



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“TRATAMIENTO DE LOS LIXIVIADOS GENERADOS EN LA PLANTA DE RESIDUOS SÓLIDOS DE CAJAMARCA CON HUMEDALES ARTIFICIALES DE *JUNCUS BALTICUS WILLD* (JUNCO) Y *SHOENOPLECTUS CALIFORNICUS* (TOTORA)”

Tesis para optar el título profesional de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

**Autor:**

Bach. Adriana Belén Carranza Portocarrero.

Bach. Telmo Welsers Plasencia Flores.

**Asesor:**

MSc. Ing. Juan Carlos Flores Cerna

Cajamarca – Perú  
2018

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	8
ÍNDICE DE TABLAS.....	12
ÍNDICE DE FIGURAS.....	14
RESUMEN.....	16
ABSTRAC.....	17
CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN .....	18
1.1. Realidad problemática.....	18
1.2. Formulación del problema .....	19
1.3. Justificación.....	19
1.4. Limitaciones .....	19
1.5. Objetivos .....	20
1.5.1. Objetivo general .....	20
1.5.2. Objetivos específicos .....	20
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	21
a) Antecedentes .....	21
b) Bases teóricas.....	24
1. Calidad de las aguas .....	24
2. Sistemas de remediación .....	24
3. Relleno sanitario.....	24
4. Relleno sanitario de Cajamarca.....	31
5. Fitorremediación.....	32
c) Hipótesis .....	38
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA .....	39
3.1. Operacionalización de variables.....	39
3.2. Diseño de investigación.....	40

3.2.1. Diseño del humedal .....	40
3.3. Unidad de estudio .....	41
3.4. Población .....	41
3.5. Muestra (muestreo o selección).....	41
3.5.1. Muestreo de entrada .....	41
3.5.2. Muestreo de salida.....	42
3.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos .....	42
3.6.1. Selección del punto de muestreo .....	43
3.6.2. Metodología de muestreo.....	43
3.6.3. Toma de muestras por parámetro .....	43
3.6.4. Recolección y manejo de muestras de agua .....	44
3.6.5. Método de muestreo manual.....	44
3.7. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos.....	45
3.7.1. Método de comparación de medias para grupos dependientes.....	45
3.7.2. Análisis de varianza (ANOVA).....	45
3.7.3. Procedimiento para determinación de parámetros. ....	46
CAPÍTULO 4. RESULTADOS.....	51
4.1. Resultados del tratamiento con <i>Juncus balticus</i> Willd (junco) y <i>Shoenoplectus californicus</i> (totora) .....	51
4.2. Resultados de los promedios de los tratamientos con <i>Juncus balticus</i> Willd (junco) y <i>Shoenoplectus californicus</i> (totora).....	53
4.3. Comparación de las medias del tratamiento con <i>Juncus balticus</i> Willd (junco).....	54
4.3.1. Comportamiento del pH .....	54
4.3.2. Comportamiento de la turbiedad .....	55
4.3.3. Comportamiento de la conductividad .....	56
4.3.4. Comportamiento de la demanda bioquímica de oxígeno.....	57
4.3.5. Comportamiento de la demanda química de oxígeno .....	58
4.3.6. Comportamiento de los sólidos totales suspendidos .....	59
4.3.7. Comportamiento de los sólidos disueltos totales.....	60

4.3.8. Comportamiento de la salinidad .....	61
4.3.9. Comportamiento de los colifomormes termotolerantes.....	62
4.4. Comparación de las medias del tratamiento con <i>Shoenoplectus californicus</i> (totora).	63
4.4.1. Comportamiento del pH .....	63
4.4.2. Comportamiento de la turbiedad .....	64
4.4.3. Comportamiento de la conductividad .....	65
4.4.4. Comportamiento de la demanda bioquímica de oxígeno.....	66
4.4.5. Comportamiento de la demanda química de oxígeno .....	67
4.4.6. Comportamiento de los sólidos totales suspendidos .....	68
4.4.7. Comportamiento de los sólidos totales disueltos.....	69
4.4.8. Comportamiento de la salinidad.....	70
4.4.9. Comportamiento de los coliformes termotolerantes.....	71
4.5. Comparación de los parámetros entre los dos tratamientos .....	72
4.5.1. Comparación del pH entre los dos tratamientos.....	72
4.5.2. Comparación de la turbiedad entre los dos tratamientos.....	73
4.5.3. Comparación de la conductividad entre los dos tratamientos.....	74
4.5.4. Comparación de la demanda bioquímica de oxígeno entre los dos tratamientos .	75
4.5.5. Comparación de la demanda química de oxígeno entre los dos tratamientos .....	76
4.5.6. Comparación de los sólidos totales suspendidos entre los dos tratamientos.....	77
4.5.7. Comparación de los sólidos totales disueltos entre los dos tratamientos .....	78
4.5.8. Comparación de la salinidad entre los dos tratamientos.....	79
4.5.9. Comparación de los coliformes termotolerantes entre los dos tratamientos .....	80
4.6. Características de las plantas en los humedales .....	81
4.7. Análisis ANOVA de los tratamientos.....	81
4.8. Dimensionamiento a escala real.....	82
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN .....	83
CONCLUSIONES .....	90
RECOMENDACIONES.....	91

REFERENCIAS .....	92
ANEXOS .....	96

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Comparación de características típicas de los lixiviados de rellenos sanitarios .....	30
<b>Tabla 2:</b> Comparación de características típicas de los lixiviados de rellenos sanitarios en función a su edad. ....	30
<b>Tabla 3:</b> Clasificación Ramsar de humedales marinos y costeros. ....	33
<b>Tabla 4:</b> Clasificación Ramsar de humedales continentales. ....	34
<b>Tabla 5:</b> Clasificación Ramsar de los humedales artificiales. ....	35
<b>Tabla 6:</b> Plantas utilizadas para la fitorremediación. ....	38
<b>Tabla 7:</b> Operacionalización de variables. ....	39
<b>Tabla 8:</b> Datos necesarios para el cálculo del diseño del humedal. ....	40
<b>Tabla 9:</b> Resumen de requerimientos especiales para la toma de muestras o manipulación. ....	45
<b>Tabla 10:</b> Resultados del tratamiento con <i>Juncus balticus</i> Willd (junco) .....	51
<b>Tabla 11:</b> Resultados del tratamiento con <i>Shoenoplectus californicus</i> (totora) .....	52
<b>Tabla 12:</b> Resultados de los promedios del tratamiento con <i>Juncus balticus</i> Willd (junco) ....	53
<b>Tabla 13:</b> Resultados de los promedios del tratamiento con totora <i>Shoenoplectus californicus</i> (totora) .....	53
<b>Tabla 14:</b> Comportamiento de las medias del pH en el tratamiento con <i>Juncus balticus</i> Willd (junco). ....	54
<b>Tabla 15:</b> Comportamiento de las medias de la turbiedad en el tratamiento con <i>Juncus balticus</i> Willd (junco). ....	55
<b>Tabla 16:</b> Comportamiento de las medias de la conductividad en el tratamiento con <i>Juncus balticus</i> Willd (junco). ....	56
<b>Tabla 17:</b> Comportamiento de las medias de la demanda bioquímica de oxígeno en el tratamiento con <i>Juncus balticus</i> Willd (junco). ....	57
<b>Tabla 18:</b> Comportamiento de las medias de la demanda química de oxígeno en el tratamiento con <i>Juncus balticus</i> Willd (junco). ....	58
<b>Tabla 19:</b> Comportamiento de las medias de los sólidos totales suspendidos en el tratamiento con <i>Juncus balticus</i> Willd (junco). ....	59
<b>Tabla 20:</b> Comportamiento de las medias de los sólidos totales disueltos en el tratamiento con <i>Juncus balticus</i> Willd (junco). ....	60
<b>Tabla 21:</b> Comportamiento de las medias de la salinidad en el tratamiento con <i>Juncus balticus</i> Willd (junco). ....	61
<b>Tabla 22:</b> Comportamiento de las medias de los coliformes termotolerantes en el tratamiento con <i>Juncus balticus</i> Willd (junco). ....	62

<b>Tabla 23:</b> Comportamiento de las medias del pH en el tratamiento con <i>Shoenoplectus californicus</i> (totora) .....	63
<b>Tabla 24:</b> Comportamiento de las medias de la turbiedad en el tratamiento con <i>Shoenoplectus californicus</i> (totora) .....	64
<b>Tabla 25:</b> Comportamiento de las medias de la conductividad en el tratamiento con <i>Shoenoplectus californicus</i> (totora) .....	65
<b>Tabla 26:</b> Comportamiento de las medias de la demanda bioquímica de oxígeno en el tratamiento con <i>Shoenoplectus californicus</i> (totora) .....	66
<b>Tabla 27:</b> Comportamiento de las medias de la demanda química de oxígeno en el tratamiento con <i>Shoenoplectus californicus</i> (totora) .....	67
<b>Tabla 28:</b> Comportamiento de las medias de los sólidos totales suspendidos en el tratamiento con <i>Shoenoplectus californicus</i> (totora) .....	68
<b>Tabla 29:</b> Comportamiento de las medias de los sólidos totales disueltos en el tratamiento con <i>Shoenoplectus californicus</i> (totora) .....	69
<b>Tabla 30:</b> Comportamiento de las medias de la salinidad en el tratamiento con <i>Shoenoplectus californicus</i> (totora) .....	70
<b>Tabla 31:</b> Comportamiento de las medias de los coliformes termotolerantes en el tratamiento con <i>Shoenoplectus californicus</i> (totora) .....	71
<b>Tabla 32:</b> Comparación del pH entre los dos tratamientos. ....	72
<b>Tabla 33:</b> Comparación de la turbiedad entre los dos tratamientos. ....	73
<b>Tabla 34:</b> Comparación de la conductividad entre los dos tratamientos. ....	74
<b>Tabla 35:</b> Comparación de la demanda bioquímica de oxígeno entre los dos tratamientos. ....	75
<b>Tabla 36:</b> Comparación de la demanda química de oxígeno entre los dos tratamientos. ....	76
<b>Tabla 37:</b> Comparación de los sólidos totales suspendidos entre los dos tratamientos. ....	77
<b>Tabla 38:</b> Comparación de los sólidos totales disueltos entre los dos tratamientos. ....	78
<b>Tabla 39:</b> Comparación de la salinidad entre los dos tratamientos. ....	79
<b>Tabla 40:</b> Comparación de los coliformes termotolerantes entre los dos tratamientos. ....	80
<b>Tabla 41:</b> Características de las plantas antes y después del tratamiento. ....	81
<b>Tabla 42:</b> Análisis ANOVA para el tratamiento con <i>Juncus balticus</i> Willd (junco) .....	81
<b>Tabla 43:</b> Análisis ANOVA para el tratamiento con <i>Shoenoplectus californicus</i> (totora) .....	82
<b>Tabla 44:</b> Dimensionamiento a escala real. ....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Muestreo compuesto para la extracción de lixiviado. ....	41
<b>Figura 2:</b> Diseño de la experimentación. ....	42
<b>Figura 3:</b> Comportamiento del pH en el tratamiento con <i>Juncus balticus</i> Willd (junco). ....	54
<b>Figura 4:</b> Comportamiento de la turbiedad en el tratamiento con <i>Juncus balticus</i> Willd (junco). .....	55
<b>Figura 5:</b> Comportamiento de la conductividad en el tratamiento con <i>Juncus balticus</i> Willd (junco). ....	56
<b>Figura 6:</b> Comportamiento de la DBO en el tratamiento con <i>Juncus balticus</i> Willd (junco). ....	57
<b>Figura 7:</b> Comportamiento de la demanda química de oxígeno en el tratamiento con <i>Juncus</i> <i>balticus</i> Willd (junco). ....	58
<b>Figura 8:</b> Comportamiento los sólidos totales suspendidos en el tratamiento con <i>Juncus</i> <i>balticus</i> Willd (junco). ....	59
<b>Figura 9:</b> Comportamiento de los sólidos totales disueltos en el tratamiento con <i>Juncus</i> <i>balticus</i> Willd (junco). ....	60
<b>Figura 10:</b> Comportamiento de la salinidad en el tratamiento con <i>Juncus balticus</i> Willd (junco). ....	61
<b>Figura 11:</b> Comportamiento de los coliformes termotolerantes en el tratamiento con <i>Juncus</i> <i>balticus</i> Willd (junco). ....	62
<b>Figura 12:</b> Comportamiento del pH en el tratamiento con <i>Shoenoplectus californicus</i> (totora). ....	63
<b>Figura 13:</b> Comportamiento de la turbiedad en el tratamiento con <i>Shoenoplectus californicus</i> (totora). ....	64
<b>Figura 14:</b> Comportamiento de la conductividad en el tratamiento con <i>Shoenoplectus</i> <i>californicus</i> (totora) ....	65
<b>Figura 15:</b> Comportamiento de la demanda bioquímica de oxígeno en el tratamiento con <i>Shoenoplectus californicus</i> (totora). ....	66
<b>Figura 16:</b> Comportamiento de la demanda química de oxígeno en el tratamiento con <i>Shoenoplectus californicus</i> (totora). ....	67
<b>Figura 17:</b> Comportamiento de los sólidos totales suspendidos en el tratamiento con <i>Shoenoplectus californicus</i> (totora). ....	68
<b>Figura 18:</b> Comportamiento de los sólidos totales suspendidos en el tratamiento con <i>Shoenoplectus californicus</i> (totora). ....	69
<b>Figura 19:</b> Comportamiento de la salinidad en el tratamiento con <i>Shoenoplectus californicus</i> (totora). ....	70

<b>Figura 20:</b> Comportamiento de los coliformes termotolerantes en el tratamiento con <i>Shoenoplectus californicus</i> (totora) .....	71
<b>Figura 21:</b> Comparación del pH entre los dos tratamientos.....	72
<b>Figura 22:</b> Comparación de la turbiedad entre los dos tratamientos.....	73
<b>Figura 23:</b> Comparación de la conductividad entre los dos tratamientos.....	74
<b>Figura 24:</b> Comparación de la demanda bioquímica de oxígeno entre los dos tratamientos. 75	
<b>Figura 25:</b> Comparación de la demanda química de oxígeno entre los dos tratamientos. ....	76
<b>Figura 26:</b> Comparación de los sólidos totales suspendidos entre los dos tratamientos. ....	77
<b>Figura 27:</b> Comparación de los sólidos totales disueltos entre los dos tratamientos. ....	78
<b>Figura 28:</b> Comparación de la salinidad entre los dos tratamientos. ....	79
<b>Figura 29:</b> Comparación de los coliformes termotolerantes entre los dos tratamientos. ....	80

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue tratar los lixiviados de la planta de tratamiento de residuos sólidos de la ciudad de Cajamarca utilizando humedales artificiales de *Juncus balticus* Willd (junco) y *Shoenoplectus californicus* (totora). Al caracterizar el lixiviado, se tiene una concentración de inicial de pH de 8.59, turbiedad de 526 NTU, conductividad de 7150  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , demanda bioquímica de oxígeno de 594 mg/L, demanda química de oxígeno de 1647 mg/L, sólidos totales suspendidos de 25.49 mg/L, sólidos totales disueltos de 5.07 ppm, salinidad de 3.56 ppmil y coliformes termotolerantes de 13000 NMP/100mL. En el tratamiento con el humedal de *Juncus balticus* Willd (junco), se tiene en promedio un pH de 8.12, turbiedad de 6.17 NTU, conductividad de 2021.22  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , demanda bioquímica de oxígeno de 600 mg/L, demanda química de oxígeno de valores menores a 20 mg/L, sólidos totales suspendidos de 18.64 mg/L, sólidos totales disueltos de 4.37 ppm, salinidad de 1.01 ppmil y coliformes termotolerantes de 26.33 NMP/100mL. Por otro lado, en el tratamiento con el humedal de *Shoenoplectus californicus* (totora), se tiene en promedio un pH de 8.67, turbiedad de 50.03 NTU, conductividad de 5467.78  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , demanda bioquímica de oxígeno de 104.44 mg/L, demanda química de oxígeno de 411 mg/L, sólidos totales suspendidos de 18.69 mg/L, sólidos totales disueltos de 3.87 ppmil, salinidad de 2.73 ppmil y coliformes termotolerantes de 28 NMP/100mL. Después de la experimentación se determina, que el humedal con mayor rendimiento es el de *Juncus balticus* Willd (junco) debido a que cuenta con un 89% de remoción de contaminantes, sin embargo, ambos pueden ser utilizados en el tratamiento de lixiviados.

Palabras clave: Lixiviado, humedales, eficiencia.

## ABSTRAC

The objective of the research was to treat the leachate from the solid waste treatment plant of the city of Cajamarca using artificial wetlands of *Juncus balticus* Willd (reed) and *Shoenoplectus californicus* (totora). When characterizing the leachate, there is an initial pH concentration of 8.59, turbidity of 526 NTU, conductivity of 7150  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , biochemical oxygen demand of 594 mg/L, chemical oxygen demand of 1647 mg/L, total solids suspended from 25.49 mg/L, dissolved total solids of 5.07 ppm, salinity of 3.56 ppt and thermotolerant coliforms of 13000 NMP/100mL. In the treatment with the *Juncus balticus* Willd (reed) wetland, there is an average pH of 8.12, turbidity of 6.17 NTU, conductivity of 2021.22  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , biochemical oxygen demand of 600 mg/L, chemical oxygen demand of values lower than 20 mg/L, total suspended solids of 18.64 mg/L, total dissolved solids of 4.37 ppm, salinity of 1.01 ppt and thermotolerant coliforms of 26.33 NMP/100mL. On the other hand, in the treatment with the *Shoenoplectus californicus* (totora) wetland, there is an average pH of 8.67, turbidity of 50.03 NTU, conductivity of 5467.78  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , biochemical oxygen demand of 104.44 mg/L, chemical demand of oxygen of 411 mg/L, total suspended solids of 18.69 mg/L, total dissolved solids of 3.87 ppt, salinity of 2.73 ppt and thermotolerant coliforms of 28 NMP/100mL. After the experimentation it is determined that the wetland with the highest yield is that of *Juncus balticus* Willd (reed) because it has 89% removal of contaminants, however, both can be used in the treatment of leachates.

Keywords: Leachate, wetlands, efficiency

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

## REFERENCIAS

- American Public Health Association. (1992). *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. Madrid: Ediciones Diaz de Santos S.A.
- Baron, L. M. (2009). *Aguas Residuales*. Córdoba: El Cid Editor.
- Benavides Benavides, L. d., & Posada Giraldo, R. E. (2004). Remoción de color de los lixiviados del Relleno Sanitario la Esmeralda por adsorción sobre carbón activado. Manizales, Colombia.
- Botero, M., Arbeláez, O., & Mendoza, J. (2007). Método Anova utilizado para realizar el estudio de repetitibilidad y reproducibilidad dentro del control de calidad de un sistema de medición. *Scientia et Technica*, 533- 537.
- Centro de las Nuevas Tecnologías del Agua de Sevilla. (2008). Manual de depuración de aguas residuales urbanas. España : Ideasmares.
- Delgadillo López, A. E., González Ramírez, C. A., Priero García, F., Villagómez Ibarra, J. R., & Acevedo Sandoval, O. (2011). Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación. *Tropical and Sunropical Agroecosystems* .
- Dirección General de Salud. (24 de Junio de 2009). Opinión Técnica Favorable del proyecto de infraestructura de tratamiento y Relleno SANitario de Cajamarca. Lima, Perú.
- Dirección Nacional de Medio Ambiente. (2017). Determinación de coliformes termotolerantes en aguas naturales superficiales o subterráneas, aguas recreacionales y aguas residuales. Uruguay.
- Fonseca Castro, C. M. (Diciembre de 2010). Diseño de humedal construido para el tratar los lixiviados del proyecto de Relleno Sanitario de Pococí. Costa Rica.
- Giraldo, E. (2001). Tratamiento de Lixiviados de Rellenos Sanitarios: Avances Recientes. *Revista de Ingeniería*, 44-55.
- Guanoluisa, L. J. (2012). *Diseño de un sistema de tratamiento de lixiviados del relleno sanitario El Inga mediante electrocuagulación y fitorremediación*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.

- Guevara, A., Guanoluisa, L., & De la Torre, E. (2014). Diseño de sistemas de tratamiento de lixiviados del relleno sanitario El Inga mediante Electrocuagulación y Fitorremediación. *Revista EPN*, 1-8.
- Hernández H., A. M. (02 de Agosto de 2007). Sólidos suspendidos totales en agua decados a 103- 105 °C. Colombia.
- Ibarra, A. A. (2010). *Calidad del Agua. Un enfoque multidisciplinario*. México: Biblioteca Nacional de México.
- Jaramillo, J. (2002). *Guía para el diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales*. Colombia: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- Jerez Chaverri, J. A. (2013). Remoción de metales pesados en lixiviados mediante fitorremediación. San José, Costa Rica.
- Larrea Murrel, J. A., Rojas Badía, M. M., Romeu Álvarez, B., Rojas Hernández, N. M., & Heydrich Pérez, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: Revisión de la literatura. *CENIC Ciencias Biológicas*.
- Lee, A. H., Nikraz, H., & Hung, Y. T. (2010). Influence of Waste Age on Landfill Leachate Quality. *International Journal of Environmental Science and Development*, 347- 350.
- Lexicoon. (Enero de 2017). *DICCIONARIO*. Recuperado de <http://lexicoon.org/es/percolacion>
- Lorca. (2012). Fitoextracción, ¿qué es realmente? *Life RiverPhy Lorca*, 1.
- Lozano, E. (19 de Enero de 2016). *Andina*.
- Luna, M. d. (2008). *Sistema de Tratamiento para Lixiviados generados en Rellenos Sanitarios*. Sincelejo, Colombia.
- Madera Parra, C., Peña Salamanca, E., & Solarte Soto, J. (2014). Efecto de la concentración de metales pesados en la respuesta fisiológica y capacidad de acumulación de metales de tres especies vegetales tropicales empleadas en la fitorremediación de lixiviados provenientes de rellenos sanitarios. *Ingeniería y Competitividad*, 179-188.

- Marcó, L., Azario, R., Metzler, C., & García, M. d. (2004). La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadas a partir de fuentes superficiales. propuestas a proósito del estudio del sistema de potabilización y distribución en la ciudad de la Concepción del Uruguay. *Higiene y Sanidad Ambiental*, 72- 82.
- Marín Montoya, J. P., & Correa Ramirez, J. C. (2010). Evaluación de la remoción de contaminantes en aguas Residuales en humedales artificiales utilizando la *Guadua Angustifolia* Kunth. Pereira, Colombia: Pereira.
- Méndez Novelo, R. I., Castillo Borges, E. R., Sauri Riancho, M. R., Quintal Franco, C. A., Giácoman Vallejos, G., & Jimenes Cisneros, B. (2009). Comparación de cuatro tratamientos fisicoquímicos de lixiviados. *Revista internacional de Contaminación Ambiental*, 155-163.
- Méndez Novelo, R., Castillo Borges, E., Sauri Riancho, M. R., Quintal Franco, C., Giacoman Vallejos, G., & Jiménez Mejía, B. (2004). Tratamiento fisicoquímico de los lixiviados de un Relleno Sanitario. *Ineniería*, 155-163.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2002). Guia Ambiental para lleneos saanitarios . Colombia.
- Municipalidad Provincial de Cajamarca. (Diciembre de 2008). Expediente Técnico "Ampliación y Mejoramiento de la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Distrito de Cajamarca, Provincia de Cajamarca". *Expediente de obra de la infraestructura para disposición final de residuos sólidos del ambito de la gestión no Municipal*. Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Nina, A. (19 de Julio de 2013). *SCRIBD*. Recuperado de <https://es.scribd.com/user/212391333/Ariel-Nina-Choque>
- Núñez López, R. A., Meas Vong, Y., Ortega Borges, R., & J. Olguín, E. (2004). Fitorremediación: Fundamentos y aplicaciones. *Ciencia Revista de la Academia Mexicana de Ciencias*, 69- 82.
- Öman, C., & Junestedt, C. (2008). Chemical characterization of landfill leachates – 400. *Waste Managment*.
- Oxford. (s.f.). *Definición sedimento*. Recuperado de <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/sedimento>

Pérez Farinón, N., & Martínez Hernández, D. (2003). Tema 10: Comparar medias. Madrid, España: Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública e Historia de la Ciencia.

RPP noticias. (19 de Septiembre de 2016). Cada día se generan más de 18 mil toneladas de residuos sólidos en el Perú. *RPP*.

Secretaría de la Convención de Ramsar. (2006). Manual de la convención de RAMSAR: Guía a la convención sobre los humedales. Gland, Suiza.

Severiche Sierra, C. A., Castillo Bertel, M. E., & Acevedo Barrios, R. L. (2013). *Manual de métodos analíticos para la determinación de parámetros fisicoquímicos básicos en aguas*. Cartagena de Indias, Cartagena de Indias, Colombia: Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso.

Silva, J. P. (2002). Humedales Construidos. Colombia.

Vargas, L. d. (2004). Tratamiento de agua para consumo humano. Lima, Perú: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.