



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

Influencia del lixiviado proveniente del relleno sanitario “Portillo Grande”
en la durabilidad del caucho SBR utilizado como cubierta, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero ambiental

AUTOR:

Roy Edgar Montero campos

ASESOR:

Alejandro Suárez Alvites Ph.D.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y gestión de los residuos

LIMA – PERÚ

2018

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) Montero Campos, Roy Edgar; cuyo título es: Influencia del lixiviado proveniente del relleno sanitario "Portillo Grande" en la durabilidad del caucho SBR utilizado como cubierta, 2018.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 16 (número) dieciseis. (letras).

Lima Este (o Filial) 18 de julio del 2018.



.....
EDUARDO RONALD ESPINOZA FARFAN
PRESIDENTE



.....
RITA JAQUELINE CABELLO TORRES
SECRETARIO



.....
Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Dedicatoria

A mis padres.

Agradecimientos

A aquellas personas que fueron el combustible que movió esta maquinaria y que ahora acaba de recorrer uno de los tantos tramos que le esperan. Padres, docentes y amistades. Un eterno agradecimiento para Uds.

Declaratoria de autenticidad

Yo Roy Edgar Montero Campos con DNI N.º 72750466, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería, Escuela Profesional de ingeniería ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

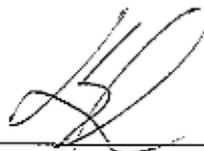
Lima, 22 de julio de 2018



Roy Edgar Montero Campos
DNI: 72750466

Presentación

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Influencia del lixiviado proveniente del relleno sanitario “Portillo Grande” en la durabilidad del caucho SBR utilizado como cubierta, 2018”, cuyo objetivo fue evaluar la influencia que tiene el lixiviado proveniente del relleno sanitario “Portillo Grande” en la durabilidad del caucho SBR y que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniera Ambiental. La investigación consta de seis capítulos.



Roy Edgar Montero Campos
DNI: 72750466

Resumen

El presente estudio se planteó como objetivo evaluar la influencia que tiene el lixiviado proveniente del relleno sanitario “Portillo Grande”, dándole énfasis al pH de este y como influye sobre la durabilidad del caucho SBR siendo utilizado como una cubierta protectora. Se empleó la metodología Superficie Respuesta (MSR) ya que nos permite obtener la mayor información de los procesos con datos experimentales limitados. Para la obtención de datos se ha empleado el Diseño Factorial 2^k . La población de estudio estuvo constituida por planchas de 2m^2 de geomembrana HDPE y caucho SBR las cuales fueron acondicionadas adecuadamente.

La muestra del lixiviado la cual fue obtenida en el relleno sanitario “Portillo Grande” fue alterada, obteniendo al fin valores de pH como 7.5, 8 y 8.4 con finalidad de realizar el diseño factorial ya antes mencionado. Además, se acondicionaron los recipientes de tal manera que la experimentación fuera lo más anaeróbica posible, simulando un relleno sanitario convencional y de cierta antigüedad. Los resultados obtenidos con respecto a la propiedad mecánica como la resistencia a la tracción fueron de 2.77 MPa dentro del rango de 60 días y 8.4 pH mientras que pico más bajo fue de 2.04 MPa en el rango de 20 días con pH de 7.5; mientras que con respecto a la elongación se obtiene el porcentaje de resistencia más alto a los 40 días con un 68.5% y pH de 8 y el más bajo de 43.2% con pH de 7.5. Se puede concluir que, a partir de los análisis, la resistencia del caucho y su efectividad dependieron tanto del pH como del tiempo. Se recomienda mejorar las propiedades mecánicas del caucho SBR quizá utilizando algún compuesto natural en el proceso de vulcanizado con el fin de reforzar las propiedades mecánicas del caucho SBR.

Palabras clave: lixiviado, anaeróbica, relleno sanitario, pH, tracción, elongación

Abstract

The objective of this study was to evaluate the influence of leachate from the "Portillo Grande" sanitary landfill on the durability of SBR rubber being used as a protective cover. The methodology Response Surface (MSR) was used since it allows us to obtain the most information of the processes with limited experimental data. To obtain data, the 2k Factorial Design was used. The study population consisted of plates of 2m² of HDPE geomembrane and SBR rubber, which were suitably conditioned.

The leachate sample which was obtained in the "Portillo Grande" sanitary landfill was altered, finally obtaining pH values such as 7.5, 8 and 8.4 in order to perform the factorial design already mentioned. In addition, the containers were conditioned in such a way that the experimentation was as anaerobic as possible, simulating a conventional sanitary landfill of a certain age. The results obtained with respect to the mechanical property such as tensile strength were 2.77 MPa within the range of 60 days and 8.4 pH, while the lowest peak was 2.04 MPa in the range of 20 days with a pH of 7.5; while with respect to elongation the highest percentage of resistance at 40 days is obtained with 68.5% and pH of 8 and the lowest of 43.2% with pH of 7.5. It can be concluded that, from the analyzes, the rubber resistance and its effectiveness depended on both pH and time. It is recommended to improve the mechanical properties of the SBR rubber perhaps by using some natural compound in the vulcanization process in order to reinforce the mechanical properties of the SBR rubber.

Keywords: leachate, anaerobic, sanitary landfill, pH, traction, elongation

Índice general

I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad problemática.....	16
1.2. Trabajos previos.....	17
1.3. Teorías relacionadas al tema	22
1.3.1. Temas relacionados a la variable independiente.....	22
1.3.2. Temas relacionados a la variable dependiente	29
1.4. Formulación del problema.....	35
1.4.1. Problema general	35
1.4.2. Problemas específicos.....	35
1.5. Justificación de estudio	35
1.5.1. Justificación teórica	36
1.5.2. Justificación metodológica.....	36
1.5.3. Justificación tecnológica	37
1.6. Hipótesis	37
1.6.1. Hipótesis general.....	37
1.6.2. Hipótesis específicas	37
1.7. Objetivo	38
General.....	38
Específicos	38
II. METODO.....	39
2.1. Diseño de investigación	40
2.2. Variables, operacionalización.....	42
2.2.1. Variables.....	42
2.2.2. Matriz de operacionalización de variables	43
2.3. Población y Muestra.....	44
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	44
2.5. Métodos de análisis de datos.....	45
2.6. Aspectos Éticos.....	45
III. RESULTADOS	46
3.1. Datos experimentales.....	47
3.1.1. Pruebas de tracción.....	47
3.1.2. Pruebas de elongación	52
3.1.3. Pruebas de peso.....	57

3.1.4. Pruebas de densidad.....	58
IV.DISCUSIÓN.....	60
V. CONCLUSIONES	63
VI.RECOMENDACIONES.....	66
VII. REFERENCIAS	68
VIII.ANEXOS.....	74

Índice de tablas

Tabla 1. Rellenos sanitarios a nivel nacional. Perú, 2018.....	23
Tabla 2. Composición de lixiviados de un relleno sanitario.....	26
Tabla 3. Composición de lixiviados de un relleno sanitario.....	26
Tabla 4. Características generales del caucho SBR.....	32
Tabla 5. Tratamientos para la obtención de datos.....	41
Tabla 6. Matriz de operacionalización de variables.....	42
Tabla 7. Resistencia a la tracción-Caucho SBR.....	46
Tabla 8. Resistencia a la tracción-Geomembrana HDPE.....	46
Tabla 9. Análisis de varianza para modelo de 1° orden para la tracción.....	50
Tabla 10. Análisis de varianza para modelo de 1° orden para el diseño.....	50
Tabla 11. Resistencia a la elongación-Caucho SBR.....	51
Tabla 12. Resistencia a la elongación-Geomembrana HDPE.....	51
Tabla 13. Análisis de varianza para modelo de 1° orden para la elongación..	55
Tabla 14. Análisis de varianza para modelo de 1° orden para diseño.....	55
Tabla 15. Peso inicial y final-Caucho SBR.....	55
Tabla 16. Peso inicial y final-Geomembrana HDPE	56
Tabla 17. Densidad-Caucho SBR.....	58
Tabla 18. Densidad- Geomembrana HDPE.....	58

Índice de figuras

Figura N°1. Ubicación del relleno sanitario “Portillo Grande”.....	24
Figura N°2. Toma de muestra del lixiviado.....	25
Figura N°3. Composición química del caucho SBR.....	31
Figura N°4. Diseño factorial (pH, tiempo).....	40
Figura N°5. Gráfica de contorno de superficie de resistencias constantes. Tracción caucho SBR.....	48
Figura N°6. Gráfica de superficie respuesta tridimensional del rendimiento del modelo de regresión. Tracción caucho SBR.....	49
Figura N°7. Gráfica de contorno de superficie de resistencias constantes. Elongación caucho SBR.....	53
Figura N°8. Gráfica de superficie respuesta tridimensional del rendimiento del modelo de regresión. Elongación caucho SBR.....	54
Figura N°9. Grafica de la tendencia del peso inicial y final del caucho SBR.	56
Figura N°10. Grafica de la tendencia del peso inicial y final de la geomembrana HDPE.....	57
Figura N°11. Grafica comparativa de densidad entre el caucho SBR y la geomembrana HDPE.....	58

Índice de anexos

Anexo N°1. Matriz de consistencia.....	75
Anexo N°2. Instrumento de recolección de datos. Caucho SBR.....	76
Anexo N°3. Instrumento de recolección de datos. Geomembrana sintética HDPE.....	77
Anexo N°4. Cuadro comparativo de las propiedades mecánicas entre el caucho SBR y la geomembrana HDPE.....	78
Anexo N°5. Cuadro comparativo de las propiedades físicas entre el caucho SBR y la geomembrana HDPE.....	79
Anexo N°6. Validación de instrumento.	80
Anexo N°7. Resultados de laboratorio del LABICER.....	85
Anexo N°8. Experimentación.....	101

I. INTRODUCCIÓN

La disposición final de los residuos sólidos es uno de los problemas más agobiantes en nuestro país. Se estima una generación de 23 toneladas de basura por día en el Perú (Perú21 [en línea]) la cual debe ser tratada adecuadamente con técnicas, en primera instancia, de segregación y luego con la debida ingeniería del caso en los rellenos sanitarios.

La realidad que vemos en las calles, en botaderos informales en plena capital nos muestran un panorama distinto al que esperamos. Y si esto lo llevamos a pueblos alejados, con menos recursos y menor fiscalización; las cosas se agravan aun peor.

Pueblos como el de Cabana-Pallasca ubicado en el departamento de Ancash, en la actualidad solo cuentan con un botadero ubicado a las afueras de la ciudad. Se cuenta con el perfil para la implementación de un relleno, pero de alguna manera el proyecto se viene retrasando gestión tras gestión excusándose, en gran parte, por los altos costos de los materiales a usarse en la construcción.

Debido a ello, ante la necesidad de investigar y proponer nuevas alternativas, económicas y ambientalmente eficientes, se plantea encontrar un sustituto a la geomembrana sintética HDPE experimentado con el caucho SBR. Para ello se realizaron pruebas de resistencia a la tracción y elongación, así mismo, en el peso y densidad de los materiales con el fin de constatar la eficiencia que puede tener un material ante el otro.

1.1. Realidad problemática

La realidad palpable de muchos pueblos, ya sean en este país o en otros, es la marcada diferencia que existe entre las grandes urbes y los pueblos alejados. La calidad de vida en determinados lugares está marcada, entre otros factores, por la eficiencia de los servicios brindados por las autoridades competentes. El tema de interés central de esta investigación son los residuos sólidos y su disposición final; por lo que, teniendo en cuenta cifras oficiales, se generan 23 toneladas de basura por día en el Perú (Perú21 [en línea]) los cuales serán tratados en solo 25 rellenos sanitarios ubicados a lo ancho del país. Entonces, se puede llegar a la conclusión de que, a las autoridades, actuales y pasadas, no han abordado el tema a fondo y a conciencia. El pueblo de Cabana, (lo cito como ejemplo puntual ya que realice practicas preprofesionales en el periodo 2017-II), está ubicado en la provincia de Pallasca - región Ancash, con una población estimada de 2724 personas (INEI, 2015), en la actualidad no maneja una debida disposición de sus residuos sólidos finales ya que solo cuenta con un botadero ubicado a las afueras del pueblo (15 minutos en camioneta). El municipio tiene presente que debe dar una correcta disposición final de sus residuos, es por ello que tienen diseñado un perfil para la construcción e implementación de un relleno sanitario manual que cubra las necesidades de la ciudad; pero el bajo presupuesto con el que cuentan y el “alto” costo de algunos de los materiales que conlleva la implementación de esta obra, dilatan la puesta en marcha de la misma. Si bien es cierto, los rellenos artesanales o manuales no son muy complicados de implementar, mucho menos de mantener; pero mientras las autoridades no den la prioridad que merece la salud pública y el cuidado del medioambiente, proyectos como estos, no verán la luz en mucho tiempo. La opción que planteo en esta investigación es la de reemplazar la geomembrana utilizada como capa de protección del suelo o como cobertura en general por un producto económicamente más accesible y de mucho uso en la industria como es el caucho SBR; de comprobada resistencia y de mucha utilidad en la actualidad. A partir de la experimentación y comparación en el laboratorio comprobare si es una opción tangible al material sintético y poco biodegradable como lo es la geomembrana.

1.2. Trabajos previos

REYES, M. (2015). En su investigación “Lixiviados en plantas de residuos. Una contribución para la selección del proceso de tratamiento”, el cual fue sustentado en la Universidad Politécnica de Valencia – Departamento de Física aplicada, se planteó como objetivo analizar la sensibilidad de los pesos de los criterios de decisión (con respecto a las técnicas de depuración y tratamiento de lixiviados) y los valores de rendimiento de las alternativas (de la técnica empleada), expresados al final con un sistema experto para seleccionar el procedimiento para el tratamiento y depuración de los lixiviados de plantas de residuos. En cuanto a su metodología, se tomó decisiones de manera estructurada con el fin de llegar a definir cuál de todas las técnicas de tratamiento es la más adecuada en ciertas situaciones. Las técnicas para tratar lixiviados se ven afectados negativamente si la cantidad de los mismo aumentan. Se indica también, que la producción de lixiviados inicia entre el primer año y el segundo de la puesta de servicio de la planta, teniendo valores máximos en cercanos a los 15 y 20 años, siendo estos lixiviados los que presentan una peor calidad por presentar una carga muy ácida. Las condiciones climáticas, como las lluvias alterar, en cierta medida, la calidad y composición de los lixiviados. Para ello se utilizó el proceso de jerarquía analítica (AHP) con el método Delphi y la técnica VIKOR. Concluyéndose al fin que, si bien es cierto, que el lixiviado es un líquido muy peligroso y variable, es recomendado purificarlo lo más que se pueda, para ello, en el análisis de sensibilidad aplicado al método AIJ, la alternativa más sensible es PBA (una combinación de un tratamiento biológico, un tratamiento fisicoquímico y un proceso de adsorción mediante carbón activado).

Este trabajo se relación con la investigación en curso ya que brinda un mejor panorama acerca de los lixiviado y de los criterios que se utilizan para optar por las mejores técnicas en su tratamiento. Así mismo, hace mención de la antigüedad de los cambios que sufren los lixiviados pasados ciertos años y como su acidez varia drásticamente.

CUARTAS, C. (2012). En su investigación “Optimización del diseño de vertederos de residuos sólidos basada en modelización”, el cual fue sustentado en la Universidad de Cantabria – Departamento de matemática aplicada y ciencias de la computación, se planteó como objetivo desarrollar estrategias para obtener mejores valores con finalidad de cumplir las altas expectativas vinculadas a los parámetros de control dentro de un relleno sanitario. Con respecto a los lixiviados, se analizó lo siguiente: DQO (kg) y carga total de NH₄ (kg), tanto en la carga máxima mensual (kg) y en su concentración media mensual máxima (mg/L). Cuanto menor sea la capa vertida en el relleno, la biodegradación va en aumento, dependiendo mucho del tipo de clima de la zona (si se tratase de zona sierra, en épocas de lluvias, se incrementa enormemente). Según el tesista, en el modelo de regresión, los coeficientes para la altura de capa son positivos (entre 0,09 y 0,16); a mayor altura de capa, mejor calidad del lixiviado (menos contaminado). El caso de la densidad también se ha comentado. Como norma general, a mayor densidad mayor degradación del residuo ya que el porcentaje de saturación de este es mayor. De esta forma, los coeficientes de regresión son negativos (entre -0,10 y -0,28) indicando que, a mayor densidad, peor calidad de lixiviado (más contaminado está). Además, el efecto de la cobertura tendría 2 efectos: el primero, la reducción en el flujo de los lixiviados (volumen generado) lo que se ocasionaría, también, una baja en los contaminantes del relleno con respecto a los lixiviados; y el segundo, la cobertura al retener la humedad, origina que la degradación sea mayor, ocasionando la generación de biogás.

MENDOZA, P., LOPEZ, V. (2004). En su investigación “Estudio de la calidad del lixiviado del relleno sanitario la esmeralda y su respuesta bajo tratamiento en filtro anaerobio piloto de flujo ascendente” el cual fue sustentado en la Universidad Nacional de Colombia – Facultad de Ingeniería y Arquitectura, se planteó como objetivo estudiar las características del lixiviado del relleno sanitario La Esmeralda, observando la variación con el clima y el tiempo y conocer la calidad y cantidad del lixiviado del mismo; para ello aplico el diseño experimental y, con respecto a la metodología, caracterización de las muestras por fechas (los lixiviados varían según condiciones climatológicas sobre todo en épocas de verano e invierno), realizar un muestreo cada 30 minutos durante un

periodo de 6 horas midiendo en campo pH, temperatura y caudal por método volumétrico además de un análisis físico-químico llevando muestras al laboratorio como la DBO, midiéndose DBO520 , DBO1020, DBO1520 y DBO2020, considerando que a los 5 días ocurre cerca del 70-80% de la reacción y que para la última medida de DBO se ha completado cerca del 95% de la oxidación. Los resultados fueron que el lixiviado presenta cambios bruscos en su caudal por efecto de las precipitaciones, el pH en los lixiviados provenientes de la zona nueva oscila entre 7.5-7.9 con una temperatura de entre 26°C a 28°C. Mientras que en el lixiviado viejo la temperatura disminuye a 22 °C en promedio y el pH aumenta entre 8 - 8.3. Considerando el tipo de residuo, los resultados obtenidos para el lixiviado viejo fueron bajos, entre 69 y 158 mg/l. Para el lixiviado nuevo la carga de DBO oscila entre 723.25 y 1516.15Kg/d y los valores máximos y mínimos se pueden presentar en cualquier época del año, sin embargo, para los dos primeros muestreos (caracterizados por fuertes lluvias y sin la construcción de los nuevos canales) el agua pudo arrastrar sustancias presentes en el suelo que propiciaron el aumento de la DBO.

GARCIA, C. (2017). En su investigación “Obtención de un material biocompuesto a partir de caña de azúcar y caucho natural como sustituto del plástico” el cual fue sustentado en la universidad Cesar Vallejo – Facultad de Ingeniería, se planteó como objetivo, a partir del bagazo de la caña de azúcar y el caucho natural, obtener un material biocompuesto que sustituya al plástico. Para ello aplico un diseño experimental cuantitativo, ya que sus datos fueron obtenidos después de finalizar la experimentación, recopilar datos y posterior análisis en el laboratorio. Este trabajo trata de buscar una alternativa natural y biodegradable al plástico sintético que todos conocemos y utilizamos, es por ello el uso del caucho natural conjunto con el bagazo extraído del proceso de obtención del azúcar. En cuanto a la metodología, la investigadora propuso el MSR y el diseño factorial 2K para la obtención de los datos siendo la cantidad del caucho y la del bagazo expresada en gramos. Se utilizaron dos niveles de cantidad en ambos materiales: 50 y 100 gramos de cantidad del caucho y, 50 y 60 gramos de bagazo de caña de azúcar. Se realizaron 5 repeticiones en los ensayos de laboratorio por exigencias del protocolo. Los datos fueron procesados en el programa Mathcad. Siendo el material que más resistencia tuvo

a los ensayos de mecánicos de tracción y flexión la conformada por 60 gramos de bagazo y 50 gramos de caucho, brindando datos como resistencia a la tracción de 3.61 MPa, elongación a la ruptura de 21.4% y resistencia a la flexión de 5.28 MPa. Al final se llegó a la conclusión que, “no hay evidencia que demuestre la influencia de la composición de bagazo de caña de azúcar y caucho natural en la resistencia de la tracción”. Pero si experimental mediante los resultados obtenidos en el laboratorio, concluyendo que, a menor cantidad de bagazo y mayor de caucho natural, el porcentaje de deformación del material biocompuesto crece. Por lo que la inversa proporcionaría una mayor resistencia a la flexión. Aunque se debe resaltar que los valores obtenidos no reemplazan en la sustitución al plástico (la resistencia a la tracción de la experimentación es 3.61 MPa mientras que la del plástico es 15MPa, mientras que la resistencia a la flexión es de 5.38 MPa y la del plástico 31.72MPa). Este trabajo se relaciona mucho con la investigación en curso ya que en él se analizaron las propiedades físicas del caucho, que también analizare desde otro enfoque teniendo como referente de comparativa la geomembrana sintética.

BLANCO, Manuel. (et al), (2008). En su artículo de investigación “Estado de las geomembranas sintéticas de polietileno de alta densidad (pead) a los siete años de su instalación de balsas” el cual fue presentado a la revista Ingeniería Civil (CEDEX) el año 2008, se planteó como objetivo medir las propiedades de resistencia de la geomembrana de alta densidad utilizada en la impermeabilización de balsas después de 7 años de su puesta en marcha. El monitoreo de los geosintéticos se debe realizar cada cierto tiempo, dependiendo de la condiciones medioambientales y geológicas de la zona con el fin de prevenir o estimar un posible daño en la retención de líquidos y/o otras sustancias retenidas. Con respecto a la metodología, se aplicó pruebas físicas y mecánicas como medida de espesores, resistencia a desgarros, resistencia de la soldadura por tracción, entre otros. Concluyéndose, en caso de la tracción, que, en las 14 balsas sometidas a pruebas, la sección transversal de la geomembrana presento valores más altos que la longitudinal; así mismo, en la resistencia al alargamiento en rotura (%) se mantuvo los valores más altos en la sección transversal. Salvo algún caso aislado, todos los valores en estos parámetros estuvieron dentro de lo esperado y adecuados. Este trabajo se

relaciona con este trabajo de investigación en las propiedades mecánicas analizadas como la tracción y elongación siendo de mucha utilidad al momento de iniciar una discusión.

MENDOZA, Erick (et al), (2013). En su artículo de investigación “Efectos de la recirculación de los lixiviados sobre las propiedades físicas y químicas de los RSU sometidos a digestión anaeróbica” el cual se presentó a la Revista Internacional de Contaminación Ambiental en México, se planteó analizar los cambios químicos y físicos que suceden en los RSU. Para ello se empleó una metodología que consistió en, a partir de 300 kg de muestra inicial y 50 kg de final de RSU provenientes de un relleno sanitario RESA intermunicipal de Michoacán, la construcción de 28 biorreactores anaeróbicos de sustratos sólidos usando PVC y la recirculación periódica de agua en un porcentaje de 40, 60 y 80% v/v. el lixiviado generado se mezcló posteriormente con el agua potable en un depósito acondicionado en una relación de 1 a 10. La recirculación procedió 2 veces por semana. El muestreo y análisis se realizó al inicio y tras cada descarga hasta dar por finalizado el experimento. Los resultados obtenidos indican que la capacidad calorífica disminuye según los carbohidratos se degradan y metabolizan en la producción de metano y dióxido de carbono. La adición de agua potable comenzando la experimentación conllevó a la producción de lixiviados ácidos (6.56 de pH). Mientras que la muestra base o testigo se mantuvo constante en toda la experimentación concluyendo que los residuos que solo utilizan la humedad propia de la zona no alcanzan un correcto valor de pH para fase de metanogénica (de 6.5 a 7.5 de pH). Esto es de gran aporte teniendo en cuenta que, en el relleno de Portillo Grande, la recirculación era directamente con el lixiviado generado con un porcentaje de agua proveniente de las precipitaciones propias de la zona.

ROSE, Karsten y STEINBÜCHEL, Alexander (2005). En su artículo de investigación “Biodegradation of natural rubber and related compounds: recent insights into a hardly understood catabolic capability of microorganisms (Biodegradación del caucho natural y compuestos relacionados: información reciente sobre una capacidad catabólica apenas comprendida de los microorganismos)” el cual fue presentado al Instituto de Microbiología Molecular

y Biotecnología, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Alemania. En él, se realizó el estudio de la actividad microbiana, en medios aeróbicos y en parte en anaeróbicos, de distintas cepas interactuando con el caucho con el fin de determinar la respuesta con determinados microorganismos con un periodo de al menos 6 semanas como *Streptomyces coelicolor* 1A, *Thermomonospora curvata* E5 o *Streptomyces* sp. cepa K30 la única excepción es *Xanthomonas* sp. cepa 35Y.

Como metodología se llegó a utilizar láminas de agar recubiertas de látex en la parte superior con el fin de aislar el cultivo y asegurar la biodegradación, todo esto por 7 semanas. Con respecto al caucho natural, se obtuvieron resultados como la pérdida de peso significativa (de 10 a 30% de pérdida) y una disminución del peso molecular medio del polímero de 640 000 a aproximadamente 25 000. Por otro lado, el análisis también indica que, con respecto a los materiales sintético-vulcanizados, si bien es más difícil la biodegradación y menos acelerada, esto a las interconexiones de las cadenas poli (*cis*-1,4-isopropeno) y que conlleva a una absorción de agua y gas reducidas. Los investigadores concluyen que, en la actualidad, ha habido un progreso considerable en comprender la degradación del caucho microbiano.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Temas relacionados a la variable independiente

Residuos sólidos

Citando a la EPA (2014), residuo sólido es la basura recogida por los servicios de saneamiento de hogares, negocios e instituciones y típicamente consiste en metales, vidrio, plásticos, papel, madera, productos orgánicos, categorías mixtas, y los productos compuestos. La mayoría de los recogidos RSU que no se recicla se envía normalmente a las áreas de ingeniería de vertederos de residuos es la tierra donde depositada, compactado, y cubierto (p.3).

Según la OEFA, “los residuos sólidos son sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido, desechados por su generador. Se entiende por generador a aquella persona que debido a sus actividades produce residuos

sólidos” (OEFA, 2014, p. 9). Otro nombre muy utilizado para definirlos es basura ya que se considera que no se les puede seguir dándoles uso.

El actual decreto legislativo N°1278 “Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos” tiene como fin asegurar la maximización constante de la eficiencia en el uso de materiales, y regular la gestión y manejo de residuos sólidos, que comprende la minimización de la generación de residuos sólidos en la fuente, la valorización material y energética de los residuos sólidos, la adecuada disposición final de los mismos y la sostenibilidad de los servicios de limpieza pública.

Relleno sanitario

El relleno sanitario es “una instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo la tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería ambiental y sanitaria”. Y el diseño de este varía según la ubicación y según el desperdicio generado (Mihelcic, 2012, p. 604).

Por otro lado, a diferencia del relleno sanitario que es la aplicación de ingeniería y tecnología en la disposición final de los residuos, tenemos a los botaderos, los cuales son “lugares donde se disponen los residuos sólidos sin ningún control, los residuos no se compactan ni se cubren diariamente y eso produce olores; desagradables, gases y líquidos contaminantes.” (DIGESA, 2004, p. 5)

Según fuentes del MINAM al 2018, a nivel nacional se cuenta con un total de 28 rellenos sanitarios, siendo la ubicación de cada uno la siguiente:

Tabla 1. Rellenos sanitarios a nivel nacional. Perú, 2018.

RELLENOS SANITARIOS A NIVEL NACIONAL	
LIMA	Yauyos
	Portillo Grande
	Zapallal
	Huaycoloro
CALLAO	Modelo del Callao
ANCASH	Carhuaz
	Independencia
CAJAMARCA	Municipalidad de Cajamarca

JUNÍN	Pampaya
	Santa Cruz
LORETO	El Treinta
	Nauta
AYACUCHO	Cangallo
	San Miguel
	Parinacochas
HUANCAVELICA	Yauli
	Colcabamba
HUÁNUCO	Ambo
	Llata
APURÍMAC	Huancarama
	Anco Huallo - Uripa
	Chuquibambilla
AMAZONAS	Bagua
PASCO	Oxapampa
	Pozuzo

Fuente: MINAM 2018

En Lima, la empresa innova ambiental S.A. opera 2 rellenos sanitarios en los cuales, según su página web en consulta, se depositan y procesan los residuos municipales y no municipales, así como también, los residuos peligrosos.

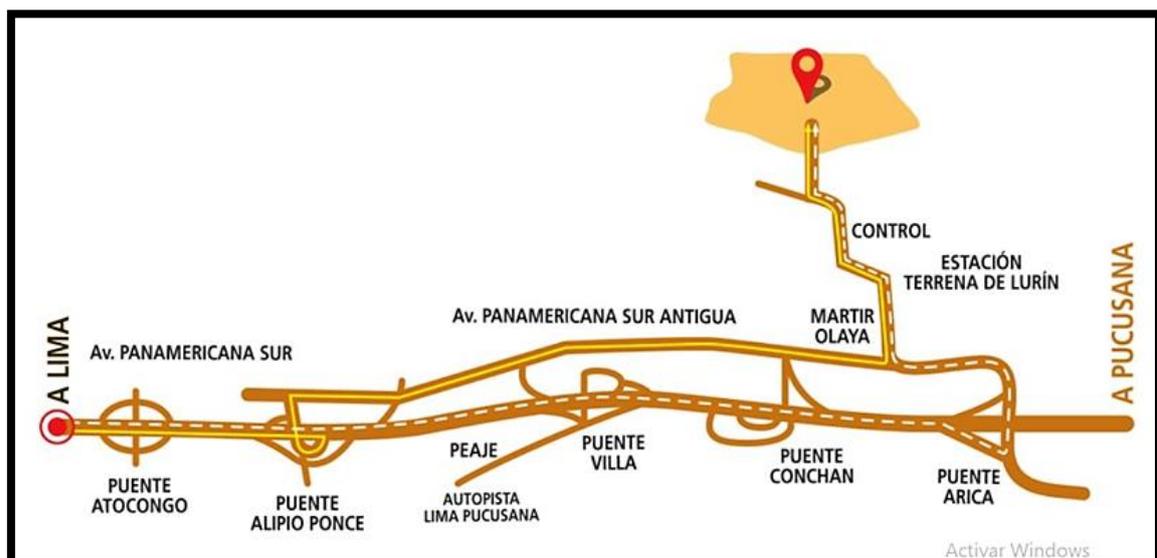


Figura N°1: Ubicación del relleno sanitario "Portillo Grande".

Fuente: Innova ambiental.

La muestra del lixiviado utilizada en la experimentación se obtuvo del relleno sanitario “Portillo Grande” ubicado a la altura del kilómetro 40 de la antigua Panamericana Sur, al este de la quebrada Pucara entre las faldas de los cerros Conejo y Portillo Grande en el distrito de Lurín [en línea]; el cual cuenta con una extensión de 307 ha. Para ello se realizó las solicitudes y permisos del caso. La muestra fue almacenada en un recipiente de capacidad de 60 litros.



Figura N°2. Toma de muestra del lixiviado.

Fuente: elaboración propia.

Relleno sanitario manual

Según *La guía para diseño, construcción, operación mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual*, el relleno sanitario artesanal o manual solo tiene capacidad para 20 toneladas diarias de residuos. Las herramientas utilizadas son simples como el rastrillo, y la compactación se realiza por pisotones o maquinaria simple. Su operación se realiza en horarios nocturnos. (MINAM, 2011, p. 15)

Lixiviado

Es un líquido que entra, ya sea proveniente de fuentes externas como lluvias, por ejemplo, atraviesa el relleno y arrastra con él todas las sustancias y/o líquidos de la descomposición de los materiales (residuos). Ciertos sólidos se disuelven

con mayor facilidad que otros en contacto con el agua aumentando la carga del lixiviado. (Davis, 2005, p. 541)

Así mismo, vale resaltar que la cantidad y calidad del lixiviado va a variar según la época (verano o invierno), el lugar en donde se produzca (costa, sierra o selva) y la antigüedad del relleno.

Calidad del lixiviado

TAYLOR, R (2011), El desarrollo del lixiviado puede ser influenciado por diferentes procesos que se da debajo del nivel freático, las soluciones que presentan metales se filtran hacia abajo desde la región oxidante reemplazan sulfuros preexistentes (alteración) por lo que las condiciones cambian de ácidas a alcalinas y el potencial de oxígeno disminuye. (p. 5)

Las concentraciones del lixiviado o de sus constituyentes varían según su ubicación y la edad del relleno (Mihelcic, 2012, p. 611)

En la siguiente tabla se puede apreciar como las concentraciones de los distintos parámetros analizados se reducen según más avanzada sea la edad del relleno.

Tabla 2. Composición de lixiviados de un relleno sanitario

COMPOSICION DE LIXIVIADOS JOVENES Y MADURO DE UN RELLENO SANITARIO			
CONSTITUYENTE	UNIDADES	LIXIVIADO JOVEN	LIXIVIADO MADURO
DBO₅	mg/L	10 000	100
COD	mg/L	18 000	300
Nitrógeno orgánico	mg/L como N	200	100
Alcalinidad	mg/L como CaCO ₃	3 000	500
pH	-	6	7
Dureza	mg/L como CaCO ₃	3 500	300
Cloruro	mg/L	500	200

Fuente: Datos adaptados de Tchobanoglous et al., (1993) por Mihelcic y Zimmerman (2012)

Parámetros fisicoquímicos

pH

CASELLES et al. (2015) indica que “La concentración de los iones H^+ y OH^- en las soluciones acuosas tiene una importancia extraordinaria en muchos procesos químicos”. Esto explica por qué cada tratamiento de lixiviados de distintos procesos industriales tiene una notada variación en las técnicas aplicadas. (p. 47)

Tabla 3. Relación de concentraciones molares y pH

Solución	$[H^+]$	$[OH^-]$	pH
Ácida	$> 1,0 \cdot 10^{-7}$	$< 1,0 \cdot 10^{-7}$	$< 7,0$
Neutra	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-7}$	7,0
Básica	$< 1,0 \cdot 10^{-7}$	$> 1,0 \cdot 10^{-7}$	$> 7,0$

Fuente: Química aplicada a la ingeniería (CASELLES, María, et al. 2015)

Si nos enfocamos en un relleno sanitario, la fase ácida es en donde la actividad microbiana empieza a producir en mayor cantidad ácidos orgánicos y pequeñas dosis de hidrogeno (gas). El valor del pH decrece hasta valores de 5 en promedio. (MENDOZA et al., 2004, p. 5)

La acidez en el pH tiende a aumentar con la puesta en marcha de operaciones y/o con la edad del lixiviado. Esto debido a que si los rellenos son jóvenes se encontrarían en fase acidogénica aumentando el rango ácido. (Rivera et al. 2013, p. 185)

Por otro lado, en la fase de fermentación o maduración el valor del pH asciende a rangos de 6.8 – 8.0. (MENDOZA et al., 2004, p. 6)

Podemos inferir que la acidez como toxicidad en si misma es inversamente proporcional a la edad del lixiviado generado en un relleno sanitario.

Temperatura

En muchos lugares se utiliza la escala de temperatura Celsius (°C), en la que los puntos de congelación y ebullición del agua (bajo condiciones de presión atmosférica normal) corresponden a 0°C y 100°C, respectivamente (WOLFSON y REX, 2011, p. 288)

$$T \text{ en } ^\circ\text{C} = \frac{5}{9} (T \text{ en } ^\circ\text{F} - 32)$$

$$T \text{ en } ^\circ\text{C} = (t \text{ en } ^\circ\text{K}) - 273.15$$

La muestra de lixiviado que fue tomada en el relleno de “Portillo Grande” ubicado en Lurín muestra, según el portal **accuweather**, la temperatura promedio para el mes de marzo fue de 27°C/18°C y siendo para mayo 22°C/15°C [en línea].

El desarrollo de la experimentación fue realizado en San Juan de Lurigancho siendo la oscilación de temperatura, según el portal web del distrito (www.sjl.pe) en los meses de verano, una máxima promedio de 29 °C y mínima promedio de 20 °C (mes referencia febrero, como representativo), obteniendo temperaturas promedio en verano de 24°C. En los meses de invierno las temperaturas entre una máxima promedio de 19 °C y mínima promedio de 14 °C (mes de representativo de referencia julio), obteniendo como temperatura promedio en invierno de 16 °C [en línea]

Tiempo

Según la real academia de la lengua española (RAE), podemos definir al tiempo como cada uno de los actos sucesivos en que se divide la ejecución de algo (en línea). Por cuestiones de diseño factorial se determinó los periodos de análisis de muestras de 20, 40 y 60 días.

Volumen

Citando a A. BURNS (2011), ya sean líquidos, sólidos o gases, la medida del volumen que estos ocupan se realiza en centímetros cúbicos o bien, en metros

cúbicos. La unidad conveniente para los líquidos es el litro que es idéntico a 1000 cm³. (p. 43)

Para determinar el volumen de utilizo el principio de Arquímedes el cual consiste en sumergir las planchas de cacho y geomembrana en una probeta de 250ml y experimentar el empuje vertical y con dirección hacia arriba que sería igual al peso de la ausencia del fluido, o sea, el fluido desalojado.

1.3.2. Temas relacionados a la variable dependiente

Propiedades mecánicas

Las pruebas realizadas en el laboratorio de la facultad de ciencias “LABICER” fueron hechas en la máquina de tracción universal **Zwick Roell Z010** utilizando la norma ASTM D412 la cual especifica las condiciones de ensayo para determinar las propiedades de tracción de elastómeros moldeados y troquelados. Debido a la extensibilidad que los cauchos y elastómeros exhiben, se requieren generalmente extensómetros para medir con precisión la elongación o estiramiento durante la carga aplicada [en línea]

Tracción y elongación

La resistencia a la tracción o tenacidad es el máximo esfuerzo que un material puede resistir antes de su rotura por estiramiento desde ambos extremos con temperatura, humedad y velocidad específicas. (Mariano, 2011, “Tecnología de los plásticos”, parr. 3).

$$\sigma_e = \frac{F}{A_0}$$

$\sigma_e = Tension$

$F = Fuerza\ aplicada$

$A_0 = Sección\ inicial$

Ya sea en cauchos sintético o naturales, la tracción es una de las características que más se utiliza en las especificaciones para demostrar la eficiencia de un material. Para medir la tracción de un elastómero, se utiliza:

- Un dinamómetro (Instron).
- La muestra (probeta de forma halterio o anular)

Consiste en sujetar cada extremo y luego se procede a estirarla a velocidad constante, hasta su rotura. La tensión requerida para romper la muestra representa la resistencia a la tracción del material. Mientras dura el estiramiento de la muestra, va midiendo la fuerza (F) que está.

Por otro lado, también tenemos a la elongación o extensión que es el máximo esfuerzo de tracción a que un material puede estar sujeto antes de su rotura. (Mariano, 2011, "Tecnología de los plásticos", parr. 5)

$$e = \frac{L-L_0}{L_0} \%$$

e = Alargamiento o deformación unitaria

L = Longitud inicial de la probeta

L₀ = Longitud de la probeta en un momento determinado

Cuando se intenta romper un material, la deformación generada partir del estiramiento de la muestra es medido básicamente en tanto por ciento (%). La resistencia nos indica cuánta tensión se necesita para romper algo. Pero no nos dice nada de lo que ocurre con la muestra mientras estamos tratando de romperla es ahí son de entra a tallar la elongación (<http://www.ericca.es> [en línea]).

Látex

El caucho (cis-1,4-polisopreno), de producción vegetal, se obtiene de varios centenares de árboles en sus distintas especies y en todas partes del mundo como en África y Sudamérica (Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo [en línea]). Es la savia de aspecto lechoso o más conocida como látex, la que luego es procesada para sus distintos usos industriales o domésticos.

Las especies que producen caucho natural crecen en ambientes húmedos con alta temperatura, por ello se los cultiva en países ubicados entre los Trópicos (MANSILLA, 2012, p. 15)

Caucho NR

Citando a COECA, el Caucho Natural (NR) es el caucho más utilizado en el mundo, y a partir del cual se han ido desarrollando todos los cauchos sintéticos. El caucho natural se califica como no-resistente al aceite, y su temperatura de trabajo es de 70°C [en línea].

Entre sus cualidades tenemos:

- Excelentes características mecánicas, incluso en mezclas sin carga, entre las que destacan la resistencia a la tracción y la resistencia al desgarro
- Excelente resiliencia
- Buena deformación remanente
- Buena resistencia a bajas temperaturas

Como contrapartida:

- Tiene escasa resistencia a la intemperie y al ozono, por lo que es preciso protegerlo con anti-ozonantes y antioxidantes.

Es el proceso de vulcanización es el que influirá directamente en la resistencia mecánica y térmica del material a partir de la generación de un grado de entrecruzamiento en la estructura del elastómero (URREGO, 2014, p. 29)

Caucho SBR

El caucho SBR, estireno butadieno más conocido como caucho SBR es un copolímero (polímero formado por la polimerización de una mezcla de dos o más monómeros) del estireno y el 1,3-butadieno. Este es el caucho sintético más utilizado a nivel mundial (BOTASSO [et al], 2012)

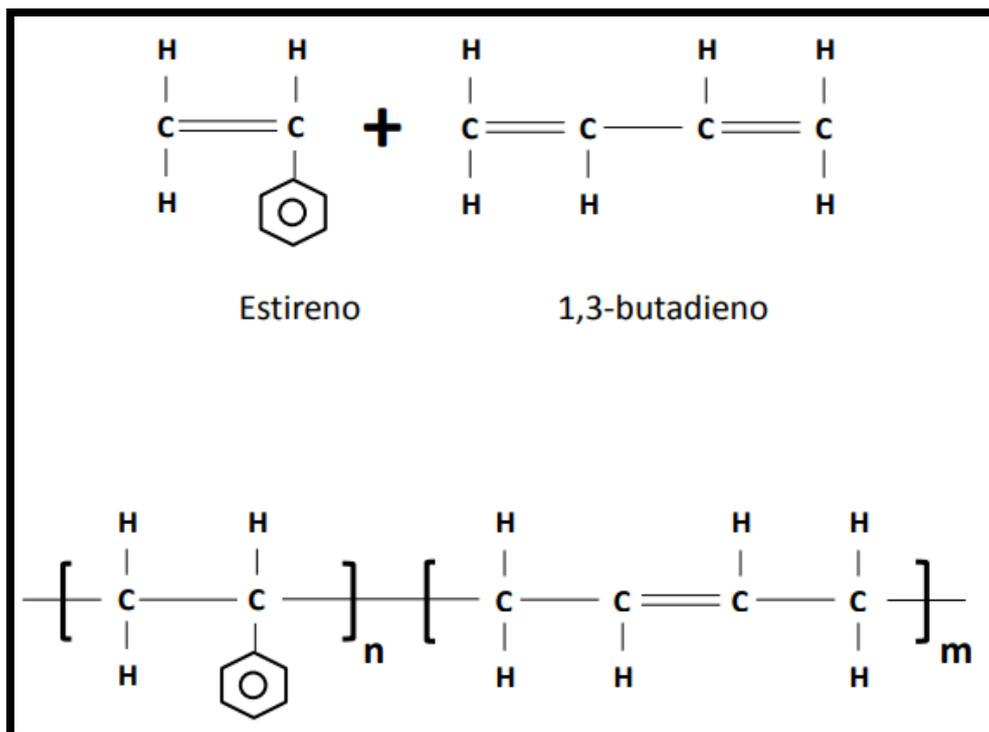


Figura N°3. Composición química del caucho SBR

Fuente: revista de investigación 3ciencias

Los polímeros derivados del estireno -butadieno son los cauchos sintéticos que han sustituido prácticamente en su totalidad al natural. Su resistencia a la tracción después de mezclado con negro de humo y vulcanizado es inferior a la del caucho natural, pero en cambio tiene una elongación de hasta el 1000%. Igualmente, en abrasión y resistencia superficial es superior al caucho natural y tiene mejor resistencia a los disolventes y a la intemperie. (GARCIA [et al], 2013, p. 7)

El caucho SBR fue adquirido en la empresa **MR SOLUCIONES INDUSTRIALES Y LOGÍSTICA SAC**. Esta brindo el siguiente cuadro de características generales del producto:

Tabla 4. Características generales del caucho SBR

Propiedades	Unidades	Valores
Composición		Estireno Butadieno
Color		Negro
Peso Específico	1,6 ±0,05	Gr/cm ³
Dureza	70 ± 5	SHORE A
Carga de Rotura	≥3	Mpa
Alargamiento a la rotura	≥250	%
Resistencia al desgarró	12	N/mm
Temperatura mínima de Servicio	-25	°C
Temperatura máxima de Servicio.	70	°C
Envejecimiento por aire caliente 72 h x 70°C		
Inc. Dureza	10	SHORE A
Inc. Carga de rotura.	-20	%
Inc. Alargamiento.	-40	&
Resistencia Química		
Ozono		Moderada
Ácidos y Alcalis diluidos		Moderada
Ácidos y Alcalis concentrados		No Recomendada
Prod. Químicos orgánicos		Buena

Fuente: MR Soluciones industriales y logística SAC.

Geomembrana

Según WIELAND, M et. al (2004) indican que la geomembrana se define como material impermeable y flexible con determina espesor aproximado que van milímetros hasta centímetros, que pueden ser utilizados como membranas poliméricas que no permiten el pase a ningún compuesto. (p. 312)

Son láminas continuas y flexibles elaboradas de un o más materiales sintéticos. Estos son relativamente impermeables y son usados revestimientos de contenedores de fluidos y gases barreras de vapor. Como en los rellenos sanitarios o en piscinas de lixiviados.

Las Geomembranas se definen como un recubrimiento o barrera de muy baja permeabilidad usada con cualquier tipo de material relacionado y aplicado a la ingeniería geotécnica para controlar la migración de fluidos. Las Geomembranas son fabricadas a partir de hojas relativamente delgadas como el HDPE y el PVC los cuales permiten efectuar uniones entre láminas por medio de fusión térmica sin alterar las propiedades del material, además de tener alta durabilidad, resistencia a líquidos peligrosos y a la radiación ultravioleta (<http://www.pavco.com.pe> [en línea]).

HDPE

Es una geomembrana usada para impermeabilizar depósitos de residuos contaminantes, lagunas de oxidación, contención secundaria, pilas de lixiviación, etc. Este material es requerido por su baja permeabilidad y una excepcional resistencia a sustancias químicas, así como a los rayos UV (<http://www.cidelsa.com> [en línea]).

Propiedades físicas

Peso

Básicamente, citando a PÉREZ (2015), el peso representa la fuerza que ejerce la gravedad y atrae a la masa de los cuerpos. Por ende, podemos representar el peso de un cuerpo considerando una magnitud vectorial en sentido vertical y su sentido con dirección hacia el centro de la tierra (p. 238)

$$P = m \times g$$

Su unidad es el Newton (N) en el sistema internacional, mientras que el kilogramo-fuerza (1kg=9.8N) se utiliza en el sistema MKKS técnico.

En el caso de esta experiencia, se utilizó la balanza analítica SARTORIUS para determinar el peso en gramos tanto de las muestras de caucho y geomembrana respectivamente.

Densidad

La densidad como propiedad de los materiales se define como su masa por unidad de volumen.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

El kilogramo por metro cubico (1 kg/m^3) es la unidad de la densidad utilizada en el SI, aunque también es de mucho uso el centímetro cubico (1 g/cm^3) (A. SERWAY et al, 2010, p. 456).

1.4. Formulación del problema

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó los siguientes problemas de investigación:

1.4.1. Problema general

¿Cuál es la influencia del pH del lixiviado proveniente del relleno sanitario “Portillo Grande” sobre la durabilidad del caucho SBR siendo utilizado como cubierta?

1.4.2. Problemas específicos

- ¿En qué medida las propiedades físicas iniciales del caucho SBR se ven alteradas por el pH del lixiviado proveniente del relleno sanitario “Portillo Grande”?
- ¿En qué medida las propiedades mecánicas iniciales del caucho SBR se ven alteradas por el pH del lixiviado proveniente del relleno sanitario “Portillo Grande”?

1.5. Justificación de estudio

El principal interés de realizar este proyecto de investigación radica en poder brindar una alternativa económica a los pueblos con mayores necesidades y pocos recursos, que están conformados por una población mucho menor a las

10 000 personas y que necesitan, como cualquier ciudad, un lugar técnicamente adecuado para la disposición final de sus residuos.

El uso del caucho SBR, en los rellenos sanitarios artesanales, como material de cobertura para la protección del suelo o en la piscina de lixiviados, podría de ser gran utilidad si consideramos el costo y, también, la biodegradación en comparación con la geomembrana HDPE.

Un factor muy importante en este diseño experimental es la selección del relleno sanitario "Portillo Grande". Esto se da por cuestiones de estrategia ya que, al seleccionar un relleno ubicado en la costa, la carga de residuos contaminados es mayor y de una peor calidad (con respecto al lixiviado). Por ello, a partir de la experimentación, se espera demostrar que el caucho SBR tolera cargas altas con respecto a la calidad del lixiviado.

1.5.1. Justificación teórica

Justificamos esta investigación teniendo en cuenta que a partir de ensayos en laboratorios se obtendrá datos valiosos con respecto a las propiedades mecánicas como la tracción y elongación en los materiales a estudiar, siendo el caucho SBR el de una primordial importancia ya que es la alternativa que se propone como posible reemplazo a un geosintético.

Este tipo de estudio en un material tan usado como el caucho aún no se ha realizado (es por ello el diseño tiene un carácter exploratorio), motivo por el cual se inicia la búsqueda de alternativa más rentables y biodegradables.

1.5.2. Justificación metodológica

La metodología que se aplicó en el presente trabajo se encuentra dentro de lo establecido en el método científico teniendo en cuenta que los datos recopilados en los ensayos de laboratorio (propiedades físicas y mecánicas del caucho y la geomembrana) fueron procesados en el software Mathcad, el cual es mucha importancia al momento de generar ecuaciones, tendencias y graficas de fácil análisis para el investigador.

Toda la data obtenida en la presenta investigación plantea, a futuro, seguir en la búsqueda de materiales más amigables con el medio ambiente y así mismo, de manera general, de nuevas alternativas ante lo sintético.

1.5.3. Justificación tecnológica

El motivo principal radica en este aspecto, el tecnológico. Los geosintéticos, muy demandados en la actualidad por su eficacia comprobada, tienen un gran talón de Aquiles: la biodegradación. La exploración de nuevas opciones, igual de eficientes y, sobre todo, amigables con el planeta, incluyen tener un tiempo de degradación mínimo una vez acabada su utilidad.

A partir de alternativas más orgánicas o quizá, a partir del re-uso de algunos materiales considerados “basura” se pueda lograr desarrollar nuevas tecnológicas teniendo en cuenta metodologías exploratorias como es el caso de esta investigación que brinda un grano de arena en esa inmensidad llamada investigación.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

HG: El pH del lixiviado proveniente del relleno sanitario “Portillo Grande” influye directamente en la durabilidad del caucho SBR utilizado como cubierta.

1.6.2. Hipótesis específicas

HE1: El pH del lixiviado proveniente del relleno sanitario “Portillo Grande” influye directamente a la propiedad mecánica, tracción, del caucho SBR estando expuesto a un contacto directo con este.

HE2: El pH del lixiviado proveniente del relleno sanitario “Portillo Grande” influye directamente sobre la propiedad mecánica, elongación, del caucho SBR estando expuesto a un contacto directo con este.

1.7. Objetivo

General

Evaluar la influencia que tiene el pH del lixiviado proveniente del relleno sanitario "Portillo Grande" en la durabilidad del caucho SBR.

Específicos

- Determinar la influencia del pH del lixiviado proveniente del relleno sanitario "Portillo Grande" sobre las propiedades mecánicas del caucho SBR.
- Determinar la influencia del pH del lixiviado proveniente del relleno sanitario "Portillo Grande" sobre las propiedades físicas del caucho SBR.

II. METODO

2.1. Diseño de investigación

La investigación cuantitativa que vengo realizando es del tipo **experimental puro**; teniendo en cuenta que, según GÓMEZ (2016) se refiere a una investigación en la que se manipulan intencionalmente (se obligan a cambiar de estado) una o más variables independientes (supuestas causas), para analizar las consecuencias que esa manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos), dentro de una situación de control creada por el investigador (p. 84). Todo con la finalidad de describir lo sucedido en el caucho SBR luego de la experiencia.

Así mismo, el estudio tiene un alcance exploratorio ya que aún no se ha abordado el tema y por ende no se cuenta data o trabajos previos. Además, si citamos a HERNÁNDEZ SAMPIERI et al. (2014), esto se aplica a problemas de investigación nuevos o poco conocidos; además, constituyen el preámbulo de otros diseños (no experimentales y experimentales) ya que preparan el terreno para posteriores investigaciones (p.155). Así mismo, también es correlacional ya que se pretende visualizar cómo se relacionan o vinculan diversos fenómenos entre sí, o si por el contrario no existe relación entre ellos (BEHAR, 2008, p. 19)

Para la obtención de datos, se utilizó el Diseño Factorial. Citando a MONTGOMERY (2007), este diseño es muy eficiente cuando intervienen en el estudio dos o más factores. Por este diseño se entiende que en cada ensayo o repetición del experimento se investigan y analizan todas las combinaciones posibles de los niveles de factores (p. 170). Así mismo, permite la estimación de los efectos de un factor con varios niveles de factores restantes, llegando a conclusiones válidas para un rango de condiciones como la que se origina en esta investigación experimental, siendo una de sus ventajas (p. 175). El factor 2^k facilitó el trabajo experimental ya que la investigación requería varios factores a estudiar y analizar por lo que este diseño proporcionó el menor número de corridas con las que se pudieron estudiar k factores en un diseño factorial completo (p. 218).

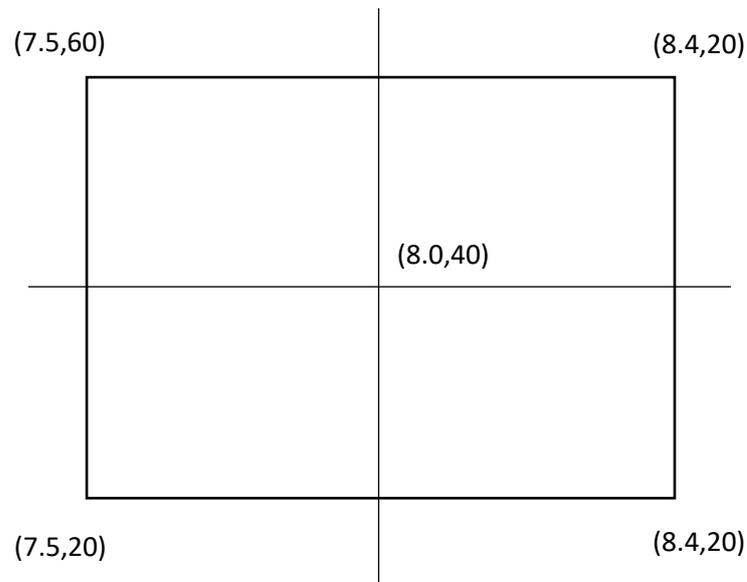


Figura N°4. Diseño factorial (pH, Tiempo)

En el caso de Metodología de Superficie Respuesta (MSR), nos permitió obtener la mayor información de los procesos con datos dentro de la experiencia algo limitados. En resumen, las variables independientes y la respuesta final que se busca son desconocida, por lo tanto, se debió encontrar la aproximación más factible de la relación entre “y” y el conjunto de variables independientes.

El polinomio a continuación fue el que se utilizó al no presentarse ninguna curvatura al procesar los datos y es de Primer orden:

$$y(x_1, x_2) := \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2$$

Las respuestas obtenidas son cuatro las cuales provienen de la combinación de las variables independientes. El Método de Superficie Respuesta recomienda realizar cinco replicas en el punto central para estimar el error experimental y permitir la verificación de la adecuación del modelo de primer orden.

Tabla 5. Tratamientos para la obtención de datos

Tratamiento	pH	Tiempo	Repeticiones
T1	7.5	20 días	1
T2	8.4	20 días	1
T3	7.5	60 días	1
T4	8.4	60 días	1
T5₁	8.0	40 días	1
T5₂	8.0	40 días	
T5₃	8.0	40 días	
T5₄	8.0	40 días	
T5₅	8.0	40 días	

Fuente: elaboración propia

2.2. Variables, operacionalización

2.2.1. Variables

Con respecto a las variables, tenemos:

Vi.: Lixiviado del relleno sanitario “Portillo Grande”

Según Mihelcic (2015) los desperdicios que son desechados en un relleno sanitario se someten a una serie de reacciones físicas, químicas y biológicas interrelacionadas. (p. 607)

Además, las concentraciones de los lixiviados (calidad) varían dramáticamente según la ubicación y la vida del relleno y de ello se desprende el tratamiento a usarse. (p. 611)

Vd.: Durabilidad del caucho SBR utilizado como cubierta

Según SOLIS (2009), todo material tiene un tiempo determinado de utilidad; la durabilidad de los materiales se ajusta al uso que se le dé y de reacción con el medio, además, cada uno de ellos tiene una composición particular que brinda resistencia y perdurabilidad al tiempo (p.121)

2.2.2. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Escala de Medición
Vi Lixiviado de relleno sanitario "Portillo Grande"	Según MIHELCIC (2015) los desperdicios que son desechados en un relleno sanitario se someten a una serie de reacciones físicas, químicas y biológicas interrelacionadas. (p. 607) Además, las concentraciones de los lixiviados (calidad) varían dramáticamente según la ubicación y la vida del relleno y de ello se desprende el tratamiento a usarse. (p. 611)	La calidad del lixiviado dependerá de cuan antiguo sea el relleno sanitario, con respecto a su puesta en marcha de operaciones.	Características	pH (CASELLES et al, 2015, p. 47)	Ácido > 7 < Básico
			Físicas-químicas	Temperatura (WOLFSON y REX, 2011, p. 288)	C°
			Tratamiento	Tiempo (RAE)	Días
				Volumen (A. BURNS, 2011, p.43)	Litros
Vd Durabilidad del caucho SBR usado como cubierta	Según SOLIS (2009), todo material tiene un tiempo determinado de utilidad; la durabilidad de los materiales se ajusta al uso que se le dé y de la reacción con el medio, además, cada uno de ellos tiene una composición particular que brinda resistencia y perdurabilidad en el tiempo (p.121)	Las propiedades mecánicas y físicas de los materiales proporcionan características distintas por analizar en los distintos cuerpos.	Mecánicas	Tracción (Mariano, 2011, "Tecnología de los plásticos", parr. 3).	MPa
				Elongación (Mariano, 2011, "Tecnología de los plásticos", parr. 5)	%
			Físicas	Peso (PÉREZ, 2015, p.238)	Kg
				Densidad (A. SERWAY et al, 2010, p. 456)	gr/cm ³

2.3. Población y Muestra

La población estará determinada por el caucho SBR y la geomembrana HDPE los cuales serán sometidos, al inicio, a la experimentación de sus propiedades mecánicas y físicas con fines de obtener datos previos a la experimentación y luego, a un baño de lixiviados por un tiempo determinado y posteriormente (ver cronograma) analizados teniendo en cuenta propiedades como peso, densidad, tracción y elongación.

La muestra necesaria, por motivos de experimentación en el laboratorio, será de 2 m² en ambos casos siendo utilizadas trozos rectangulares del tamaño de 21.50 x 13.cm, introducidos al baño con lixiviado (experimentación) y posteriormente (análisis) cortadas y acondicionadas según exigencias del laboratorio.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Ficha de evaluación

La ficha de evaluación (ver anexos) elaborada servirá para recoger los datos obtenidos en la experimentación (datos del análisis en laboratorio) como son los valores del pH y las semanas en las que el caucho y la geomembrana estarán sometidas al baño del lixiviado. Con respecto a las propiedades mecánicas tenemos a la tracción y elongación en las escalas de MPa y %, y en las propiedades físicas, tenemos al peso en kg y a la densidad en m³.

Cuadro comparativo

La comparación, como ya antes mencionada, se dará entre el caucho SBR y la geomembrana HDPE, teniendo a las propiedades físicas y mecánicas como referentes.

Validación y confiabilidad

La validación de cada uno de los instrumentos lo realizarán 5 profesionales colegiados pertenecientes a la escuela por medio de la técnica de "Criterio de Jueces". La validación será realizada con el debido llenado de la siguiente ficha:

- Ficha de evaluación

2.5. Métodos de análisis de datos

- Procesamiento de datos en programa Mathcad.
- Análisis comparativo y correlacional a partir de los resultados de los análisis en laboratorio, entre las propiedades físicas y mecánicas (peso, densidad, tracción y elongación) entre caucho SBR y la geomembrana HDPE.
- Análisis de varianza para aceptar o rechazar la hipótesis nula. En este diseño factorial, el análisis está enfocado en comparar la variabilidad de los resultados obtenidos con el modelo y con lo experimentado.
- La distribución de Fischer y el factor crítico "F" será utilizado para evaluar los resultados finales.
- Excel

2.6. Aspectos Éticos

Todas las fuentes que servirán de apoyo en esta investigación están debidamente consignadas y citadas. Los datos obtenidos en laboratorio serán de suma importancia en el análisis final de los resultados ya que esta es una investigación inédita y/o novedosa. Todo el producto de esta investigación es fruto del trabajo del investigador.

III. RESULTADOS

3.1. Datos experimentales

3.1.1. Pruebas de tracción

Para las pruebas de resistencia a la tracción realizadas en Universidad Nacional de Ingeniería, facultad de ciencias, laboratorio de LABICER se utilizó la máquina de tracción universal ZWICK ROELL Z010 con la metodología ASTM D 412 y ante una Temperatura: 20.0°C y Humedad relativa: 64%.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 7. Resistencia a la tracción-Caucho SBR

	MPa
C0	2.86
C1	2.56
C2	2.04
C3	2.37
C4	2.75
C5₁	2.77
C5₂	2.66
C5₃	2.42
C5₄	2.41
C5₅	2.46

Tabla 8. Resistencia a la tracción-Geomembrana HDPE

	MPa
G0	36.7
G1	32.8
G2	25.6
G3	34.9
G4	34.8
G5₁	35.1
G5₂	33.7
G5₃	35.2
G5₄	28
G5₅	32.85

Fuente: elaboración propia.

Los valores obtenidos, tanto en las experiencias con el caucho SBR y la geomembrana HDPE, fueran dados en la escala de MPa.

3.1.1.1. Influencia del lixiviado proveniente del relleno sanitario "Portillo Grande" en las propiedades mecánicas del caucho SBR con respecto a la propiedad mecánica resistencia a la tracción.

Modelo de Regresión de Primer Orden para el Diseño Factorial Propuesto

pH: pH

pH := (7.5 8.4 7.5 8.4 8 8 8 8 8)

t: tiempo

t := (20 20 60 60 40 40 40 40 40)

Tr: tracción

Tr := (2.56 2.04 2.37 2.75 2.77 2.66 2.42 2.41 2.46)

x1 := pH1

x2 := t1

y := Tr

n := 9

$$X1 := \begin{bmatrix} n & \sum_{i=0}^8 x1_i & \sum_{i=0}^8 x2_i \\ \sum_{i=0}^8 x1_i & \sum_{i=0}^8 (x1_i)^2 & \sum_{i=0}^8 (x1_i \cdot x2_i) \\ \sum_{i=0}^8 x2_i & \sum_{i=0}^8 (x1_i \cdot x2_i) & \sum_{i=0}^8 (x2_i)^2 \end{bmatrix} \quad Y1 := \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^8 y_i \\ \sum_{i=0}^8 (x1_i \cdot y_i) \\ \sum_{i=0}^8 (x2_i \cdot y_i) \end{bmatrix}$$

$$X1 = \begin{pmatrix} 9 & 71.8 & 360 \\ 71.8 & 573.62 & 2.872 \times 10^3 \\ 360 & 2.872 \times 10^3 & 1.6 \times 10^4 \end{pmatrix}$$

$$Y1 = \begin{pmatrix} 22.44 \\ 178.971 \\ 908 \end{pmatrix}$$

$$\beta := X1^{-1} \cdot Y1$$

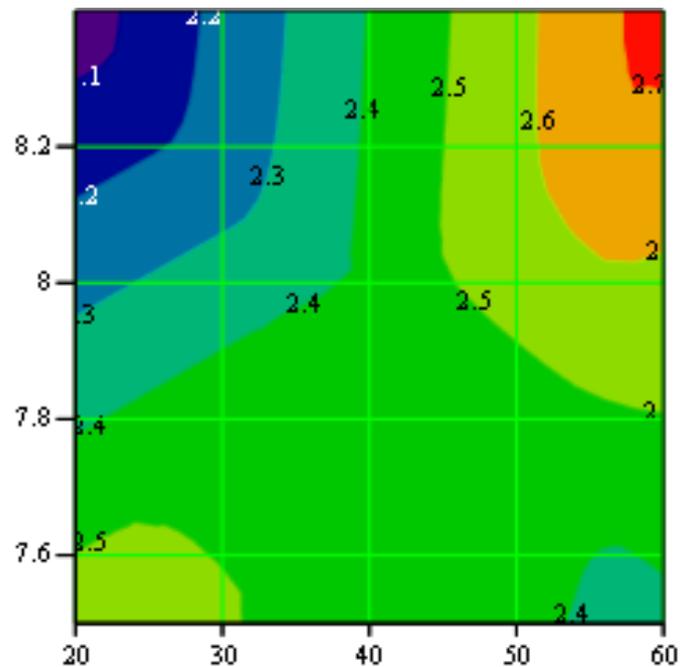
$$\beta = \begin{pmatrix} 2.726 \\ -0.062 \\ 6.5 \times 10^{-3} \end{pmatrix}$$

Modelo de regresión

$$y(x_1, x_2) := 2.726 - 0.062 \cdot x_1 + 6.5 \cdot 10^{-3} \cdot x_2$$

$$y(8.4, 60) = 2.595$$

$$y_2 := \begin{pmatrix} 2.391 \\ 2.335 \\ 2.651 \\ 2.595 \\ 2.49 \\ 2.49 \\ 2.49 \\ 2.49 \\ 2.49 \end{pmatrix}$$



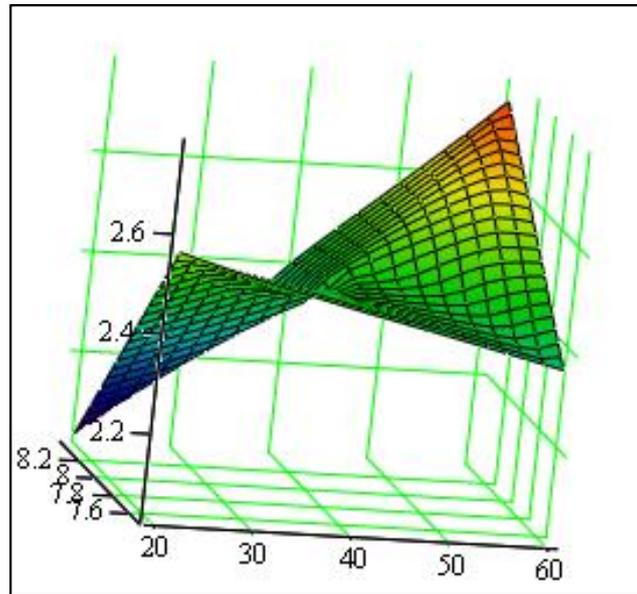
(t1, pH1, Tr)

Figura N°5. Gráfica de contorno de superficie de resistencias constantes.

Tracción caucho SBR.

En la gráfica podemos apreciar que la mayor resistencia a la tracción se da en el rango de 60 días y 8.4 de rango de pH con un valor de 7.5 MPa.

A continuación, se aprecia la gráfica en sus tres dimensiones.



(t1 , pH1 , Tr)

Figura N°6. Gráfica de superficie respuesta tridimensional del rendimiento del modelo de regresión. Tracción caucho SBR.

Calculo para el análisis de varianza

$$SST := \sum_{i=0}^8 (y_i - \text{mean}(y))^2 \quad SST = 0.409$$

$$SSREG := \sum_{i=0}^8 (y_{2_i} - \text{mean}(y))^2 \quad SSREG = 0.071$$

$$SSE := SST - SSREG$$

$$SSE = 0.338$$

$$m := 3$$

$$\frac{SST}{n-1} = 0.051$$

$$\frac{SSREG}{m-1} = 0.035$$

$$\frac{\frac{SSREG}{m-1}}{\frac{SST}{n-m}} = 0.52$$

$$\alpha := 0.05$$

$$qF(\alpha, m-1, n-m) = 0.052$$

Tabla 9. Análisis de varianza para modelo de 1° orden para la tracción

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media	Razón de F	qF
Modelo de regresión	m-1	SSREG	$\frac{SSREG}{m-1}$	$\frac{SSREG}{m-1} / \frac{SST}{n-m}$	qF($\alpha, m-1, n-m$)
Error	n-m	SSE	$\frac{SST}{n-m}$		
Total	n-1	SST			

Fuente: elaboración propia

Tabla 10. Análisis de varianza para modelo de 1° orden para el diseño

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media	Razón de F	qF
Modelo de regresión	2	0.071	0.035	0.52	0.052
Error	6	0.338	0.056		
Total	8	0.409			

Fuente: elaboración propia

Coeficiente de correlación = $SSREG / (SSREG/m-1)$

$$= 0.071/0.035$$

$$= 2.029$$

Basados en la prueba de Fisher donde:

$$0.052 < 0.52$$

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la alternativa, indicando que

$$\beta_0, \beta_1, \beta_2 \neq 0$$

$$y(x_1, x_2) := \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2$$

Por ende, se infiere que la resistencia a la tracción del cucho SBR dependerá del tiempo y el pH.

3.1.2. Pruebas de elongación

Para las pruebas de resistencia a la elongación realizadas en Universidad Nacional de Ingeniería, facultad de ciencias, laboratorio de LABICER se utilizó la máquina de tracción universal ZWICK ROELL Z010 con la metodología ASTM D 412 y ante una Temperatura: 20.0°C y Humedad relativa: 64%.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 11. Resistencia a la elongación-Caucho SBR

	%
C0	77.9
C1	68.5
C2	54.5
C3	43.2
C4	54.3
C5₁	69.5
C5₂	66.3
C5₃	53.3
C5₄	62.6
C5₅	61.5

Tabla 12. Resistencia a la elongación-Geomembrana HDPE

	%
G0	664.3
G1	654.3
G2	543.1
G3	649.5
G4	622.5
G5₁	630.6
G5₂	640
G5₃	642.8
G5₄	569.1
G5₅	649.5

Fuente: elaboración propia

Los valores obtenidos, tanto en las experiencias con el caucho SBR y la geomembrana HDPE, fueran dados en tanto por ciento.

3.1.2.1. Influencia del lixiviado proveniente del relleno sanitario “Portillo Grande” en las propiedades mecánicas del caucho SBR con respecto a la propiedad mecánica resistencia a la elongación.

Modelo de Regresión de Primer Orden para el Diseño Factorial Propuesto

pH: pH

pH := (7.5 8.4 7.5 8.4 8 8 8 8 8)

t: tiempo

t := (20 20 60 60 40 40 40 40 40)

EI: elongación

EI := (68.5 54.5 43.2 54.3 69.5 66.3 53.3 62.6 61.5)

$x1 := \text{pH1}$

$x2 := t1$

$E := EI^T$

$n := 9$

$$X1 := \begin{bmatrix} n & \sum_{i=0}^8 x1_i & \sum_{i=0}^8 x2_i \\ \sum_{i=0}^8 x1_i & \sum_{i=0}^8 (x1_i)^2 & \sum_{i=0}^8 (x1_i \cdot x2_i) \\ \sum_{i=0}^8 x2_i & \sum_{i=0}^8 (x1_i \cdot x2_i) & \sum_{i=0}^8 (x2_i)^2 \end{bmatrix} \quad Y1 := \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^8 y_i \\ \sum_{i=0}^8 (x1_i \cdot y_i) \\ \sum_{i=0}^8 (x2_i \cdot y_i) \end{bmatrix}$$

$$X1 = \begin{pmatrix} 9 & 71.8 & 360 \\ 71.8 & 573.62 & 2.872 \times 10^3 \\ 360 & 2.872 \times 10^3 & 1.6 \times 10^4 \end{pmatrix} \quad Y1 = \begin{pmatrix} 533.7 \\ 4.257 \times 10^3 \\ 2.084 \times 10^4 \end{pmatrix}$$

$$\beta := X1^{-1} \cdot Y1 \quad \beta = \begin{pmatrix} 76.648 \\ -0.576 \\ -0.319 \end{pmatrix}$$

Modelo de regresión

$$Y(x_1, x_2) := 76.648 - 0.576 \cdot x_1 - 0.319 \cdot x_2$$

$$Y_2 := \begin{pmatrix} 65.948 \\ 65.43 \\ 53.188 \\ 52.67 \\ 59.28 \\ 59.28 \\ 59.28 \\ 59.28 \\ 59.28 \\ 59.28 \end{pmatrix}$$

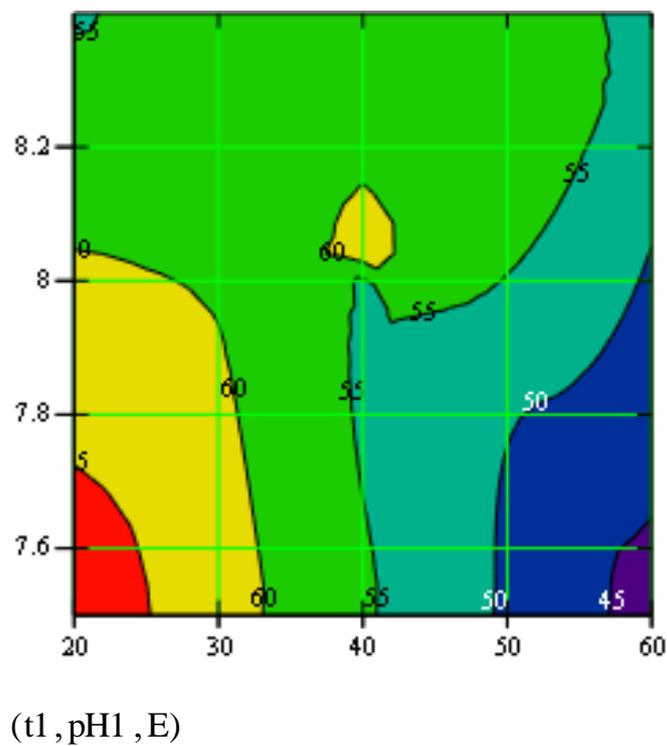
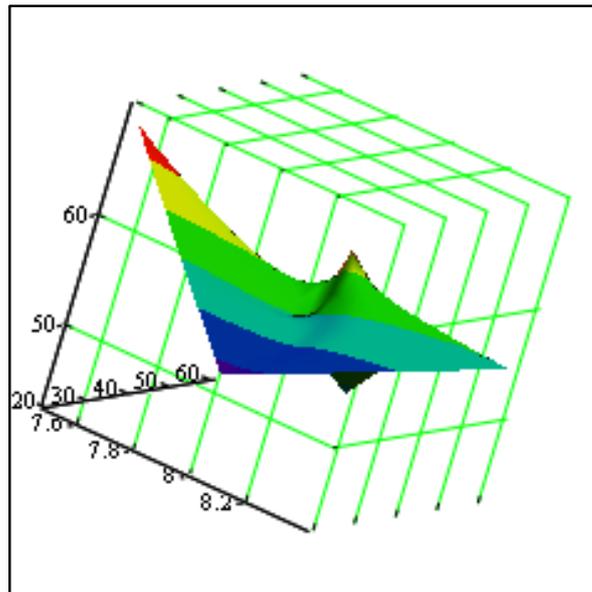


Figura N°7. Gráfica de contorno de superficie de resistencias constantes.
Elongación caucho SBR

En la gráfica podemos apreciar que la mayor resistencia a la elongación se da en el rango de 40 días y 8 de rango de pH.

A continuación, se aprecia la gráfica en sus tres dimensiones.



(t1, pH1, E)

Figura N°8. Gráfica de superficie respuesta tridimensional del rendimiento del modelo de regresión. Elongación caucho SBR.

Calculo para el análisis de varianza

$$SST := \sum_{i=0}^8 (y_i - \text{mean}(y))^2 \quad SST = 596.66$$

$$SSREG := \sum_{i=0}^8 (y_i^2 - \text{mean}(y))^2 \quad SSREG = 163.088$$

$$SSE := SST - SSREG$$

$$SSE = 433.572$$

$$m := 3$$

$$\alpha := 0.05$$

$$\frac{SST}{n-1} = 74.582$$

$$\frac{SSREG}{m-1} = 81.544$$

$$\frac{\frac{SSREG}{m-1}}{\frac{SSE}{n-m}} = 1.128$$

$$qF(1 - \alpha, m - 1, n - m) = 5.143$$

Tabla 13. Análisis de varianza para modelo de 1° orden para la elongación

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media	Razón de F	Probabilidad >F
Modelo de regresión	m-1	SSREG	$\frac{SSREG}{m-1}$	$\frac{\frac{SSREG}{m-1}}{\frac{SST}{n-m}}$	$qF(\alpha, m-1, n-m)$
Error	n-m	SSE	$\frac{SST}{n-m}$		
Total	n-1	SST			

Fuente: elaboración propia.

Tabla 14. Análisis de varianza para modelo de 1° orden para el diseño

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media	Razón de F	Probabilidad >F
Modelo de regresión	2	163.088	81.544	1.128	0.052
Error	6	433.572	72.262		
Total	8	596.66			

Fuente: elaboración propia.

Coefficiente de correlación = $SSREG / (SSREG/m-1)$

$$= 163.088/81.544$$

$$= 2$$

Basados en la prueba de Fisher donde:

$$0.052 < 1.128$$

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la alternativa indicando que $\beta_0, \beta_1, \beta_2 \neq 0$

$$y(x_1, x_2) := \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2$$

Indicando que la resistencia a la elongación del cucho SBR dependerá del tiempo y el pH.

3.1.3. Pruebas de peso

Para las pruebas de peso se dio uso del laboratorio de Biotecnología de la Universidad Cesar vallejo, sede San Juan de Lurigancho utilizando la estufa de secado y la balanza analítica SARTORIUS.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 15. Peso inicial y final-
Caucho SBR

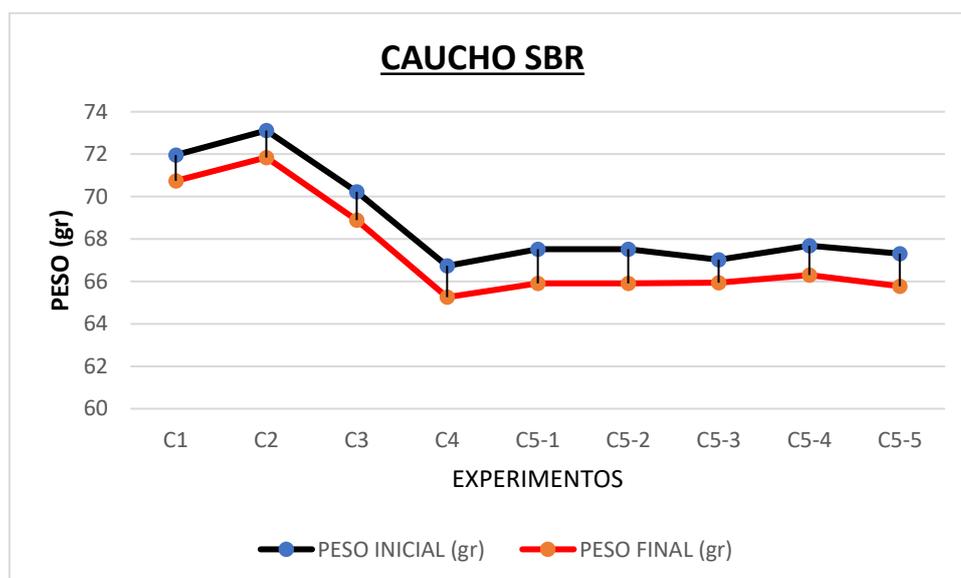
	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)
C0	72.138	71.8566
C1	71.9617	70.7476
C2	73.1147	71.8462
C3	70.2265	68.8855
C4	72.7345	71.24
C5₁	67.5271	65.9053
C5₂	67.5277	65.9142
C5₃	67.028	65.936
C5₄	67.6876	66.3073
C5₅	67.3038	65.7807

Tabla 16. Peso inicial y final-
Geomembrana HDPE

	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)
G0	22.9902	22.9899
G1	22.9902	22.9465
G2	22.9689	22.9458
G3	22.9896	22.9663
G4	22.9884	22.7272
G5₁	22.7712	22.7421
G5₂	22.7686	22.6326
G5₃	22.6598	22.0143
G5₄	22.7178	22.0493
G5₅	22.9465	22.7584

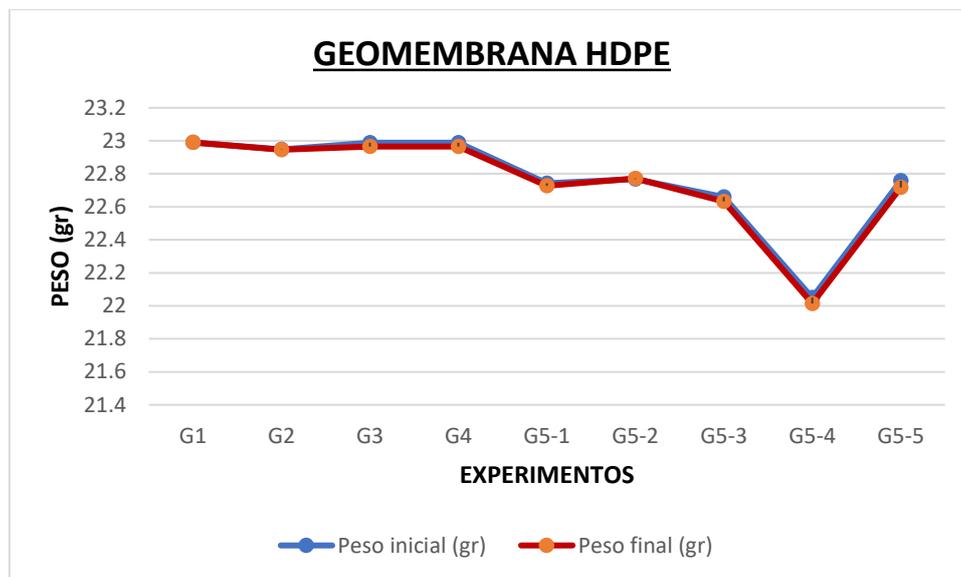
Fuente: elaboración propia

Figura N°9. Grafica de la tendencia del peso inicial y final del caucho SBR.



Fuente: elaboración propia.

Figura N°10. Grafica de la tendencia del peso inicial y final de la geomembrana HDPE.



Fuente: elaboración propia.

Con respecto al peso, esta medición se realizó antes y posterior al secado en la estufa durante 24 horas con temperatura constante de 70 °C. En las gráficas de tendencia se aprecia como el caucho SBR tiende a la disminución teniendo como su punto más bajo el valor de 68.8855 gr. Esto bajo condiciones de pH a 7.5 y a un tiempo de 60 días.

Caso opuesto es la geomembrana HDPE que tiende a mantenerse constante en sus valores iniciales y finales, siendo muy superior al caucho.

3.1.4. Pruebas de densidad

Para las pruebas de densidad se dio uso del laboratorio de Biotecnología de la Universidad Cesar vallejo, sede San Juan de Lurigancho utilizando el método de Arquímedes.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 17. Prueba de densidad-Caucho SBR

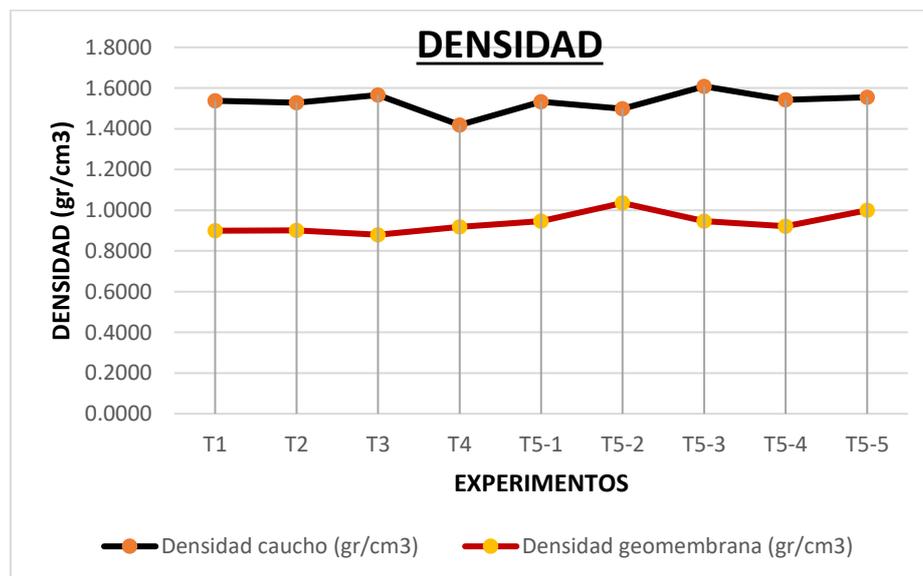
	Densidad caucho (gr/cm ³)
C0	1.5677
T1	1.5380
T2	1.5286
T3	1.5656
T4	1.4187
T5₁	1.5327
T5₂	1.4981
T5₃	1.6082
T5₄	1.5420
T5₅	1.5550

Tabla 18. Prueba de densidad-Geomembrana HDPE

	Densidad geomembrana (gr/cm ³)
G0	1.1040
G1	0.8997
G2	0.9000
G3	0.8795
G4	0.9187
G5₁	0.9470
G5₂	1.0351
G5₃	0.9461
G5₄	0.9218
G5₅	0.9990

Fuente: elaboración propia

Figura N°11. Grafica comparativa de densidad entre el caucho SBR y la geomembrana HDPE



El caucho SBR al tener un mayor peso que la geomembrana, muestra una mayor densidad, aunque producto de la exposición al lixiviado, su peso decayó en algunos puntos.

IV. DISCUSIÓN

En la presente investigación, con respecto a la tracción, los valores iniciales o las muestras bases fueron, en el caucho SBR y la geomembrana, 2.86 y 36.7 MPa respectivamente. Después de los 60 días de experimentación, el caucho SBR, mostro un valor de 2.37 con pH 7.5 presentando una disminución del 17.13%, siendo su valor más bajo obtenido. Con respecto a la elongación, tenemos 77.9% de valor base, y posterior a la experimentación, 43.2%. Presento en este caso, una disminución del 34.7% mientras que, en el geosintético, como valor base 664.3% y pasada la experiencia 622.5%. Ahora, si vemos los datos de GARCIA (2017), que a partir de la mezcla de un material biocompuesto el cual tiene en su composición 60 g de bagazo de caña de azúcar y 50 g de caucho natural, se obtuvo una resistencia a la tracción de 3.61 siendo superior, no por mucho, al valor básico del caucho SBR. Claro está que, en este caso no hubo una degradación producto de la experiencia.

Otro factor importante para tener en consideración es la degradación de materiales, tal como lo indica en su investigación ROSE y STEINBÜCHEL (2005), en los procesos aeróbicos y anaeróbicos (en menor cantidad) se producen degradación microbiológica teniendo como factor de gran significancia, la pérdida de peso. Como valor base se tuvo 71.8566 gr. y después de los 60 días de análisis se llegó a obtener un peso 71.24 en un medio de pH 8.4 y 68.885 gr. en pH 7.5, por lo que entra a tallar el parámetro de mayor importancia en esta investigación, el pH. Se aprecia que mientras decrece la alcalinidad del lixiviado, tiende a aumentar la degradación de los compuestos. Ante ello MENDOZA (2013) indica que el pH adecuado para que el proceso de metanogénesis se produzca correctamente estará entre el pH 6.5-7.5, siendo esta etapa la más demandada por los microorganismos presentes en los rellenos sanitarios al momento de degradar materia orgánica. Cabe tener presente que, todo líquido que ingrese a este arrastrara consigo una cantidad considerable de estos hongos y/o bacterias a través de la geomembrana hasta la disposición final que sería la piscina de retención de lixiviados. Esto explicaría porque, con un pH 7.5, la degradación o pérdida del caucho SBR es mayor, teniendo 4.13 % de perdida en peso y 0.86% con 8.4 pH, ambos a 60 días del experimento. Por otro lado, tenemos a la geomembrana que mantiene valores muy estables, incluso con pH

7.5, teniendo un valor 22.9663 a los 60 días y siendo su valor base 22.9899, habiendo tenido solo una pérdida del 0.1%

Esto tendría mucho sentido si hacemos la similitud con el estudio de BLANCO (2008), donde analiza algunas propiedades mecánicas en geomembranas de alta densidad usadas como contenedores de líquidos durante 7 años. Donde los resultados se encontraron dentro de lo esperado con algunas anomalías aisladas. Teniendo en cuenta que las balsas solo fueron usadas como contenedores, y en donde la presencia de degradación era mínima o nula.

Se debe tener en cuenta que todo proceso degradativo ocasionara perdidas en la masa de los cuerpos, y esto va de mano con las demás propiedades analizadas en esta investigación como la tracción y elongación que se ven directamente afectadas. Se podría decir que la relación de pérdida de masa está ligada directamente con la tendencia a la caída de las propiedades mecánicas. Ahora, si buscamos una explicación basada en los datos, tenemos al pH como un actor principal ya que mientras este descienda a valores más ácidos, el desarrollo de microorganismos ira en alza y comenzaran a buscar ese alimento a manera de carbono el cual conlleva a la producción de metano presente en todos los rellenos sanitarios.

V. CONCLUSIONES

El estudio realizado en las propiedades mecánicas como fueron la tracción y elongación indica que no hay evidencia estadística de estudios previos que demuestre que el caucho SBR se ve alterado en sus propiedades cuando entra en contacto directo con un lixiviado proveniente de un relleno sanitario. Sin embargo, si se cuenta con una evidencia experimental, proveniente de los datos obtenidos en los laboratorios LABICER S.A.C. y biotecnología de la UCV sede San Juan de Lurigancho.

Dentro de los valores obtenidos con respecto a la durabilidad del caucho SBR, se concluye que la influencia más notoria que se dio en él fue estando en contacto con el lixiviado de valor 7.5 de pH por lo que, si este descendiera aún más, la generación de microorganismos iría en alza y esto aumentaría la degradación del material a estudiar.

El peso marco quizá la pauta para los demás parámetros medidos. Se puede inferir que mientras exista una pérdida en masa, los demás valores medidos se verían afectados. De cierto punto de vista, existe una relación directa entre propiedades físicas y mecánicas. La tracción y elongación analizadas muestran decrecimientos mayores en pH 7.5 que en 8 y 8.4 por lo que, a partir de lo ya mencionado, la degradación también afecta a la resistencia de los cuerpos.

En el transcurso de la experimentación, el decrecimiento en los valores mecánicos varió de manera no tan significativa como se estimaba al inicio de los ensayos. Esto parte, desde la idea del diseño, ya que, a tomar la muestra en un relleno sanitario de costa, la calidad del lixiviado es mucho más agresiva y de peor calidad que uno de proveniente de un pueblo de sierra. Se esperaban valores o picos mas extremos y con tendencia a la caída.

Mientras que, por otro lado, la geomembrana muestra una notoria tendencia a mantener sus valores en el transcurso del tiempo sometida a las mismas condiciones que el caucho. Durante los 60 días que duró la experiencia, el caucho SBR mostro un decrecimiento de casi 6 gramos, la geomembrana se mantuvo mucho más constante, mostrando una mayor eficiencia. Es notoria la diferencia entre ambos compuestos a lo largo de la experiencia

Con respecto a la densidad, de por sí, el caucho al mostrar un peso superior a la geomembrana y al no haber existido una degradación acelerada y considerable

en el transcurso de la experiencia, sigue manteniendo una superioridad con respecto a este parámetro medido, teniendo así el valor pico de 1.5656 gr/cm^3 mientras que la geomembrana, de 1.0351 gr/cm^3 .

Concluyendo finalmente, a partir de los datos experimentales obtenido en laboratorio que, si bien es cierto, la tendencia del caucho SBR es a la baja, se esperaban resultados muchos más extremos, con una marcada diferencia entre las muestras y su tiempo de exposición en el lixiviado por lo que podría ser de mucha utilidad con lixiviados que presenten una mejor calidad.

VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para futuras investigaciones son las siguientes:

1. Ampliar la muestra o la población para obtener una mayor base de datos y plantear nuevas alternativas. En el mercado actual se encuentran diversos tipos de caucho lo que permitiría utilizar 2 o más grupos funcionales con el fin de encontrar el material con mayor eficiencia en tiempo y de menor costo que la geomembrana.
2. Ampliar la investigación a zonas geográficas, ya sea sierra, costa o selva, donde las poblaciones no tengan una disposición final de sus residuos y experimentar in situ. Los factores medioambientales son muy importantes al momento de observar la degradación y/o durabilidad y resistencia de los materiales utilizarse, en este caso, como cubiertas.
3. Ampliar el tiempo de la investigación. Al aumentar el tiempo, tratando de llevar el diseño a uno longitudinal, se obtendrían datos más confiables, mejorando así la información que se generaría al finalizar la investigación. El tiempo es de suma importancia en investigaciones donde se plantea analizar la reacción de un cuerpo sometido a un tratamiento, es por ello por lo que se recomienda iniciar el proceso en 9no ciclo universitario para contar con una data más confiable al momento de procesarlas en software estadísticos.
4. Se recomienda, a quienes ahonden más adelante en el tema, mejorar la resistencia de cualquier tipo de caucho a utilizarse mediante el proceso de vulcanización con compuestos orgánicos con el fin de mejorar la resistencia de los cuerpos y la biodegradación. Si se llega a mejorar a niveles similares o acercase a los valores de los geosintéticos sería un gran avance tanto tecnológico como económico.
5. Carácter microbiológico. Los análisis mecánicos y físicos solo fueron parte de los tantos análisis por realizar. El carácter químico, biológico y microbiológico forman un tridente muy importante en el análisis de cualquier material sometido a un tratamiento.
Es de suma importancia saber la agresividad de algunos hongos y/o bacterias sobre materiales usados como cubiertas ya que, se podría sacar mejores conclusiones y crear a partir de ello, una explicación para las demás propiedades a analizar.

VII. REFERENCIAS

1. MENDOZA, Patricia, LOPEZ, Valentina. Estudio de la calidad del lixiviado del relleno sanitario la esmeralda y su respuesta bajo tratamiento en filtro anaerobio piloto de flujo ascendente. Tesis (ingeniería química). Manizales. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ingeniería y arquitectura, 2004. 125 p.
2. REYES, Manuel. Lixiviados en plantas de residuos: Una contribución para la selección del proceso de tratamiento. Tesis Doctoral. Valencia. Universidad politécnica de Valencia, Departamento de física aplicada, 2015. 296 p.
3. CUARTAS, Hernández. Optimización del diseño de vertederos de residuos sólidos basados en modelización. Tesis doctoral. Cantabria. Universidad de Cantabria, Departamento de matemática aplicada y ciencias de la computación, 2012. 348 p.
4. MINAM(Perú). Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual. 2011. Perú. 87 p.
5. OEFA(Perú). Fiscalización ambiental en residuos sólidos de gestión municipal provincial: informe 2013-2014. Índice de cumplimiento de los municipios provinciales a nivel nacional. 2014. Perú. 100 p.
6. Folletos educativos sobre geosintéticos y sus aplicaciones [en línea]. Argentina: International Geosynthetic Society, 2012 [fecha de consulta: 09 de octubre de 2017]. Disponible en:
http://www.igsargentina.com.ar/pdf/Folletos_Educacionales_de_la_IGS.pdf
7. BELICZKY, Louis, FAJEN, Jhon. Industria del caucho. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo [en línea]. N° 8. 1998, [fecha de consulta: 2 de octubre]. Disponible en:
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/80.pdf>

8. MIHELIC, James y ZIMMERMAN, Julie. INGENIERÍA AMBIENTAL: Fundamentos, sustentabilidad, diseño. México D.F.: Alfaomega, 2012. 720 p.
ISBN: 978-607-707-317-8
9. DAVID, Mackenzie y MASTEN, Susan. Ingeniería y ciencias ambientales. México D.F.: McGraw-Hill/Interamericana editores, 2005. 736 p.
ISBN: 0-07-235053-9
10. CASELLES, María y otros. Química aplicada a la ingeniería. Madrid: UNED, 2015. 810 p.
ISBN: 978-84-362-7031-0
11. Perú produce 3 mil toneladas de basura diaria y solo recicla el 15% [en línea]. Peru21.pe. 9 de setiembre de 2017. [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://peru21.pe/peru/peru-produce-3-mil-toneladas-basura-diaria-recicla-15-375157>
12. GOMEZ, Marcelo. Metodología de la investigación. 2 ed. Buenos Aires: Brujas, 2016. 190 p.
ISBN: 9789875911611
13. Compañía Elaboradora de Caucho S.A.(COECA) [en línea]. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://www.coeca.com/materiales/caucho-natural>
14. MANSILLA, Marcela. Influencia de la microestructura en las propiedades mecánicas y térmicas de mezclas de caucho natural y caucho estireno butadieno. Tesis Doctoral (Ciencias Físicas). Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, Escuela de Física, 2012. 154 p.
15. Utilización de caucho de neumáticos en mezcla asfáltica densa en obras de infraestructura por Botasso Gerardo [et al]. Vol. 10. La plata: Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Plata. LEMaC (20): 4-12. 2012.

- ISSN: 1409-4045
16. Estudio y análisis de los polímeros derivados del estireno-butadieno por García David [et al]. Ed. 4. 3ciencias (17): 3-7. 2013
ISSN: 2254 – 4143
17. URREGO, William y ÁLVAREZ, Mónica. Relación entre el calor de vulcanización y la densidad de entrecruzamiento de mezclas reforzadas de caucho natural colombiano y caucho estireno butadieno (NR-SBR). Vol. 5. Colombia: Universidad de Antioquia. Revista Colombiana de Materiales (54): 28-24.
ISSN 2256-1013
18. Geomembrana de Polietileno [en línea]. Lima: CIDELSA. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2018].
Disponible en:
http://www.cidelsa.com/media/prod_brochure_2/Geomembrana_de_Polietileno_Agost-2015.pdf
19. WOLFSON, Richard y REX, Andrew. Fundamentos de física. Madrid: Pearson educación, 2011. 770 p.
ISBN: 978-84-7829-125-0
20. Accuweather [en línea]. [Fecha de consulta: 30 de mayo de 2018].
Disponible:
<https://www.accuweather.com/es/pe/tablada-de-lurin/258418/april-weather/258418>
21. SJL.pe [en línea]. [Fecha de consulta: 30 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.sjl.pe/distrito/condiciones-meteorologicas.asp>
22. MONTGOMERY, Douglas. Design and analysis of experiments. 2a ed. México: Limusa, 2007. 700 p.
ISBN: 978-968-18-6156-6

23. <http://www.eric.es> [en línea]. [Fecha de consulta: 4 de junio de 2018] disponible en: <http://www.eric.es/web/mecanica-de-los-cauchos/>
24. <http://www.cidelsa.com> [en línea]. [Fecha de consulta: 4 de junio de 2018]. Disponible en: [http://www.cidelsa.com/media/prod_brochure_2/Geomembrana de Poli-etileno_Agost-2015.pdf](http://www.cidelsa.com/media/prod_brochure_2/Geomembrana_de_Poli-etileno_Agost-2015.pdf)
25. <http://www.pavco.com.pe> [en línea]. [Fecha de consulta: 4 de junio de 2018]. Disponible en: <http://www.pavco.com.pe/productos/area-infraestructura/geomembranas/>
26. PÉREZ, Héctor. Física general. 5ta ed. México: Patria, 2015. 610 p. ISBN: 978-607-744-046-8
27. A., Ralph. Fundamentos de química. 5ta ed. México: Pearson Educación, 2011. 776 p. ISBN: 978-607-32-0683-9
28. A., Raymond, et al. Física e ingeniería mecánica. México: Cengage Learning Editores, 2010. 630 p. ISBN-13: 978-607-481-248-0 ISBN-10: 607-481-248-9
29. <http://dle.rae.es> [en línea]. [fecha de consulta: 17 de junio de 2018]. Disponible en: <http://dle.rae.es/srv/fetch?id=Zir6lpf>
30. ROSE, Karsten y STEINBÜCHEL, Alexander . Biodegradation of natural rubber and related compounds: recent insights into a hardly understood catabolic capability of microorganisms. Revista Appl Environ Microbiol, 71 (6): 2803 – 2812, junio 2005. ISSN: 2803-2812.2005
31. Efectos de la recirculación de los lixiviados sobre las propiedades físicas y químicas de los RSU sometidos a digestión anaeróbica por Erick

- Mendoza. Universidad Nacional Autónoma de México: Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 29(3): 73-78, enero 2013
ISSN: 0188-4999
32. EPA (204). Municipal Solid Waste Landfills Economic Impact Analysis for the Proposed New Subpart to the New Source Performance Standards. 2014. 62 p.
33. TAYLOR. R. Gossans and leached cappings. New York: Springer, 2011. 145p.
ISBN: 9783642220500
34. WIELAND, M; REN, Q y TAN, J. New developments in dam engineering. New York: A.A. Balkema publishers, 2004. 1219 p.
ISBN: 898-698-0034-208
35. SOLIS, José. Resistencia y perdurabilidad de materiales civiles. 2 ed. Mexico: Sastre, 2009. 279 p.
ISBN: 9876465001200

VIII. ANEXOS

Anexo N°1. Matriz de consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
INFLUENCIA DEL LIXIVIADO PROVENIENTE DEL RELLENO SANITARIO “PORTILLO GRANDE” EN LA DURABILIDAD DEL CAUCHO SBR UTILIZADO COMO CUBIERTA, 2018				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>Problema General ¿En qué medida el lixiviado proveniente del relleno sanitario “Portillo Grande” influye en la durabilidad del caucho SBR siendo utilizado este como cubierta?</p> <p>Problema Específico ¿Se verán alteradas las propiedades físicas iniciales del caucho SBR cuando se someta a contacto directo con un lixiviado proveniente del relleno sanitario “Portillo Grande”?</p> <p>¿Se verán alteradas las propiedades mecánicas iniciales del caucho SBR cuando se someta a contacto directo con un lixiviado proveniente del relleno sanitario “Portillo Grande”?</p>	<p>Objetivo General Evaluar la influencia que tiene el lixiviado proveniente del relleno sanitario “Portillo Grande” en la durabilidad del caucho SBR, 2018</p> <p>Objetivo Específico Determinar las propiedades físicas del caucho SBR habiendo estado expuesto a contacto directo con el lixiviado proveniente del relleno sanitario “Portillo Grande”.</p> <p>Determinar las propiedades mecánicas del caucho SBR habiendo estado expuesto a contacto directo con el lixiviado proveniente del relleno sanitario “Portillo Grande”.</p>	<p>Hipótesis General El lixiviado proveniente de relleno sanitario “Portillo Grande” influye directamente sobre la durabilidad del caucho SBR utilizado como cubierta.</p> <p>El lixiviado proveniente de relleno sanitario “Portillo Grande” influye directamente con la variabilidad y/o alteración de las propiedades físicas del caucho SBR estando expuesto a un contacto directo con este.</p> <p>El lixiviado proveniente de relleno sanitario “Portillo Grande” influye directamente con la variabilidad y/o alteración de las propiedades mecánicas del caucho SBR estando expuesto a un contacto directo con este.</p>	<p>V. I.: Lixiviado proveniente del relleno sanitario “Portillo Grande”</p> <p>V. D.: Durabilidad del caucho SBR utilizado como cubierta</p>	<p>Diseño de Investigación: Experimental</p> <p>Tipo de Investigación: Exploratoria</p>

Anexo N°2. Instrumento de recolección de datos. Caucho SBR.

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS: Resistencia del caucho SBR siendo sometida a un baño de lixiviado proveniente del relleno sanitario "Portillo Grande"						
Tratamiento	pH de la muestra de lixiviado	Prop. Mecánicas		Prop. Físicas		
		Tracción (MPa)	Elongación (%)	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Densidad (Kg/m ³)
C0	—	2.86	77.9	72.138	71.8566	1.5677
C1	7.5	2.56	68.5	71.9617	70.7476	1.5380
C2	8.4	2.04	54.5	73.1147	71.8462	1.5286
C3	7.5	2.37	43.2	70.2265	68.8855	1.5656
C4	8.4	2.75	54.3	66.7345	66.24	1.4187
C5 ₁	8.0	2.77	69.5	67.5271	65.9053	1.5327
C5 ₂	8.0	2.66	66.3	67.5277	65.9142	1.4981
C5 ₃	8.0	2.42	53.3	67.028	65.936	1.6082
C5 ₄	8.0	2.41	62.6	67.6876	66.3073	1.5420
C5 ₅	8.0	2.46	61.5	67.3088	65.7807	1.5550

Anexo N°3. Instrumento de recolección de datos. Geomembrana sintética HDPE.

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS: Resistencia de la geomembrana HDPE siendo sometida a un baño de lixiviado proveniente del relleno sanitario "Portillo Grande"						
Tratamiento	pH de la muestra de lixiviado	Prop. Mecánicas		Prop. Físicas		
		Tracción (MPa)	Elongación (%)	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Densidad (Kg/m ³)
G0	—	36.7	664.3	22.9902	22.9899	1.1040
G1	7.5	32.8	654.3	22.9489	22.9465	0.8997
G2	8.4	25.6	543.1	22.8696	22.8658	0.9000
G3	7.5	34.9	649.5	22.9884	22.9663	0.8795
G4	8.4	34.8	622.5	22.7421	22.7272	0.9187
G5 ₁	8.0	35.1	630.6	22.7686	22.7212	0.9470
G5 ₂	8.0	33.7	640	23.6348	23.6526	1.0351
G5 ₃	8.0	35.2	642.8	23.0193	23.0443	0.9461
G5 ₄	8.0	28	569.1	22.9984	22.978	0.9228
G5 ₅	8.0	32.85	649.5	22.9242	22.921	0.9990

Anexo N°4. Cuadro comparativo de las propiedades mecánicas entre el caucho SBR y la geomembrana HDPE.

CUADRO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS/MECÁNICAS ENTRE EL CAUCHO Y LA GEOMEMBRANA										
PROPIEDAD MECÁNICA <i>TRACCIÓN</i>	TRATAMIENTOS									
	T0	T1	T2	T3	T4	T5 ₁	T5 ₂	T5 ₃	T5 ₄	T5 ₅
CAUCHO SBR	2.86	2.56	2.04	2.37	2.75	2.77	2.66	2.42	2.41	2.46
GEOMEMBRANA HDPE	36.7	32.8	25.6	34.9	34.8	34.8	35.1	33.7	28	32.85

CUADRO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS/MECÁNICAS ENTRE EL CAUCHO Y LA GEOMEMBRANA										
PROPIEDAD MECÁNICA <i>ELONGACIÓN</i>	TRATAMIENTOS									
	T0	T1	T2	T3	T4	T5 ₁	T5 ₂	T5 ₃	T5 ₄	T5 ₅
CAUCHO SBR	77.9	68.5	54.5	432	54.3	69.5	66.3	53.3	62.6	61.5
GEOMEMBRANA HDPE	664.3	654.3	543.1	649.5	622.5	630.6	640	642.8	569.1	649.5

Anexo N°5. Cuadro comparativo de las propiedades físicas entre el caucho SBR y la geomembrana HDPE.

CUADRO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS/MECÁNICAS ENTRE EL CAUCHO Y LA GEOMEMBRANA										
PROPIEDAD FISICA <i>PESO FINAL</i>	TRATAMIENTOS									
	TO	T1	T2	T3	T4	T5 ₁	T5 ₂	T5 ₃	T5 ₄	T5 ₅
CAUCHO SBR	71.8566	70.7476	71.8462	68.8855	66.24	65.9053	65.9142	65.9360	66.3073	65.7807
GEOMEMBRANA HDPE	22.9899	22.9465	22.8658	22.9663	22.7272	22.7712	23.6526	23.0443	22.978	22.921

CUADRO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS/MECÁNICAS ENTRE EL CAUCHO Y LA GEOMEMBRANA										
PROPIEDAD MECÁNICA <i>DENSIDAD</i>	TRATAMIENTOS									
	TO	T1	T2	T3	T4	T5 ₁	T5 ₂	T5 ₃	T5 ₄	T5 ₅
CAUCHO SBR	1.5677	1.5380	1.5286	1.5656	1.4187	1.5327	1.4981	1.6082	1.5420	1.5550
GEOMEMBRANA HDPE	2.1040	0.8997	0.9000	0.8795	0.9187	0.9470	1.0351	0.9461	0.9218	0.9990

Anexo N°6. Validación de instrumento



**INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE
INVESTIGACIÓN**

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y nombres del informante. Dr. (Mg): Fernando Acevedo
 1.2. Cargo e Institución donde labora: UCV, Coord. Investigación
 1.3. Especialidad del experto: Ing. Ambiental

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con el lenguaje apropiado.					85
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica.					85
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación.					85
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de actualidad.					85
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.					85
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.					85
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación.					85
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se está investigando.					85
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento.					85
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.					85

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?.....

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

San Juan de Lurigancho, ...de del 2018.

Firma de experto Informante
 DNI: 07268863

85%



**INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE
INVESTIGACIÓN**

I. DATOS GENERALES:

- I.1. Apellidos y nombres del informante: Dr./Mg. JOSE ELOY CORRALOR BOUTINIA
 I.2. Cargo e Institución donde labora: DIRECTOR DE INVESTIGACION - INIA
 I.3. Especialidad del experto: INGENIERO FORESTAL

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con el lenguaje apropiado.					85
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica.					85
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación.					85
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de actualidad.					85
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.					85
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.					85
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación.					85
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se está investigando.					85
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento.					85
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.					85

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?.....

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

San Juan de Lurigancho, 6 de 7 del 2018.



 Firma de experto Informante
 DNI: 0136773.....

85%



**INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE
INVESTIGACIÓN**

I. DATOS GENERALES:

I.1. Apellidos y nombres del informante. Dr./Mg.: Cabello Torres Rite
 I.2. Cargo e Institución donde labora: DTG UCV Lt
 I.3. Especialidad del experto: Inf. & Co.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con el lenguaje apropiado.				✓	
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica.				X	
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación.				X	
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de actualidad.				X	
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.				✓	
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.				X	
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación.				✓	
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se está investigando.				X	
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento.				X	
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.				X	

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?.....

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

San Juan de Lurigancho, ...de del 2018.



 Firma de experto Informante
 DNI: 08947396

80%



**INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE
INVESTIGACIÓN**

I. DATOS GENERALES:

- I.1. Apellidos y nombres del informante. Dr./Mg.: EDUARDO RAHALO ESPINOSA FARFAN
 I.2. Cargo e Institución donde labora: DIRECTOR UCV - LÍNEA ESJE
 I.3. Especialidad del experto: ING. AMBIENTAL Y DE RANW

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con el lenguaje apropiado.				80	
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica.				80	
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación.				80	
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de actualidad.				80	
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.				80	
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.				80	
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación.				80	
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se está investigando.				80	
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento.				80	
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.				80	

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?.....

IV. PROMEDIO DEVALORACIÓN:

San Juan de Lurigancho, 11 de Julio del 2018.

Firma de experto Informante
 DNI: 40251227

80%

UNIVERSIDAD C. SAN VALENTIN
INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y nombres del informante. Dr./Mg.:
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: 7
- 1.3. Especialidad del experto:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con el lenguaje apropiado.					85%
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica.					85%
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación.					85%
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de actualidad.					85%
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.					85%
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.					85%
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación.					85%
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se está investigando.					90%
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento.					85%
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.					90%

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

San Juan de Lurigancho, 11 de Julio del 2018.

[Firma manuscrita]

Firma de experto Informante
 DNI: 40390786

87%

Anexo N°7. Resultados de laboratorio del LABICER.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE CIENCIAS
LABICER (LABORATORIO N° 12)
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME TÉCNICO N° 0796 – 18 – LABICER

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : ROY EDGAR MONTERO CAMPOS
 - 1.2 D.N.I. : 72750466
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 22 / 05 / 2018
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 25 / 05 / 2018
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 25 / 05 / 2018
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ENSAYO DE RESISTENCIA DE TRACCIÓN Y ELONGACION
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE**
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 06 MUESTRAS DE CAUCHO NATURAL
 - 4.2 TESIS : "INFLUENCIA DE UN RELLENO SANITARIO EN LA DURABILIDAD DE CAUCHO UTILIZADO COMO CUBIERTA, 2018"
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 25.0°C; Humedad relativa: 62%
7. **EQUIPO UTILIZADO** : MAQUINA DE TRACCIÓN UNIVERSAL. ZWICK ROELL Z010
8. **MÉTODO UTILIZADO** : ASTM D 412
8. **RESULTADOS**

8.1 ENSAYO DE LA MUESTRA C.0

REPETICIÓN	ESFUERZO (MPa)	ELONGACIÓN (%)
1	2,74	53,7
2	2,96	43,8
3	2,89	46,2
PROMEDIO	2,86	47,9



8.2 ENSAYO DE LA MUESTRA C.1

REPETICIÓN	ESFUERZO (MPa)	ELONGACIÓN (%)
1	2,50	68,6
2	2,50	66,1
3	2,68	70,9
PROMEDIO	2,56	68,5

8.3 ENSAYO DE LA MUESTRA C.2

REPETICIÓN	ESFUERZO (MPa)	ELONGACIÓN (%)
1	2,19	54,6
2	2,21	49,9
3	1,72	59,0
PROMEDIO	2,04	54,5

8.4 ENSAYO DE LA MUESTRA G.0

REPETICIÓN	ESFUERZO (MPa)	ELONGACIÓN (%)
1	21,7	508,1
2	29,6	679,8
3	28,8	684,9
PROMEDIO	26,7	624,3

8.5 ENSAYO DE LA MUESTRA G.1

REPETICIÓN	ESFUERZO (MPa)	ELONGACIÓN (%)
1	32,5	652,3
2	32,1	640
3	33,8	670,7
PROMEDIO	32,8	654,3

8.6 ENSAYO DE LA MUESTRA G.2

REPETICIÓN	ESFUERZO (MPa)	ELONGACIÓN (%)
1	23,1	507,1
2	32,2	646,9
3	21,5	475,3
PROMEDIO	25,6	543,1

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.


 Bach. Jesús Utano Reyes
 Analista Químico
 LABICER – UNI



 M.Sc. Otilia Acha de la Cruz
 Responsable de Análisis
 Jefa de Laboratorio
 CQP 202

(*) El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE CIENCIAS
LABICER (LABORATORIO N° 12)
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME TÉCNICO N° 0977 – 18 – LABICER

- 1. DATOS DEL SOLICITANTE**
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : ROY EDGAR MONTERO CAMPOS
 - 1.2 D.N.I. : 72750466
- 2. CRONOGRAMA DE FECHAS**
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 / 06 / 2018
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 14 / 06 / 2018
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 14 / 06 / 2018
- 3. ANÁLISIS SOLICITADO** : ENSAYO DE RESISTENCIA DE TRACCIÓN Y ELONGACION
- 4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE**
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 10 MUESTRAS DE CAUCHO NATURAL
 - 4.2 TESIS : "INFLUENCIA DE UN RELLENO SANITARIO EN LA DURABILIDAD DE CAUCHO UTILIZADO COMO CUBIERTA, 2018"
- 5. LUGAR DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
- 6. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 21.0°C; Humedad relativa: 64%
- 7. EQUIPO UTILIZADO** : MAQUINA DE TRACCIÓN UNIVERSAL. ZWICK ROELL Z010
- 8. MÉTODO UTILIZADO** : ASTM D 412
- 8. RESULTADOS**

8.1 ENSAYO DE LA MUESTRA C.3

N° REPETICIÓN	ESFUERZO (MPa)	ELONGACIÓN (%)
1	2,79	65,1
2	2,64	67,2
3	2,89	76,1
PROMEDIO	2,77	69,5

8.2 ENSAYO DE LA MUESTRA C.4

N° REPETICIÓN	ESFUERZO (MPa)	ELONGACIÓN (%)
1	2,64	63,0
2	2,70	71,2
3	2,64	64,6
PROMEDIO	2,66	66,3



8.3 ENSAYO DE LA MUESTRA C.5

Nº REPETICIÓN	ESFUERZO (MPa)	ELONGACIÓN (%)
1	2,37	47,4
2	2,37	53,4
3	2,52	59,2
PROMEDIO	2,42	53,3

8.4 ENSAYO DE LA MUESTRA C.6

Nº REPETICIÓN	ESFUERZO (MPa)	ELONGACIÓN (%)
1	2,34	62,2
2	2,50	66,3
3	2,39	59,3
PROMEDIO	2,41	62,6

8.5 ENSAYO DE LA MUESTRA C.7

Nº REPETICIÓN	ESFUERZO (MPa)	ELONGACIÓN (%)
1	2,41	62,9
2	2,42	54,7
3	2,56	66,7
PROMEDIO	2,46	61,5

8.6 ENSAYO DE LA MUESTRA G.3

Nº REPETICIÓN	ESFUERZO (MPa)	ELONGACIÓN (%)
1	35,1	627,7
2	36,1	655,1
3	34,2	609,0
PROMEDIO	35,1	630,6

8.7 ENSAYO DE LA MUESTRA G.4

Nº REPETICIÓN	ESFUERZO (MPa)	ELONGACIÓN (%)
1	31,1	628,1
2	36,7	672,7
3	33,2	619,3
PROMEDIO	33,7	640,0

8.8 ENSAYO DE LA MUESTRA G.5

Nº REPETICIÓN	ESFUERZO (MPa)	ELONGACIÓN (%)
1	32,8	619,4
2	35,7	655,4
3	37,0	653,5
PROMEDIO	35,2	642,8



8.9 ENSAYO DE LA MUESTRA G.6

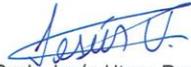
N° REPETICIÓN	ESFUERZO (MPa)	ELONGACIÓN (%)
1	28,8	570,2
2	26,9	593,4
3	28,4	543,7
PROMEDIO	28,0	569,1

8.10 ENSAYO DE LA MUESTRA G.7

N° REPETICIÓN	ESFUERZO (MPa)	ELONGACIÓN (%)
1	34,4	645,3
2	31,3	653,7
PROMEDIO	32,85	649,5

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válido solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.


 Bach. Jesús Utano Reyes
 Analista Químico
 LABICER – UNI


 M. Sc. Otilia Acha de la Cruz
 Responsable de Análisis
 Jefa de Laboratorio
 CQP 202

(*) El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE CIENCIAS
LABICER (LABORATORIO N° 12)
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME TÉCNICO N° 1055 – 18 – LABICER

- 1. DATOS DEL SOLICITANTE**
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : ROY EDGAR MONTERO CAMPOS
 - 1.2 D.N.I. : 72750466
- 2. CRONOGRAMA DE FECHAS**
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 26 / 06 / 2018
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 28 / 06 / 2018
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 28 / 06 / 2018
- 3. ANÁLISIS SOLICITADO** : ENSAYO DE RESISTENCIA DE TRACCIÓN Y ELONGACION
- 4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE**
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS : 04 MUESTRAS DE CAUCHO NATURAL
 - 4.2 TESIS : "INFLUENCIA DE UN RELLENO SANITARIO EN LA DURABILIDAD DE CAUCHO UTILIZADO COMO CUBIERTA, 2018"
- 5. LUGAR DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
- 6. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 20.0°C; Humedad relativa: 64%
- 7. EQUIPO UTILIZADO** : MAQUINA DE TRACCIÓN UNIVERSAL. ZWICK ROELL Z010
- 8. MÉTODO UTILIZADO** : ASTM D 412
- 8. RESULTADOS**

8.1 ENSAYO DE LA MUESTRA C.8

REPETICIÓN	ESFUERZO (MPa)	ELONGACIÓN (%)
1	2,27	37,9
2	2,68	61,7
3	2,17	30,1
PROMEDIO	2,37	43,2

8.2 ENSAYO DE LA MUESTRA C.9

REPETICIÓN	ESFUERZO (MPa)	ELONGACIÓN (%)
1	2,64	54,5
2	2,88	54,0
3	2,73	54,5
PROMEDIO	2,75	54,3



8.3 ENSAYO DE LA MUESTRA G.8

REPETICIÓN	ESFUERZO (MPa)	ELONGACIÓN (%)
1	33,3	630,4
2	35,5	661,8
3	35,7	575,3
PROMEDIO	34,9	622,5

8.4 ENSAYO DE LA MUESTRA G.9

REPETICIÓN	ESFUERZO (MPa)	ELONGACIÓN (%)
1	35,7	697,4
2	34,0	705,3
PROMEDIO	34,8	701,4

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válido solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.


 Bach. Jesús Utano Reyes
 Analista Químico
 LABICER – UNI


 M. Sc. Dilia Acha de la Cruz
 Responsable de Análisis
 Firmado por:
 Ing. Sebastián Lazo Ochoa
 CIP 74236

(*) El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

ANEXOS

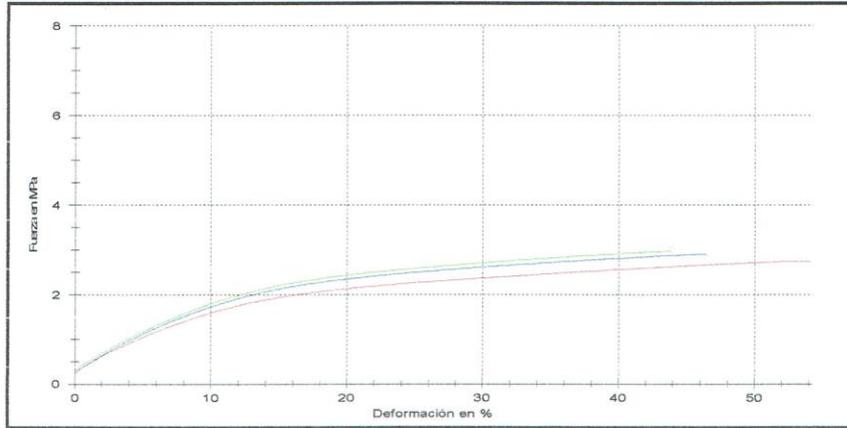


FIGURA N°1: GRÁFICA DE RESISTENCIA VS ELONGACIÓN DE LA MUESTRA C.0

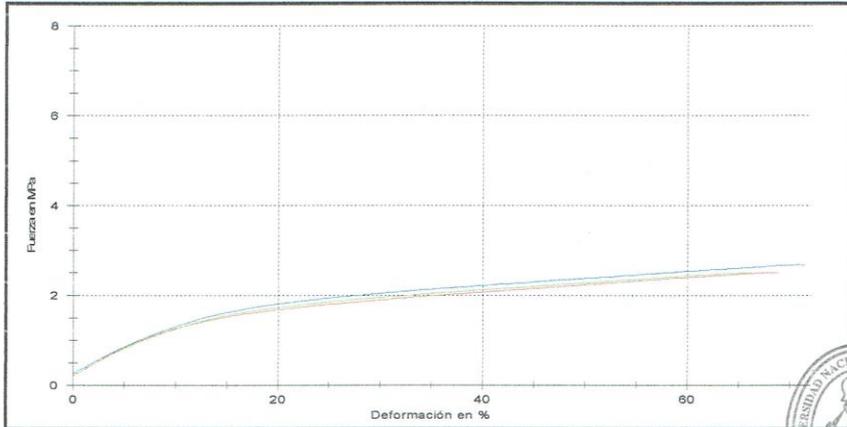


FIGURA N°2: GRÁFICA DE RESISTENCIA VS ELONGACIÓN DE LA MUESTRA C.1

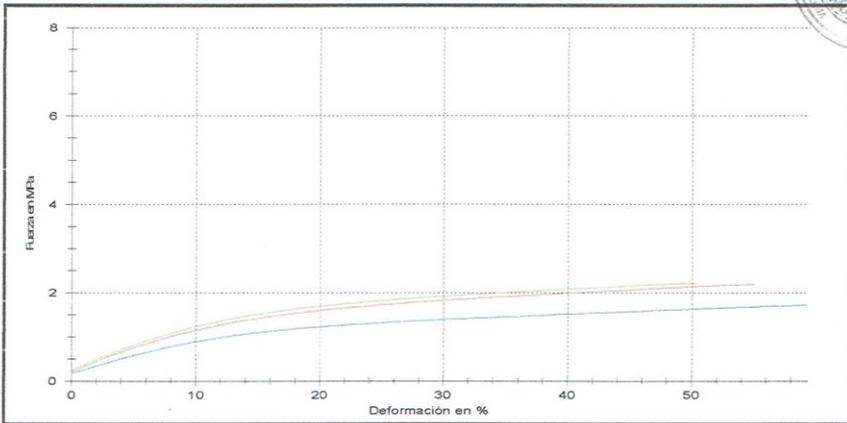


FIGURA N°3: GRÁFICA DE RESISTENCIA VS ELONGACIÓN DE LA MUESTRA C.2

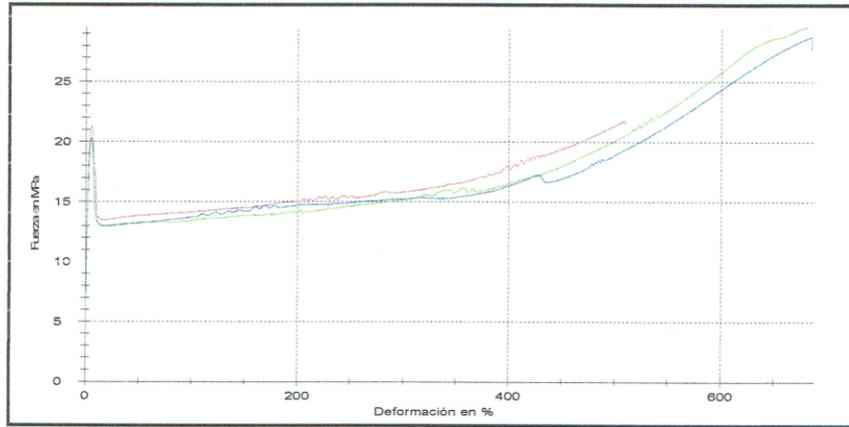


FIGURA N°4: GRÁFICA DE RESISTENCIA VS ELONGACIÓN DE LA MUESTRA G.0

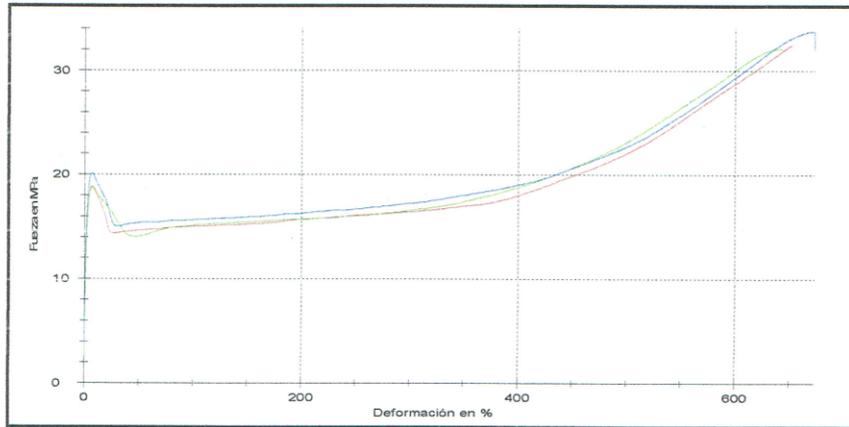


FIGURA N°5: GRÁFICA DE RESISTENCIA VS ELONGACIÓN DE LA MUESTRA G.1

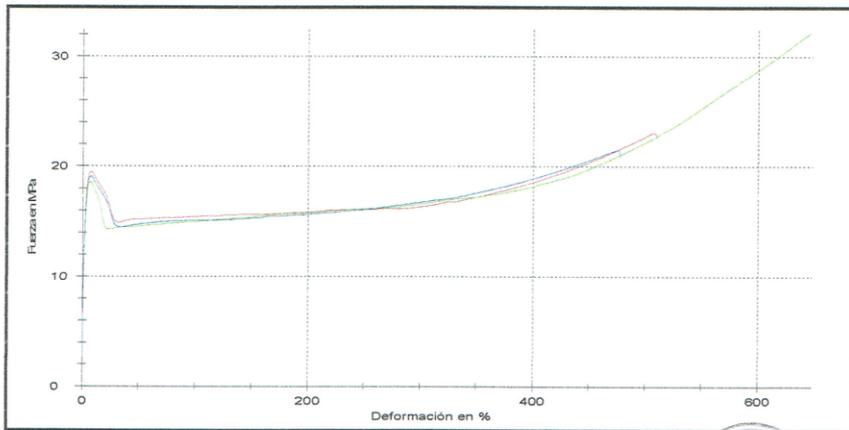


FIGURA N°6: GRÁFICA DE RESISTENCIA VS ELONGACIÓN DE LA MUESTRA G.2



CC Piliá Pecha

ANEXOS

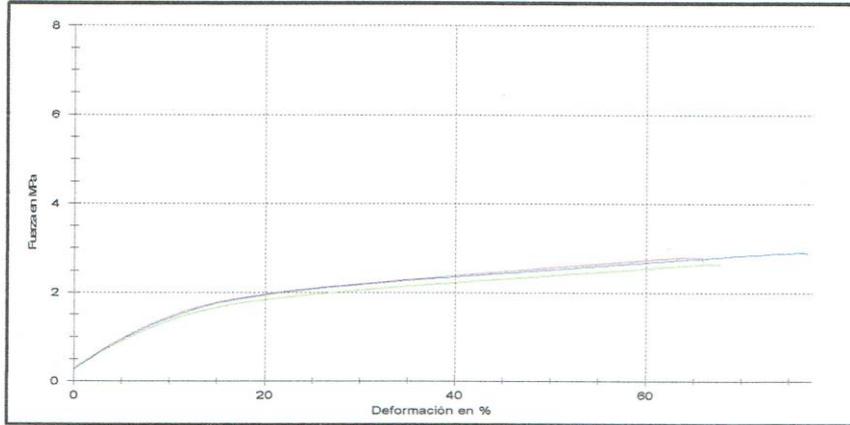


FIGURA N°1: GRÁFICA DE RESISTENCIA VS ELONGACIÓN DE LA MUESTRA C.3

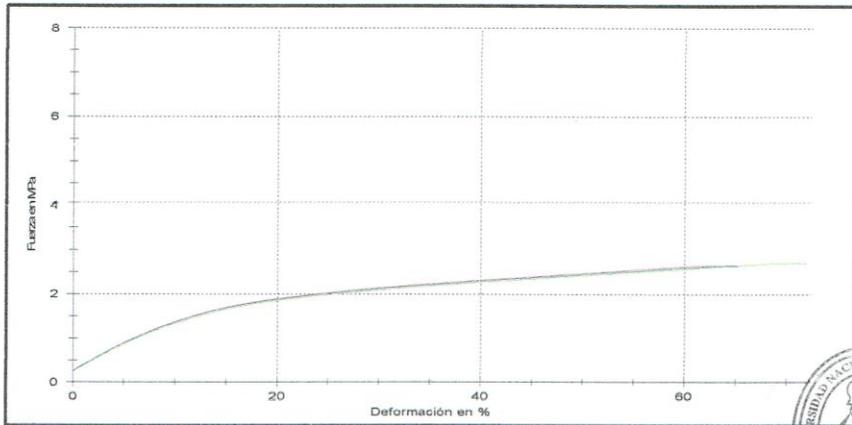


FIGURA N°2: GRÁFICA DE RESISTENCIA VS ELONGACIÓN DE LA MUESTRA C.4

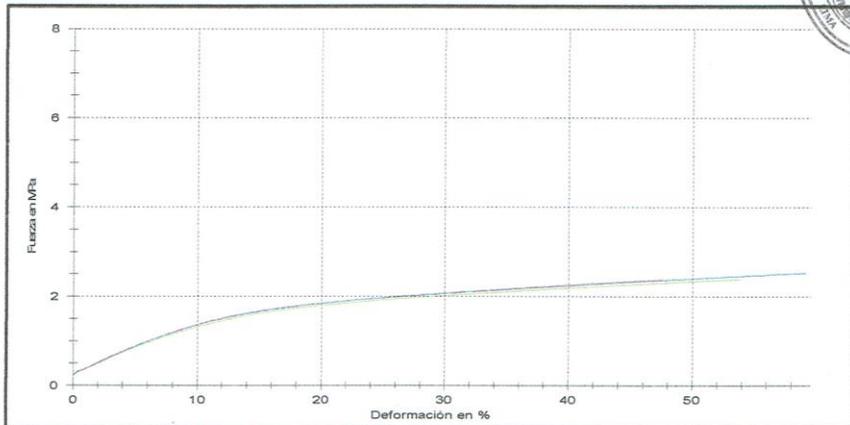


FIGURA N°3: GRÁFICA DE RESISTENCIA VS ELONGACIÓN DE LA MUESTRA C.5



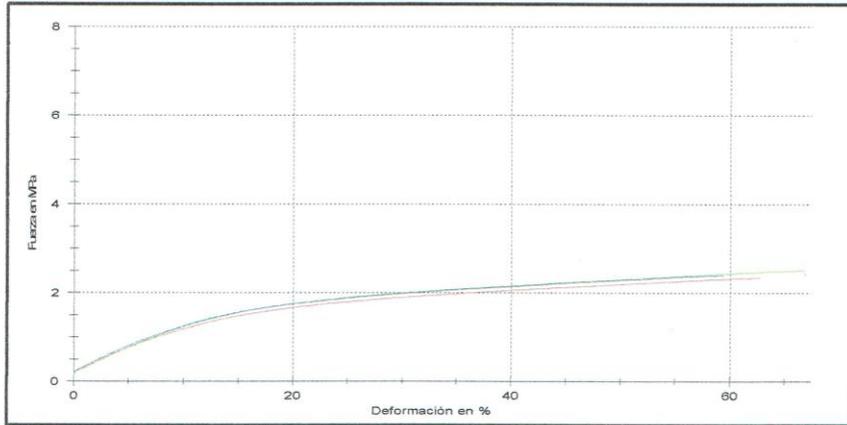


FIGURA N°4: GRÁFICA DE RESISTENCIA VS ELONGACIÓN DE LA MUESTRA C.6

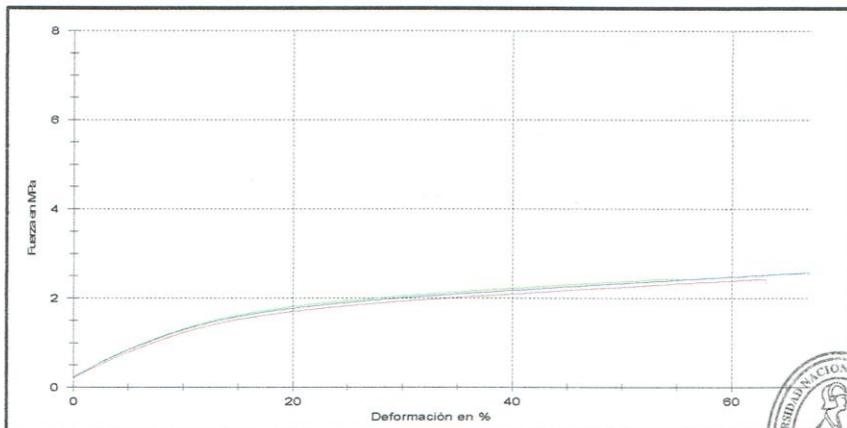


FIGURA N°5: GRÁFICA DE RESISTENCIA VS ELONGACIÓN DE LA MUESTRA C.7

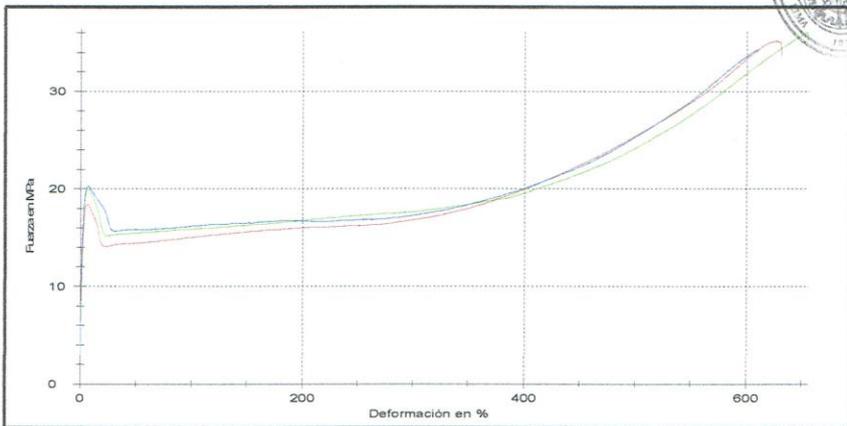


FIGURA N°6: GRÁFICA DE RESISTENCIA VS ELONGACIÓN DE LA MUESTRA G.3



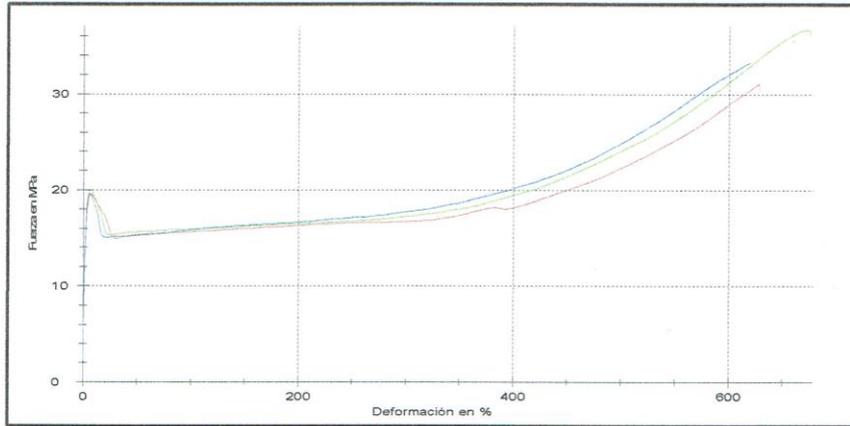


FIGURA N°7: GRÁFICA DE RESISTENCIA VS ELONGACIÓN DE LA MUESTRA G.4

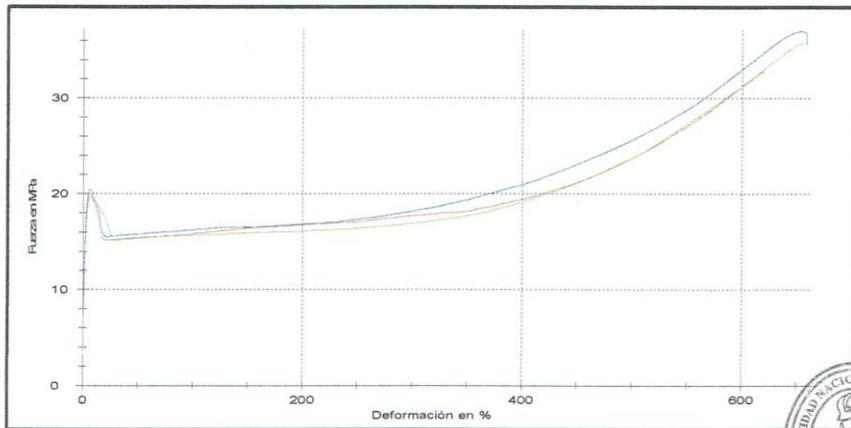


FIGURA N°8: GRÁFICA DE RESISTENCIA VS ELONGACIÓN DE LA MUESTRA G.5

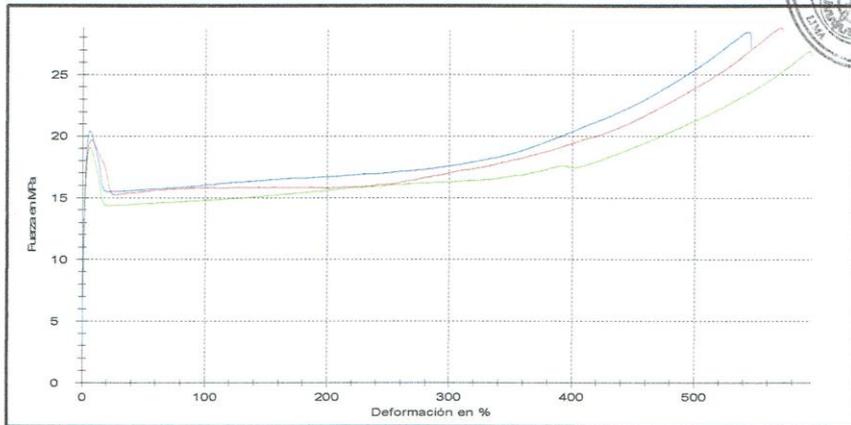


FIGURA N°9: GRÁFICA DE RESISTENCIA VS ELONGACIÓN DE LA MUESTRA G.6



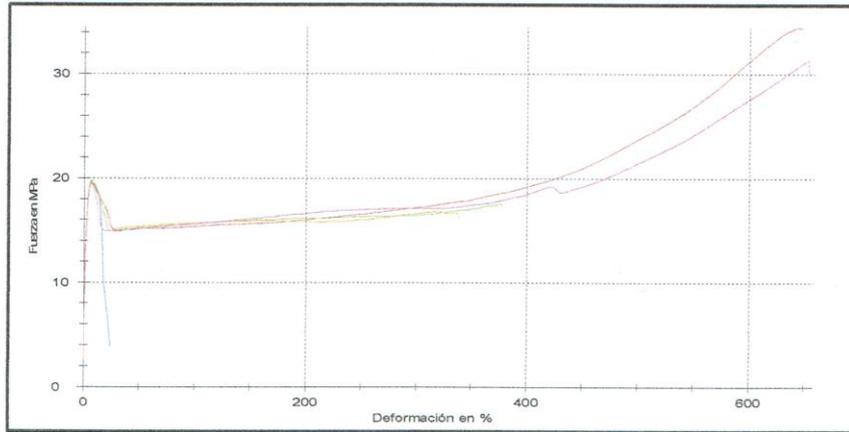


FIGURA N°10: GRÁFICA DE RESISTENCIA VS ELONGACIÓN DE LA MUESTRA G.7



ANEXOS

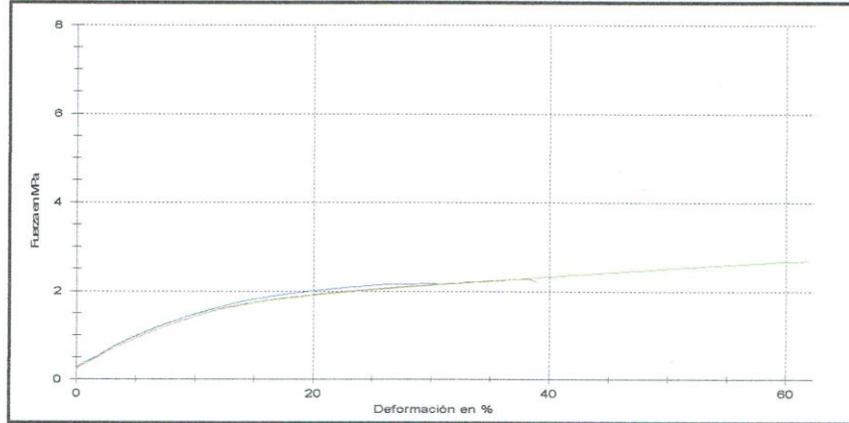


FIGURA N°1: GRÁFICA DE RESISTENCIA VS ELONGACIÓN DE LA MUESTRA C.8

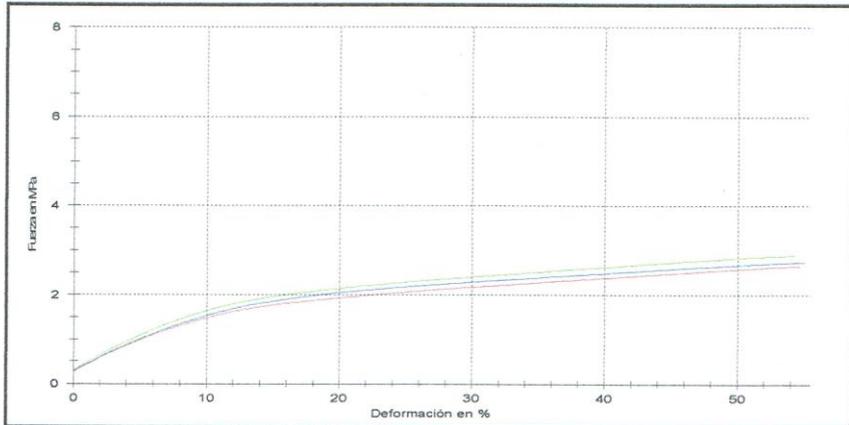


FIGURA N°2: GRÁFICA DE RESISTENCIA VS ELONGACIÓN DE LA MUESTRA C.9

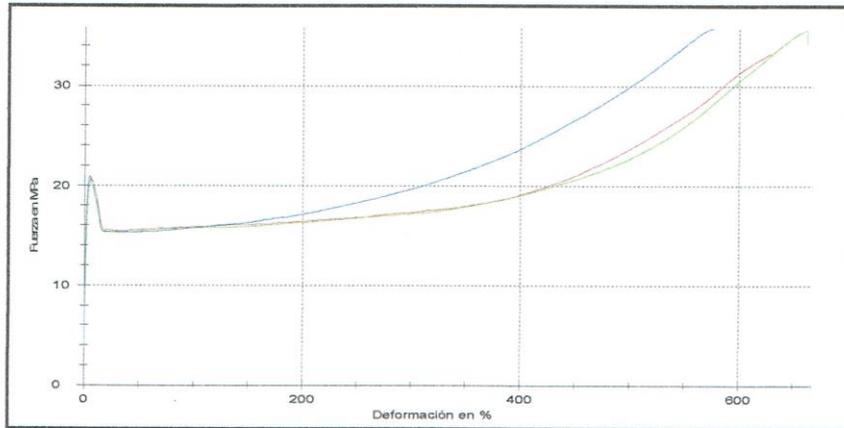


FIGURA N°3: GRÁFICA DE RESISTENCIA VS ELONGACIÓN DE LA MUESTRA G.8



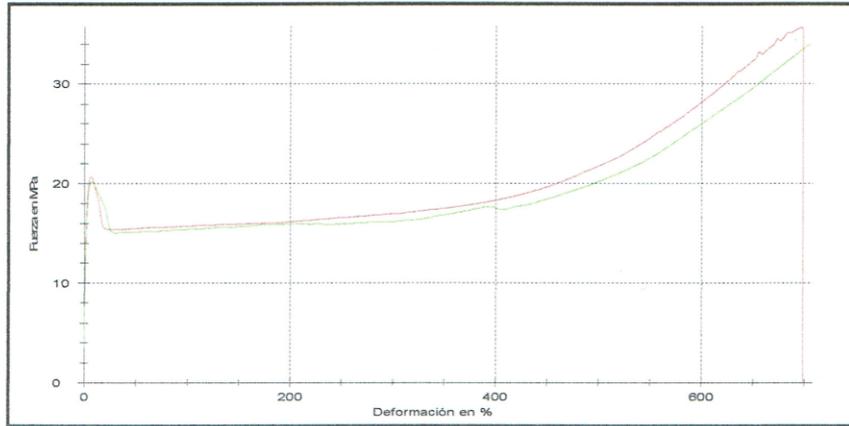


FIGURA N°4: GRÁFICA DE RESISTENCIA VS ELONGACIÓN DE LA MUESTRA G.9



Anexo N°8. Experimentación.

Para esta investigación se utilizaron los siguientes equipos, insumos y materiales:

EQUIPOS	
Descripción	cantidad
pHmetro	1 unid.
Balanza digital	1 unid.

INSUMOS	
Descripción	cantidad
Vinagre 1L	1 unid.
Lixiviado	60 ltrs.

MATERIALES	
Descripción	cantidad
Plancha de caucho NR	2 m ²
Plancha de geomembrana HDPE	2 m ²
Balde para la mezcla	3 unid.
Tanque de agua de 20 litros	3 unid.
EPPs	-

El desarrollo conllevó lo siguiente:

1. Toma de muestra

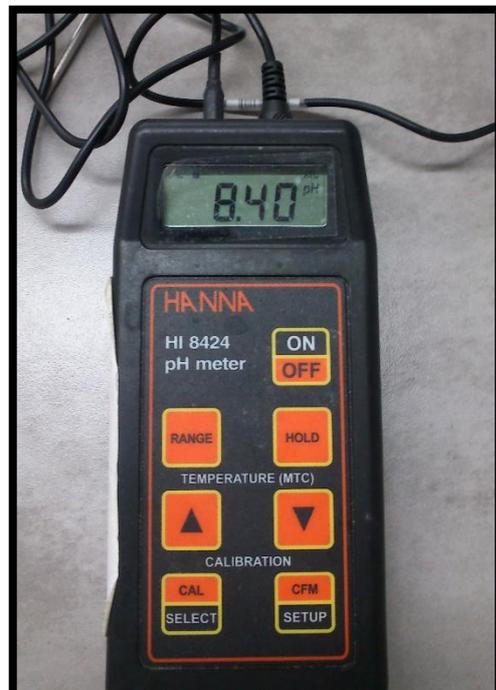
La toma de muestra del lixiviado se realizó en el relleno sanitario “Portillo Grande” ubicado en Lurín. Se requirió 50 litros para esta experimentación.



Fuente: elaboración propia

2. Modificación del pH

Se procedió a medir el pH de la muestra tomada. Teniendo en cuenta que, por metodología, se requiera alterarlo teniendo en cuenta los valores 7.5, 8 y 8.4 de pH.



Fuente: elaboración propia

Se encontró un valor inicial de pH de 8.4 y a partir de ello, se utilizó vinagre de cocina para aumentar la acidez y poder alcanzar los rangos 7.5 y 8.



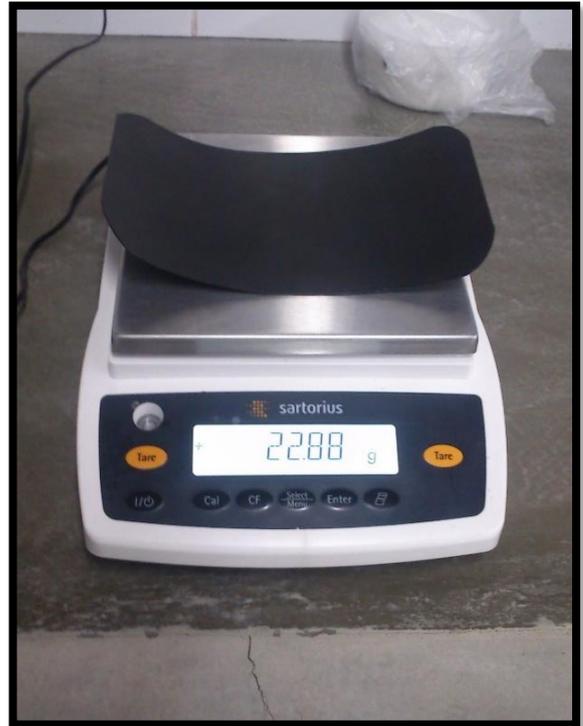
Fuente: elaboración propia

Se realizó en el laboratorio de biotecnología perteneciente al Universidad cesar Vallejo sede San Juan de Lurigancho. En todo momento, el asesor de tesis y encargado del laboratorio se encontraban supervisando.

3. Acondicionamiento de las muestras

Ambas planchas, caucho y geomembrana, fueron acondicionadas teniendo en cuenta la medida del recipiente. Para asegurar que el lixiviado bañase ambas caras, se preparó separaciones del mismo material con el fin de no alterar la muestra.

Así mismo se realizó el pesaje de todas las muestras. Los valores obtenidos fueron utilizados para hallar la masa perdida y la densidad.



Fuente: elaboración propia

Luego de ello, se procedió a colocar cada muestra de cucho y geomembrana en los recipientes con su debido de valor pH.



Fuente: elaboración propia

Por cuestiones de diseño, se trató de obtener un diseño lo más anaeróbico posible, es por ello por lo que se selló con silicón los contornos del recipiente y se forro con plástico (feel). Se colocó el control de paso usadas en medicina (ventosas) con fines de limitar el paso del oxígeno y permitir el desfogue de los gases generados en el proceso de la experimentación. Todo es con la finalidad de simular la etapa anaeróbica de un relleno sanitario.



Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

Yo, Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Ambiental, de la Universidad César Vallejo - Lima Este (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

"Influencia del lixiviado proveniente del relleno sanitario "Pantullo Grande" en la durabilidad del caucho SBR utilizado como cubieta, 2018."

, del (de la) estudiante Montano Campos Roy Edgar

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17...% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 17 de julio del 2018



Firma

Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi
DNI N° 07268863

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

