustancias inorgánicas, debido a que el lixiviado se encuentra en su mayor grado de oxidación.
- El valor de pH aumenta, en comparación con la muestra original, debido a las características oxidativas del compuesto.

CONCLUSIONES

- Los nitritos no redujeron su concentración probablemente por una escasez de peróxido de calcio. Aparentemente los nitritos presentes en el lixiviado son orgánicos dificultando su reducción. Se puede analizar esta afirmación en estudios futuros donde se prueben concentraciones superiores de peróxido de calcio.
- La dosis óptima utilizada en esta investigación de 75g de H_2O_2 y 40g $Ca(OH)_2$ fue adecuada para la reducción de la carga contaminante y se obtuvo una mejor eficiencia de reducción con la concentración mayor en todos los parámetros analizados.
- El tratamiento con peróxido de calcio fue realizado en un periodo de cinco días mostrando altos porcentajes de reducción de carga contaminante, en comparación con otros procesos. El proceso no es económicamente viable en comparación con los procesos de tratamientos utilizados actualmente en el relleno.

CONCLUSIONES

- Las muestras heterogéneas y variables pueden ser resultado de interferencias al momento de la realización del análisis o debido a la alta concentración del lixiviado.
- El análisis de probabilidad de ocurrencia arrojó valores favorables para el parámetro de DBO con la utilización de la concentración mayor de CaO_2 , alcanzando el 100% de probabilidad de cumplimiento a los límites máximos permisibles. Sin embargo, para la concentración menor existe un 90% de probabilidad de cumplimiento.

¡Gracias!

- Anrango, M. J. (2018). Métodos alternativos para el tratamiento de lixiviados del relleno sanitario del Cantón Mejía, Pichincha, Ecuador. *Revista de Ingeniería*.
- APHA. (2005). APHA Method 4500-NO3: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, 552.
- Arvelo, Á. (2006). Medidas de dispersión. 2003.
- Castillo, D. (2018). Evaluación de la contaminación por lixiviados en zonas aledañas al botadero de Zámbriza mediante métodos geofísicos. Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas.
- Córdova, A. (2018). Tratamiento fisicoquímico del lixiviado del relleno sanitario Romerillos de la ciudad de Machachi, mediante procesos de Óxido Reducción con peróxido de calcio. *Universidad Internacional SEK*, 15(2), 2017–2019. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2004.3.66178>
- EMGIRS. (2017). Informe de gestión 2017. Rendición de cuentas correspondiente al 2017 implementa “ realidad aumentada” para brindarte información multimedia sobre nuestra gestión.
- Giraldo, E. (2015). Tratamiento De Lixiviados De Rellenos Sanitarios: Avances Recientes. *Revista de Ingeniería*. <https://doi.org/10.16924/riua.v0i14.538>
- HACH. (2003). Method sulfite colorimetric DR/4000 Procedure. 1–4.

- Jaramillo, J., Cepeda, F., & Organización Panamericana De La Salud (OPS). (1991). Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. 10. Retrieved from <http://cdam.minam.gob.pe:8080/handle/123456789/294>
- Larrea, F. (2018). PROPUESTA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA QUEBRADA DEL RÍO MONJAS DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE PICHINCHA, ECUADOR. Director, 15(2), 2017–2019. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2004.3.66178>
- Lu, S., Zhang, X., & Xue, Y. (2017). Application of calcium peroxide in water and soil treatment: A review. Journal of Hazardous Materials, 337, 163–177. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2017.04.064>
- Méndez, R. I. N., Castillo, E. R. B., Suri, M. R. R., Quintal, C. A. F., Giácoman, G. V., & Jiménez, B. C. (2009). COMPARACIÓN DE CUATRO TRATAMIENTOS FISICOQUÍMICOS DE LIXIVIADOS Autónoma de Yucatán . Facultad de Ingeniería . Av . Industrias No Contaminantes por Periférico Norte , s / n . Tablaje Catastral 12685 . Mérida , Yucatán , México . Correo electrónico : mnove. Rev. Int. Contam. Ambient., 25(3), 133–145.
- Municipio de Quito. (2016). Atlas Ambiental Quito Sostenible (p. 312). p. 312. Tecnoprint.

- Noguera, K. M., & Olivero, J. T. (2010). Los rellenos sanitarios en Latinoamérica: caso colombiano. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 34(September 2010), 347–356. Retrieved from http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_34/132/347-356.pdf
- Rivadeneira, A. (2015). Impacto del fondo de compensación en el desarrollo de las cuatro comunidades aledañas al relleno sanitario del MDMQ: Santa Ana, Itulcachi, El Inga y El Belén. 1–122. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.39079>
- Rivadeneira, N. (2017). PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS DEL RELLENO SANITARIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO. Universidad Central Del Ecuador, 1–29.
- Rodríguez, S. (2014). Mejoramiento de los procesos de gestión de las operaciones de la disposición final de los desechos sólidos en el DMQ.
- Salazar, C., & Castillo, S. (2018). Fundamentos básicos de estadística. Ecuador- Quito.
- Salguero, E. (2018). ANÁLISIS DE PIEDRA PÓMEZ COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA FLORÍCOLA LA HERRADURA FLOHERRERA S.A, UBICADA EN EL CANTÓN SALCEDO.

- Salguero, E. (2018). ANÁLISIS DE PIEDRA PÓMEZ COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA FLORÍCOLA LA HERRADURA FLOHERRERA S.A, UBICADA EN EL CANTÓN SALCEDO.
- Solvay Chemicals. (2010). IXPER 60C Calcium Peroxide IXPER 60C Calcium Peroxide. 1–7.
- Valles, A. (2013). Tratamiento Fisicoquímico y Biológico de lixiviado del Relleno Sanitario de la ciudad de Director de Tesis : Luis Armando Lozoya Márquez.
- Vargas, A. (2016). OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO PRIMARIO DE LIXIVIADOS PRODUCIDOS EN EL RELLENO SANITARIO EL INGA MEDIANTE MEZCLAS DE FLOCULANTES. Universidad Central del Ecuador.
- Zaldumbide, L. (2012). Caracterización física de Residuos Sólidos Urbanos, Caracterización Química de Lixiviados y Propuesta de Tratamiento para Lixiviados del Relleno Sanitario del Cantón Mejía. Universidad Internacional SEK.
- Zulia, U., Urdaneta, G., Joheni, A., & Zulia, U. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe.