

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

Trabajo de Titulación:

**“MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS
PARA CAMPAMENTOS DE CONSTRUCCIÓN VIAL”**

Realizado por:

ING. ISAÁC SEBASTIÁN TRUJILLO PADILLA

Director del proyecto:

ING. ALONSO MORETA

Como requisito para la obtención del título de:

MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

Quito, 07 de Agosto de 2015

DECLARACION JURAMENTADA

Yo, ISAÁC SEBASTIÁN TRUJILLO PADILLA, con cédula de identidad # 171425810-8, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Isaac Sebastián Trujillo Padilla', written over a horizontal line.

Isaac Sebastián Trujillo Padilla

C.C.: 171425810-8

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS
PARA CAMPAMENTOS DE CONSTRUCCIÓN VIAL”**

Realizado por:

ISAÁC SEBASTIÁN TRUJILLO PADILLA

como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

ha sido dirigido por el profesor

VICTOR ALONSO MORETA DUQUE

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

KATTY CORAL

CARLOS ORDOÑEZ

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante
el tribunal examinador

Quito, 07 de agosto de 2015

DEDICATORIA

Dedicado a Mi Padre y Mi Madre, por su amor sin medida.

AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional; por ser el puntal en mi vida.

A la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK por todo el
conocimiento y experiencia adquiridos.

A Santiago Albán y Byron Pozo por su apoyo para el emprendimiento de este trabajo de
titulación.

Un agradecimiento especial a Herdoiza Crespo Construcciones S.A. por su importante
colaboración en el desarrollo de este trabajo.



INDICE O TEMARIO PRELIMINAR

INDICE O TEMARIO PRELIMINAR.....	8
LISTAS DE TABLAS, FIGURAS Y ANEXOS	10
1. INTRODUCCIÓN	22
1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	24
1.1.1 Planteamiento del problema.....	24
1.1.2 Diagnóstico del problema	25
1.1.3 Formulación del problema	30
1.1.4 Sistematización del problema	30
1.1.5 Objetivo General.....	30
1.1.6 Objetivos específicos	31
1.1.7 Justificaciones	31
2. MARCO TEÓRICO.....	35
2.1. ESTADO ACTUAL SOBRE EL CONOCIMIENTO DEL TEMA	35
2.2. ADOPCIÓN DE UNA PERSPECTIVA TEÓRICA	51
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	54
2.4. MARCO LEGAL.....	56
2.5. HIPÓTESIS.....	57
3. METODOLOGÍA	59
3.1. NIVEL DE ESTUDIO.....	59
3.2. MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN	59
3.3. MÉTODO.....	60
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	60
3.5. SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN	61
3.6. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS.....	65
3.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	66
3.8. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	91



4. RESULTADOS.....	92
4.1. LEVANTAMIENTO DE DATOS / INFORMACIÓN.....	92
4.2. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	96
4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	257
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	265
6. MATERIALES DE REFERENCIA (BIBLIOGRAFIA).....	270
ANEXOS.....	277



LISTAS DE TABLAS, FIGURAS Y ANEXOS

TABLAS

Tabla 1. Caracterización de residuos sólidos en porcentajes en el Ecuador.....	40
Tabla 2. Fuentes contaminantes.....	43
Tabla 3. Tipo de residuo sólido generado por proceso identificado.....	97
Tabla 4. Sistema de clasificación por segmento generador	99
Tabla 5. Generación per capita y total diario de residuos sólidos	100
Tabla 6. Densidad de los residuos sólidos comunes	100
Tabla 7. Composición física de los residuos sólidos comunes	102
Tabla 8. Especificación por componente, de los residuos sólidos comunes	104
Tabla 9. Generación de residuos de botellas de plástico PET	106
Tabla 10. Caracterización física de residuos de baterías, filtros, neumáticos y aceite usado	107
Tabla 11. Densidad de residuos de residuos contaminados y hospitalarios / infecciosos	107
Tabla 12. Densidad de residuos de chatarra	107
Tabla 13. Generación de residuos de baterías, filtros, neumáticos y aceites usados	108
Tabla 14. Generación de chatarra, residuos contaminados y hospitalarios / infecciosos	109
Tabla 15. Calificación de las facilidades de almacenamiento temporal	113
Tabla 16. Condiciones de valorización y aprovechamiento	117



Tabla 17. Tipo de tratamiento actual que recibe el residuo generado.....	120
Tabla 18. Tipo de residuo líquido generado por proceso identificado	121
Tabla 19. Status actual de tratamiento del residuo líquido generado	122
Tabla 20. Resultado de parámetros monitoreados in situ – General	124
Tabla 21. Resultado de parámetros estudiados en laboratorio	125
Tabla 22. Generación per capita y total de residuos comunes	126
Tabla 23. Densidad de residuos comunes	128
Tabla 24. Composición física de los residuos sólidos comunes	130
Tabla 25. Generación de residuos de botellas de plástico PET	138
Tabla 26. Generación de residuos de baterías, filtros, neumáticos y aceites usados	140
Tabla 27. Generación de residuos de chatarra, residuos contaminados y hospitalarios / infecciosos	144
Tabla 28. Análisis F.O.D.A. del sistema de gestión de residuos sólidos	146
Tabla 29. Áreas de almacenamiento para residuos sólidos comunes	159
Tabla 30. Áreas de almacenamiento para residuos de botellas de plástico PET	159
Tabla 31. Áreas de almacenamiento para residuos industriales / peligrosos	162
Tabla 32. Esquema de características del almacenamiento temporal	168
Tabla 33. Esquema de transporte y recolección	171
Tabla 34. Esquema de aprovechamiento y valorización de los residuos	174



Tabla 35. Cuadro de cálculo de producción de materia orgánica para compostaje	178
Tabla 36. Cuadro de cálculo de camas para compostaje	178
Tabla 37. Cuadro de cálculo de camas para lombricultura	179
Tabla 38. Cantidad de material para realimentación de lechos	179
Tabla 39. Área para compostaje	180
Tabla 40. Área para lombrihumus	180
Tabla 41. Producción y valorización de lombrihumus	180
Tabla 42. Esquema de aprovechamiento y valorización de los residuos (integral)	182
Tabla 43. Esquema de tratamiento y disposición final	184
Tabla 44. Monitoreo de Temperatura	185
Tabla 45. Monitoreo de pH	186
Tabla 46. Monitoreo de oxígeno disuelto	187
Tabla 47. Monitoreo de Conductividad eléctrica	188
Tabla 48. Monitoreo de Caudal	190
Tabla 49. Datos de laboratorio y estadística descriptiva básica	191
Tabla 50. Contraste – Análisis de laboratorio vs. TULSMA, Libro VI, Anexo I, Tabla 9 ...	192
Tabla 51. Análisis F.O.D.A. del sistema de gestión de residuos líquidos	193
Tabla 52. Caudal de diseño, unidades y equivalencias	197



Tabla 53. Cálculo de volumen de Tanque de Igualamiento	199
Tabla 54. Resumen de dimensionamiento del tanque mezclador	211
Tabla 55. Resumen de dimensionamiento del floculador	220
Tabla 56. Resumen de dimensionamiento del sedimentador	232
Tabla 57. Resumen del manejo de lodos generados	236

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Capacitación del personal.....	68
Fotografía 2. Recolección de residuos.....	68
Fotografía 3. Pesaje de residuos.....	69
Fotografía 4. Vertido y preparación de residuos	71
Fotografía 5. Homogenización de la muestra	71
Fotografía 6. Método de cuarteo	72
Fotografía 7. Homogenización de cuartos	73
Fotografía 8. Determinación del peso de los recipientes	74
Fotografía 9. Determinación de la masa de los componentes	74
Fotografía 10. Registro de la masa de los componentes	75
Fotografía 11. Identificación del punto de descarga	80
Fotografía 12. Materiales utilizados para muestro de efluente	81



Fotografía 13. Medidor multiparámetro Hach HQ40d Multi	81
Fotografía 14. Muestreo diurno	83
Fotografía 15. Muestreo nocturno	83
Fotografía 16. Medición de parámetros in situ	84
Fotografía 17. Conformación de muestra compuesta	84
Fotografía 18. Muestra microbiológica en frasco estéril	85
Fotografía 19. Limpieza de instrumentos	85
Fotografía 20. Etiquetado de muestras	86
Fotografía 21. Uso de EPP para muestreo	88
Fotografía 22. Recipiente aforado (5L)	89
Fotografía 23. Cronometrado del aforo	89
Fotografía 24. Ubicación geográfica del Campamento Guayllabamba	94
Fotografía 25. Ubicación geográfica del punto de muestro	96
Fotografía 26. Almacenamiento temporal – Inorgánicos – Cocina	109
Fotografía 27. Almacenamiento temporal – Orgánicos – Cocina	110
Fotografía 28. Almacenamiento de residuos comunes – Mantenimiento mecánico	110
Fotografía 29. Almacenamiento primario – Consultorio	111
Fotografía 30. Estación de clasificación	156



Fotografía 31. Separación de los componentes (Papel y Cartón)	277
Fotografía 32. Separación de los componentes (Madera y plantas)	277
Fotografía 33. Separación de los componentes (Restos de alimentos)	277
Fotografía 34. Separación de los componentes (Lavasa orgánica)	278
Fotografía 35. Separación de los componentes (Plástico)	278
Fotografía 36. Separación de los componentes (Metal)	278
Fotografía 37. Separación de los componentes (Vidrio)	279
Fotografía 38. Separación de los componentes (Otros)	279
Fotografía 39. Almacenamiento de baterías y filtros de aceite y aire – Mantenimiento mecánico	280
Fotografía 40. Almacenamiento de chatarra – Mantenimiento mecánico	280
Fotografía 41. Almacenamiento de neumáticos – Mantenimiento mecánico	281
Fotografía 42. Almacenamiento de aceites usados – Mantenimiento mecánico	281
Fotografía 43. Almacenamiento de residuos comunes – Despacho de combustibles	282
Fotografía 44. Almacenamiento de residuos comunes – Áreas habitacionales	282
Fotografía 45. Almacenamiento de residuos comunes – Oficinas	283
Fotografía 46. Almacenamiento de residuos comunes – Áreas Recreativas	283
Fotografía 47. Preparación de muestra	284
Fotografía 48. Dosificación	284



Fotografía 49. Agitación285

Fotografía 50. Sedimentación285

FIGURAS

Figura 1. Método de cuarteo72

Figura 2. Composición física de los residuos sólidos (kg)103

Figura 3. Composición física de los residuos sólidos (kg)103

Figura 4. Cualidades de las facilidades de almacenamiento temporal..... 115

Figura 5. Aprovechabilidad de los residuos sólidos118

Figura 6. Aprovechamiento de los residuos sólidos119

Figura 7. Tratamiento y disposición final121

Figura 8. Generación total de residuos comunes127

Figura 9. Generación per capita de residuos comunes127

Figura 10. Densidad de residuos comunes129

Figura 11. Composición física de los residuos sólidos (%)131

Figura 12. Composición física de los residuos sólidos (%)131

Figura 13. Papel y cartón – Generación y desviación estándar133

Figura 14. Plástico – Generación y desviación estándar133

Figura 15. Vidrio – Generación y desviación estándar134



Figura 16. Metal – Generación y desviación estándar	134
Figura 17. Madera y restos de plantas – Generación y desviación estándar	135
Figura 18. Restos de alimentos – Generación y desviación estándar	135
Figura 19. Lavasas orgánicas – Generación y desviación estándar	136
Figura 20. Residuo común – Generación y desviación estándar	136
Figura 21. Otros – Generación y desviación estándar	137
Figura 22. Botellas de plástico PET – Generación y desviación estándar	139
Figura 23. Baterías – Generación y desviación estándar	141
Figura 24. Filtros de aceite – Generación y desviación estándar	141
Figura 25. Filtros de aire – Generación y desviación estándar	142
Figura 26. Neumáticos – Generación y desviación estándar	142
Figura 27. Aceite usado – Generación y desviación estándar	143
Figura 28. Chatarra – Generación y desviación estándar	145
Figura 29. Peligroso contaminado – Generación y desviación estándar	145
Figura 30. Hospitalario infeccioso – Generación y desviación estándar	146
Figura 31. Clasificación de residuos sólidos comunes por segmento generador	155
Figura 32. Diseño de la estación de clasificación	156
Figura 33. Clasificación de residuos industriales / peligrosos por segmento generador	157



Figura 34. Áreas de almacenamiento para residuos sólidos comunes	161
Figura 35. Áreas de almacenamiento para residuos industriales / peligrosos	163
Figura 36. Áreas de almacenamiento para residuos industriales / peligrosos	166
Figura 37. Esquema del ciclo de producción de lombrihumus	177
Figura 38. Temperatura T° (°C). Distribución y desviación estándar	185
Figura 39. pH. Distribución y desviación estándar	186
Figura 40. Oxígeno disuelto O ₂ (ppm o mg/L). Distribución y desviación estándar.....	187
Figura 41. Conductividad eléctrica (μS/cm). Distribución y desviación estándar	188
Figura 42. Caudal (L/s). Distribución y desviación estándar.....	190
Figura 43. Diagrama de masas para cálculo de volumen del tanque de igualamiento	200
ANEXOS	
Anexo A. Fotografías de la Clasificación de residuos sólidos	277
Anexo B. Almacenamiento temporal de residuos industriales / peligrosos	280
Anexo C. Almacenamiento temporal de residuos comunes por segmento generador	282
Anexo D. Prueba de jarra	284
Anexo E. Planos constructivos de las áreas de almacenamiento terciario temporal de los residuos sólidos	286
Anexo E-1. Diseño del área de almacenamiento temporal terciario para residuos comunes	286
Anexo E-2. Diseño del área de almacenamiento temporal para residuos peligrosos	287



Anexo E-3. Diseño del área de almacenamiento temporal para residuos hospitalarios / infecciosos	288
Anexo F. Representación gráfica de lechos de lombriculturaA. Disposición de lechos de humus correspondientes a un periodo productivo	289
Anexo G. Planos constructivos de sistema de tratamiento de residuos líquidos	290
Anexo G-1. Tanque de igualamiento	290
Anexo G-2. Tanque mezclador	291
Anexo G-3. Floculador	292
Anexo G-4. Sedimentador	293
Anexo G-5. Planta de tratamiento – Vista de Planta	294
Anexo G-6. Planta de tratamiento – Vista en corte	295
Anexo H. Análisis de laboratorio del efluente	298



El siguiente trabajo de titulación fue realizado en un campamento de construcción vial operativo, a fin de determinar un modelo aplicable de gestión de residuos sólidos y líquidos y analizar su aplicabilidad en campo.

Se realizó la caracterización física de residuos sólidos, obteniendo como resultado que el 75% de estos correspondía a residuos orgánicos y el 25% a inorgánicos. Se determinó que el 59.4% correspondía a residuos aprovechables y 40.6% a no aprovechables. A partir de este análisis, se determinaron los tipos de residuos para clasificación en cada segmento generador y los métodos de almacenamiento temporal en sus distintas etapas: Almacenamiento de generación, almacenamiento intermedio y almacenamiento final. Se establecieron los canales de gestión y disposición final para cada residuo y se analizó la aprovechabilidad y uso de recursos generados de los residuos recuperados, llegando a un monto previsto de \$ 3498.96 mensuales.

Se realizó la caracterización de residuos líquidos generados. Se identificaron índices de contaminación sobre norma en 2 parámetros que fueron DQO y sólidos sedimentables. Se determinó la necesidad de un sistema de tratamiento físico – químico que consistió en procesos de Ecuilización, Coagulación – Floculación y Sedimentación. En base a lo determinado, se realizó el diseño de cada uno de los procesos unitarios de tratamiento de los residuos líquidos.

Se estableció, en base a un análisis de precios unitarios, una inversión de aproximadamente \$ 55000 para la implementación del sistema. Así mismo se elaboró un análisis F.O.D.A. en el cual se determinó la factibilidad de ejecución de este modelo.

Palabras clave: Residuos, sólido, líquido, gestión, tratamiento.



The following certification work took place in an operating road construction camp site in order to determine an applicable model for managing solid and liquid waste and analyze its applicability in the field.

Physical characterization of solid waste was carried out, resulting in a 75% organic waste and 25% inorganic waste classification. It was determined that 59.4% of it was recoverable and 40.6% was not usable. From this analysis, the types of waste for sorting in each generating segment were determined, as well as methods of temporary storage at various stages such as generation storage, intermediate storage and final storage. Management and disposal methods for each residue were established as well as the usability of resources generated from recovered waste, reaching a projected monthly amount of \$ 3,498.96.

Characterization of liquid waste was performed. Contamination levels above permissible standards according to norm were identified on two parameters such as COD and settleable solids. A Physical / Chemical treatment requirement was established consisting in Equalization, Coagulation - Flocculation and Sedimentation unit processes. Based on the previous analysis, the design of each of the unit processes of liquid waste treatment system was developed.

A unitary prices study was carried out, and it was determined that an investment of approximately \$ 55,000 is necessary for the implementation of the system. Also a Strengths, Opportunities, Weaknesses and Threats study was performed in which the feasibility of implementing this model as part of the processes of a road camp site was determined.

Keywords: Waste, solid, liquid, management, treatment.



1. INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental como consecuencia de las actividades humanas es una problemática que debe ser atendida de manera responsable. Es indispensable que las medidas para mitigar dicha contaminación vayan de la mano de los procesos productivos que la generan. El uso del agua y otros recursos tanto para consumo humano como para los procesos productivos es inevitable, teniendo como resultado la contaminación o impacto ambiental.

La industria de la construcción se ha convertido en una de las más importantes en el país debido a la gran inversión fiscal en grandes proyectos de desarrollo, entre estos la construcción y acondicionamiento vial. Para el cumplimiento de los procesos constructivos de este tipo es necesario contar con un gran número de personal administrativo y operativo que, por facilidad logística, se concentra en campamentos habitacionales cercanos a los proyectos en desarrollo.

El uso del agua en actividades cotidianas de producción así como de consumo, aseo personal y limpieza es necesario para asegurar el confort del mencionado personal. Sin embargo, ante el uso y la contaminación generada por dichas actividades, no siempre se realiza una gestión de uso adecuado y mitigación de contaminación apropiada, la misma que es necesaria por responsabilidad ambiental y por cumplimiento con la legislación vigente.

De la misma manera, la generación de residuos sólidos es una consecuencia inevitable y relacionada directamente con el desarrollo de actividades cotidianas del hombre. La concentración de personal en los mencionados complejos habitacionales, hace que la producción de residuos sólidos se multiplique y que el impacto de estos contaminantes al



ambiente se magnifique, sin prestarle la atención necesaria a una gestión adecuada de dichos residuos.

De acuerdo con la Secretaría Nacional del Agua - SENAGUA (2012), en el Ecuador solamente el 8% de las aguas residuales domésticas, como aquellas producidas en campamentos viales, son tratadas mientras que el restante 92% se descarga de manera directa a los cuerpos receptores y en muy pocas instituciones se mantienen buenas prácticas de uso del recurso agua.

Por otro lado, de acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud [OPS] (2002), de toda la basura generada en el Ecuador, aproximadamente el 50% de la misma tiene una disposición final técnica adecuada solamente; entendiéndose como adecuada a prácticas como rellenos sanitarios, incineración tecnificada, etc.

Tomando en cuenta el impacto que genera la acumulación de residuos sólidos, muchos de ellos difícilmente degradables, es necesario reflexionar en qué se ha realizado para evitar la contaminación del entorno natural.

La legislación ecuatoriana y varios convenios internacionales a los cuales el país se ha adscrito, exigen muy estrictamente el cumplimiento de ciertos límites de contaminación ambiental permitidos a consecuencia de lo que implica toda actividad humana y de desarrollo; y exige así mismo, la toma de medidas para la reducción de la contaminación y el apropiado uso de los recursos.

Para el cumplimiento de las mencionadas exigencias se ha considerado que, los campamentos habitacionales para construcción vial de la empresa HERDOIZA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A. (HCC), dispongan de sistemas y metodologías eficientes de gestión de residuos, sean estos sólidos o líquidos. Este proyecto de investigación se ha



enfocado en el desarrollo de un modelo de gestión integral de residuos sólidos y líquidos que asegure el uso responsable de los recursos y el cumplimiento de la ley en base a los límites máximos de contaminación ambiental permitidos.

1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1 Planteamiento del problema

El desarrollo de toda actividad humana tiene como consecuencia un impacto sobre el ambiente. Dependiendo de la actividad que se desarrolle, el impacto tendrá distintas magnitudes.

La construcción vial tiene efectos colaterales ambientales importantes a los procesos constructivos como tales. Muchos de estos son poco visibles, haciendo que la gran mayoría de esfuerzos se concentren en mitigar el impacto directamente relacionado con los mencionados procesos.

Para la consecución de todo proceso productivo, en este caso los constructivos, se requiere del trabajo de personal; y para facilitar la administración logística de las actividades, es necesario concentrar un gran número de personas en facilidades ocupacionales o campamentos, los mismos que deberán satisfacer todas las necesidades básicas de vida de dicho personal y ciertas facilidades técnicas relacionadas de manera más directa con la producción.

Dentro de las necesidades de vida básicas podemos considerar: alimentación, aseo personal, descanso, entretenimiento, satisfacción de ciertas necesidades biológicas, entre otras.

En lo que corresponde a las actividades mencionadas como técnicas productivas, se podrían concentrar en este tipo de alojamientos: talleres electromecánicos, áreas de mantenimiento vehicular, áreas de abastecimiento de combustible, bodegas, entre otras.

Todo aquello mencionado en párrafos anteriores, tiene un impacto sobre el ambiente, por contaminación de recursos o por generación de residuos. Estos impactos sin embargo, en su gran mayoría no son tratados adecuadamente y no existe mitigación alguna en su efecto sobre el medio.

La legislación ecuatoriana exige, a través de su entidad de control, el Ministerio de Ambiente del Ecuador [MAE] (2015), en el Acuerdo Ministerial 061 que reforma el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA), en los capítulos correspondientes a la calidad ambiental (Libro VI), la gestión técnica apropiada de los residuos sólidos y líquidos generados en cualquier actividad, especialmente en las productivas. Sin embargo, no es sino hasta el último lustro, que se ha realizado auditoría responsable por parte de las autoridades.

A partir de lo mencionado, es necesario que toda empresa constructora desarrolle un sistema técnico y funcional de gestión de los mencionados residuos, de tal manera que la operación de sus campamentos, sea ambientalmente responsable y su impacto al medio sea el mínimo.

1.1.2 Diagnóstico del problema

En el país, no se ha logrado obtener hasta la fecha un cambio objetivo con respecto a la actitud para con el medio en el que se desarrolla la vida. Es así que, prácticas como la disposición de residuos sin diferenciación, el almacenamiento de residuos sin las condiciones adecuadas de acuerdo a su naturaleza y el tratamiento de los mismos fuera de los parámetros técnicos aprobados por la ley se repiten aún con mucha frecuencia en el desarrollo de la vida diaria y más aún en el desarrollo de actividades productivas como las de construcción. De la misma manera, el uso del recurso agua para subsanar necesidades básicas de vida y ciertas utilidades técnicas, y su consecuente contaminación no es tratada según los requerimientos técnicos que exige la ley.

La correcta gestión de los mencionados residuos, tanto sólidos como líquidos, está excluida todavía de los procedimientos operativos tradicionales de muchas empresas constructoras, y muchas de estas son renuentes aún a incluir estas actividades dentro de sus rubros, debido a que los consideran gastos adicionales que no representan ningún retorno. Sin embargo, con la ausencia de gestión para este tipo de contaminación se estaría incurriendo en el incumplimiento de mandatos constitucionales, como los determinados en los artículos 14 y 15 de la Constitución de la República relacionados con el desarrollo de la vida en un Ambiente Sano como un Derecho del Buen Vivir.

Es importante mencionar además que, están estipuladas en la legislación ecuatoriana, sanciones pecuniarias e inclusive penales para aquellos responsables de la contaminación ambiental que no gestionaren adecuadamente la contaminación que produjesen. De esta manera, es necesario que todas las empresas, en este caso una constructora vial, desarrolle un sistema adecuado de manejo y gestión técnica de sus residuos sólidos y líquidos.

1.1.2.1 Pronóstico

Se debe comprender que el planeta se encuentra en constante desarrollo; y que el ser humano se caracteriza por una naturaleza progresista al buscar siempre una mejor “calidad de vida”.

El progreso y el desarrollo requieren de recursos para poder capitalizarse, pero estos son utilizados de una manera poco responsable; sin tomar en cuenta que muchos de estos recursos son de características no renovables, y su sobre explotación tendría consecuencias nefastas para la estabilidad de la biosfera y por consiguiente el equilibrio de la vida. Así mismo, los procesos necesarios para materializar el desarrollo generan impactos sobre el ambiente, muchos de los cuales son inevitables. Estos impactos, así como la sobre explotación de los recursos, si no son controlados, ocasionarían daños ambientales que podrían poner en riesgo



la integridad de los ecosistemas y a consecuencia de esto, la existencia de muchas especies; entre estas la humana.

Según la Organización Panamericana de la Salud [OPS] (s.f.), para el final del año 2009, en el Ecuador se habrían producido alrededor de 972.000 toneladas métricas de Residuos Inorgánicos y para el 2020 se calcula que se producirían aproximadamente 2.800.000 toneladas métricas si es que el comportamiento con respecto al manejo adecuado de residuo continúa como en la actualidad en el país (Gordillo, Rodríguez y Villares, 2011).

Según el Programa Ambiental de las Naciones Unidas, UNEP (2005), la producción de residuos en el mundo crecerá exponencialmente al igual que lo hará la basura en el Ecuador; de esta manera, para el 2050 se producirían alrededor de 26 mil millones de toneladas, lo que equivaldría a rellenar el embalse del río Paute en poco más de 24 horas.

El panorama, con respecto a la generación de basura, que le espera a nuestro entorno es verdaderamente oscuro si es que no se toman acciones al respecto. Se debe tomar en cuenta sin embargo que, la contaminación ambiental, no solo significa la acumulación en volumen de basura, sino también un desperdicio indiscriminado de recursos como el agua, los bosques, crudo, entre otros; muchos de estos no renovables, lo que significaría un deterioro irreversible de la biosfera.

El aprovechamiento inapropiado de recursos se lo puede observar también durante el uso diario del agua. Al ser un elemento esencial para el desarrollo de actividades cotidianas como aseo personal, preparación de alimentos, limpieza, además de otras actividades productivas que requieren del agua para poder ser cumplidas, su uso es constante e imprescindible y recibe grandes cantidades de cargas contaminantes, las misma que en la actualidad no son correctamente gestionada, por la gran mayoría de beneficiarios.



Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA] (2000), en Latinoamérica solamente el 20% del agua residual recibía un tratamiento adecuado previo a su descarga (Ramírez y Epejel, 2001). Lo cual a futuro significaría un problema sanitario grave debido a la disminución de las fuentes de abastecimiento del recurso. En la actualidad, esta problemática requiere de soluciones técnicas, económicamente viables.

En el Ecuador por otro lado, según Castro y Boroshilov (2001) para el año 1999, solamente el 26,6% de las aguas residuales del país eran tratadas (Fernández y Buitrón, 2011). El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI] (2003) señala que para el año 2000, solamente el 18% de las poblaciones urbanas del país contaba con sistemas de tratamientos de aguas residuales, muchas de estas poblaciones sin embargo no superaban el 20% de tratamiento de sus aguas residuales.

Según el Ministerio de Relaciones Exteriores del Estado Plurinacional de Bolivia (2009), el 90% de las aguas servidas del sur del planeta se descargan a cuerpos agua sin ningún tipo de tratamiento. Por otro lado, el mismo autor asegura que solamente el 2% de las aguas servidas en Latinoamérica recibe algún tipo de tratamiento. Debido a esto, para el 2008, uno de cada cinco personas en el mundo ya no tenía acceso a agua potable segura. Una de cada tres personas, no contaba con acceso a un sistema adecuado de saneamiento de agua, lo cual permitió el rebrote de enfermedades infectocontagiosas como el cólera o la peste, enfermedades que hasta cierto punto, se las había considerado como erradicadas. Según cálculos relacionados con la presión de consumo y contaminación del recurso, para el 2015, el abastecimiento de agua por habitante disminuirá en un tercio del abastecimiento actual. En el 2050, con más de un 50% adicional de habitantes del número actual en el mundo, el requerimiento de agua será de un 80% más que el de hoy en día, solo para alimentación.



El problema se hace cada vez más grande debido al incremento de residuos sólido y líquidos generados por las actividades domésticas y productivas. Su consecuencia a corto plazo tiene que ver inicialmente con impactos generados en la salud pública y a mediano y largo plazo, con aquellos generados sobre el ambiente.

1.1.2.2 Control de pronóstico

Habiéndose descrito el pronóstico y las consecuencias del mal uso de los recursos, así como un irresponsable manejo de los residuos tanto sólidos como líquidos, es necesario desarrollar sistemas que le permitan a la población evitar o mitigar al mínimo el impacto generado sobre los recursos naturales; gestionando adecuada y responsablemente la contaminación producida en los diferentes frentes de desarrollo humano. Para cumplir con este fin, es necesario identificar claramente cuáles son los aspectos ambientales que podrían tener un impacto ambiental. Una vez identificados los impactos generados, es menester categorizarlos y cuantificarlos para poder definir las metodologías técnicas, científicas y sociales pertinentes, buscando mitigar o inclusive eliminar el efecto adverso relacionado con la actividad humana contaminante. Una vez definida la metodología, se deberá materializar la gestión, implementado dichos sistemas como parte fundamental y consciente de los procesos productivos en busca del desarrollo.

A continuación, será necesario darle un seguimiento y un mantenimiento continuo a las prácticas ambientalmente responsables, con la finalidad de reforzarlas y si es pertinente mejorarlas para asegurar el mínimo impacto posible del desarrollo humano sobre el ambiente.

1.1.3 Formulación del problema

El funcionamiento integral de una comunidad, como la población de un campamento de construcción vial, siendo parte de una actividad productiva, puede desarrollarse dentro de los lineamientos de la sostenibilidad ambiental y productiva.

1.1.4 Sistematización del problema

- ¿En qué consiste el funcionamiento de la mencionada comunidad?
- ¿Cuáles son los aspectos ambientales más importantes de esta comunidad?
- ¿Cuáles son los impactos ambientales generados por la actividad en un campamento vial?
- ¿Qué tipo de residuos se generan en un campamento vial?
- ¿Cuánto residuo genera la actividad de un campamento vial?
- ¿Cuáles son los impactos ambientales generados de manera específica por los residuos producidos en la actividad de un campamento vial?
- ¿Qué dictamina la legislación ecuatoriana en relación a la generación de residuos?
- ¿Cómo se deben tratar los residuos generados en un campamento vial?
- ¿Se puede desarrollar un modelo de gestión efectivo de residuos para un campamento de construcción vial?
- ¿Puede un campamento llegar a tener un funcionamiento dentro de los parámetros de la sostenibilidad?

1.1.5 Objetivo General

- Crear un modelo de gestión de residuos sólidos y líquidos aplicable al funcionamiento de un campamento de construcción vial, enmarcado en los lineamientos de



sostenibilidad ambiental, que permita el cumplimiento de la normativa establecida en la legislación técnico legal vigente.

1.1.6 Objetivos específicos

- Determinar patrones de manejo actual de residuos sólidos en las distintas actividades generadoras, operativas y administrativas, en un campamento de construcción vial.
- Definir un sistema de manejo y gestión de residuos sólidos generados en un campamento de construcción vial.
- Realizar la caracterización y cuantificación de los efluentes contaminados que se evacúan actualmente como resultado de los procesos en los que se usa el recurso agua.
- Determinar las características de tratabilidad del efluente estudiado.
- Plantear un sistema de tratamiento de residuos líquidos generados en un campamento de construcción vial.
- Evaluar la factibilidad de aplicación de un sistema integral de gestión de residuos sólidos y líquidos de un campamento de construcción vial. (FODA)
- Elaborar un análisis de precios unitarios de implementación de un modelo integral de gestión de residuos sólidos y líquidos.

1.1.7 Justificaciones

El desarrollo de este trabajo es necesario debido a que en el país la gestión de residuos en muchas de las actividades sociales y productivas es escasa. Según indica la estadística generada en el país mediante el Programa Nacional de Gestión Integral de Desechos Sólidos [PNGIDS], el MIDUVI y otras instituciones, al 2010 el 84,2% de las áreas urbanas disponía de servicio de recolección de basura, mientras que en las zonas rurales solamente el 54,1% contaba con este servicio. El porcentaje que no cuenta con este servicio tiene la tendencia de

generar basurales sin tratamiento ambiental alguno. Inclusive, un porcentaje considerable del servicio de recolección que se brinda en las mencionadas áreas rurales y urbanas no garantiza un tratamiento tecnificado y de bajo impacto ambiental de los residuos sólidos (Ministerio de Ambiente [MAE], 2010).

Por otro lado, apenas el 24% de los gobiernos municipales del Ecuador, han iniciado procesos de clasificación de residuos en la fuente de generación, solo el 26% ha desarrollado procesos de recuperación de materia orgánica y el 32% procesos de recolección diferenciada de desechos hospitalarios (MAE, 2010).

El mismo autor indica que solo el 28% de residuos son dispuestos en rellenos sanitarios tecnificados, el 72% del material restante es dispuesto en botaderos a cielo abierto. Estas condiciones de tratamiento de residuos tienen diversas consecuencias como taponamiento de quebradas y alcantarillado, deslaves, proliferación de plagas y diseminación de muchas enfermedades, entre otras.

Se debe tomar en cuenta también que debido al universo de actividades desarrolladas en un campamento de construcción vial, algunos de los residuos generados, se categorizan como residuos peligrosos por su naturaleza; los mismos que requieren de tratamientos especiales para minimizar su impacto al ambiente.

Es necesario reconocer que, en varias ocasiones, la ubicación de las facilidades habitacionales para trabajadores de construcción vial, se encuentran lejos de los servicios urbanos de tratamiento de residuos o inclusive aislados de servicios básicos *per se*.

De la misma manera, en el Ecuador, los residuos líquidos no tienen un tratamiento técnico adecuado previo a su descarga a los cauces naturales. Es así que en el país, el 6,3% de las aguas residuales promedio recibe algún tipo de tratamiento, siendo a nivel urbano el 7% y a

nivel rural el 5% (Moncayo y Ayala, 2011).

Se debe considerar también que, dentro de las actividades desarrolladas en un campamento de construcción vial, se encuentran algunas de carácter productivo, de servicio e inclusive industrial que generan contaminantes adicionales que deben ser tratados, muchos de ellos, bajo diferentes metodologías ya que son altamente contaminantes.

Tomando en cuenta que la contaminación de los recursos hídricos es una de las principales causales de degradación de los ecosistemas, es necesario que los efluentes generados en cualquier proceso productivo, sean tratados previo a su descarga.

Es menester reflexionar acerca de la responsabilidad que tiene el generador de contaminación de mitigar, en el total de sus posibilidades y según lo mandatorio de acuerdo a la legislación ecuatoriana, el impacto que sus actividades generase.

Según Correa (2012), en el Ecuador la responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes y la pena estipulada en la normativa legal, implicarán también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas. Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios debe asumir la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente. Todo esto basado en el principio de Derecho Internacional “El que contamina paga”.

Muchas de las actividades y procedimientos llevados a cabo dentro de un campamento de

construcción vial han generado contaminación que no es correctamente tratada debido a diferentes factores. Muchos de ellos relacionados con la dificultad de gestión debido a su aislamiento de centros urbanos, pero sobre todo debido a la indiferencia que, por costumbre, se ha mostrado frente a estos temas.

Considerando los lineamientos y parámetros delimitados por la Constitución de la República del Ecuador y el Código del Buen Vivir es necesario desarrollar un modelo de gestión integral para residuos sólidos y líquidos generados en un campamento de construcción vial.



2. MARCO TEÓRICO

2.1. ESTADO ACTUAL SOBRE EL CONOCIMIENTO DEL TEMA

2.1.1. Manejo de residuos sólidos

La protección ambiental relacionada con el manejo de residuos sólidos, se ha enmarcado en políticas tradicionales en la que se ha hecho muy poco énfasis en la minimización de residuos, el reciclaje, el reúso y el control técnico y ambientalmente adecuado de la disposición final. A consecuencia de esto, los sistemas no son eficientes y el uso de recursos no es el apropiado (OPS, 2002). Así, existen experiencias contadas en pocos municipios que han tenido la visión de un manejo integral adecuado de los residuos sólidos.

La misma OPS (2002) añade que el Ecuador, habiéndose adscrito a los principales convenios internacionales en aspectos ambientales, no ha hecho sus mayores esfuerzos por cumplir con dichos compromisos.

La normativa ecuatoriana, en ese entonces, tenía poca relación con lo establecido en convenios internacionales, o tenían poca concordancia con dichos convenios.

El manejo adecuado de residuos requiere de un análisis técnico y una gestión planificada, para que estos residuos tengan el mínimo impacto posible en su disposición final.



Según Bomatí (2008), conocer la cantidad y características en densidad y composición de los residuos sólidos generados, es necesaria para realizar una gestión técnica apropiada.

Según el mismo autor, las actividades para la gestión en el origen de los residuos comprenden la selección, la manipulación y el almacenamiento de residuos. De aquí la metodología de manipulación y almacenamiento depende de la realización o no de una recolección selectiva y de su frecuencia. Así mismo, existen 2 distintos tipos de recolección, estos son la recolección en masa, la misma que no permite selección previa ni posterior y que si es que el servicio no cubre a toda la población generadora, el residuo es vertido sin ningún tipo de control, originándose graves focos de contaminación en el ambiente; y el otro tipo de recolección es la selectiva, la misma que se realiza por fracciones reciclables y no reciclables. Entre las fracciones se incluyen al cartón y papel, vidrio y metales, plástico, fracción orgánica, residuos peligrosos y rechazo no reciclable.

De acuerdo a lo publicado por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial [ONUDI] (2007), para la gestión adecuada de residuos sólidos es necesario el montaje de un sistema de acciones ambientales planificadas, que abarquen desde la generación del residuo hasta su disposición final. Para esto se debe tener presente las características de los residuos: socioeconómicos y de volumen, procedencia, costos de emisión y tratamiento, directrices administrativas y posibilidades de recuperación y administración.

El mismo autor menciona que es necesario determinar las concentraciones de los elementos potencialmente dañinos para poder tomar decisiones acerca de su reutilización, reciclaje, tratamiento o eliminación. El conocer la composición de los residuos producidos nos permite



determinar cuál será el sistema de gestión a seguir, enarcándose en el objetivo mayor del cuidado ambiental, identificando posibles malas prácticas que se estén generando en la empresa y desarrollando actividades concretas para beneficio tanto de la empresa como del ambiente.

2.1.1.1. Componentes ambientales afectados por los residuos sólidos

Salud Pública: Riesgos biológicos para la población ocasionados por residuos infecciosos contaminados con excretas y secreciones animales y humanas; y la posibilidad de que este residuo haga las veces de material de cultivo para el desarrollo y proliferación de plagas transmisoras de enfermedades. Así mismo, la presencia de sustancias tóxicas nocivas para la salud, generadas de la actividad industrial y productiva.

Seguridad personal: Riesgos físicos y mecánicos tales como quemaduras, cortes golpes y otras lesiones ocasionadas sobre aquellas personas que realizan actividades como el minado de basura o reciclaje informal de residuos en el lugar de disposición final, expuestos durante el desarrollo de sus actividades.

Aire: Generación de gases contaminantes como amoníaco, CFCs, CO₂, metano, material particulado, entre otros, los mismos que se generan por el mal manejo y disposición final de los residuos.

Aguas superficiales: La contaminación de ríos, quebradas, lagos, embalses; está ligada a la práctica frecuente de arrojar basura de manera directa a estos cuerpos de agua así como al manejo inadecuado que reciben los lixiviados en la disposición final de los residuos.

Suelo y aguas subterráneas: Los lixiviados generados en la disposición final de residuos están relacionados con la contaminación de suelo y de aguas subterráneas. Al ser líquidos y de naturaleza orgánica y toxica en algunos casos, estos contaminantes alteran las propiedades



naturales del suelo y alcanzan los niveles freáticos del suelo contaminando las aguas subterráneas. La contaminación de aguas subterráneas es la más difícil y costosa de solucionar.

2.1.1.2. Características de los residuos sólidos

Un residuo es cualquier resultante de los procesos de transformación, uso o procesamiento; el cual en su forma líquida, gaseosa o sólida ha perdido cualquier valor para la persona que lo genera.

De acuerdo con Gómez (2003), los residuos pueden clasificarse de diversos modos.

Según su estado físico se dividen en:

- Sólidos.
- Líquidos.
- Gaseosos.

Según su procedencia se dividen en:

- Industriales.
- Agrícolas.
- Sanitarios.
- Residuos sólidos urbanos.

Por su peligrosidad se clasifican en:

- Residuos tóxicos y peligrosos.

- Radioactivos.
- Inertes.

Por último, en cuanto al marco legal según la legislación ambiental vigente (MAE, 2015), se distinguen dos categorías:

- Residuos urbanos.
- Residuos peligrosos.

Los residuos peligrosos son todos aquellos que contienen en su composición una o varias sustancias que les confieren características peligrosas, en cantidades o concentraciones tales, que representan un riesgo para la salud humana, los recursos naturales o el ambiente.

También se consideran residuos peligrosos los recipientes y envases que hayan contenido dichas sustancias.

De acuerdo a lo establecido por García (2007), existe otras caracterizaciones que divide a los residuos sólidos en:

- Aprovechables: Entre los que podemos encontrar el papel, el cartón, el vidrio, ciertos tipos de plástico, el tetra pack, los metales, los textiles y los residuos orgánicos.
- No aprovechables: Se clasifican en 2 grupos. Los residuos sólidos comunes e inertes y los residuos sólidos peligrosos.



2.1.1.3. Composición de residuos en el Ecuador

En el Ecuador, para la última década del siglo pasado, la composición de los Residuos Sólidos constaba de un 71% de desechos sólidos orgánicos, un 10% de papel y un 4,5% plástico considerado en ese entonces como material potencialmente reciclable (Acurio, Rossin, Teixeira y Zepeda, 1998)

Según la OPS (2002) en el Ecuador existe la siguiente caracterización de residuos sólidos en porcentajes de conformación:

TABLA N° 1. Caracterización de residuos sólidos en porcentajes en el Ecuador

MATERIAL	PORCENTAJE (%)	PRODUCCIÓN (T/día)
Materia orgánica	71,4	5298
Papel y cartón	9,6	709
Plástico	4,5	336
Vidrio	3,7	274
Metales	0,7	53
TOTAL	100	6669

(OPS, 2002)

Por otro lado, según se ha establecido en el marco lógico del Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos – PNGIDS ECUADOR al 2013, aproximadamente el 60% de los residuos que se producen a diario corresponden a desechos orgánicos, mientras que el 20% son residuos inorgánicos potencialmente reciclables. El otro 20% correspondería a la generación de residuos no aprovechables, entre estos los residuos peligrosos.

2.1.1.4. Gestión Integral de residuos sólidos

Según García (2007, citando a Tchobanoglous) la aplicación de técnicas y programas de gestión idóneos son necesarios para alcanzar objetivos específicos de gestión de residuos. Existe, según el mencionado autor, una jerarquía de actividades a ejecutarse para desarrollar un sistema integral de gestión de residuos sólidos que son:

- Reducción de origen
- Reciclaje
- Transformación de residuos
- Vertido o disposición final

De acuerdo con el mismo autor, un sistema integral de gestión se debe enmarcar en las siguientes prácticas o bases fundamentales:

- Minimización de residuos
- Separación en la fuente y separación diferenciada
- Transporte
- Almacenamiento temporal
- Aprovechamiento
- Tratamiento
- Disposición final

Adicional a lo establecido por García (2007) se deberá considerar como parte importante de las prácticas fundamentales para la gestión integral de residuos sólidos, la ejecución de un plan de capacitación y concienciación para los generadores de residuos. Esto como parte

inicial de las actividades a desarrollarse dentro de un plan de gestión integral.

2.1.2. Manejo de aguas residuales

Hoy en día, una de las principales fuentes de contaminación de los cuerpos de agua, tanto superficial como subterránea, son las descargas líquidas provenientes de las actividades productivas, industriales y urbanas. Estas descargas contaminan el agua al aportar materia orgánica, detergentes, colorantes grasas y aceites, sustancias químicas, patógenos, metales pesados entre otros. La presencia de estos contaminantes disminuye la calidad de agua haciéndola no apta para el uso y para la preservación de la vida en el elemento, lo que tiene un efecto directo en el equilibrio de los ecosistemas.

Según Pérez (2011), el agua como recurso puede ser afluyente para varios tipos diferentes de contaminación los mismos que provienen de diversas fuentes contaminantes. El autor resume estas fuentes en la siguiente tabla:



TABLA N° 2. Fuentes contaminantes

CONTAMINANTE	FUENTES
Agentes patógenos.	Bacterias, virus, protozoarios, parásitos que entran al agua proveniente de desechos orgánicos.
Desechos que requieren oxígeno.	Los desechos orgánicos pueden ser descompuestos por bacterias que usan oxígeno para biodegradarlos. Si hay poblaciones grandes de estas bacterias, pueden agotar el oxígeno del agua, matando así las formas de vida acuáticas.
Sustancias químicas inorgánicas	Ácidos, compuestos de metales tóxicos (Mercurio, Plomo), envenenan el agua.
Los nutrientes vegetales.	Pueden ocasionar el crecimiento excesivo de plantas acuáticas que después mueren y se descomponen, agotando el oxígeno del agua y de este modo causan la muerte de las especies marinas (zona muerta).
Sustancias químicas orgánicas.	Petróleo, plásticos, plaguicidas, detergentes que amenazan la vida.
Sedimentos o materia suspendida.	Partículas insolubles de suelo que enturbian el agua, y que son la mayor fuente de contaminación.
Sustancias radiactivas	Que pueden causar defectos congénitos y cáncer.
Calor.	Ingresos de agua caliente que disminuyen el contenido de oxígeno y hace a los organismos acuáticos muy vulnerables.

(Pérez, 2011)

El mismo autor menciona que la contaminación del agua puede ser clasificada desde dos perspectivas, el tipo de contaminación y el origen del contaminante. De esta manera, según el tipo, la contaminación del agua se clasifica en:

- Física: Características físicas que se manifiestan durante las distintas etapas de la contaminación. Entre estos se debe anotar:
 - Aspecto

- Color
 - Olor
 - Turbidez
 - Sabor
 - Temperatura
 - Conductividad eléctrica
- Química: De acuerdo a las características químicas de degradabilidad de sus contaminantes, se subdivide en:
 - Biodegradables: Son aquellos transformables por mecanismos biológicos que mineralizan los contaminantes, tienen una permanencia en el ambiente de entre 1 a 3 semanas.
 - Persistentes: No sufren una fácil biodegradación y permanecen en el ambiente hasta 18 semanas.
 - Recalcitrantes: Son aquellos resistentes a la biodegradación y su permanencia en el ambiente es mayor a los 2 años.
 - Biológica: Es la contaminación originada por microorganismos los mismos que pueden ser patógenos, inocuos y/o de gran utilidad para la autodepuración

De acuerdo al origen, los contaminantes se clasifican en:

- Agrícolas – ganaderos: Se originan a partir de cualquier actividad productiva agrícola y ganadera. Este tipo de contaminación aporta grandes cantidades de contaminantes orgánicos así como contaminantes biológicos.
- Domésticos: Son aquellos generados en los centros urbanos. Los contaminantes urbanos contienen sustancias provenientes de actividades que se desarrollan en el entorno urbano como excretas, tenso activos, grasas y aceites, restos de alimentos, etc.



- Pluvial: Son los contaminantes arrastrados por el agua lluvia. Los más comunes son los sólidos suspendidos, disueltos y precipitables.
- Industriales: Diferentes tipos de contaminantes se generan a partir de actividades industriales. Este tipo de contaminantes es tan diverso que cada industria debe estudiarse de manera individual (Pérez, 2011).

Existe otra clasificación de contaminantes industriales de agua señalada de acuerdo a la naturaleza de los mismos; contaminantes de origen orgánico e inorgánico. Pérez (2011), destaca que entre los contaminantes de origen orgánico de mayor importancia se encuentran:

- Hidrocarburos: Enlaces de carbono – hidrógeno que se subdividen a su vez en dos grupos. El primero conformado por alcanos (enlace simple), alquenos (enlace doble) y alquinos (enlace triple) y el segundo conformado por los hidrocarburos aromáticos con estructura de anillo, siendo estos más reactivos que cualquier otra clasificación de hidrocarburos.
- PCB's: Bifenilos policlorados son fluidos estables empleados para diferentes usos (fluidos hidráulicos, refrigerantes, fluidos térmicos, de aislamiento o de plastificación de pinturas, entre otros.). Los PCB's tienen la característica de no ser solubles en el agua al igual que los hidrocarburos los que podría confundir estos dos tipos de contaminante.
- Insecticidas de origen orgánico como el DDT, por sus características son fácilmente acumulables en los tejidos grasos animales, son transferidos de animales menores a mayores en la cadena alimenticia.
- Detergentes o tenso activos: Pueden ser polares como apolares. Son compuestos que permiten variar la tensión superficial y son causantes de la humectación, penetración



emulsión y suspensión de la suciedad. Compuestos de una parte hidrófila y otra lipofílica, lo que permite formar puentes entre agua y aceite ayudando a remover la suciedad.

Por otro lado, no todos los contaminantes inorgánicos son altamente tóxicos para el ser humano, pero se convierten en una amenaza para la estabilidad del ambiente cuando son vertidos en grandes cantidades. Los fertilizantes de origen inorgánico como los nitratos y fosfatos pueden convertirse en fuentes de contaminación si se concentran en grandes cantidades en el agua por su gran capacidad eutroficante. Otros contaminantes inorgánicos de gran importancia son los metales; algunos de estos son el Plomo, Zinc, Manganeso, Calcio y Potasio. Los metales pueden reaccionar con otros iones formando productos altamente peligrosos. Reacciones de transferencia electrónica entre los metales y el oxígeno pueden originar oxi-radicales altamente tóxicos. Los metales pueden formar metaloides, los mismos que tienden a acumularse en los tejidos grasos animales. Finalmente se debe mencionar también a los metales pesados de alta densidad los cuales son muy peligrosos al contacto (Pérez, 2011).

Según López (2011), es importante conocer las consecuencias que tienen los diferentes tipos de contaminantes. En este caso, se describen los efectos ocasionados por los contaminantes enfocándose en lo correspondiente a vertidos de aguas residuales urbanas. Así, se analizará los efectos de contaminantes como materia orgánica, sólidos suspendidos, nutrientes químicos y patógenos:

- **Materia orgánica:** Disminución del oxígeno disuelto. La biodegradación de la materia orgánica requiere de oxígeno para oxidación microbiana. Se promueven así



condiciones sépticas en el agua, generándose malos olores y disminuyendo las condiciones adecuadas para la vida acuática por la falta de oxígeno disponible.

- Sólidos suspendidos: Propician el depósito de lodos con el precipitado de los suspendidos y se generan condiciones anaeróbicas ya que los sólidos suspendidos absorben la energía solar incrementando la temperatura del agua y disminuyendo la transferencia de oxígeno del aire al agua.
- Nutrientes químicos: Promueven el incremento de fitoplancton y algas acuáticas lo que impide la penetración de luz solar a las aguas profundas lo que impide la fotosíntesis que es generadora de oxígeno libre. Adicionalmente, la materia orgánica en descomposición generada por las especies mencionadas incrementa la necesidad de oxígeno para la degradación metabólica de los mismos.
- Los patógenos que se encuentran en las aguas residuales representan el riesgo de más importancia para la salud pública. Según el mismo autor (citando a la Organización Mundial de la Salud [OMS]) más de 5 millones de personas mueren al año como consecuencia del uso de agua no apta para el consumo humano y en el Ecuador el 80% de las enfermedades infecciosas son ocasionadas por el uso de agua contaminada.

2.1.2.1. Procesos de tratamiento de aguas residuales

Según Collazos (2008), para determinar el tipo de tratamiento de los residuos líquidos, se debe considerar el propósito del proceso como tal. Este puede ser:

- Separar o remover del vertido los constituyentes no deseados.
- Modificar las propiedades físico – químicos o biológicas del residuo líquido para alcanzar niveles de cumplimiento de la descarga según la norma vigente.



De acuerdo con López (2011), las aguas residuales se caracterizan, de manera general, por tener un alto contenido de material orgánico, sólido suspendidos, nutrientes químicos y patógenos. No obstante, las aguas residuales son distintas una de otra en conformación y sus constituyentes varían de una a otra en características y magnitud. Por consiguiente, el sistema de tratamiento para la disposición adecuada de las aguas residuales requiere de un conocimiento, lo más cierto posible, de sus características físicas, químicas y biológicas. El mismo autor menciona que para la planificación de un sistema de tratamiento de aguas residuales se deben tomar en cuenta otros aspectos importantes tales como la asignación de recursos técnicos y económicos así como los parámetros establecidos según norma para la descarga de los efluentes.

Según lo establecido, el principal objetivo del proceso del tratamiento de residuos líquidos debe ser la remoción de materia orgánica, sólidos suspendidos y patógenos, para a continuación, dependiendo del nivel de depuración que se requiere para la descarga y de las fuentes de contaminación identificadas, se mejorará la calidad del efluente removiendo los nutrientes químicos, sustancias orgánicas refractarias, metales pesados y sustancias inorgánicas disueltas (López, 2011).

En relación con lo descrito, los niveles o procesos de tratamiento del agua residual deberán ser considerados de acuerdo con la siguiente clasificación:

1. Pre tratamiento: Busca remover por medios mecánicos los contaminantes que puedan obstaculizar la normal operación de los subsiguientes niveles de tratamiento (López, 2011). Dentro de los procedimientos que forman parte del pre tratamiento se pueden considerar:

- Separación de sólidos grandes
 - Desbaste o cribado
 - Tamizado
 - Desarenado
 - Desengrasado – desaceitado (Muñoz, 2008).
2. Tratamiento primario: Se enfoca mayoritariamente en la remoción parcial de sólidos suspendidos, materia orgánica y/o patógenos por medios físico-químicos mediante procesos de sedimentación. El principal procedimiento primario de tratamiento es la sedimentación (López, 2011). Entre los principales procedimientos pueden considerarse en este nivel de tratamiento tenemos:
- Decantación o sedimentación
 - Flotación (alternativa)
 - Neutralización (Muñoz, 2008).
3. Tratamiento Secundario: Este proceso de tratamiento se enfoca principalmente en la remoción de materia orgánica soluble y sólidos suspendidos. Dentro de este nivel de tratamiento se incluyen los procedimientos biológicos (aerobios y anaerobios) que constituyen parte fundamental de un sistema de tratamiento de aguas residuales (López, 2011). Dentro de los procedimientos de tratamiento secundarios se deben considerar entre los mayormente empleados:
- Fangos activos
 - Aireación prolongada
 - Contacto – estabilización

- Lechos bacterianos
 - Lagunajes
 - Estanques de estabilización aerobia
 - Filtros percoladores (Muñoz, 2008).
4. Tratamiento de fangos: Según Muñoz (2008), dentro de los procesos de tratamiento de agua residual, se debe considerar también al tratamiento, uso y eliminación de los fangos generados durante los procesos de tratamiento previos. Debido a que los lodos generados, en un inicio son parte de la descarga a tratar, debe considerarse al tratamiento de lodos como una parte fundamental del tratamiento de aguas residuales, caso contrario estos se convertirían en pasivos ambientales volviendo un despropósito a cualquier actividad de tratamiento de aguas residuo. Entre los procesos de tratamiento de lodos se debe considerar:
- Espesado de fangos
 - Digestión de fangos
 - Deshidratación de fangos.
5. Tratamiento terciario: Dependiendo de la características del efluente que se deberá obtener el también conocido como tratamiento avanzado. Consiste en la remoción de los nutrientes, metales pesados, sustancias inorgánicas disueltas, patógenos, etc. que los otros niveles de tratamiento no pueden eliminar. El tratamiento terciario se considera normalmente cuando uno de los objetivos del tratamiento de aguas residuales es el reúso del recurso (López, 2011). Dentro de los procedimientos del nivel de tratamiento terciario se debe anotar:
- Eliminación de sólidos en suspensión

- Adsorción con carbono activado
- Osmosis inversa
- Electrodialisis
- Cloración
- Ozonización
- Eliminación de Fósforo
- Eliminación de Nitrógeno (Muñoz, 2008)

2.2. ADOPCIÓN DE UNA PERSPECTIVA TEÓRICA

El manejo adecuado de residuos requiere de un análisis técnico y una gestión planificada, para que estos residuos tengan el mínimo impacto posible en su disposición final.

2.2.1. Gestión de residuos sólidos

Como base fundamental para la gestión técnica apropiada se debe realizar un análisis de la cantidad y características en densidad y composición de los residuos sólidos generados. Sin embargo, para una acción planificada, el análisis debe ser más profundo, de esta manera deberán ser también analizados los esquemas socioeconómicos y de volumen de residuo, procedencia, costos de emisión y tratamiento, directrices administrativas y posibilidades de recuperación y administración.

En cuanto a los residuos peligrosos, es necesario determinar las concentraciones de los elementos potencialmente dañinos para proceder a tomar decisiones acerca de su reutilización, reciclaje, tratamiento o eliminación.

El conocer la composición de los residuos producidos nos permite determinar cuál será el sistema de gestión a seguir; enarcándose en el objetivo mayor del cuidado ambiental, identificando posibles malas prácticas que se estén generando en la empresa y desarrollando actividades concretas para beneficio tanto de la empresa como del ambiente.

Este proyecto de gestión se basa en la práctica de gestión en el origen de los residuos, para lo cual se deberá prestar especial atención en las actividades de selección, la manipulación y el almacenamiento de residuos. La ejecución de la actividad de recolección selectiva por fracciones reciclables y no reciclables, facilitará la manipulación de los residuos y la disposición final adecuada de los mismos. Entre las fracciones se incluyen al cartón y papel, vidrio y metales, plástico, fracción orgánica, residuos peligrosos y residuos comunes no reciclable.

Se respetará la jerarquía de actividades establecida previamente para desarrollar un sistema integral de gestión de residuos sólidos. Los mismos consisten en:

- Reducción de origen
- Reciclaje
- Transformación de residuos
- Vertido o disposición final

Así, el trabajo para obtener un sistema integral de gestión de residuos se concentrará en las siguientes prácticas o bases fundamentales:

- Minimización de residuos

- Separación en la fuente y separación diferenciada
- Transporte
- Almacenamiento temporal
- Aprovechamiento
- Tratamiento
- Disposición final

2.2.2. Gestión de residuos líquidos

En relación al manejo de residuos líquidos, se ha manifestado que, es de suma importancia conocer detalladamente las descargas líquidas a tratar. Para lo mencionado, es necesario considerar las bases teóricas y prácticas para determinar la composición contaminante de los residuos líquidos generados. En este caso, esta investigación se concentrará en los efectos ocasionados por los contaminantes correspondientes a vertidos de aguas residuales urbanas de características tanto domésticas como industriales. Así, se analizarán los efectos de contaminantes como materia orgánica, sólidos suspendidos, nutrientes químicos y patógenos entre aquellos tipificados como domésticos y en los efectos de contaminantes industriales orgánicos e inorgánicos.

El sistema de tratamiento para la disposición de las aguas residuales será definido en base al conocimiento de las características físicas, químicas y biológicas de la descarga. Adicionalmente, para la planificación del sistema de tratamiento de aguas residuales del modelo de gestión de residuos, se tomarán en cuenta la asignación de recursos técnicos y económicos así como los parámetros establecidos según norma para la descarga de los efluentes. Sin embargo, en el modelo a desarrollarse, se buscó llegar

hasta un nivel secundario de tratamiento de descargas líquidas, dependiendo de los factores mencionados anteriormente.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

Aguas residuales.- Se consideran aguas residuales a los líquidos que han sido utilizados en las actividades diarias de centros poblados (domésticas, comerciales, industriales y de servicios) (Gobierno de Navarra, 2013).

Biosfera: Es un sistema que incluye el espacio donde se desarrolla toda la vida que existe en la Tierra. Está constituido por la vida y su área de influencia, desde el subsuelo hasta la atmósfera. (Universidad de Murcia, 2014)

Contaminación ambiental.- Presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o cualquier combinación de ellos que perjudique o resulte nocivo para uno o varios factores o componentes del medio ambiente. (Terry, 2007).

Cuerpos receptores.- Se refiere al cuerpo de agua superficial expuesto a recibir descargas. No aplican como cuerpo receptor el suelo y los mantos acuíferos. (CONACYT, 2009).

Impacto Ambiental.- Es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza (Silva, 2012).

Aspecto Ambiental.- es aquello que una actividad, producto o servicio genera (en cuanto a emisiones, vertidos, residuos, ruido, consumos, etc.) que tiene o puede tener incidencia sobre el medio ambiente, entendido éste como el medio natural receptor de los aspectos ambientales, incluyendo dentro de este medio los seres vivos que habitan en él (Carreño, 2007).

Recursos Naturales: Materiales existentes en el entorno natural escasos y económicamente útiles en la producción o el consumo, ya sea en estado bruto o tras haber sido sometidos a un mínimo proceso de elaboración (Organización Mundial de Comercio [OMC], 2010).

Residuo biológico – infeccioso.- Son aquellos materiales generados durante los servicios de atención médica que contengan agentes biológico – infecciosos (cualquier microorganismo capaz de producir enfermedades) que puedan causar efectos nocivos a la salud y/o al ambiente (Secretaría mexicana de Salud, 2003).

Residuo Inerte: aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la eco-toxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas (Gobierno de España, 2008).

Residuos sólidos.- Materiales sólidos o semi-sólidos que son descartados por la actividad del hombre y la naturaleza, que no teniendo utilidad inmediata para su actual poseedor, se transforman en indeseables. (Leiva, 2000).

Sanearamiento ambiental.- Consiste en el mantenimiento de los elementos del medio ambiente (tanto naturales como aportados por el hombre) en condiciones aptas para el desarrollo del ser humano tanto en lo individual como en lo colectivo (Meloni, 2007).

Sostenibilidad.- Es el desarrollo que permite hacer frente a las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para cubrir sus propias necesidades (Muñoz de Bustillo, 2005)

2.4. MARCO LEGAL

- Constitución política de la República del Ecuador

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

- Acuerdo Ministerial 028. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente, Libro VI Anexo I, Anexo II y Anexo VI
- Decreto Ejecutivo 1215. Reglamento ambiental para las operaciones hidrocarburoferas del Ecuador, Anexo 2, Tabla 4, Literal (a).
- Refistro Oficial 388. Reglamento sustitutivo al reglamento para el manejo de desechos infecciosos para la red de servicios de salud del Ecuador.
- Acuerdo Ministerial 034. Políticas generales para promover las buenas prácticas ambientales en entidades del sector público y privado.



- Acuerdo Ministerial 142. Listados Nacionales de Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales.

2.5. HIPÓTESIS

El manejo integral de los residuos sólidos y líquidos generados en un campamento de construcción vial puede ejecutarse bajo lineamientos de sostenibilidad ambiental.

2.5.1. Identificación y caracterización de las variables

2.5.1.1. Variable dependiente

Caracterización de residuos sólidos y líquidos: Consiste en determinar los composición y características físicas, químicas y biológicas de los residuos dependiendo de su naturaleza.

- Caracterización física de residuos sólidos comunes
- Caracterización de residuos sólidos industriales y/o peligrosos
- Caracterización físico – química y biológica de residuos líquidos comunes (Aguas negras y grises)
- Determinación de caudales de descarga de residuos líquidos.

2.5.1.2. Variable independiente

Desarrollo del modelo de gestión: Consiste en determinar y formular los componentes adecuados del modelo de gestión que se pretende implementar en un campamento de construcción vial en base a la información generada de la caracterización de residuos.

- Metodología de gestión de residuos sólidos comunes (generación, clasificación, almacenamiento, disposición)



ECUADOR
UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
SEK

- Metodología de gestión de residuos sólidos industriales y peligrosos (generación, clasificación, almacenamiento, disposición)
- Sistema de tratamiento de aguas negras y grises
- Análisis de precios unitarios



3. METODOLOGÍA

3.1. NIVEL DE ESTUDIO

El tipo de estudio para el desarrollo de este proyecto fue de carácter exploratorio. Para el mismo se realizó un análisis de línea base de funcionamiento del campamento de construcción vial, paralelamente a la caracterización de residuos y la evaluación en laboratorio y en campo de los diferentes contaminantes generados por dicho funcionamiento. En relación a los datos obtenidos, se orientó el modelo de gestión según la metodología más apropiada, en base a la revisión bibliográfica correspondiente, tomando en cuenta aspectos como:

- Requerimientos y normativas legales
- Disponibilidad de recursos
- Análisis de precios unitarios para la concreción del modelo de gestión.
- Factibilidad de aplicación relacionada con la operación del campamento.

3.2. MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

La investigación se ejecutó en campo, enmarcado dentro de las características de un proyecto en desarrollo. La obtención de datos para el desarrollo del modelo de gestión y diseño de los sistemas de preservación y tratamiento de recursos se realizó en el funcionamiento de un campamento, adicional a los resultados obtenidos a través de estudios de laboratorio de las muestras recolectadas. El modelo de gestión se desarrolló en base a los datos obtenidos en

campo y en laboratorio, mediante procesos investigativos con base técnica bibliográfica y de diseño con base técnica. El modelo de gestión es propuesto como una herramienta para solventar requerimientos con los que deben cumplir una empresa en términos legales, relacionados con la gestión ambiental. De la misma manera, le permitirá a la empresa cumplir con requerimientos exigidos para la obtención de certificaciones de gestión que incrementan su competitividad tanto en el mercado nacional como internacional.

3.3. MÉTODO

El método será de características hipotético – deductivas, en el que se partirá de la hipótesis de que el desarrollo de actividades de un campamento de construcción vial puede darse bajo los lineamientos de la sostenibilidad ambiental. Esta hipótesis será verificada con un análisis de factibilidad de aplicación del modelo de gestión.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población: Corresponde al total de los campamentos operativos de la empresa constructora vial HERDOIZA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A., los mismos que se ubican en diferentes localidades a lo largo de la Sierra Centro – Norte del Ecuador, desde la provincia del Carchi hasta la provincia de Chimborazo en número igual a 13.

Muestra: De la población existente, debido a que los procesos tanto de servicio como de producción son genéricos para toda la operación de la empresa en campo, se tomó como objeto de estudio un campamento que cumple con las siguientes características:

- Que tenga la población más numerosa. De esta manera, todos los procesos de cualquier otro campamento han quedado solventados para la ejecución de la gestión integral de residuos sólidos y líquidos.
- Que sea parte de las actividades de un proyecto en ejecución, el mismo que deberá contar con todos los procesos constructivos e industriales requeridos para la construcción de una vía.

3.5. SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

La investigación se desarrolló a partir de la observación en campo de los mecanismos de generación de todos los tipos de residuos de un campamento de construcción vial. Se observó el desarrollo de actividades de los habitantes del campamento y los ejecutores de los procedimientos operativos que se lleven a cabo en el mismo y se analizó la relación entre las actividades observadas y la generación de residuos.

Se realizó un muestreo de todos los tipos de residuos sólidos y líquidos generados bajo condiciones normales de funcionamiento del campamento. De este muestreo se realizó una caracterización de los distintos tipos de residuo y la caracterización de los contaminantes. La caracterización se realizó en campo para los residuos sólidos y en laboratorio para los residuos líquidos.

3.5.1. Caracterización de residuos sólidos

Composición física: Con el uso de herramienta manual y a través de clasificación visual se determinó la composición física del residuo sólido común, peligroso e industrial.

Como instrumentos de evaluación se utilizó:

- Observación directa.

- Norma técnica ASTM D 5231-92 (American Society for Testing and Materiales)
- Método de cuarteo.
- Legislación ambiental TULSMA Libro VI Anexo II y VI
- Balanza DEFENDER 3000 de piso. Capacidad 500 kg x 0,1kg
- Flexómetro

3.5.2. Caracterización de residuos líquidos.

Clasificación de residuos líquidos: La clasificación de residuos líquidos se realizó en campo. Mediante observación se determinó los tipos de aguas residuales generadas en el campamento en los distintos procesos de servicio y de producción.

Instrumentos de evaluación:

- Observación directa.
- Legislación ambiental TULSMA Libro VI Anexo I

Determinación de caudales: Esta evaluación se realizó en campo en un punto único de descarga donde se unifican todos los efluentes de servicio e industriales generados en el campamento.

Los caudales se determinaron mediante aforo simple con el uso de un recipiente graduado.

Instrumentos de evaluación:

- Recipiente graduado de 5L
- Cronómetro (teléfono móvil)
- Cámara fotográfica
- Libreta de campo
- Flexómetro

Muestreo y análisis de parámetros: Se realizó el muestreo del efluente para determinar las posibles cargas contaminantes en la generación de residuos líquidos.

Instrumentos de evaluación

- Cámara de fotos
- 7 Frascos de vidrio (2L)
- 7 Frascos estériles (500mg)
- 7 Frascos de plástico (2L)
- Piceta
- Agua destilada
- Etiquetas
- Coller
- Cadena de custodia
- Guantes desechables
- Marcadores indelebles
- Metodología Estándar correspondiente al STANDAR METHODS para muestreo y caracterización de residuos líquidos.

De la misma manera se determinaron ciertos parámetros, los mismos que por las características del estudio requieren de su análisis inmediatamente después de tomadas las muestras. Los parámetros observados in situ fueron pH, temperatura y conductividad eléctrica de las muestras.

Instrumentos de evaluación:

- Cámara de fotos
- Medidor multiparámetro Hach HQ40d Multi

- Sonda pH-metro
- Sonda conductivímetro
- Sonda para O₂ disuelto
- Sonda termómetro
- 1 Frasco de vidrio (200 mL)
- Piceta
- Agua destilada
- Guantes desechables
- Libreta de campo
- Metodología Estándar correspondiente al STANDAR METHODS para muestreo y caracterización de residuos líquidos.

Caracterización de contaminantes: Para realizar la caracterización de los contaminantes se contrató los servicios de un laboratorio ambiental acreditado por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano (OAE).

Instrumentos de evaluación:

- Laboratorios OSP - Facultad de Ciencias Químicas – Universidad Central del Ecuador.

3.5.3. Desarrollo del modelo de gestión

En base a la caracterización de los residuos y a literatura técnica, se generó el modelo de gestión pertinente tanto para los residuos sólidos como para los residuos líquidos, considerando procedimientos y herramientas ajustadas a la realidad operativa de los campamentos de construcción vial de la empresa.

En cuanto a los residuos líquidos, debido a los resultados obtenidos en la caracterización de los contaminantes, se consideró la aplicación de un modelo de gestión con niveles de tratamiento preliminar y primario.

Para los la gestión de residuos sólidos, se consideró un modelo de gestión que implica la reducción de generación de residuo, la clasificación en la fuente del residuo generado, programa de reciclado de residuos orgánicos, entrega a gestores acreditados de residuos inorgánicos reciclables y un sistema formalizado de entrega de residuos descartables en sistemas tecnificados de disposición final de los mismos.

Se incluyó dentro del modelo de gestión, un programa de capacitación y concienciación para el uso adecuado de recursos y el manejo apropiado de residuos sólidos y líquidos.

A partir del modelo de gestión diseñado, se procedió con un análisis de precios unitarios para la implementación real del modelo de gestión para 1 campamento piloto.

3.6. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS

- La confiabilidad de los instrumentos y equipos a utilizados se determinó mediante las garantías de calibración de los fabricantes.
- La confiabilidad de los datos arrojados por el laboratorio se basó en la certificación de la cual este dispone, otorgado por el organismo de regulación OAE.



3.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.7.1. Caracterización de residuos sólidos

Para la caracterización de residuos y el posterior diseño del modelo de gestión de residuos sólidos generados, se siguieron los lineamientos establecidos por García (2007), quien en su trabajo de diseño de un plan de gestión integral para hoteles, establece 6 componentes de estudio y diseño que se enumeran de la siguiente manera:

1. Generación y clasificación.
2. Caracterización física de residuos.
3. Almacenamiento temporal.
4. Recolección y transporte.
5. Aprovechamiento y valorización.
6. Tratamiento y disposición final.

La metodología de estudio de cada uno de los componente enumerados se describen a continuación.

3.7.1.1. Generación y clasificación

Para el análisis del proceso de generación y clasificación de los residuos sólidos orgánicos se utilizó la observación directa de los procesos y la metodología de entrevista con el personal de limpieza (campamenteros) y administrador del campamento en estudio. A través de esta metodología se identificaron los tipos de residuo generados en cada uno de los procesos o segmentos generadores. Se observó también cual fue el status de clasificación por segmento generador.



3.7.1.2. Caracterización física de residuos sólidos comunes

Para la determinación de la cantidad de residuos sólidos generada, en relación a la metodología análisis de pesada total propuesta por Runfola y Gallardo (2009), se pesó la totalidad de los residuos generados en una instalación previo disposición final.

El período de este estudio fue de 7 días calendario (lunes 22 de septiembre a domingo 28 de septiembre) según se establece en la Norma ASTM D 5231-92. “Método de Ensayo Estándar para la Determinación de la composición de Residuos Sólidos Municipales sin Procesar”, la que determina los procedimientos para la medición de los residuos sólidos mediante una caracterización manual. (Runfola y Gallardo, 2009)

El procedimiento para la toma de información se lo realizó en base a la metodología establecida por Cantanhede, Sandoval, Moge y Caycho (2005), acoplado a las características de la muestra determinada para este trabajo. El procedimiento se desarrolló de acuerdo a lo que se establece a continuación:

3.7.1.2.1. Preparación y preliminares

- Con una anticipación de 3 días calendario al inicio del trabajo de caracterización, se capacitó al personal destinado para el trabajo de caracterización, en temas referentes a la correcta identificación y clasificación de residuos de acuerdo a su naturaleza.



FOTOGRAFÍA N° 1. Capacitación del personal



- El trabajo se realizó en todas las áreas de servicio y producción del campamento, sin discriminación de ninguna.
- Una vez iniciado el período de estudio, se recogieron los residuos generados de manera diaria. Se aseguró que esta actividad se efectúe siempre en el mismo horario, entre las 06:00 y 08:00.

FOTOGRAFÍA N° 2. Recolección de residuos



- Los recipientes de los residuos fueron trasladados a un lugar predeterminado donde se realizó la caracterización de dichos residuos y se continuó con el procedimiento detallado en el siguiente punto.

3.7.1.2.2. Determinación de la generación per cápita y el total diario de residuos sólidos.

- Se utilizó el total de residuos recolectados por día de muestreo.
- Se pesó diariamente el total de basura generada (W_i) recogida durante los días de muestreo (según lo establecido en la metodología y tomando en cuenta que los datos recolectados del primer día de muestreo corresponderían a la acumulación de residuos del último fin de semana, para el análisis estadístico de esta variable no se consideraron los datos de los residuos recolectados el primer día de muestreo). Este peso representó (W_t) la cantidad total de basura diaria generada en todo el campamento.

FOTOGRAFÍA N° 3. Pesaje de residuos



- En función de los datos recopilados se determinó el número total de personas que intervinieron (N_t) en el muestreo, es decir el número total de habitantes del campamento.
- Se procedió a dividir el peso total de las bolsas (W_t) entre el número total de personas (N_t) para obtener la generación per cápita diaria promedio del campamento

(kg/hab./día), de acuerdo a la siguiente ecuación establecida por Cantanhede (et, al. 2005).

$$H = \frac{\text{Peso total de residuos (Wt)}}{\text{Número total de persona (Nt)}} \quad (1)$$

3.7.1.2.3. Determinación de la densidad de los residuos sólidos

- Se preparó un recipiente de 55 galones como depósito estándar a fin de definir el volumen que ocupará el residuo; así mismo, utilizó una balanza industrial de plataforma.
- Se pesó el recipiente vacío (W1) y determinó el volumen exacto (V).
- Se depositó el residuo sin hacer presión y se lo movió para que se llenen los espacios vacíos en dicho recipiente. Para no hacer cálculos adicionales, se aseguró que el recipiente se encontrase lleno de residuos.
- Se pesó el recipiente lleno (W2) y por diferencia se obtuvo el peso de la basura (W). Después de dividir el peso de la basura (W) entre el volumen del recipiente (V) se obtuvo la densidad de la basura. EL cálculo es realizado según la siguiente ecuación, según Cantanhede (et, al. 2005).

$$\text{Densidad } D \text{ (Kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso del residuo}}{\text{Volumen de la basura } V \text{ (m}^3\text{)}} \quad (2)$$

3.7.1.2.4. Determinación de la composición física de los residuos sólidos

- Se utilizó la muestra de cada día. Los residuos se vertieron haciendo un montón, en un área pavimentada a fin de no agregar tierra a los residuos.



FOTOGRAFÍA N° 4. Vertido y preparación de residuos



- Con la finalidad de homogenizar la muestra, se trozaron los residuos más voluminosos hasta conseguir un tamaño manipulable (≤ 15 cm o menos).

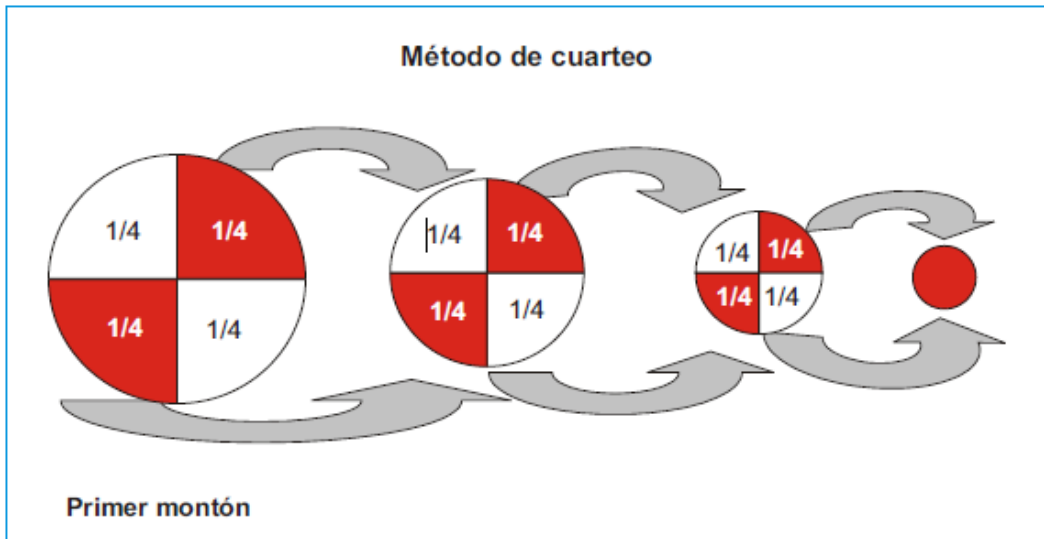
FOTOGRAFÍA N° 5. Homogenización de la muestra



- Se dividió el montón en cuatro partes (método de cuarteo) y se escogió las dos partes contrapuestas para formar un nuevo montón más pequeño. Se volverá a mezclar la muestra menor y se dividirá en cuatro partes nuevamente, luego se escogió dos opuestas y se formará otra muestra más pequeña. Este proceso se repetirá hasta conseguir una muestra de 50 kg de basura o menos.



FIGURA N^o 1. Método de cuarteo



Cantanhede (et, al. 2005)

FOTOGRAFÍA N^o 6. Método de cuarteo





ECUADOR

UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
SEK

FOTOGRAFÍA N^o 7. Homogenización de cuartos



- A continuación, de la muestra obtenida, se separó los componentes haciendo una clasificación por:
 - Papel y cartón
 - Madera y residuos de Plantas
 - Restos de alimentos (residuo orgánico recuperado de cualquier otro segmento generador, excepto cocina)
 - Lavaza orgánica (residuo orgánico obtenido de la clasificación realizada en cocina)
 - Plásticos
 - Metales
 - Vidrio
 - Otros (caucho, cuero, tierra, etc.), ver Anexo A.
- Los componentes fueron colocados en recipientes de 55 galones o 27,5 galones de acuerdo al volumen generado en la muestra.
- Se pesaron los recipientes vacíos para determinar su masa.



FOTOGRAFÍA N^o 8. Determinación del peso de los recipientes



- A continuación, se pesó los recipientes con los diferentes componentes

FOTOGRAFÍA N^o 9. Determinación de la masa de los componentes





- Una vez concluida la clasificación y por diferencia de pesos se determinó el peso de cada uno de los componentes.
- Se calculó el porcentaje de cada componente contrastando con los datos del peso total de los residuos recolectados en un día (W_t) y el peso de cada componente (P_i). El cálculo se realizó resolviendo la ecuación planteada por Cantanhede (et, al. 2005), a continuación.

$$\text{Porcentaje (\%)} = \frac{P_i}{W_t} \times 100 \quad (3)$$

- Se repitió este procedimiento durante los siete días que duró el muestreo de los residuos.
- Para determinar el porcentaje diario final de cada componente, se calculó un promedio simple, es decir, sumando los porcentajes de todos los días de cada componente y dividiéndolos por los siete días de la semana.



3.7.1.3. Caracterización física de residuos sólidos industriales y/o peligrosos

En base a los procedimientos recomendados por la Federación Asturiana de Consejos (2007), como primer paso para la gestión adecuada de los desechos generados por una actividad industrial, se identificaron cada uno de estos residuos. Para esto, se identificaron todos los procesos productivos y de servicio que componen la actividad del campamento para definir que residuos industriales y/o peligrosos se originan a partir de cada uno de ellos. Para la caracterización de cada actividad se respondieron 4 preguntas que fueron:

- ¿Qué residuos se producen?
- ¿De qué proceso derivan?
- ¿En qué punto se generan?
- ¿En qué cantidad se generan?

Una vez resueltas las interrogantes establecidas en los 3 primeros puntos anteriores, se determinó el dato de cantidad de generación en el periodo de estudio. Al ser identificados los residuos como peligrosos se procuró, en aquellos residuos de los que se disponían información, evitar el contacto directo o manipulación de los mismos, por cuanto la determinación de datos cuantitativos se realizó mediante 3 procedimientos de acuerdo al tipo de residuo, los cuales se detallan a continuación:

- En base a información generada por las bodegas de campamento de egresos de material nuevo y/o reingresos de material usado durante el período de estudio, relacionado con los residuos peligrosos caracterizados. Se consideró válida esta metodología debido a que se tiene la certeza documental de que estos procedimientos



contables son llevados a cabo sobre todos los materiales y herramientas para mantenimiento mecánico y demás procesos industriales. Esta información fue clave para determinar las cantidades de *baterías y neumáticos*.

- En base a certificados de entrega directa de residuo peligroso a gestores ambientales, tomando en cuenta que existe un segmento de materiales peligrosos sobre los que ya se realiza esta práctica. Se utilizó esta metodología para residuos de *aceite usado, filtros de aceite y filtros de aire*.
- Durante la caracterización física de residuos sólidos comunes, se separó manualmente (considerando todas las medidas de seguridad industrial del caso) los residuos identificados como *hospitalarios / infecciosos, los contaminados con hidrocarburos y químicos y la chatarra*.

La información obtenida para la caracterización de los *residuos de baterías, neumáticos, filtros de aceite, filtros de aire y aceite usado*, correspondieron a registros de entre el mes de agosto del año 2014, mes en el que inició el proyecto de construcción, y diciembre del mismo año. En este período se concentró la mayor actividad tanto en el proyecto como en la operación del campamento Guayllabamba.

Para los residuos de *baterías, neumáticos, filtros de aceite, filtros de aire y aceite usado*, la obtención de datos y análisis de las cantidades de generación permanecieron con el carácter de mensual para diseño del componente de almacenamiento temporal y los períodos de transporte y recolección. Se consideró una periodicidad mensual debido a que se ha identificado que los ciclos de recolección de los gestores ambientales se realizan con una periodicidad aproximada de 30 días.



Con respecto a *residuos hospitalarios / infecciosos, los contaminados con hidrocarburos y químicos y chatarra* se extrapoló los valores obtenidos del período de estudio de 7 días a un período de 30 días por la misma razón establecida en el punto anterior.

Para este análisis se consideraron aquellos residuos generados de manera continua y esporádica por lo que la indagación fue lo más minuciosa posible.

La caracterización propiamente dicha consistió en determinar qué tipos de residuos son y cuál es su naturaleza, para poder analizar las alternativas viables para su adecuada gestión.

Los residuos fueron caracterizados de acuerdo a la legislación vigente plasmada en el Listado Nacional de Desechos Peligrosos y Especiales.

Se realizó la caracterización utilizando el orden técnico propuesto, a fin de facilitar el análisis y no incurrir en gastos innecesarios de diagnóstico.

3.7.1.4. Almacenamiento temporal

Del proceso de observación directa en campo se pudo identificar qué segmentos generadores disponen de áreas de almacenamiento temporal para sus residuos, las características y condiciones en las que estas están dispuestas. En este caso, se consideraron características cualitativas de las distintas áreas o facilidades de almacenamiento temporal en los diferentes procesos o segmentos generadores. Las características evaluadas fueron: Disponibilidad de contenedores, disponibilidad de facilidad o instalación, existencia de sistema de diferenciación, condición de almacenamiento de residuos peligrosos, ventilación, acceso vehicular y orden y limpieza. Estas características fueron calificadas de acuerdo a un criterio



de Bueno o Malo para poder identificar el estado general de este componente del sistema de gestión.

3.7.1.5. Recolección y transporte

Mediante la metodología de observación directa de los procedimientos y la entrevista con el personal de limpieza (campamenteros) y personal administrativo del campamento, se determinó cuál es el procedimiento de recolección y transporte de residuos sólidos.

3.7.1.6. Aprovechamiento y valorización

A través de un proceso de entrevista con el personal encargado de los procesos ambientales y el personal de administración de campamento se determinó cuál de los residuos caracterizados tiene algún tipo de aprovechamiento en particular. Para esto se contrastó los componentes del residuo caracterizado versus el tipo de desecho que se realiza, la característica aprovechabilidad del residuo, si este es aprovechado dentro de la operación del campamento y si genera algún tipo de valor.

3.7.1.7. Tratamiento y disposición final

Bajo la misma metodología definida en el punto anterior se determinó cual es el fin que tiene cada uno de los componentes caracterizados del residuo sólido generado en campamento.

3.7.2. Caracterización de residuos líquidos

3.7.2.1. Caracterización físico – química de residuos líquidos comunes (aguas negras y grises) e industriales

3.7.2.1.1. Muestreo de descargas

El muestreo de residuos líquidos comunes se realizó en un solo punto de descarga hacia el exterior del predio del campamento de construcción vial, debido a que todos los efluentes de los diferentes procesos habían sido canalizados a un solo punto de descarga. De esta manera el muestreo se realizó en una caja de revisión previa a la salida del predio.

FOTOGRAFÍA N^o 11. Identificación del punto de descarga



El protocolo de muestreo se definió de acuerdo a lo solicitado por el laboratorio, el mismo que correspondía a los establecido por la American Public Health Association, American Water Works Association & Water Pollution Control Federation (1992). A continuación, se registra el detalle de metodología que se desarrolló según el estamento mencionado.

3.7.2.1.2. Preparación del material

Envases: Se utilizaron envases limpios y apropiados (no se debe utilizar envases donde se haya almacenado otros productos). Los envases de vidrio, plásticos y estériles deberán ser de preferencia nuevos.

Coolers: Se verificó que los contenedores estén limpios y libres de olores.

Etiquetas: Se verificó que las etiquetas sean de material adhesivo.

Marcadores: Se utilizaron marcadores de tinta indeleble.

Guantes: Para el efecto se usaron guantes de nitrilo a fin de contar con protección ante una posible contaminación por contacto.

FOTOGRAFÍA N^o 12. Materiales utilizados para muestro de efluente



3.7.2.1.3. Preparación de equipos

Medidor multiparámetro Hach HQ40d Multi: Este instrumento contaba con sondas de registro de pH, conductividad eléctrica, O₂ disuelto y temperatura.

FOTOGRAFÍA N^o 13. Medidor multiparámetro Hach HQ40d Multi





3.7.2.1.4. Planificación de monitoreo

- Localizar el punto de muestro.
- Verificar el procedimiento de toma de muestra de acuerdo al tipo de fuente, según lo establece el método.
- Para el caso de corrientes de aguas residuales (negras y grises), se realizó la toma de muestras compuestas a fin de disminuir los costos de trabajo de laboratorio y tener una información amplia pero útil para la determinación de las cargas o eficiencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- La toma de muestras simples para la conformación de las muestras compuestas se realizaron a las 00:00, 04:00, 08:00, 12:00, 16:00 y 20:00. Se determinó esta espaciación entre muestras debido a que se pudo determinar que estas son las horas de mayor actividad con uso de agua dentro del campamento, entre las que se puede resaltar.
 - 00:00.- Preparación de alimentos, uso de servicios higiénicos
 - 04:00.- Preparación de alimentos, limpieza de cocina, uso de servicios higiénicos y duchas previo jornada.
 - 08:00.- Preparación de alimentos, limpieza en cocina, limpieza de facilidades y lavado de ropa, lavado de vehículos, uso de servicios higiénicos.
 - 12:00.- Uso de servicios higiénicos, limpieza de cocina, uso de servicios higiénicos
 - 16:00.- Preparación de alimentos, limpieza en cocina, limpieza de facilidades, uso de servicios higiénicos.
 - 20:00.- Limpieza de cocina, uso de servicios higiénicos y duchas post jornada.



FOTOGRAFÍA N^o 14. Muestreo diurno



FOTOGRAFÍA N^o 15. Muestreo nocturno



- Para la determinación de componentes sujetos a cambios importantes durante la conservación como pH, temperatura, O₂ y conductividad eléctrica, se realizó el análisis *in situ*. Estos datos fueron registrados para análisis posterior.



- Para la conformación de una muestra compuesta, se tomaron porciones individuales en un recipiente de 300 mL. Las proporciones se conjugaron en un solo recipiente de 2L, tanto de plástico como de vidrio, el mismos que mantuvieron siempre cadena de frio, previo la entrega en laboratorio.

FOTOGRAFÍA N^o 17. Conformación de muestra compuesta



- La muestra para análisis microbiológico en recipiente estéril fue tomada de manera simple para evitar dilución de los contaminantes. El muestreo para este parámetro se realizó a las 04:00 debido a la mayor carga microbiológica estimada por la concentración de descargas humanas y descargas de cocina, debido al inicio de actividades de la jornada entre las 04:00 y 05:00.



FOTOGRAFÍA N° 18. Muestra microbiológica en frasco estéril



- Todos los recipientes de tomas de muestra fueron limpiados después de cada jornada de muestreo con el fin de eliminar el crecimiento de organismos biológicos y otros depósitos para el muerto en las siguientes jornadas.

FOTOGRAFÍA N° 19. Limpieza de instrumentos



- o se realizó toma de muestras de aguas industriales debido a que todos los efluentes se descargaban a través de un solo punto.

3.7.2.1.5. Procedimiento de toma de muestra

De acuerdo con la literatura recientemente mencionada, el objetivo de una toma de muestra es la obtención de una proporción de material cuyo volumen sea lo suficientemente pequeño

para ser manipulable y que a su vez represente con precisión al material del cual procede. De esta manera, el procedimiento siguió el esquema que se registra a continuación:

- Se revisaron las condiciones ambientales (lluvia) y de seguridad laboral confirmando que es factible la toma de muestra. En caso de que exista lluvia fuerte o condiciones inseguras para la toma de muestra, la misma deberá ser suspendida.
- Previo a la toma de muestra, se homogenizó el envase lavándolo 3 veces con la misma agua a ser analizada.
- Se realizó siempre primero la toma de muestra para análisis microbiológico. Para esta muestra, se dejó un espacio para aireación previo el cerrado del recipiente.
- Las muestras tomadas se etiquetaron adecuadamente. En las etiquetas se registró la información básica que consiste en:
 - Nombre / número de la muestra
 - Nombre de la persona que toma la muestra
 - Fecha y hora de la toma de muestra
 - Lugar de toma de muestra. Descripción de la fuente. Ubicación con georeferencia.

FOTOGRAFÍA N^o 20. Etiquetado de muestras





- La información registrada en las etiquetas se repitió en un libro de registro de campo para poder reconocer el punto exacto de toma de muestra.
- La cadena de custodia acompañó a cada grupo de muestras. En la misma se registraron los siguientes datos:
 - Números de muestra
 - Firma de la persona que toma la muestra
 - Fecha y hora de la toma de cada muestra
 - Lugar de toma de muestra
 - Tipo de muestra y detalle del mismo
 - Firma de la persona o personas que realizan el traslado.
- Las muestras de laboratorio fueron entregadas para su estudio con una hoja de solicitud de análisis detallando lo registrado en el libro de campo adicional al tipo de análisis que se realizará.
- Con la finalidad de registrar adecuadamente el proceso, se obtuvieron fotografías del proceso de muestreo.
- El método de toma de muestra fue del tipo manual.
- El envase a utilizar para la toma de muestras se determinó según lo establecido por los métodos estándar sugeridos en los procedimientos de toma de muestras del laboratorio al que se entregó las muestras para análisis (Fuertes, 2012).
- El número de muestras correspondió a la toma de una muestra diaria durante una semana aleatoria del mes de Septiembre. Entonces, el número de muestras a evaluarse fue de 7 muestras compuestas en el único punto de descarga.

3.7.2.1.6. Seguridad en la toma de muestras

Para el muestreo se evitó un posible contacto con los materiales contaminantes de las muestras los mismos que habrían podido tener efectos negativos sobre el muestreador. Para esto utilizó equipo de protección personal (EPP) adecuado que consistió en:

- Guantes de nitrilo
- Gafas de seguridad (monogafas)
- Mascarillas con filtro para gases orgánicos

FOTOGRAFÍA N^o 21. Uso de EPP para muestreo



3.7.2.1.7. Aforo o medición de caudales de los puntos de descarga.

Esta evaluación se realizó en un punto único de descarga de residuos líquidos. Para la determinación de caudales de descargas de aguas negras y grises se utilizó una metodología de aforo volumétrico, utilizando un recipiente aforado (de volumen conocido 5L). El aforo de aguas industriales se incluyó dentro del aforo de aguas negras y grises ya que existía un solo



punto de descarga integral de todos los procesos de campamento. Este estudio se lo realizará en el mismo período y en los mismos horarios de muestreo del efluente.

FOTOGRAFÍA N° 22. Recipiente aforado (5L)



FOTOGRAFÍA N° 23. Cronometrado del aforo



3.7.2.1.8. Parámetros para análisis en laboratorio.

- Fósforo (P)
- Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK)
- Coliformes
- DBO₅
- DQO

- Tensoactivos
- Grasas y aceites
- Sólidos Sedimentables
- Sólidos Suspendedos Totales
- Sólidos Totales.
- Cianuros
- Fenoles
- Metales Pesados: Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Fe.
- TPH

3.7.3. Desarrollo del modelo de gestión de residuos sólidos y líquidos generados

En base a los resultados obtenidos de los análisis de campo y laboratorio, mismos que fueron contrastados frente a los requerimientos de cumplimiento reglamentario de la Ley de Gestión Ambiental ecuatoriana, se procedió con el diseño de los sistemas de gestión y tratamiento correspondientes a cada una de las variables dependientes. Así:

- Sistema de gestión de residuos sólidos comunes (generación, clasificación, almacenamiento, disposición)
- Sistema de gestión de residuos sólidos industriales (generación, clasificación, almacenamiento, disposición)
- Sistema de tratamiento de aguas negras y grises
- Análisis de precios unitarios.

3.8. PROCESAMIENTO DE DATOS

Para la tabulación de los datos obtenidos, el procesamiento estadístico y los cálculos de diseño, se utilizó la herramienta informática básica de hojas de datos, EXCEL de Microsoft Office.

Una vez obtenidos los datos de los estudios efectuados en campo y laboratorio, estos fueron procesados y tabulados dentro de un análisis de estadística descriptiva básica, con el fin de definir apropiadamente las características de las muestras obtenidas y obtener valores representativos lo más cercanos posibles a la realidad de generación de residuos en un campamento a lo largo del tiempo.

Dentro de la estadística descriptiva se analizó:

- Promedio ponderado.
- Desviación estándar.
- Varianza

Los datos estadísticos fueron evaluados en contraste con los parámetros y límites de cumplimiento de contaminación ambiental, estipulados en el reglamento de la Ley de Gestión Ambiental vigentes en los Anexos correspondientes del Acuerdo Ministerial 061.



4. RESULTADOS

4.1. LEVANTAMIENTO DE DATOS / INFORMACIÓN

El levantamiento de datos fue llevado a cabo en un período de 7 días consecutivos (1 semana) identificada al azar dentro del mes de septiembre del 2014. Los datos fueron obtenidos siguiendo de manera estricta aquello establecido en los procedimientos metodológicos definidos previamente. Toda la información fue recogida sin excluir ningún proceso productivo o de servicio, propio de la operación de un campamento habitacional.

El estudio se lo realizó en uno de los campamentos habitacionales de la empresa constructora vial HERDOIZA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A. De la población total de los campamentos operativos de la empresa constructora, ubicados a lo largo de la Sierra Centro y Norte del Ecuador, se tomó como muestra un campamento que cumpla con las siguientes características:

- Que tenga la población más numerosa. De esta manera, todos los procesos de cualquier otro campamento habrían quedado solventados para la ejecución del modelo de gestión integral de residuos sólidos y líquidos.

- Que sea parte de las actividades de un proyecto en ejecución, el mismo que debería contar con todos los procesos constructivos e industriales requeridos para la construcción de una vía.

De esta manera, se escogió el campamento Guayllabamba, ubicado a 500 m del redondel de Guayllabamba vía a Cayambe. La Parroquia de Guayllabamba se encuentra a 25 Km al norte del Distrito Metropolitano de Quito. Las características físicas del sector son las siguientes:

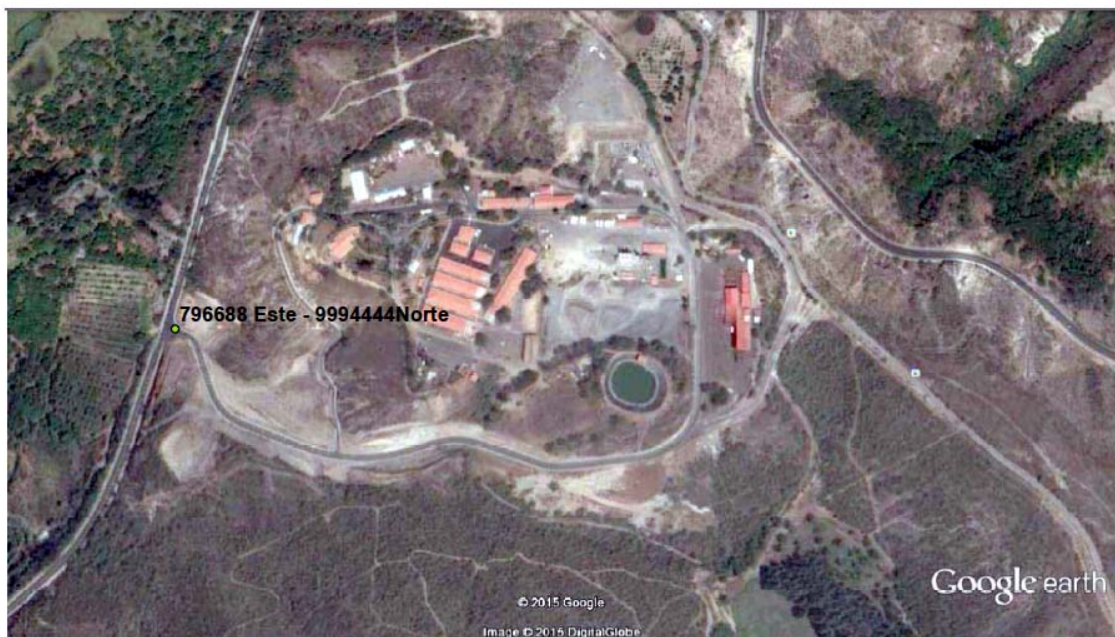
- Altitud: Mínima 1620 msnm; Máxima 2171 msnm
- Clima: Cálido seco
- Temperatura: Máxima 22°C; Mínima 3°C
- Precipitación media anual: 45,90 mm. (Gobierno autónomo descentralizado parroquial de Guayllabamba, 2012)

Las características físicas y demográficas del campamento durante el período de estudio fueron las siguientes:

- Extensión: 85,053 m²
- Coordenadas geográficas (UTM - WGS 84 – Zona 17M):
 - 796688 Este
 - 9994444 Norte
- Número de habitantes:
 - Día 1: 434 habitantes
 - Día 2: 441 habitantes
 - Día 3: 488 habitantes

- Día 4: 479 habitantes
- Día 5: 473 habitantes
- Día 6: 464 habitantes
- Día 7: 445 habitantes

FOTOGRAFÍA N^o 24. Ubicación geográfica del Campamento Guayllabamba



Google earth, 2015

Para realizar un diagnóstico objetivo del actual modelo de gestión de residuos sólidos, operativo dentro de los campamentos ocupacionales de construcción vial, se definieron en primera instancia los procesos o segmentos generadores de residuos que albergan este tipo de instalaciones, así:

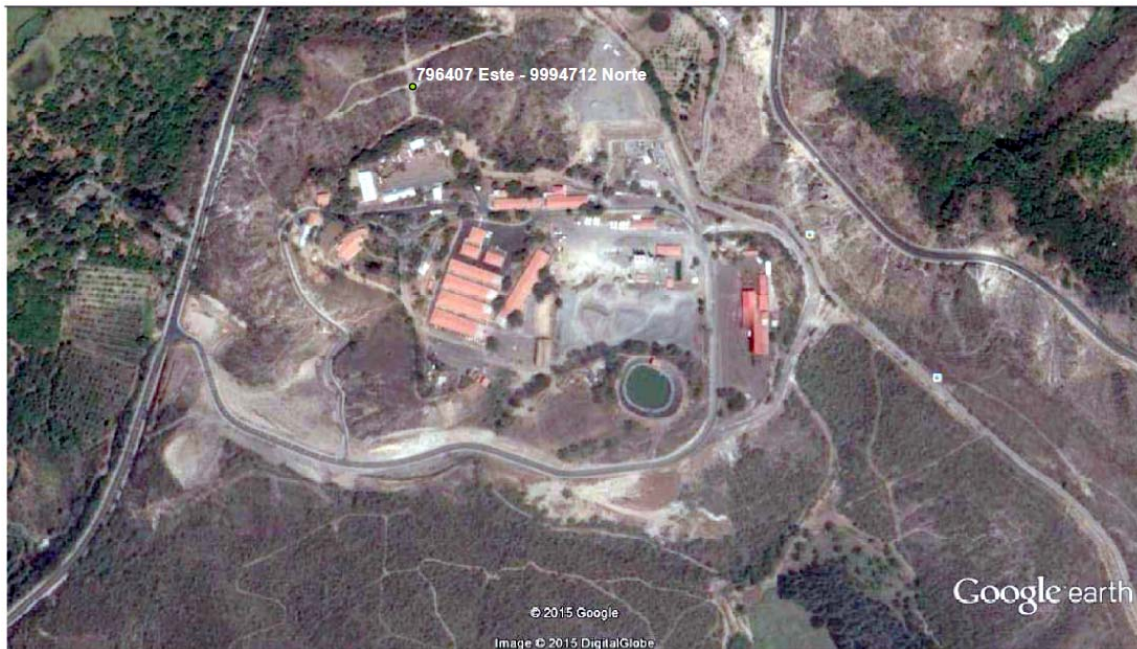
- Mantenimiento mecánico
- Bodegas y patios de almacenamiento

- Despacho de combustibles
- Áreas habitacionales
- Áreas recreativas
- Servicios de alimentación
- Consultorio médico
- Oficinas

En lo correspondiente a generación de residuos líquidos, se identificó que todo el residuo generado en la operación del campamento, se canalizaba en un solo punto de descarga hacia el exterior del predio del campamento. De esta manera, fue necesario realizar la caracterización de las muestras obtenidas en un único punto para todos los procesos.

La ubicación del punto de muestreo corresponde a la siguientes coordenadas geográficas (UTM - WGS 84 – Zona 17M):

- 796407 Este
- 9994712 Norte



Google earth, 2015

4.2. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.2.1. Presentación de resultados

4.2.1.1. Residuos sólidos

4.2.1.1.1. Generación y clasificación

Del estudio de campo, mediante un proceso de observación directa, se pudo diferenciar el tipo de residuo generado en cada uno de los distintos segmentos generadores que alberga el campamento en estudio; este análisis se representa en la siguiente tabla:



TABLA N° 3. Tipo de residuo sólido generado por proceso identificado

		PROCESOS							
		Mantenimiento mecánico	Bodegas y patios de almacenamiento	Despacho de combustibles	Áreas habitacionales	Áreas recreativas	Servicios de alimentación	Consultorio médico	Oficinas
TIPO DE RESIDUO	Papel y cartón	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Plástico	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Vidrio	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
	Metal	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
	Madera y resto de plantas					✓	✓		
	Restos de alimentos				✓	✓	✓		
	Lavasa orgánica						✓		
	Residuo común	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Otros (cueros ,telas, cauchos, etc.)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Residuos industriales / peligrosos	✓	✓	✓				✓	

En las áreas de servicios de alimentación, consultorio médico y mantenimiento mecánico se identificó sistemas de clasificación de residuos en la fuente generadora. En el área de servicio de alimentación, particularmente los residuos generados al interior de la cocina, se clasificaban en recipientes para

residuos orgánicos (lavaza y otros residuos orgánicos sólidos) e inorgánicos respectivamente, sin embargo, los inorgánicos no eran diferenciados de acuerdo a su naturaleza.

En el área de consultorio médico se observó que se realizaba diferenciación entre residuos sólidos comunes y residuos peligrosos (hospitalarios / infecciosos); en esta clasificación, los componentes de los residuos sólidos comunes no eran diferenciados según su naturaleza, mientras los hospitalarios / infecciosos eran separados de manera apropiada.

En el área de mantenimiento mecánico, se identificó la separación de residuos sólidos comunes del grupo de residuos industriales / peligrosos; no obstante, en este segmento generador se verificó que no existía una separación adecuada entre residuos sólidos comunes y cierto grupo de residuos peligrosos como aquellos contaminados con hidrocarburos o químicos entre los que se pudo identificar paños contaminados, restos de EPP contaminado, recipientes contaminados, entre otros. Se puede identificar el status de los sistemas de clasificación en el recuadro siguiente:



TABLA N^o 4. Sistema de clasificación por segmento generador

		SISTEMA DE CLASIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN EN RESIDUOS COMUNES	CLASIFICACIÓN EN RESIDUOS PELIGROSOS
PROCESOS	Mantenimiento mecánico	SI	MALA	BUENA
	Bodegas y patios de almacenamiento	NO		
	Despacho de combustibles	NO		
	Áreas habitacionales	NO		
	Áreas recreativas	NO		
	Servicios de alimentación	SI	MALA	
	Consultorio médico	SI	MALA	BUENA
	Oficinas	NO		

4.2.1.1.2. Caracterización física de residuos sólidos comunes

De la caracterización física de los residuos sólidos comunes, se obtuvieron los siguientes resultados de generación *per capita* de residuos sólidos, densidad de residuos sólidos y composición física de residuos sólidos. A continuación se describen los resultados obtenidos de los análisis de campo.

Generación *per capita* y total diario de residuos sólidos comunes

El total de residuos generados durante el período de estudios alcanzó un valor de 3827,12 kg. El valor mayor de generación *per capita* fue 1,98 kg correspondiente al primer día de estudio y el valor menor fue de 0,77 kg. El valor total del período (7 días) de generación *per capita* fue igual a 8,36 kg.



TABLA N^o 5. Generación per capita y total diario de residuos sólidos

Fecha	Día	Peso residuo (Pr)	Población en campamento	Generación <i>per capita</i>
		kg	# habitantes	kg/habitante
22/09/14	1	859,28	434	1,98
23/09/14	2	519,74	441	1,18
24/09/14	3	532,28	488	1,09
25/09/14	4	514,91	479	1,07
26/09/14	5	596,17	473	1,26
27/09/14	6	358,90	464	0,77
28/09/14	7	445,83	445	1,00
TOTAL		3827,12		8,36

Determinación de la densidad de los residuos sólidos comunes

Con la información recabada en el estudio de campo, se pudo determinar los valores de densidad de residuo representados en la tabla a continuación. Para este caso, el valor mayor considerado fue de 0,11 kg/L mientras el menor fue de 0,05 kg/L.

TABLA N^o 6. Densidad de los residuos sólidos comunes

Fecha	Día	Tanque lleno	Peso residuo	Volumen recipiente	Densidad residuo
		kg	kg	L	kg/L
22/09/14	1	32,40	18,70	208,19	0,09
23/09/14	2	25,90	12,20	208,19	0,06
24/09/14	3	33,80	20,10	208,19	0,10
25/09/14	4	25,60	11,90	208,19	0,06
26/09/14	5	24,20	10,50	208,19	0,05
27/09/14	6	26,40	12,70	208,19	0,06
28/09/14	7	36,40	22,70	208,19	0,11



Determinación de la composición física de los residuos sólidos comunes

La caracterización de los residuos generados en el campamento indicó una amplia variabilidad en la composición de los mismos, así, el material generado de papel y cartón correspondió a 332,63 kg, el plástico a 244,77 kg, el vidrio con el menor valor correspondió a 7,85 kg, el metal a 21,09 kg, la madera y restos de plantas a 33,54 kg, los restos de alimentos a 287,80 kg, la lavaza orgánica al 2553,54 kg siendo este el componente con el mayor valor de generación, el residuo común a 310,23 kg y finalmente el residuo categorizado como otros correspondió a 35,67 kg. De cada categoría de residuo se realizó una especificación representada en TABLA N° 7. El valor correspondiente a los residuos inorgánicos resulta de la sumatoria de los valores individuales del papel y cartón, plástico, vidrio, metal, residuo común y otros siendo este igual a 952,24 kg. Así mismo, se diferenciaron 3 categorías de residuo orgánico que fueron: madera y restos de plantas, restos de alimentos y lavazas orgánica cuyo valor correspondió a 2874,88 kg. La clasificación entre los 2 últimos tipos se interpretará siendo la lavazas orgánica aquella que se obtiene en el proceso de separación de residuos orgánicos e inorgánicos en las áreas de cocina; y restos de alimentos aquellos residuos orgánicos que se obtuvieron de la clasificación manual del residuo realizado en todos los otros segmentos generadores.



TABLA N° 7. Composición física de los residuos sólidos comunes

Fecha	Día	Peso residuo (Pr)	Papel y cartón	Plástico	Vidrio	Metal	Madera y resto de plantas	Restos de alimentos	Lavazas orgánica	Residuo común	Chatarra menor	Residuo peligroso	Otros (cueros ,telas, cauchos, etc.)
		kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
22/09/14	1	946,94	122,42	75,25	5,05	2,81	0,00	109,51	389,24	154,99	58,46	29,20	0,00
23/09/14	2	530,50	61,22	27,74	0,00	1,35	32,13	21,99	328,30	34,16	10,25	0,51	12,85
24/09/14	3	544,60	39,08	46,36	0,91	9,09	0,00	20,00	378,90	33,40	12,32	0,00	4,54
25/09/14	4	528,10	42,16	35,97	0,00	1,55	0,39	40,61	365,80	24,95	10,48	2,71	3,48
26/09/14	5	611,40	30,74	26,40	0,00	0,00	0,00	22,06	491,10	21,16	9,80	5,43	4,70
27/09/14	6	368,20	18,21	10,59	0,66	6,29	0,00	12,58	272,60	31,35	8,97	0,33	6,62
28/09/14	7	452,90	18,79	22,46	1,23	0,00	1,02	61,06	327,60	10,21	5,53	1,53	3,47
TOTAL (kg)		3982,64	332,63	244,77	7,85	21,09	33,54	287,80	2553,54	310,23	115,81	39,70	35,67



FIGURA N° 2. Composición física de los residuos sólidos (kg)

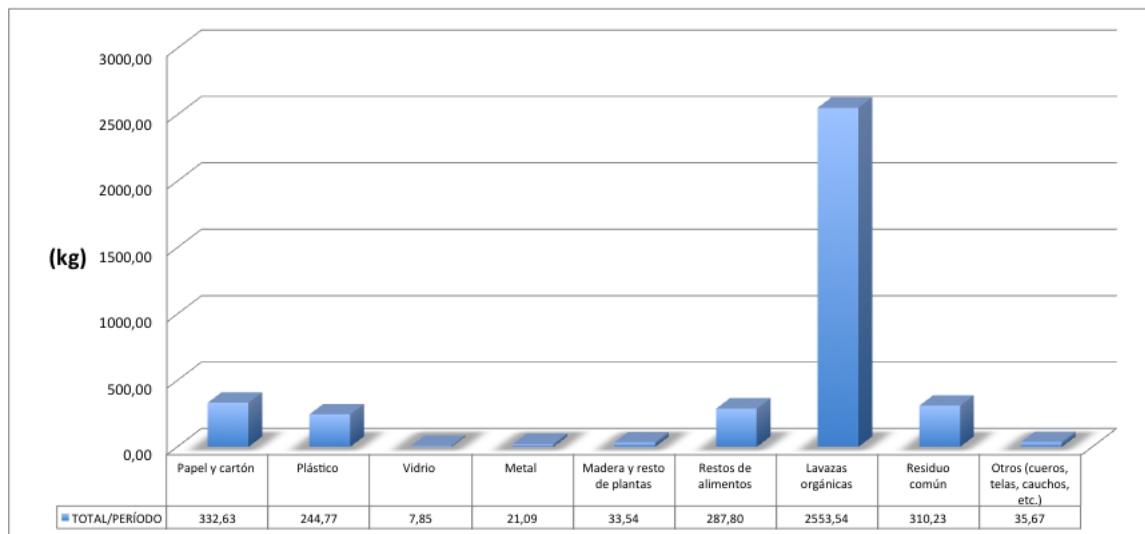
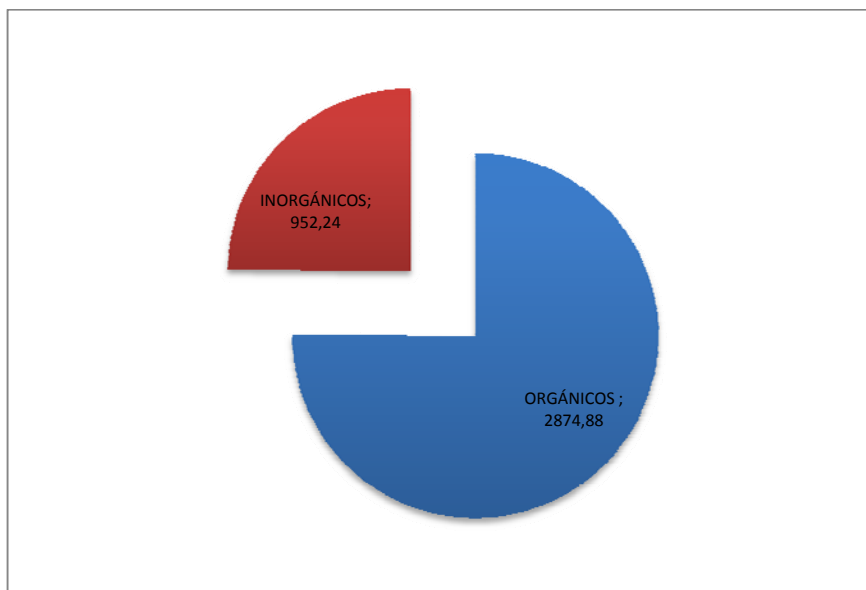


FIGURA N° 3. Composición física de los residuos sólidos (kg)



En base a observación directa, durante la caracterización física de los residuos, se definió una especificación general de los distintos componentes identificados, la misma que se representa en el recuadro a continuación:



TABLA N° 8. Especificación por componente, de los residuos sólidos comunes

		ESPECIFICACIÓN DE RESIDUOS	
TIPOS DE RESIDUO	Papel y cartón	Papel bond / documentos	
		Papel periódico	
		Cartones de embalaje	
	Plástico	Botellas plásticas	
		Bolsas plásticas	
		Plástico de embalaje	
		Recipientes plásticos	
		EPP en mal estado	
	Vidrio	botellas de vidrio	
	Metal	Latas de aluminio	
		Latones de aluminio	
		Alambre galvanizado	
	Madera y resto de plantas	Restos de podas y jardinería	
		Restos de herramientas y utensilios	
		Montantes, material de enconfrado, madera utilitaria, etc.	
	Restos de alimentos	Restos de productos primarios	
		Restos de alimentos procesados	
	Lavazas orgánicas	Restos semisólidos generados en cocina	
	Residuo común	Icopor	
		Residuo recogido en baños	
Papel encerado			
Residuos contaminados con sustancias no peligrosas			
Bolsas de snacks y otros productos procesados			
Otros (cueros, telas, cauchos, etc.)	Restos de ropa y EPP en mal estado		

Se identificó una particularidad en el proceso de generación de residuos sólidos comunes. Como parte de la dotación diaria de hidratación para la jornada de trabajo del personal, cada persona recibe 2 botellas de 500 mL de agua por día. Se identificó que, los trabajadores llevan esta dotación a sus áreas de trabajo, mayoritariamente fuera del campamento, y una vez consumido el contenido desechan las botellas plásticas PET de manera inadecuada a la intemperie, en contenedores de basura cercanos pero ajenos a la operación de la empresa u otras formas de desecho indeterminadas.



Se debe considerar que la operación en campo tiene un efecto directo en la producción de residuos del campamento y la mala disposición del residuo mencionado en el párrafo anterior implica malas prácticas de manejo de residuos del campamento. Adicional a esto, en referencia a sus características de aprovechabilidad, es necesario considerar que la recuperación de este residuo puede significar un ingreso económico para la empresa, por lo que se va a analizar sus cantidades de generación en base a la dotación de botellas de agua entregadas en el campamento en el período agosto – diciembre del 2014, período de mayor actividad del proyecto constructivo.



TABLA N^o 9. Generación de residuos de *botellas de plástico PET*

	Peso de	AGO 2014		SEP 2014		OCT 2014		NOV 2014		DIC 2014		PROMEDIO	DESV. ESTANDAR	VARIANZA
	botella vacía	Dotación	Residuo	Dotación	Residuo	Dotación	Residuo	Dotación	Residuo	Dotación	Residuo	kg	kg	
	kg	# aguas	kg	# aguas	kg	# aguas	kg	# aguas	kg	# aguas	kg			
Botellas de plástico PET	0,0204	7596,00	154,96	45840,00	935,14	33440,00	682,18	34800,00	709,92	37816,00	771,45	650,73	262,96	69148,20

De los valores analizados entre agosto y diciembre del año 2014, el mayor valor registrado para el residuo de botellas de plástico PET fue de 935,14 kg y el menor fue de 154,96 kg.

4.2.1.1.3. Caracterización de residuos sólidos industriales / peligrosos

De la caracterización física de los residuos sólidos industriales / peligrosos, se obtuvieron los siguientes resultados de densidad y composición física. A continuación se describen los resultados obtenidos de los análisis de campo.

Determinación de la densidad de los residuos industriales / peligrosos

Los valores de densidad de los residuos industriales / peligrosos correspondieron a 1,71 kg/L para baterías, 0,55 kg/L para filtros de aceite, 0,07 kg/L de filtros de aire, 0,25 para residuo de neumáticos y 0,88 kg/L de aceite usado.



TABLA N^o 10. Caracterización física de residuos de baterías, filtros, neumáticos y aceite usado

		PROCESO O SEGMENTO GENERADOR	PUNTO DE GENERACIÓN	Peso residuo	Volumen conocido	Densidad residuo
				kg	L	kg/L
RESIDUO INDUSTRIAL / PELIGROSO	Baterías	Mantenimiento mecánico	Electromecánica	22,30	13,07	1,71
	Filtros de aceite	Mantenimiento mecánico	Lubricación	114,87	208,19	0,55
	Filtros de aire	Mantenimiento mecánico	Lubricación	14,93	208,19	0,07
	Restos de vulcanización y neumáticos	Mantenimiento mecánico	Vulcanización	59,60	242,45	0,25
	Aceite usado	Mantenimiento mecánico	Lubricación	182,79	208,19	0,88

El dato de densidad para el residuos contaminados y hospitalarios / infecciosos fueron obtenidos del mismo registro en la caracterización de residuos sólidos comunes ya que estos fueron identificados durante la diferenciación manual realizada en estos residuos cuyo mayor valor fue de 0,11 kg/L y el menor de 0,05 kg/L.

TABLA N^o 11. Densidad de residuos de *residuos contaminados y hospitalarios / infecciosos*

Fecha	Día	Tanque lleno	Peso residuo	Volumen recipiente	Densidad residuo
		kg	kg	L	kg/L
22/09/14	1	32,40	18,70	208,19	0,09
23/09/14	2	25,90	12,20	208,19	0,06
24/09/14	3	33,80	20,10	208,19	0,10
25/09/14	4	25,60	11,90	208,19	0,06
26/09/14	5	24,20	10,50	208,19	0,05
27/09/14	6	26,40	12,70	208,19	0,06
28/09/14	7	36,40	22,70	208,19	0,11

El valor de densidad de la *chatarra* fue obtenido del análisis en campo del material pesado en un volumen conocido. El valor obtenido de este análisis fue de 0,79 kg/L

TABLA N^o 12. Densidad de residuos de *chatarra*

Fecha	Día	Recipiente lleno	Peso residuo	Volumen recipiente	Densidad residuo
		kg	kg	L	kg/L
22/09/14	1	89,60	82,75	104,09	0,79



Determinación de la composición física de los residuos industriales / peligrosos

Del estudio realizado en campo, de acuerdo a los procedimientos metodológicos establecidos se obtuvieron los siguientes resultados. De los valores analizados entre agosto y diciembre del año 2014, el mayor valor registrado para el residuo baterías fue de 111,50 kg y el menor fue de 0,00 kg, para filtros de aceite el mayor fue de 900 kg y el menor fue de 196 kg, para filtros de aire el mayor fue de 575 kg y el menor fue de 98 kg, para residuos de neumáticos el mayor fue de 4112,4 kg y el menor fue de 238,4 kg, finalmente el mayor valor obtenido para aceites usados fue de 2700 gal y el menor fue de 260 gal.

TABLA N^o 13. Generación de residuos de *baterías, filtros, neumáticos y aceites usados*

	PROCESO O SEGMENTO GENERADOR	PUNTO DE GENERACIÓN		AGO 2014	SEP 2014	OCT 2014	NOV 2014	DIC 2014	
				kg	kg	kg	kg	kg	
RESIDUO INDUSTRIAL / PELIGROSO	Baterías	Mantenimiento mecánico	Electromecánica	kg	0,00	89,20	44,60	0,00	111,50
	Filtros de aceite	Mantenimiento mecánico	Lubricación	kg	196,00	500,00	900,00	800,00	325,00
	Filtros de aire	Mantenimiento mecánico	Lubricación	kg	98,00	280,00	535,00	400,00	575,00
	Restos de vulcanización y neumáticos	Mantenimiento mecánico	Vulcanización	kg	238,40	357,60	4112,40	1907,20	2622,40
					AGO 2014	SEP 2014	OCT 2014	NOV 2014	DIC 2014
				gal	gal	gal	gal	gal	
	Aceite usado	Mantenimiento mecánico	Lubricación	gal	260,00	1790,00	2700,00	1640,00	1880,00

Los datos de generación por semana que se obtuvieron de la caracterización de *residuos de chatarra, residuos contaminado con hidrocarburos y químicos y hospitalarios / infecciosos* fueron de 115,81 kg, 39,37 kg y 0,40 kg respectivamente.



TABLA N^o 14. Generación de *chatarra, residuos contaminados y hospitalarios /
infecciosos*

Fecha	Día	Chatarra	Residuo peligroso contaminado	Hospitalarios / infecciosos
		kg	kg	kg
22/09/14	1	58,46	29,20	
23/09/14	2	10,25	0,51	
24/09/14	3	12,32		
25/09/14	4	10,48	2,71	
26/09/14	5	9,80	5,43	
27/09/14	6	8,97		0,40
28/09/14	7	5,53	1,53	
TOTAL/SEMANA (kg)		115,81	39,37	0,40
TOTAL/MES (kg)		463,25	157,50	1,60

4.2.1.1.4. Almacenamiento temporal

Se identificó recipientes primarios para clasificación de residuos al interior del área de cocina, en el área de servicio de alimentación. En la parte externa, se identificó la disponibilidad de una facilidad para almacenamiento temporal de residuos inorgánicos y se identificó que los residuos orgánicos (lavaza y otros orgánicos) eran almacenados en canecas plásticas y saquillos de yute a la intemperie sobre un área impermeabilizada.

FOTOGRAFÍA N^o 26. Almacenamiento temporal – Inorgánicos – Cocina





FOTOGRAFÍA N° 27. Almacenamiento temporal – Orgánicos – Cocina



En lo correspondiente al área de mantenimiento mecánico, Los residuos sólidos comunes eran almacenados en tanques de 55 galones reciclados, los mismos que hacían las veces de recipientes primarios y de almacenamiento temporal; en estos recipientes se desechaban sin distinción los residuos comunes y los peligrosos contaminados con químicos e hidrocarburos. Los contenedores estaban ubicados en el exterior del área de mantenimiento mecánico a la intemperie.

FOTOGRAFÍA N° 28. Almacenamiento de residuos comunes – Mantenimiento mecánico



Se observó que el área de consultorio médico disponía de recipientes primarios o almacenamiento de generación, para diferenciación de residuos hospitalarios / infecciosos que cumplían con parámetros de seguridad, sin embargo, no se disponía de una facilidad



para almacenamiento final, de acuerdo al Reglamento sustitutivo al reglamento para el manejo de desechos infecciosos para la red de servicios de salud del Ecuador (Ministerio de Salud Pública del Ecuador [MSP], 2010)

FOTOGRAFÍA N° 29. Almacenamiento primario – Consultorio



Los residuos peligrosos / industriales caracterizados eran almacenados por separado según su naturaleza. Los filtros de aceite y aire al igual que las baterías, eran almacenados al interior de un contenedor con superficie impermeable sin cubeto de contención ubicado en los patios del área de mantenimiento mecánico. La chatarra, escoria y resto de electrodos eran almacenados de manera conjunta en un contenedor de 55 galones ubicado en la parte externa del área de mantenimiento mecánico o a la intemperie sin impermeabilización ni cubeto de contención. Los restos de vulcanización y neumáticos eran almacenados en la parte externa del área de mantenimiento en áreas descubiertas a la intemperie. Finalmente, los residuos de aceite usado, eran almacenados en un contenedor con cubierta y cubeto impermeabilizado, pero se identificó que el volumen no era suficiente para la cantidad generada y la operación obligaba a mantener el material en contenedores en superficies sin impermeabilización y a la intemperie. Ver fotografías en Anexo B.

En lo correspondiente al resto de segmentos generadores, de manera general no se identificaron condiciones adecuadas de almacenamiento temporal de residuos. Se identificó



la disponibilidad de contenedores de 55 galones reciclados, ubicados a la intemperie; a excepción de las áreas recreativas donde se identificó que no se disponía de una facilidad, instalación o contenedores para colocación de residuos. Ver fotografías en Anexo C.

Al realizar la calificación de las facilidades de almacenamiento temporal de cada uno de los segmentos generadores se identificaron los datos en el recuadro a continuación.



TABLA N° 15. Calificación de las facilidades de almacenamiento temporal

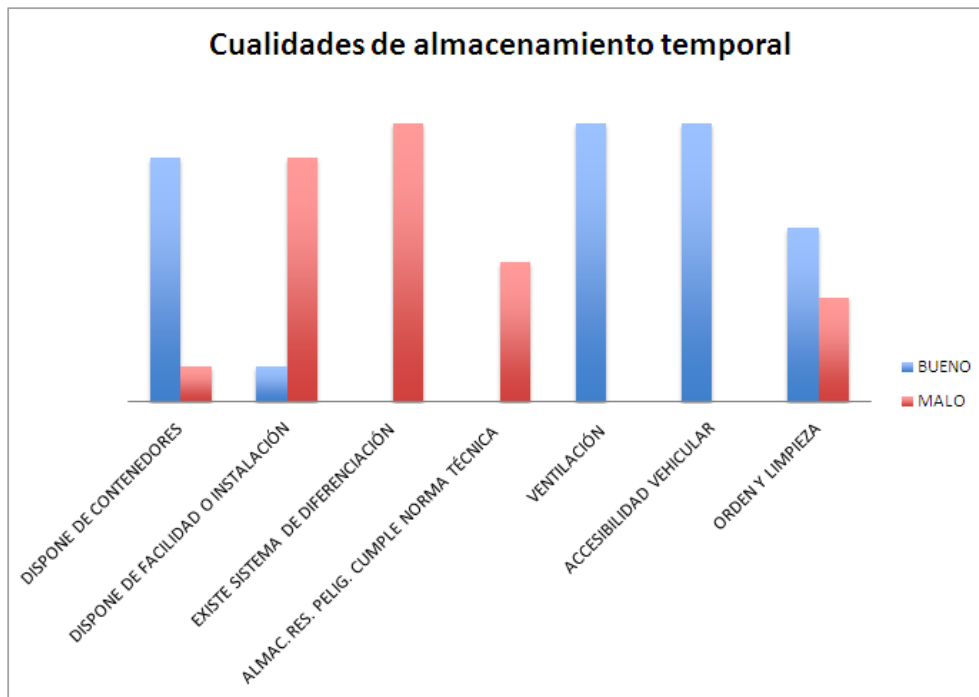
		CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS						
		DISPONE DE CONTENEDORES	DISPONE DE FACILIDAD O INSTALACIÓN	EXISTE SISTEMA DE DIFERENCIACIÓN	ALMAC. RES. PELIG. CUMPLE NORMA TÉCNICA	VENTILACIÓN	ACCESIBILIDAD VEHICULAR	ORDEN Y LIMPIEZA
PROCESOS	Mantenimiento mecánico	BUENO	MALO	MALO	MALO	BUENO	BUENO	MALO
	Bodegas y patios de almacenamiento	BUENO	MALO	MALO	MALO	BUENO	BUENO	BUENO
	Despacho de combustibles	BUENO	MALO	MALO	MALO	BUENO	BUENO	MALO
	Áreas habitacionales	BUENO	MALO	MALO		BUENO	BUENO	BUENO
	Áreas recreativas	MALO	MALO	MALO		BUENO	BUENO	BUENO
	Servicios de alimentación	BUENO	BUENO	MALO		BUENO	BUENO	MALO
	Consultorio médico	BUENO	MALO	MALO	MALO	BUENO	BUENO	BUENO
	Oficinas	BUENO	MALO	MALO		BUENO	BUENO	BUENO



De manera general, se puede observar que las condiciones en las que se almacena el residuo correspondientes a orden y limpieza, son buenas en la mayoría de procesos. Se identificó que en todos los segmentos generadores existe una buena accesibilidad para los vehículos de recolección. La característica de ventilación fue evaluada como buena debido a que se mantiene los recipientes a la intemperie en todos los procesos. El almacenamiento temporal de acuerdo al Reglamento para la Prevención y Control de Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales, se evaluó solamente en aquellos segmentos donde se identificó la generación, en este caso los 4 segmentos generadores fueron evaluados como malos en esta característica (MAE, 2012). Con respecto a la existencia de un sistema de diferenciación se calificó en todos los segmentos como malo debido a que en ninguno este sistema es completo. No se identifican buenas condiciones en los correspondientes a facilidades o instalaciones y sistemas de diferenciación excepto aquella disponible para los residuos inorgánicos del servicio de alimentación. Finalmente, se pudo determinar que para la mayoría de segmentos, excepto en áreas recreativas, se dispone de tanques reutilizados de 55 galones dispuestos a la intemperie en un punto de fácil acceso para la centralización de los residuos luego de la recolección de los recipientes primarios (basureros, tachos, etc.).



FIGURA N° 4. Cualidades de las facilidades de almacenamiento temporal



4.2.1.1.5. Recolección y transporte

De la observación directa del procedimiento de recolección y transporte y la entrevista con el personal administrativo del campamento, se pudo determinar que esta actividad se realiza a manera de un circuito por todos los segmentos generadores del campamento. La recolección de los residuos de los recipientes primarios se ejecuta diariamente. De cada una de las instalaciones, los residuos son recogidos y colocados en los contenedores de almacenamiento temporal. Con una periodicidad de 3 veces por semana, se realiza la recolección externa, ejecutada por la empresa pública de aseo, la misma que realiza de igual manera un circuito interno en el campamento y recoge el material de residuo generado por cada uno de los recipientes de los contenedores de almacenamiento temporal. No obstante de disponer de un servicio regular de recolección de residuos, en diversas ocasiones se identificó la quema de residuos a cielo abierto. De acuerdo a las conversaciones realizadas con el personal de administración y limpieza del campamento, esta mala práctica se realiza



debido a que, el servicio público de recolección de residuos no ha estado disponible o por “facilidad” de manejo de los mismos por parte del personal de limpieza.

El material de lavazas y restos orgánicos generados en los servicios de alimentación se entregan diariamente al gestor ambiental el mismo que retira este material desde el segmento generador.

De la sección de residuos peligrosos / industriales, los residuos de filtros de aceite, de aire y aceite usado son recolectados directamente por un gestor ambiental el mismo que realiza la recolección cada 30 días. La chatarra, escoria y restos de electrodos, las baterías y los neumáticos usados son entregadas a gestor ambiental, pero estos a diferencia de los otros residuos peligrosos / industriales son trasladados en vehículos de la empresa a un centro de acopio ubicado en la parroquia de Pifo, Cantón Quito, donde se acumula el material de toda la operación de la empresa y un gestor ambiental procede con el retiro; la entrega de este residuo al centro de acopio tiene una periodicidad de 3 meses. Finalmente los residuos hospitalarios infecciosos son entregados en una casa de salud cercana con una periodicidad mensual; este proceso se lo realiza incumpliendo normativa legal de generación, transporte y disposición final de este tipo de residuos (Reglamento de manejo de desechos sólidos en los establecimientos de salud de la República del Ecuador) (MSP, 1997).

4.2.1.1.6. Aprovechamiento y valorización

De acuerdo a la especificación realizada de los desechos caracterizados en la operación del campamento, se definió como es desechado el material (con o sin diferenciación), la característica de aprovechabilidad del residuo, si tiene o no aprovechamiento, si este genera o no algún valor para el generador del residuo y las observaciones correspondientes a estas características. Esta información se detalla en el siguiente cuadro.



TABLA N° 16. Condiciones de valorización y aprovechamiento

		ESPECIFICACIÓN DE RESIDUOS	DESECHADO	APROVECHABILIDAD	APROVECHAMIENTO	VALORIZACIÓN	OBSERVACIONES
Papel y cartón	Papel bond / documentos	Material desechado sin diferenciación	Aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Inexistencia de un modelo viable de diferenciación y aprovechamiento de residuos	
	Papel periódico	Material desechado sin diferenciación	Aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Inexistencia de un modelo viable de diferenciación y aprovechamiento de residuos	
	Cartones de embalaje	Material desechado sin diferenciación	Aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Inexistencia de un modelo viable de diferenciación y aprovechamiento de residuos	
Plástico	Botellas plásticas	Material desechado sin diferenciación	Aprovechable	Ciertos trabajadores realizan separación manual y llevan el material para reventa y generación propia de recursos.	No genera valor al generador del residuo	Una temporada, el material fue diferenciado exitosamente en la fuente generadora en base a un incentivo ofrecido desde la gerencia para aprovechamiento de los recursos generados por el material de reciclaje para diferentes menesteres en pro de cada campamento. Finalmente el incentivo no fue ejecutado y se perdió esta buena práctica.	
	Bolsas plásticas	Material desechado sin diferenciación	Aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Inexistencia de un modelo viable de diferenciación y aprovechamiento de residuos	
	Plástico de embalaje	Material desechado sin diferenciación	Aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Inexistencia de un modelo viable de diferenciación y aprovechamiento de residuos	
	Recipientes plásticos	Material desechado sin diferenciación	No aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	La mayoría de recipientes plásticos utilizados corresponden a tarrinas de comida para la alimentación del personal en campo. Al contaminarse con alimentos preparados pierden características de aprovechabilidad	
	EPP en mal estado	Material desechado sin diferenciación	Aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Inexistencia de un modelo viable de diferenciación y aprovechamiento de residuos	
Vidrio	botellas de vidrio	Material desechado sin diferenciación	Aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Inexistencia de un modelo viable de diferenciación y aprovechamiento de residuos	
Metal	Latas de aluminio	Material desechado sin diferenciación	Aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Inexistencia de un modelo viable de diferenciación y aprovechamiento de residuos	
	Latones de aluminio	Material desechado sin diferenciación	Aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Inexistencia de un modelo viable de diferenciación y aprovechamiento de residuos	
	Alambre galvanizado	Material desechado sin diferenciación	Aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Inexistencia de un modelo viable de diferenciación y aprovechamiento de residuos	
Madera y resto de plantas	Restos de podas y jardinería	Material desechado sin diferenciación	Aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Inexistencia de un modelo viable de diferenciación y aprovechamiento de residuos	
	Restos de herramientas y utensilios	Material desechado sin diferenciación	No aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Inexistencia de un modelo viable de diferenciación y aprovechamiento de residuos	
	Montantes, material de enfrado, madera utilitaria, etc.	Material desechado sin diferenciación	No aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Inexistencia de un modelo viable de diferenciación y aprovechamiento de residuos	
Restos de alimentos	Restos de productos primarios	Material desechado sin diferenciación	Aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Inexistencia de un modelo viable de diferenciación y aprovechamiento de residuos	
	Restos de alimentos procesados	Material desechado sin diferenciación	Aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Inexistencia de un modelo viable de diferenciación y aprovechamiento de residuos	
Lavazas orgánicas	Restos semisólidos generados en cocina	Material desechado con diferenciación	Aprovechable	Si tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Material entregado para alimentación de porcinos a productores locales (registrado como gestor ambiental). El material es entregado sin cobro de ningún valor	
Residuo común	Icopor	Material desechado sin diferenciación	No aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Inexistencia de un modelo viable de diferenciación y aprovechamiento de residuos	
	Residuo recogido en baños	Material desechado sin diferenciación	No aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Inexistencia de un modelo viable de diferenciación y aprovechamiento de residuos	
	Papel encerado	Material desechado sin diferenciación	No aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Inexistencia de un modelo viable de diferenciación y aprovechamiento de residuos	
	Residuos contaminados con sustancias no peligrosas	Material desechado sin diferenciación	No aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Inexistencia de un modelo viable de diferenciación y aprovechamiento de residuos	
	Bolsas de snacks y otros productos procesados	Material desechado sin diferenciación	No aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Inexistencia de un modelo viable de diferenciación y aprovechamiento de residuos	
Otros (cueros, telas, cauchos, etc.)	Restos de ropa y EPP en mal estado	Material desechado sin diferenciación	No aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Inexistencia de un modelo viable de diferenciación y aprovechamiento de residuos	
Residuo peligroso	Chatarra menor	Material desechado con diferenciación	Aprovechable	Si tiene aprovechamiento	Si genera valor al generador del residuo	Material entregado para reciclaje en industria metálgica (registrado como gestor ambiental) El material es entregado ante cobro de un valor	
	Escoria y restos de electrodos	Material desechado con diferenciación	Aprovechable	Si tiene aprovechamiento	Si genera valor al generador del residuo	Material entregado para reciclaje en industria metálgica (registrado como gestor ambiental) El material es entregado ante cobro de un valor	
	Baterías	Material desechado con diferenciación	Aprovechable	Si tiene aprovechamiento	Si genera valor al generador del residuo	Material entregado para reciclaje en industria de baterías (registrado como gestor ambiental) El material es entregado ante cobro de un valor	
	Filtros de aceite y aire	Material desechado con diferenciación	No aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Material entregado a entidad registrada como gestor ambiental. El material es entregado ante pago de un valor	
	Aceite usado	Material desechado con diferenciación	No aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Material entregado a entidad registrada como gestor ambiental. El material es entregado ante pago de un valor	
	Restos de vulcanización	Material desechado con diferenciación	Aprovechable	Si tiene aprovechamiento	Si genera valor al generador del residuo	Material entregado para reciclaje en industria del caucho (registrado como gestor ambiental) El material es entregado ante cobro de un valor	
	Residuos contaminados con hidrocarburos y otros químicos	Material desechado sin diferenciación	No aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Inexistencia de un modelo viable de diferenciación y aprovechamiento de residuos	
	Residuos hospitalarios e infecciosos	Material desechado con diferenciación	No aprovechable	No tiene aprovechamiento	No genera valor al generador del residuo	Material es entregado en casas de salud. No se cumple con normativa legal de entrega directa a gestor ambiental	

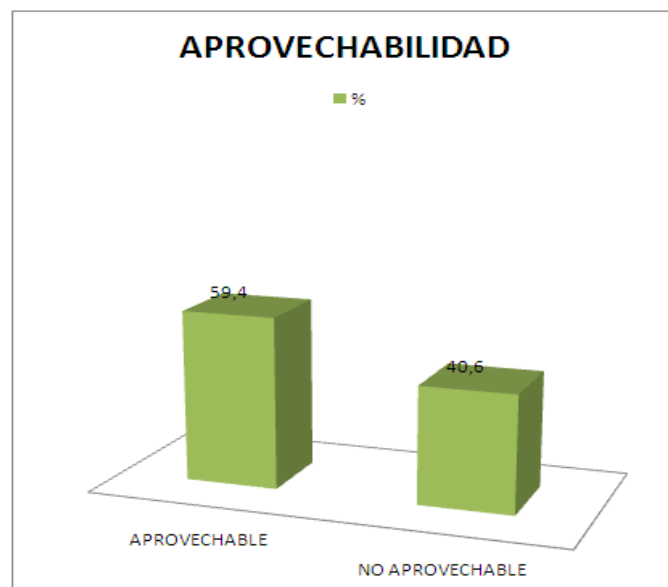
Elaborado por: Sebastián Trujillo P.



En la TABLA N^o 16 se puede observar que los únicos residuos que tienen aprovechamiento y valorización son la chatarra menor, electrodos, escorias, baterías y los neumáticos usados. El residuo correspondiente a la lavaza orgánica es aprovechado en otros procesos externos a la operación del campamento, no obstante estos residuos no generan valor de ningún tipo. Se puede observar también que se habían establecido iniciativas para el aprovechamiento de botellas plásticas, pero estas iniciativas tuvieron que ser desechadas por una probable falta de seguimiento. En general, la gran mayoría de residuos que tienen la cualidad de ser aprovechables no son aprovechados dentro de la operación del campamento.

De todos los residuos caracterizados y especificados, se identificó que el porcentaje de residuos aprovechables correspondía al 59,38% versus los no aprovechables que correspondían a un 40,63% del total de residuos.

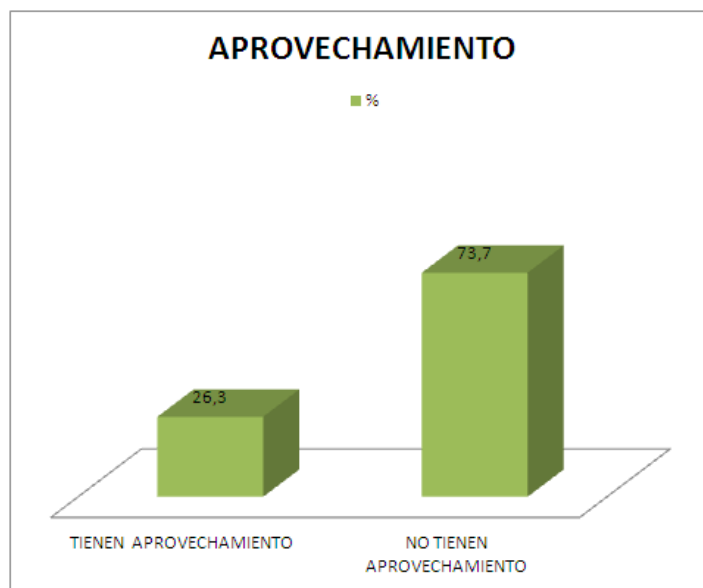
FIGURA N^o 5. Aprovechabilidad de los residuos sólidos



De la misma manera se identificó que, de los residuos caracterizados como aprovechables, solamente un 26,32% tenía algún tipo de aprovechamiento, mientras el 73,68% no tiene ningún tipo de aprovechamiento.



FIGURA N° 6. Aprovechamiento de los residuos sólidos



4.2.1.1.7. Tratamiento y disposición final

Se identificó que una gran mayoría de residuos generados en el campamento habitacional no disponían de un tratamiento apropiado de acuerdo a los lineamientos de una gestión ambiental responsable, incluso se observó la transgresión de la reglamentación aplicable a la legislación ecuatoriana detallada en el TULSMA Libro VI, Anexo 6, al adoptar prácticas de quema de residuos sólidos y entrega o disposición final de residuos sólidos sin registro certificado de gestor ambiental (MAE, 2015). De esta manera, los tipos de residuo que reciben un tratamiento apropiado de acuerdo a sus características son: restos de alimentos, lavaza orgánica y ciertos componentes de los residuos industriales / peligrosos. En la TABLA N° 17, se observa el tipo de tratamiento que actualmente reciben los residuos generados en el campamento en estudio, respetando la clasificación recomendada por los procedimientos metodológicos:

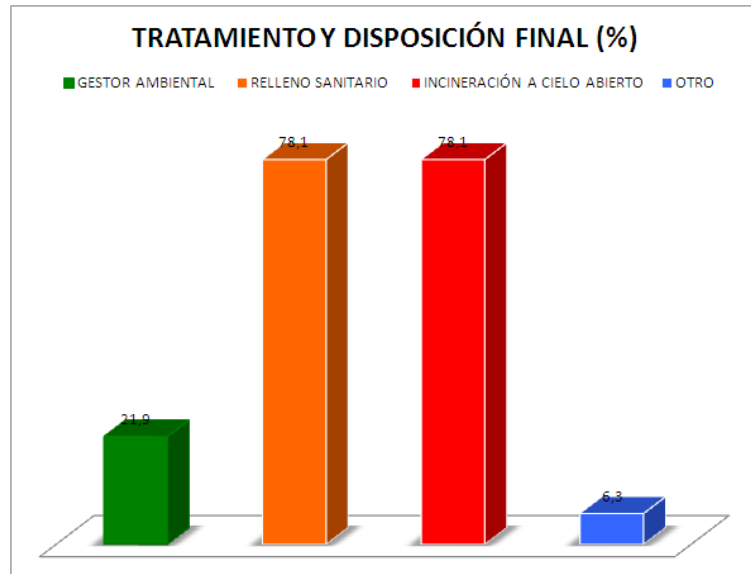


TABLA N° 17. Tipo de tratamiento actual que recibe el residuo generado.

	ESPECIFICACIÓN DE RESIDUOS	GESTOR AMBIENTAL	RELLENO SANITARIO	INCINERACIÓN A CIELO ABIERTO	OTRO
Papel y cartón	Papel bond / documentos		✓	✓	
	Papel periódico		✓	✓	
	Cartones de embalaje		✓	✓	
Plástico	Botellas plásticas		✓	✓	✓
	Bolsas plásticas		✓	✓	
	Plástico de embalaje		✓	✓	
	Recipientes plásticos		✓	✓	
	EPP en mal estado		✓	✓	
Vidrio	botellas de vidrio		✓	✓	
Metal	Latas de aluminio		✓	✓	
	Latones de aluminio		✓	✓	
	Alambre galvanizado		✓	✓	
Madera y resto de plantas	Restos de podas y jardinería		✓	✓	
	Restos de herramientas y utensilios		✓	✓	
	Montantes, material de enconfrado, madera		✓	✓	
Restos de alimentos	Restos de productos primarios		✓	✓	
	Restos de alimentos procesados		✓	✓	
Lavazas orgánicas	Restos semisólidos generados en cocina	✓			
Residuo común	Icopor		✓	✓	
	Residuo recogido en baños		✓	✓	
	Papel encerado		✓	✓	
	Residuos contaminados con sustancias no peligrosas		✓	✓	
	Bolsas de snacks y otros productos procesados		✓	✓	
Otros (cueros, telas, cauchos, etc.)	Restos de ropa y EPP en mal estado		✓	✓	
RESIDUO INDUSTRIAL / PELIGROSO	Chatarra	✓			
	Escoria y restos de electrodos	✓			
	Baterías	✓			
	Filtros de aceite y aire	✓			
	Aceites usados	✓			
	Restos de vulcanización y neumáticos	✓			
	Residuos contaminados con hidrocarburos y otros		✓	✓	
	Residuos hospitalarios e infecciosos		✓	✓	✓



FIGURA N° 7. Tratamiento y disposición final



4.2.1.2. Residuos líquidos

4.2.1.2.1. Generación y clasificación

Se identificó el tipo de residuos líquido producido por segmento generador. El análisis realizado en campo se describe en el esquema a continuación.

TABLA N° 18. Tipo de residuo líquido generado por proceso identificado

		TIPO DE RESIDUO		
		Aguas negras	Aguas grises	Aguas industriales
PROCESOS	Mantenimiento mecánico	✓	✓	✓
	Bodegas y patios de almacenamiento	✓		
	Despacho de combustibles	✓		✓
	Áreas habitacionales			
	Áreas recreativas	✓	✓	
	Servicios higiénicos	✓	✓	
	Servicios de alimentación	✓	✓	
	Consultorio médico	✓	✓	
	Oficinas	✓	✓	



4.2.1.2.2. Tratamiento de residuos líquidos

En la tabla a continuación se expresa la condición de tratamiento que tiene los tipos de residuo líquido generado por segmento generador.

TABLA N^o 19. Status actual de tratamiento del residuo líquido generado

		AGUAS NEGRAS		AGUAS GRISES		AGUAS INDUSTRIALES	
		CON TRATAMIENTO	SIN TRATAMIENTO	CON TRATAMIENTO	SIN TRATAMIENTO	CON TRATAMIENTO	SIN TRATAMIENTO
PROCESOS	Mantenimiento mecánico		✓		✓	✓	
	Bodegas y patios de almacenamiento		✓		✓		
	Despacho de combustibles					✓	
	Áreas habitacionales		✓		✓		
	Áreas recreativas						
	Servicios de alimentación		✓		✓		
	Consultorio médico		✓		✓		
	Oficinas		✓		✓		

El tipo de tratamiento que se identificó en los segmentos de mantenimiento mecánico y despacho de combustibles, corresponde trampas de grasas instaladas en el efluente de cada segmento, las mismas que separan los hidrocarburos del agua por diferencia de densidades.

4.2.1.2.3. Caracterización físico – química y biológica de residuos líquidos comunes (aguas negras y grises) e industriales

El efluente de este campamento muestra tiene como cuerpo receptor el sistema de alcantarillado público. Se identificó la unificación de los efluentes de cada uno de los segmentos generadores a un solo punto de descarga, razón por la cual la caracterización de los residuos se realizó en este punto solamente, tomando en cuenta que este efluente resumiría todas las características de contaminación de los diferentes procesos generadores.



Parámetros monitoreados *in situ*

Durante la lectura de los parámetros sujetos a cambios importantes en la conservación de muestras, tales como pH, temperatura, O₂, conductividad eléctrica y caudal, se obtuvieron los siguientes resultados de campo:



TABLA N° 20. Resultado de parámetros monitoreados *in situ* – General

Fecha	Hora	T°	pH	O2 Disuelto	Cond. eléctrica	Caudal (Q)
		(C)		ppm	µS/cm	L/s
22/09/2014	0:00	18,70	7,47	6,55	267,00	0,55
22/09/2014	2:00	18,70	7,65	6,50	358,00	0,45
22/09/2014	4:00	19,60	8,12	5,33	1306,00	3,24
22/09/2014	6:00	20,40	7,33	5,28	559,00	0,52
22/09/2014	8:00	21,10	8,06	5,62	997,00	0,82
22/09/2014	10:00	21,80	7,91	5,38	753,00	0,82
22/09/2014	12:00	22,40	7,44	0,29	1234,00	0,51
22/09/2014	14:00	21,80	7,46	5,34	585,00	0,81
22/09/2014	16:00	19,40	8,00	4,97	1054,00	0,54
22/09/2014	18:00	21,80	7,67	4,95	3104,00	1,30
22/09/2014	20:00	23,50	7,86	5,10	422,00	4,40
22/09/2014	22:00	19,00	7,62	5,81	332,00	0,64
23/09/2014	0:00	18,90	7,57	6,47	336,00	0,73
23/09/2014	4:00	19,10	7,85	4,91	1326,00	2,65
23/09/2014	8:00	21,90	7,57	5,29	554,00	0,64
23/09/2014	12:00	21,90	7,44	5,54	369,00	0,60
23/09/2014	16:00	20,30	7,72	4,98	551,00	0,73
23/09/2014	20:00	21,90	7,51	4,95	401,00	1,75
24/09/2014	0:00	19,70	7,32	6,37	230,00	0,47
24/09/2014	4:00	19,50	7,95	4,57	1305,00	1,60
24/09/2014	8:00	19,80	6,96	6,03	372,00	0,87
24/09/2014	12:00	22,20	8,15	5,94	1249,00	1,12
24/09/2014	16:00	22,30	7,47	5,02	404,00	0,89
24/09/2014	20:00	21,50	7,71	5,47	451,00	1,94
25/09/2014	0:00	19,40	7,37	6,41	349,00	0,43
25/09/2014	4:00	19,70	7,48	4,62	571,00	1,08
25/09/2014	8:00	20,40	7,06	5,44	330,00	0,28
25/09/2014	12:00	22,80	7,25	4,82	782,00	0,92
25/09/2014	16:00	21,00	7,40	5,61	501,00	0,97
25/09/2014	20:00	22,00	7,46	4,49	456,00	1,65
26/09/2014	0:00	18,40	7,09	4,87	622,00	0,25
26/09/2014	4:00	18,70	8,25	4,65	1749,00	0,34
26/09/2014	8:00	19,90	7,14	5,04	385,00	0,61
26/09/2014	12:00	22,60	7,45	6,25	480,00	0,97
26/09/2014	16:00	22,30	7,21	5,30	301,00	1,44
26/09/2014	20:00	22,20	7,40	5,23	482,00	1,82
27/09/2014	0:00	19,13	7,34	6,11	350,00	0,36
27/09/2014	4:00	19,60	7,88	0,13	1887,00	0,49
27/09/2014	8:00	20,20	7,02	5,90	256,00	1,10
27/09/2014	12:00	24,20	7,30	5,18	379,00	0,97
27/09/2014	16:00	22,70	7,79	5,36	575,00	1,11
27/09/2014	20:00	23,30	7,58	5,41	360,00	2,10
28/09/2014	0:00	19,70	7,20	5,96	296,00	0,55
28/09/2014	4:00	19,20	8,00	3,20	897,00	0,92
28/09/2014	8:00	20,10	8,25	6,17	1044,00	0,63
28/09/2014	12:00	23,00	7,38	5,10	683,00	1,58
28/09/2014	16:00	22,50	7,27	5,31	323,00	0,83
28/09/2014	20:00	20,50	7,65	5,52	559,00	1,74

Parámetros estudiados en laboratorio

El análisis de laboratorio de los distintos parámetros estudiados sobre las muestras compuestas obtenidas diariamente, arrojó los siguientes resultados, cuyos respaldos pueden ser encontrados en el Anexo 8.

TABLA N^o 21. Resultado de parámetros estudiados en laboratorio

			FECHA							PROMEDIO
			22/09/2014	23/09/2014	24/09/2014	25/09/2014	26/09/2014	27/09/2014	28/09/2014	
Parámetro	Aceites y grasas	ppm	14,00	18,40	10,80	15,00	18,20	24,80	54,20	22,20
	Cianuros	ppm	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02
	Cobre	ppm	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Cromo total	ppm	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
	DBO5	ppm	197,00	235,00	204,00	191,00	159,00	346,00	275,00	229,57
	DQO	ppm	525,00	641,00	584,00	559,00	452,00	993,00	815,00	652,71
	Detergentes	ppm	0,61	0,19	0,27	0,23	0,71	0,26	0,34	0,37
	Fenoles	ppm	0,04	<0,013	0,07	0,04	0,05	0,11	0,20	0,09
	Fósforo Total	ppm	6,70	10,80	1,40	6,00	6,10	5,20	8,70	6,41
	Hierro	ppm	0,76	1,33	0,76	0,92	0,62	1,54	0,98	0,99
	Niquel	ppm	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16
	Nitritos	ppm	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Nitrógeno total	ppm	43,00	52,00	53,00	53,00	49,00	62,00	72,00	54,86
	Plomo	ppm	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
	Sólidos sedimentables	ppm	1,90	1,90	1,90	3,20	1,90	1,90	1,90	2,09
	Sólidos suspendidos	ppm	230,00	325,00	320,00	280,00	173,00	415,00	530,00	324,71
	Sólidos totales	ppm	546,00	658,00	657,00	453,00	442,00	585,00	742,00	583,29
	TPH	ppm	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,00	<0,5	2,00
Zinc	ppm	0,41	0,58	0,53	0,47	0,31	0,55	0,72	0,51	
Coliformes fecales	ufc/ml	37000,00	630,00	25000,00	1300,00	5000,00	4000,00	83000,00	22275,71	

4.2.2. Análisis e interpretación de resultados

4.2.2.1. Residuos sólidos

4.2.2.1.1. Análisis estadístico

Generación per capita y total diario de residuos sólidos comunes

TABLA N^o 22. Generación per capita y total de residuos comunes

	Unidad	FECHA							ESTADÍSTICA			
		22/09/14	23/09/14	24/09/14	25/09/14	26/09/14	27/09/14	28/09/14	TOTAL/PERIODO	PROMEDIO	DESV. ESTANDAR	VARIANZA
Peso residuo	kg	859,28	519,74	532,28	514,91	596,17	358,90	445,83	3827,12	494,64	74,81	5595,81
Población en campamento	# hab	434,00	441,00	488,00	479,00	473,00	464,00	445,00		465,00	17,16	294,33
Generación per capita	kg/hab	1,98	1,18	1,09	1,07	1,26	0,77	1,00	8,36	1,06	0,15	0,02

En la TABLA N^o 22 se puede observar que el promedio de generación diario de residuos en un periodo igual al período de estudio será igual a 494,64 kg y las desviaciones normales de cantidades generadas estarían entre los valores de 419,83 kg y 569,45 kg. Para el análisis estadístico de esta variable, según lo establecido en la metodología y tomando en cuenta que los datos recolectados del primer día de muestreo corresponderían a la acumulación de residuos del último fin de semana, no se consideraron los datos de los residuos recolectados el primer día de muestreo.



Por otro lado, el promedio de generación per cápita de residuos será de 1,06 kg y las desviaciones normales de generación per cápita estarían entre los valores de 0,91 kg y 1,21 kg.

FIGURA N° 8. Generación total de residuos comunes

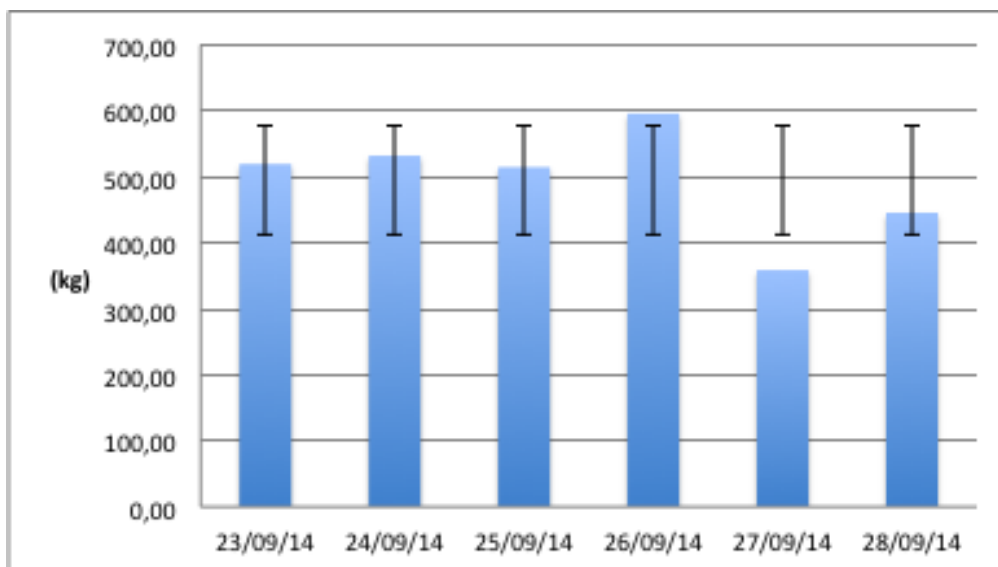
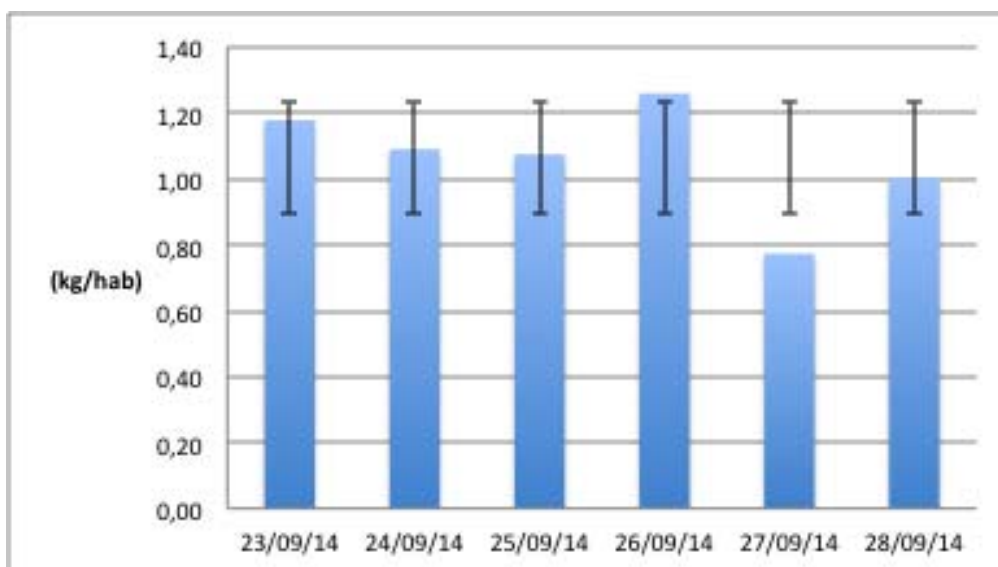


FIGURA N° 9. Generación *per capita* de residuos comunes



Densidad de los residuos sólidos comunes

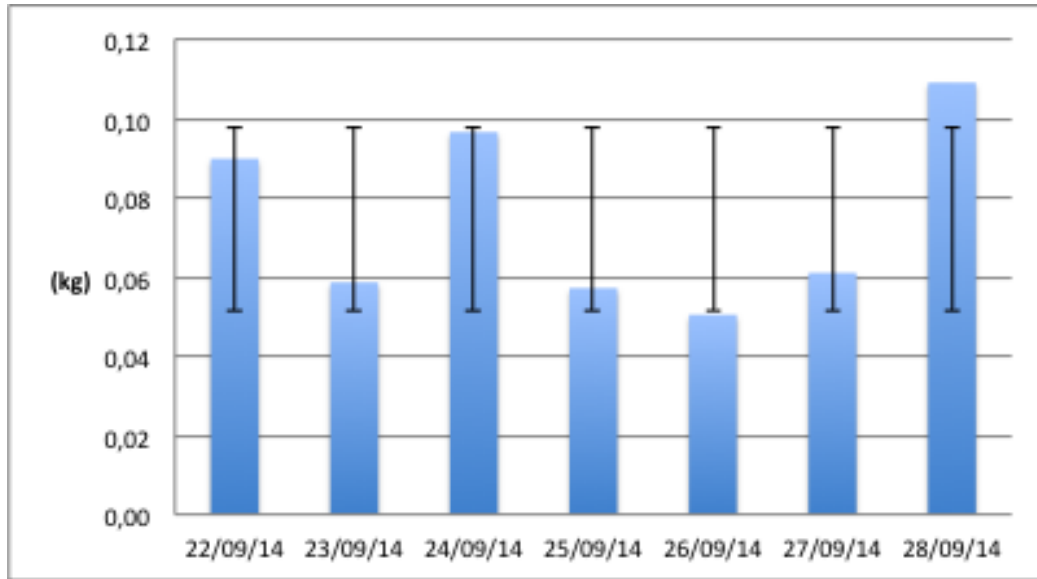
TABLA N° 23. Densidad de residuos comunes

	Unidad	Fecha							ESTADÍSTICA		
		22/09/14	23/09/14	24/09/14	25/09/14	26/09/14	27/09/14	28/09/14	PROMEDIO	DESV. ESTANDAR	VARIANZA
Tanque lleno	kg	32,40	25,90	33,80	25,60	24,20	26,40	36,40			
Peso residuo	kg	18,70	12,20	20,10	11,90	10,50	12,70	22,70			
Volumen recipiente	L	208,19	208,19	208,19	208,19	208,19	208,19	208,19			
Densidad residuo	kg/L	0,09	0,06	0,10	0,06	0,05	0,06	0,11	0,07	0,02	0,00

El promedio de densidades de residuos fue de 0,07 kg/L y las desviaciones normales de generación per cápita estarían entre los valores de 0,05 kg/L y 0,09 kg/L.



FIGURA N° 10. Densidad de residuos comunes



Composición física de los residuos sólidos comunes

TABLA N^o 24. Composición física de los residuos sólidos comunes

TIPO DE RESIDUO	Unidad	FECHA							ESTADÍSTICA					
		22/09/14	23/09/14	24/09/14	25/09/14	26/09/14	27/09/14	28/09/14	TOTAL/PERÍODO	PORCENTAJE	PROMEDIO	DESV. ESTA	VARIANZA	
		kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	%	kg	kg		
	Papel y cartón	kg	122,42	61,22	39,08	42,16	30,74	18,21	18,79	332,63	8,69	35,03	14,82	219,75
	Plástico	kg	75,25	27,74	46,36	35,97	26,40	10,59	22,46	244,77	6,40	28,25	11,08	122,73
	Vidrio	kg	5,05	0,00	0,91	0,00	0,00	0,66	1,23	7,85	0,21	0,47	0,49	0,24
	Metal	kg	2,81	1,35	9,09	1,55	0,00	6,29	0,00	21,09	0,55	3,05	3,43	11,79
	Madera y resto de plantas	kg	0,00	32,13	0,00	0,39	0,00	0,00	1,02	33,54	0,88	5,59	11,88	141,04
	Restos de alimentos	kg	109,51	21,99	20,00	40,61	22,06	12,58	61,06	287,80	7,52	29,72	16,37	267,92
	Lavazas orgánicas	kg	389,24	328,30	378,90	365,80	491,10	272,60	327,60	2553,54	66,72	360,72	67,41	4544,73
	Residuo común	kg	154,99	34,16	33,40	24,95	21,16	31,35	10,21	310,23	8,11	25,87	8,40	70,63
	Otros (cueros, telas, cauchos, etc.)	kg	0,00	12,85	4,54	3,48	4,70	6,62	3,47	35,67	0,93	5,95	3,26	10,65
	TOTAL DE RESIDUO		859,28	519,74	532,28	514,91	596,17	358,90	445,83	3827,12	100,00	494,64	74,81	5595,81

En la TABLA N^o 24 se puede observar la distribución en porcentajes de cada uno de los componentes del residuo común generado en el campamento durante el período de estudio. Así, el material generado de *papel y cartón* correspondió al 8,69% del total generado, el *plástico* al 6,40%, el *vidrio* con el menor valor correspondió al 0,21%, el *metal* al 0,55%, la *madera y restos de plantas* al 0,88%, los *restos de alimentos* al 7,52%, la *lavazas orgánicas* al 66,72% siendo este el componente con el mayor porcentaje de generación, el *residuo común* al 8,11% y finalmente el residuo categorizado como *otros*



correspondió al 0,93%. El porcentaje correspondiente a los residuos inorgánicos resulta de la sumatoria de los porcentajes individuales del *papel y cartón*, *plástico*, *vidrio*, *metal*, *residuo común* y *otros* siendo este igual al 24,88%. Así mismo, se diferenciaron 3 categorías de residuo orgánico que fueron: *madera y restos de plantas*, *restos de alimentos* y *lavaza orgánica* cuyo porcentaje correspondió al 75,12%.

FIGURA N° 11. Composición física de los residuos sólidos (%)

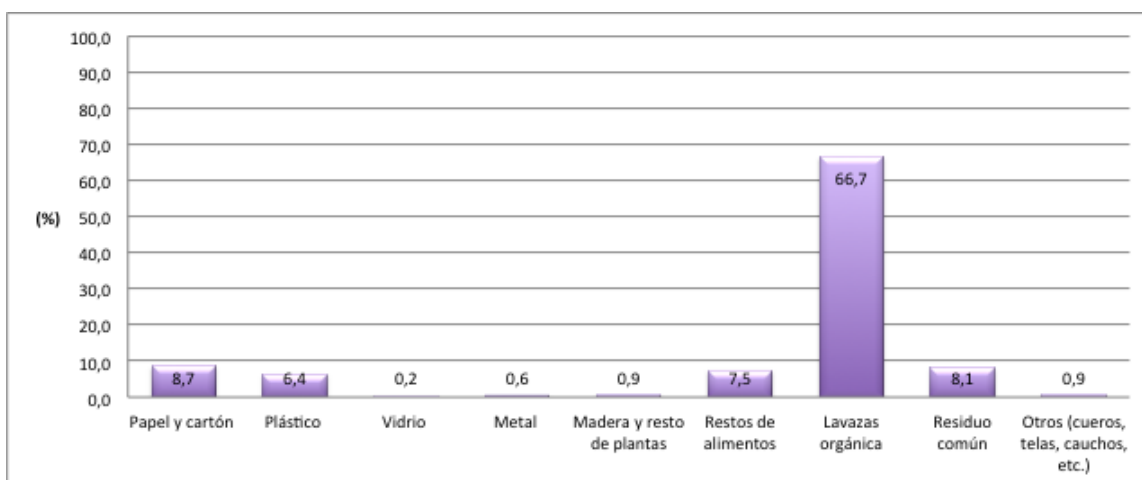
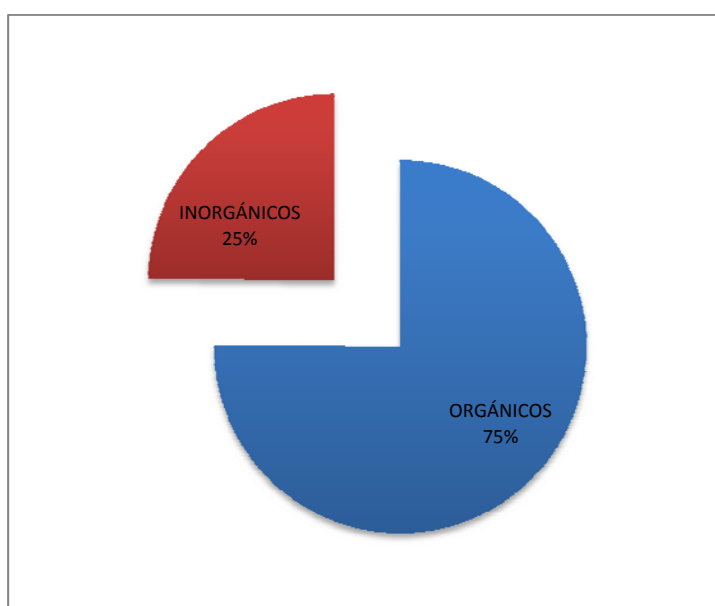


FIGURA N° 12. Composición física de los residuos sólidos (%)





En la TABLA N^o 24 se puede observar que el promedio de generación diario de papel y cartón para el período de estudio fue de 35,03 kg y las desviaciones normales de cantidades generadas estarían entre los valores de 20,21 kg y 49,85 kg. El promedio de generación diario de *plástico* fue igual a 28,25 kg y las desviaciones normales de cantidades generadas estarían entre los valores de 17,17 kg y 39,33 kg. El promedio de generación diario de *vidrio* fue de 0,47 kg y su desviación estándar fue mayor a la media obtenida lo cual indica gran dispersión entre los valores encontrados. El promedio de generación diario de *metal* fue igual a 3,05 kg y; al igual que el dato generado de *vidrio*, su desviación estándar fue mayor a la media obtenida lo cual indica gran dispersión entre los valores encontrados. El promedio de generación diario de *madera y restos de plantas* fue igual a 5,59 kg y su desviación estándar fue mayor a la media obtenida lo cual indica gran dispersión entre los valores encontrados. El promedio de generación diario de *restos de alimentos* fue igual a 29,72 kg y las desviaciones normales de cantidades generadas estarían entre los valores de 13,35 kg y 46,09 kg. El promedio de generación diario de *lavaza orgánica* fue igual a 360,72 kg y las desviaciones normales de cantidades generadas estarían entre los valores de 293,31 kg y 428,13 kg. El promedio de generación diario de *residuo común* fue igual a 25,87 kg y las desviaciones normales de cantidades generadas estarían entre los valores de 17,47 kg y 34,27 kg. El promedio de generación del residuo catalogado como *otros* fue igual a 5,95 kg y las desviaciones normales de cantidades generadas estarían entre los valores de 2,69 kg y 9,21 kg. Para el análisis estadístico de esta variable, según lo establecido en la metodología y tomando en cuenta que los datos recolectados del primer día de muestreo corresponderían a la acumulación de residuos del último fin de semana, no se consideraron los datos de los residuos recolectados el primer día de muestreo.



FIGURA N^o 13. Papel y cartón – Generación y desviación estándar

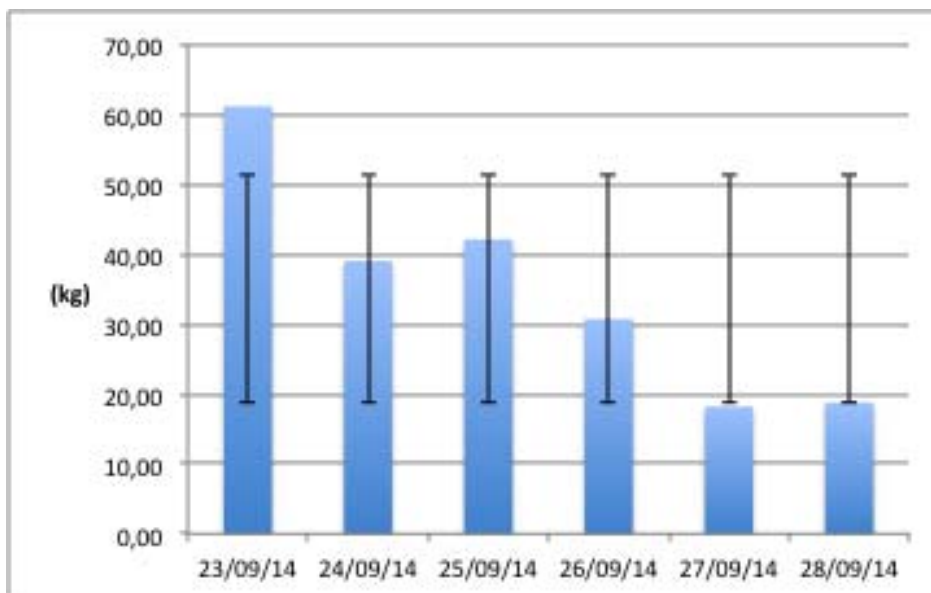


FIGURA N^o 14. Plástico – Generación y desviación estándar

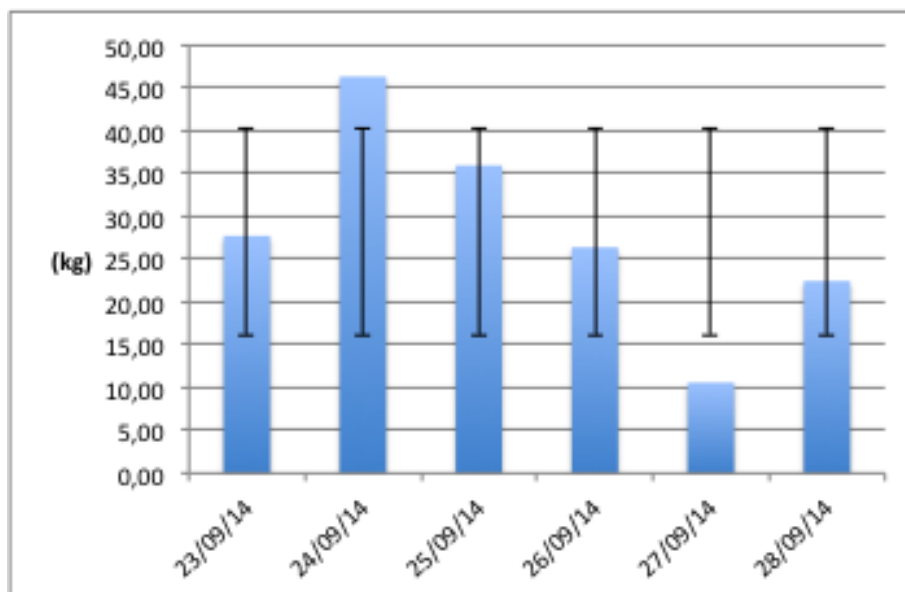




FIGURA N° 15. Vidrio – Generación y desviación estándar

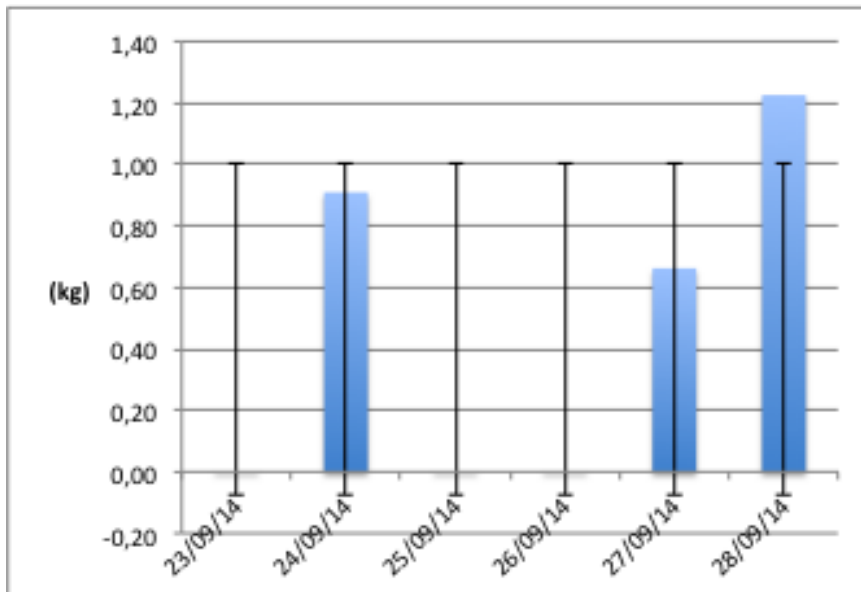


FIGURA N° 16. Metal – Generación y desviación estándar

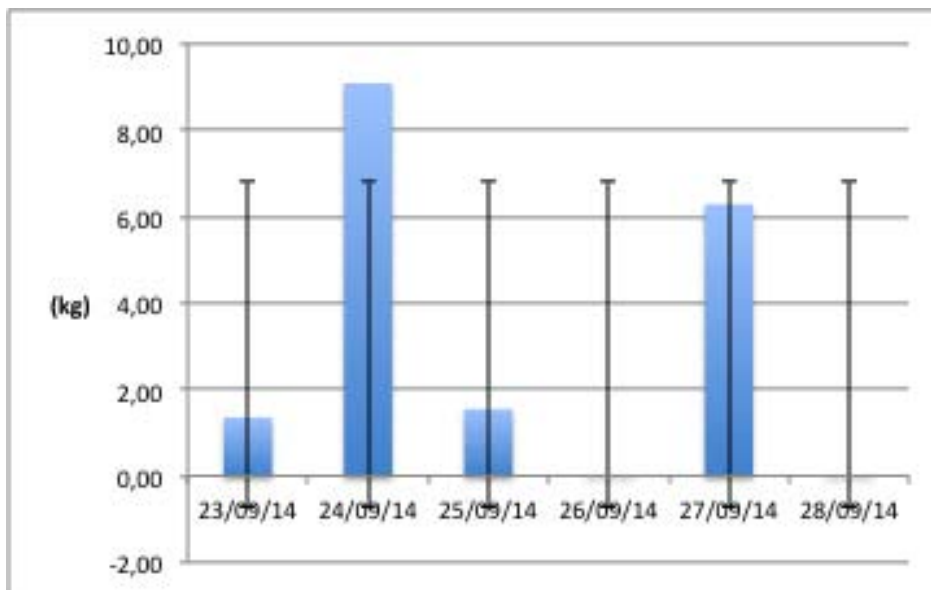




FIGURA N° 17. Madera y restos de plantas – Generación y desviación estándar

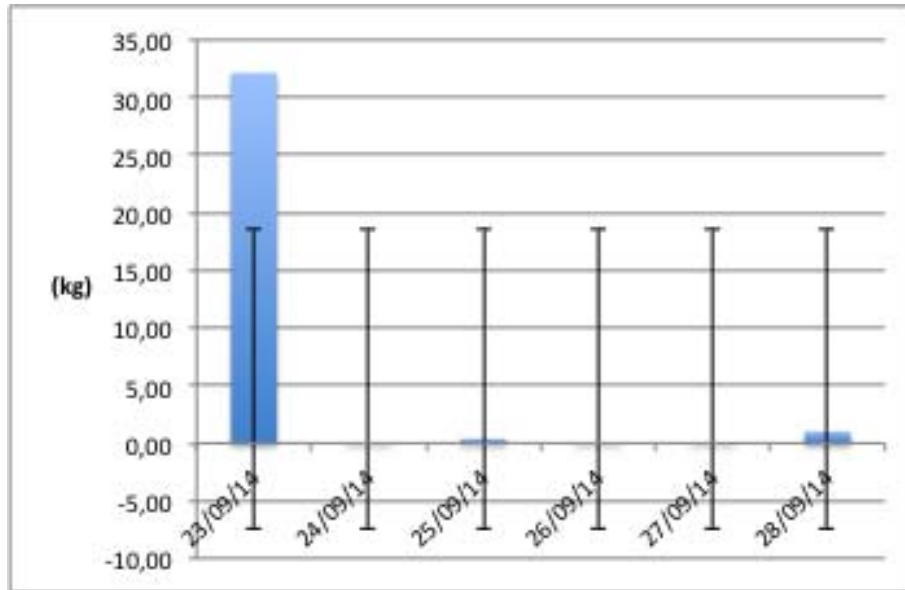


FIGURA N° 18. Restos de alimentos – Generación y desviación estándar

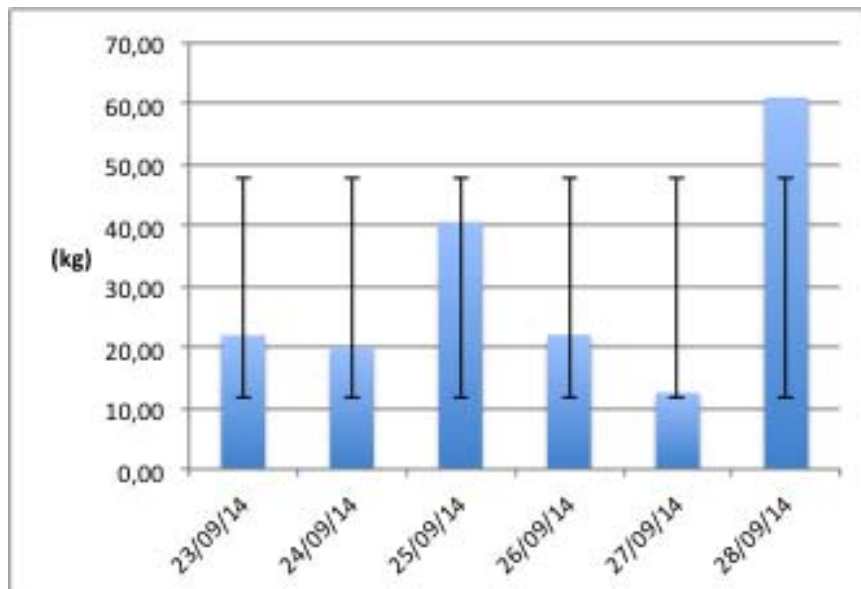




FIGURA N° 19. Lavasas orgánicas – Generación y desviación estándar

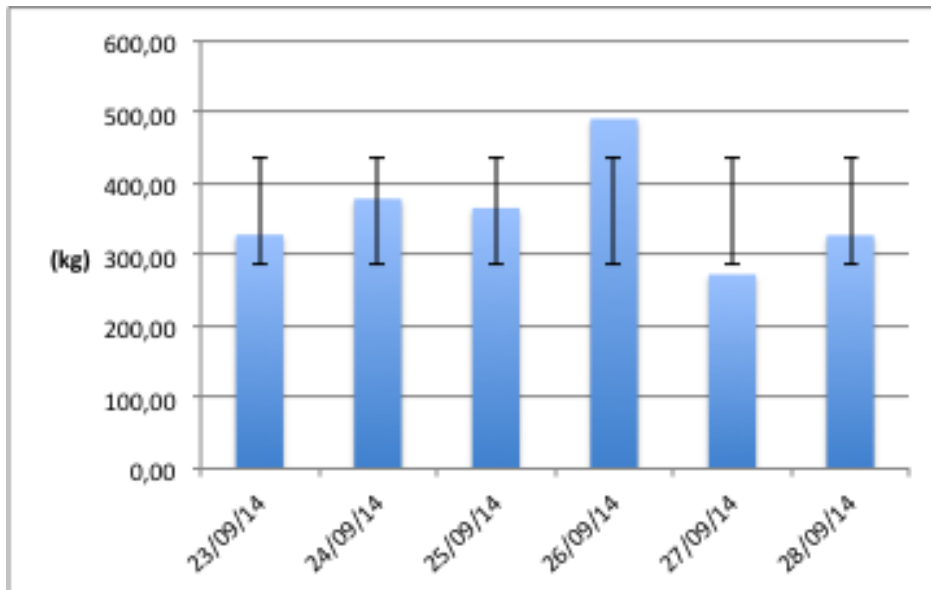


FIGURA N° 20. Residuo común – Generación y desviación estándar

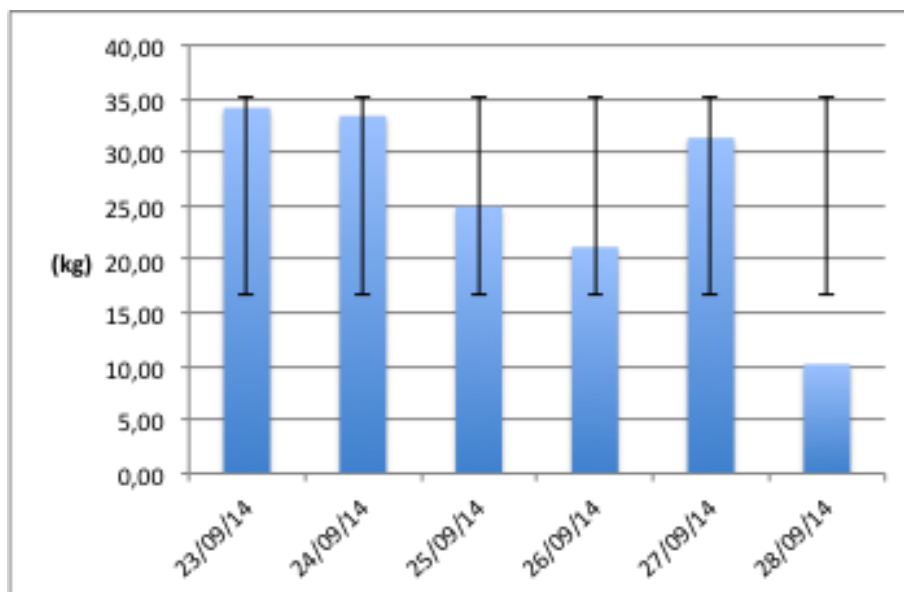




FIGURA N° 21. Otros – Generación y desviación estándar

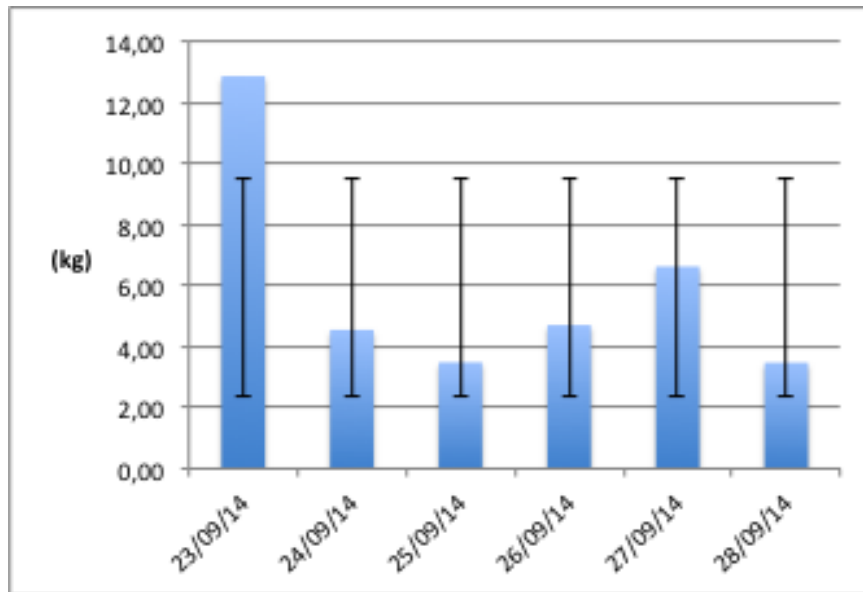




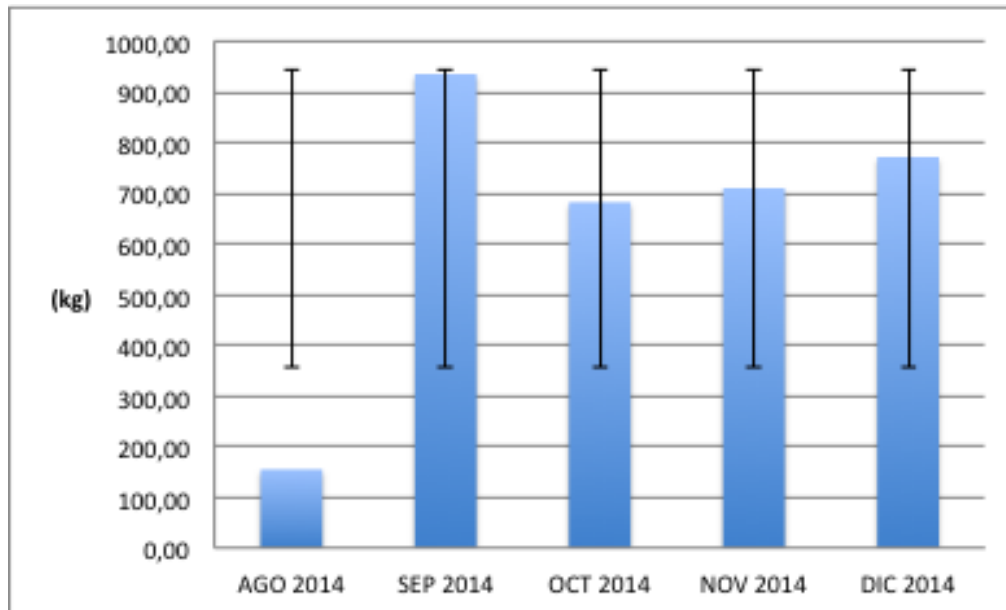
TABLA N° 25. Generación de residuos de *botellas de plástico PET*

	Peso de botella vacia kg	AGO 2014		SEP 2014		OCT 2014		NOV 2014		DIC 2014		PROMEDIO kg	DESV. ESTANDAR kg	VARIANZA
		Dotación	Residuo	Dotación	Residuo	Dotación	Residuo	Dotación	Residuo	Dotación	Residuo			
		# aguas	kg	# aguas	kg	# aguas	kg	# aguas	kg	# aguas	kg			
Botellas de plástico PET	0,0204	7596,00	154,96	45840,00	935,14	33440,00	682,18	34800,00	709,92	37816,00	771,45	650,73	262,96	69148,20

El promedio de generación mensual de *botellas de plástico PET* en el período de estudio (Agosto 2014 – Diciembre 2014) fue igual a 650,73 kg y las desviaciones normales de cantidades generadas estarían entre los valores de 387,77 kg y 913,69 kg.



FIGURA N° 22. Botellas de plástico PET – Generación y desviación estándar



Densidad de los residuos industriales / peligrosos

Desde la estadística, los datos de densidad de residuo peligrosos tales como *chatarra, baterías, filtros de aceite, filtros de aire, neumáticos y aceite usado* no requirieron ningún análisis, debido a la mínima variabilidad de esta característica en estos residuos desechados. Los datos se obtuvieron de manera directa de la división del peso del residuo en un volumen conocido.

La análisis estadístico de densidad de residuos tales como hospitalarios infecciosos y contaminados con hidrocarburos y químicos corresponde al mismo análisis realizado para los residuos comunes ya que estos fueron recuperados durante la caracterización de residuos comunes

TABLA N^o 26. Generación de residuos de *baterías, filtros, neumáticos y aceites usados*

	PROCESO O SEGMENTO GENERADOR	PUNTO DE GENERACIÓN		AGO 2014	SEP 2014	OCT 2014	NOV 2014	DIC 2014	PROMEDIO	DESV. ESTANDAR	VARIANZA	
				Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg		
RESIDUO INDUSTRIAL / PELIGROSO	Baterías	Mantenimiento mecánico	Electromecánica	Kg	0,00	89,20	44,60	0,00	111,50	49,06	45,48	2068,73
	Filtros de aceite	Mantenimiento mecánico	Lubricación	Kg	196,00	500,00	900,00	800,00	325,00	544,20	269,55	72654,56
	Filtros de aire	Mantenimiento mecánico	Lubricación	Kg	98,00	280,00	535,00	400,00	575,00	377,60	174,32	30389,04
	Restos de vulcanización y neumáticos	Mantenimiento mecánico	Vulcanización	Kg	238,40	357,60	4112,40	1907,20	2622,40	1847,60	1452,09	2108562,18
					AGO 2014	SEP 2014	OCT 2014	NOV 2014	DIC 2014	PROMEDIO	DESV. ESTANDAR	VARIANZA
					gal	gal	gal	gal	gal	gal	gal	
	Aceite usado	Mantenimiento mecánico	Lubricación	gal	260,00	1790,00	2700,00	1640,00	1880,00	1654,00	788,30	621424,00

El promedio de generación mensual de *baterías* en el período de estudio (Agosto 2014 – Diciembre 2014) fue igual a 49,06 kg y las desviaciones normales de cantidades generadas estarían entre los valores de 3,58 kg y 95,54 kg. El promedio de generación mensual de *filtros de aceite* en el período de estudio fue igual a 544,2 kg y las desviaciones normales de cantidades generadas estarían entre los valores de 274,65 kg y 813,75 kg. El promedio de generación mensual de *filtros de aire* en el período de estudio fue igual a 377,6 kg y las desviaciones normales de cantidades generadas estarían entre los valores de 203,28 kg y 551,92 kg. El promedio de generación mensual de *residuos de neumáticos* en el período de estudio fue igual a 1847,6 kg y



las desviaciones normales de cantidades generadas estarían entre los valores de 395,51 kg y 3299,69 kg. El promedio de generación mensual de *aceite usado* en el período de estudio fue igual a 1654 gal y las desviaciones normales de cantidades generadas estarían entre los valores de 865,7 gal y 2442,3 gal.

FIGURA N° 23. Baterías – Generación y desviación estándar

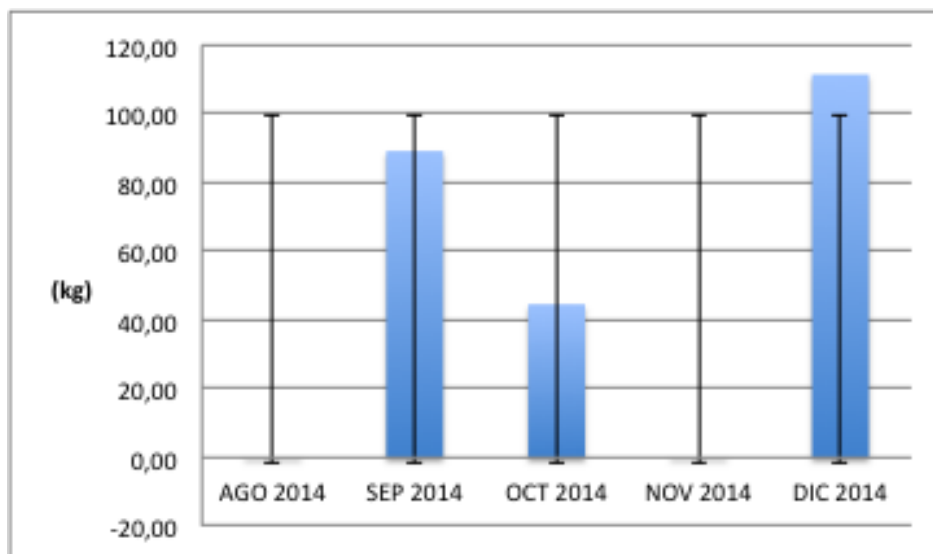


FIGURA N° 24. Filtros de aceite – Generación y desviación estándar

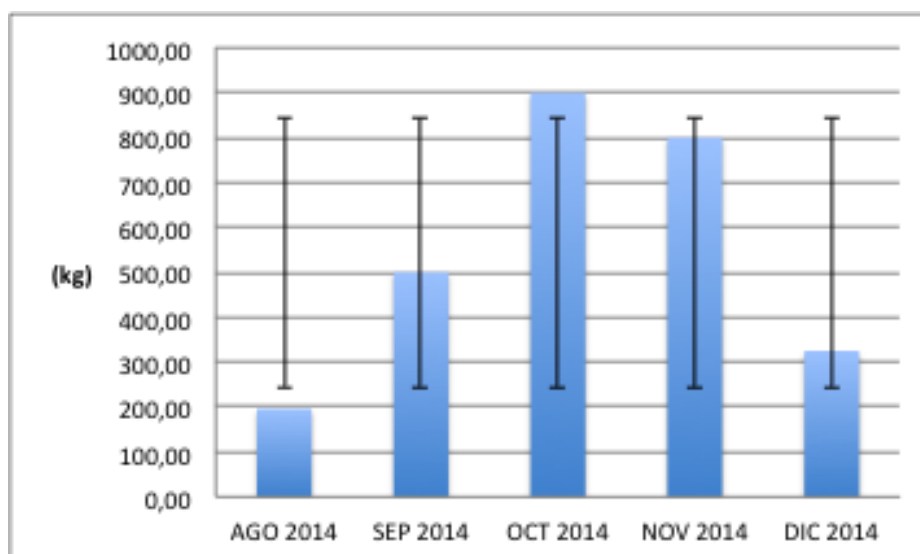




FIGURA N° 25. Filtros de aire – Generación y desviación estándar

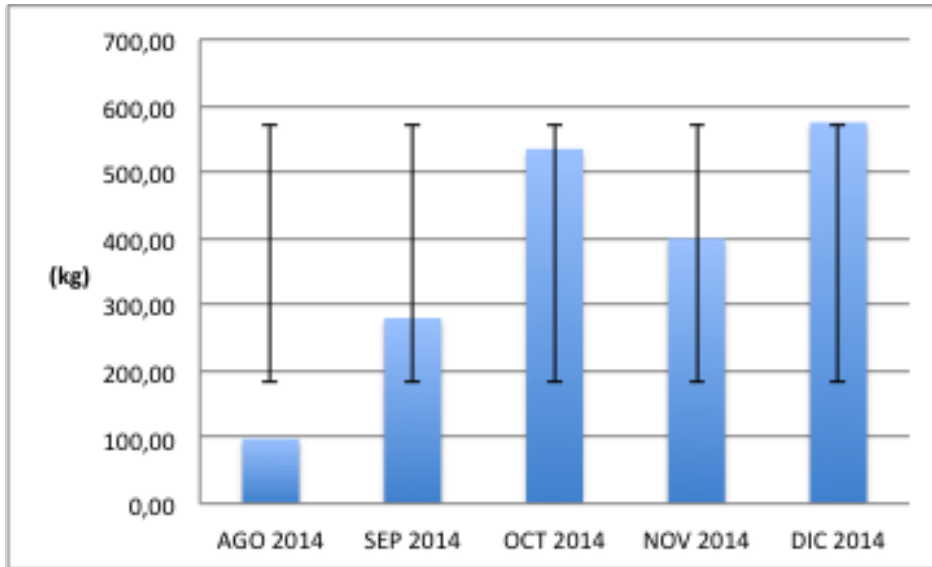


FIGURA N° 26. Neumáticos – Generación y desviación estándar

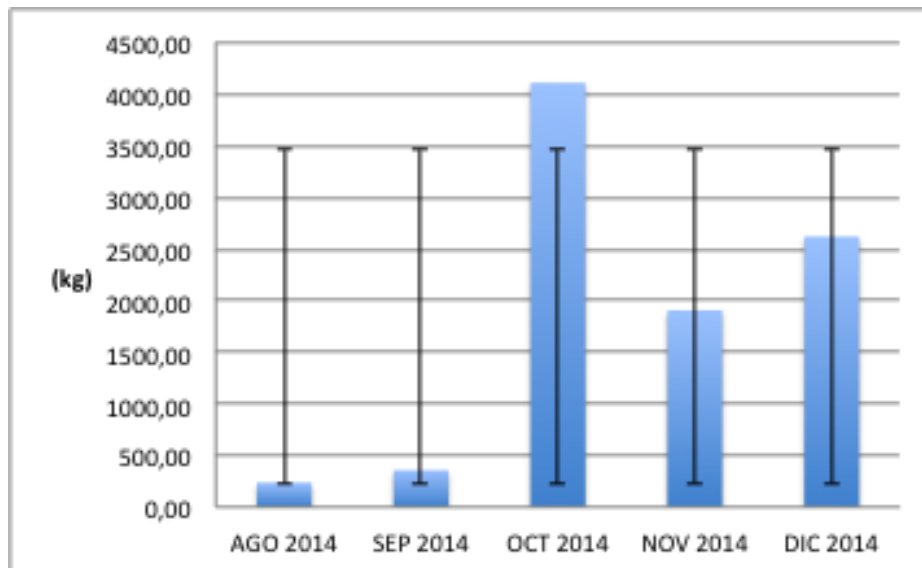




FIGURA N° 27. Aceite usado – Generación y desviación estándar

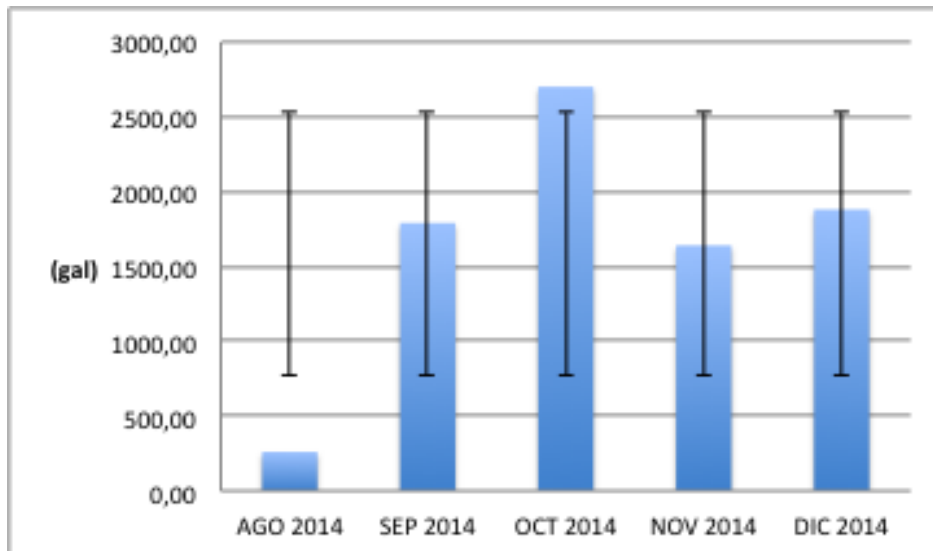




TABLA N° 27. Generación de residuos de *chatarra*, *residuos contaminados* y *hospitalarios / infecciosos*

	Unidad	FECHA							ESTADÍSTICA			
		22/09/14	23/09/14	24/09/14	25/09/14	26/09/14	27/09/14	28/09/14	TOTAL/PERIODO	PROMEDIO	DESV. ESTANDAR	VARIANZA
Chatarra	kg	58,46	10,25	12,32	10,48	9,80	8,97	5,53	115,81	9,56	2,06	4,26
Residuo peligroso contaminado	kg	29,20	0,51	0,00	2,71	5,43	0,00	1,53	39,37	1,70	1,92	3,69
Hospitalarios / infecciosos	kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,40	0,07	0,15	0,02

El promedio de generación diario de *chatarra* en el período de estudio fue igual a 9,56 kg y las desviaciones normales de cantidades generadas estarían entre los valores de 7,5 kg y 11,62 kg. El promedio de generación diario de *residuo peligroso contaminado* en el período de estudio fue igual a 1,70 kg y su desviación estándar fue mayor a la media obtenida lo cual indica gran dispersión entre los valores encontrados. El promedio de generación diario de *residuo hospitalarios / infecciosos* en el período de estudio fue igual a 0,07 kg y su desviación estándar fue mayor a la media obtenida lo cual indica gran dispersión entre los valores encontrados.



FIGURA N° 28. Chatarra – Generación y desviación estándar

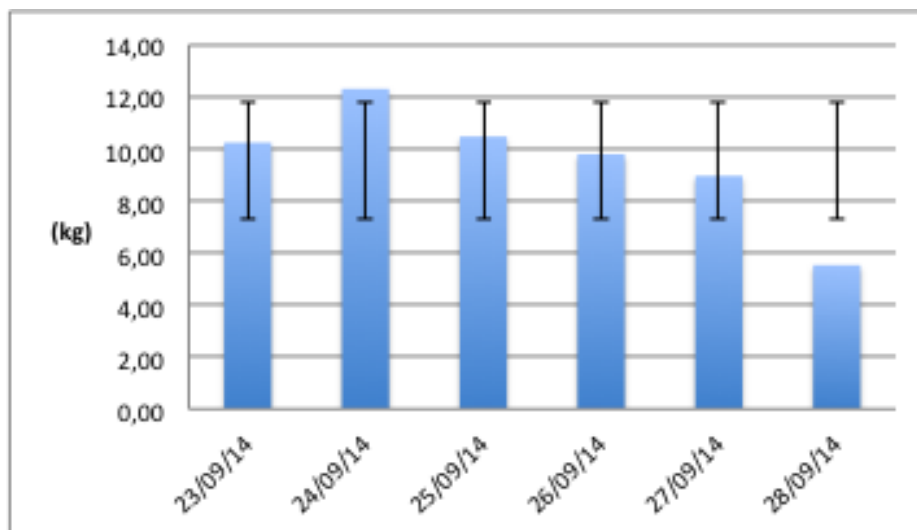


FIGURA N° 29. Peligroso contaminado – Generación y desviación estándar

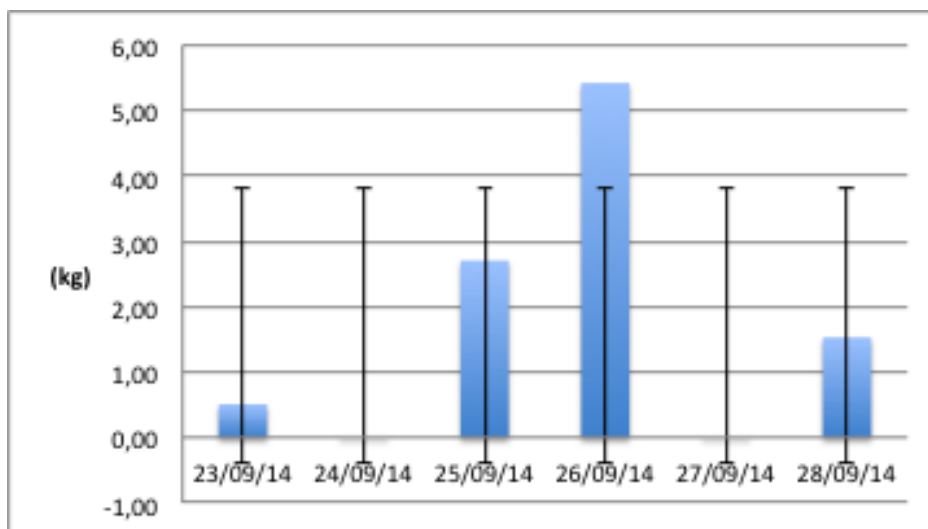
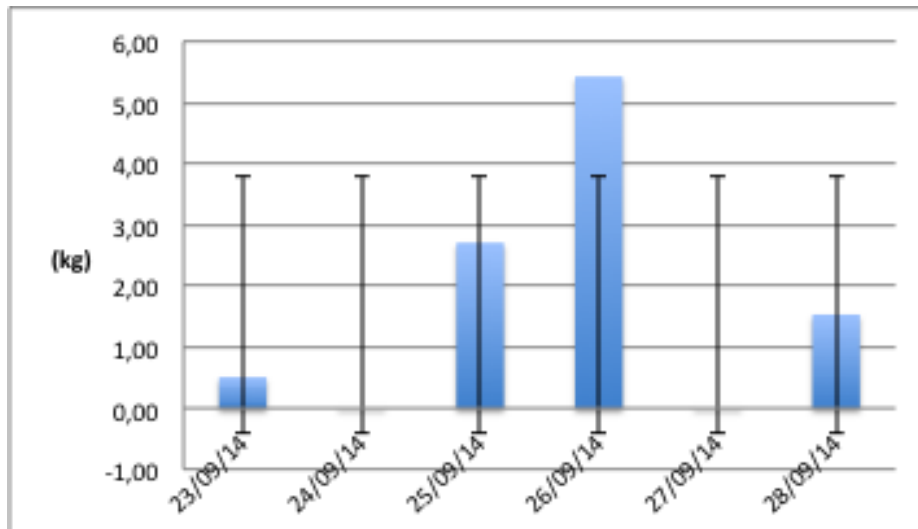




FIGURA N° 30. Hospitalario infeccioso – Generación y desviación estándar



4.2.2.1.2. Análisis F.O.D.A. de los componentes de estudio y diseño

TABLA N° 28. Análisis F.O.D.A. del sistema de gestión de residuos sólidos

GENERACIÓN Y CLASIFICACIÓN			
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de los medios (económicos, logísticos y técnicos) para establecer adecuados sistemas de clasificación • Disponibilidad de 	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de legislación ambiental ecuatoriana. • Mejora la imagen empresarial frente a sus clientes y a las autoridades gubernamentales • Disminución de 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de capacitación del personal en buenas prácticas de manejo de residuos. • No disponibilidad actual de sistemas de clasificación de residuos • No existen políticas 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de compromiso de las administraciones de campamentos y superintendencias de proyectos. • Falta de compromiso del personal con causas



<p>área física suficiente para implementar sistemas de clasificación de residuo sin alterar la operación normal del campamento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Existencia de una clasificación de algunos segmentos de los residuos peligrosos 	<p>material de desecho generado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disminución en el uso de logística para manejo de residuos sólidos • Evitar acumulación inesperada de residuos que sobrepasen las capacidades de manejo del campamento. • No incurrir en malas prácticas de disposición final de residuos como quema a cielo abierto. 	<p>de reutilización de materiales generados como residuo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilización de recipientes y materiales de una sola vida útil o desechables. 	<p>ambientales emprendidas por la empresa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de apoyo por parte de las Direcciones departamentales para implementación de sistemas de clasificación. • Priorización de otras actividades productivas y de gestión. • Crisis económica en el país.
---	---	---	---

CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE RESIDUOS

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de los medios (económicos, logísticos y técnicos) para 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponer de información actualizada del comportamiento de un modelo de gestión y 	<ul style="list-style-type: none"> • Poca disponibilidad de personal para las actividades de caracterización para diagnóstico del 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de apoyo institucional para el desarrollo de actividades de diagnóstico del



realizar el análisis de caracterización de residuos para diagnóstico de un modelo de GRS	tomar medidas oportunas para el buen funcionamiento del mismo.	modelo de GRS.	modelo de GRS <ul style="list-style-type: none"> • Priorización de otras actividades productivas y de gestión. • Crisis económica en el país.
ALMACENAMIENTO TEMPORAL			
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de los medios (económicos, logísticos y técnicos) para establecer adecuados sistemas de almacenamiento temporal • Disponibilidad de área física suficiente para implementar sistemas de almacenamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de legislación ambiental ecuatoriana. • Mejora imagen empresarial frente a sus clientes y a las autoridades gubernamentales • Mantenimiento del sistema de GRS bajo lineamientos de orden y limpieza que faciliten las tareas de recolección y transporte 	<ul style="list-style-type: none"> • Poca disponibilidad de personal para adecuación de facilidades de almacenamiento temporal del modelo de GRS. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de apoyo institucional para la adecuación de instalaciones permanentes de almacenamiento temporal del modelo de GRS • Priorización de otras actividades productivas y de gestión. • Crisis económica en el país.



temporal sin alterar la operación normal del campamento.			
RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE			
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Disponer de un sistema regular de recolección de residuos • Disponer de áreas con acceso libre para recolección de residuos • Existencia de variedad de gestores ambientales cuyo interés corresponde a la recolección de material de reciclaje clasificado • Generación de 	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de legislación ambiental ecuatoriana. • Mejora imagen empresarial frente a sus clientes y a las autoridades gubernamentales • Disminuir requerimiento de servicios de recolección de residuos comunes. 	<ul style="list-style-type: none"> • No disponer de un contrato formal de servicio de recolección que garantice la evacuación oportuna de los residuos. • No disponer de acuerdos con gestores ambientales para la evacuación de residuos aprovechables. • No disponer de una cartera de gestores con los que se pueda contar para dar inicio a un sistema de 	<ul style="list-style-type: none"> • Incumplimiento de contratos por parte de gestores o servicios de recolección de residuos. • Falta de compromiso de las administraciones de campamentos y superintendencias de proyectos. • Falta de apoyo por parte de las direcciones departamentales para llegar a acuerdos formales



<p>residuos con buenas características de aprovechabilidad que interesan a gestores ambientales</p>		<p>gestión de residuos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poca disponibilidad de personal para las actividades de recolección y manejo de residuos categorizados. 	<p>con gestores y servicios de recolección.</p>
APROVECHAMIENTO Y VALORIZACIÓN			
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Visión económicamente estratégica de direcciones departamentales y Gerencia General. • Disponibilidad de medios para poder aprovechar algunos segmentos de los residuos que tienen esta característica. • Capacidad organizativa y 	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de legislación ambiental ecuatoriana. • Mejora imagen empresarial frente a sus clientes y a las autoridades gubernamentales • Generación de variedad de residuos que pueden tener un aprovechamiento económico. • Generación de 	<ul style="list-style-type: none"> • Poca disponibilidad de personal para las actividades de manejo de registro y administración de ingresos en base a entrega de residuos aprovechables. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de interés por parte de las administraciones de campamentos y superintendencias de proyectos. • Falta de interés por parte de las direcciones departamentales y la Gerencia General. • Pérdida de materiales por falta



<p>administrativa ante la generación de recursos a partir de residuos aprovechables</p>	<p>ingresos adicionales a partir de residuos aprovechables.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disminución del egreso de recursos para el mantenimiento del sistema de GRS. • Reciclaje y reutilización de residuos generados en procesos propios de campamentos o proyectos de construcción. 		<p>de interés de los generadores del residuo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disminución de precios y valorización de los residuos aprovechables.
TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL			
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Existencia de variedad de gestores ambientales o servicios de recolección que puedan garantizar 	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de legislación ambiental ecuatoriana. • Mejora imagen empresarial frente a sus clientes y a las autoridades 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de capacitación del personal en buenas prácticas de manejo y disposición final de residuos. • No disponibilidad de registro ordenado de 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de compromiso de las administraciones de campamentos y superintendencias de proyectos. • Falta de apoyo por



<p>un manejo adecuado del residuo.</p> <ul style="list-style-type: none">• Legislación ambiental vigente que controla el buen manejo y disposición final de residuos sobre los gestores ambientales• Legislación ambiental que exige la entrega de registros de gestión ambiental apropiada de residuos de los gestores a los generadores del residuo.	<p>gubernamentales</p> <ul style="list-style-type: none">• Mantener buenas prácticas de manejo de residuos que faciliten procesos de certificación de sistemas de gestión ambiental.	<p>la entrega de residuos para disposición final adecuada.</p> <ul style="list-style-type: none">• Poca disponibilidad de personal para las actividades de manejo de registro de entrega y disposición final de residuos	<p>parte de las direcciones departamentales y Gerencia General</p>
---	--	--	--



4.2.2.1.3. Diseño del modelo de gestión de residuos sólidos

Para el diseño del sistema de gestión se han considerado cada uno de los componentes sobre los cuales se realizó el diagnóstico del sistema regular de manejo de residuos sólidos, a excepción del componente de caracterización física el cual no será considerado como un componente de diseño sino solo de estudio. De esta manera el diseño del modelo de gestión tendrá las siguientes componentes.

1. Generación y clasificación.
2. Almacenamiento temporal.
3. Recolección y transporte.
4. Aprovechamiento y valorización.
5. Tratamiento y disposición final.

A continuación se detalla la metodología que se propone para cada segmento del modelo de gestión.

Generación y clasificación

Para cada uno de los segmentos generadores, se identificó el tipo de residuos que debe ser considerado para separación o clasificación .

En la caracterización realizada se identificó que los residuos sólidos comunes con mayor porcentaje de generación fueron los residuos orgánicos con un 75,12% del total de los residuos y los inorgánicos con un 24,88%.

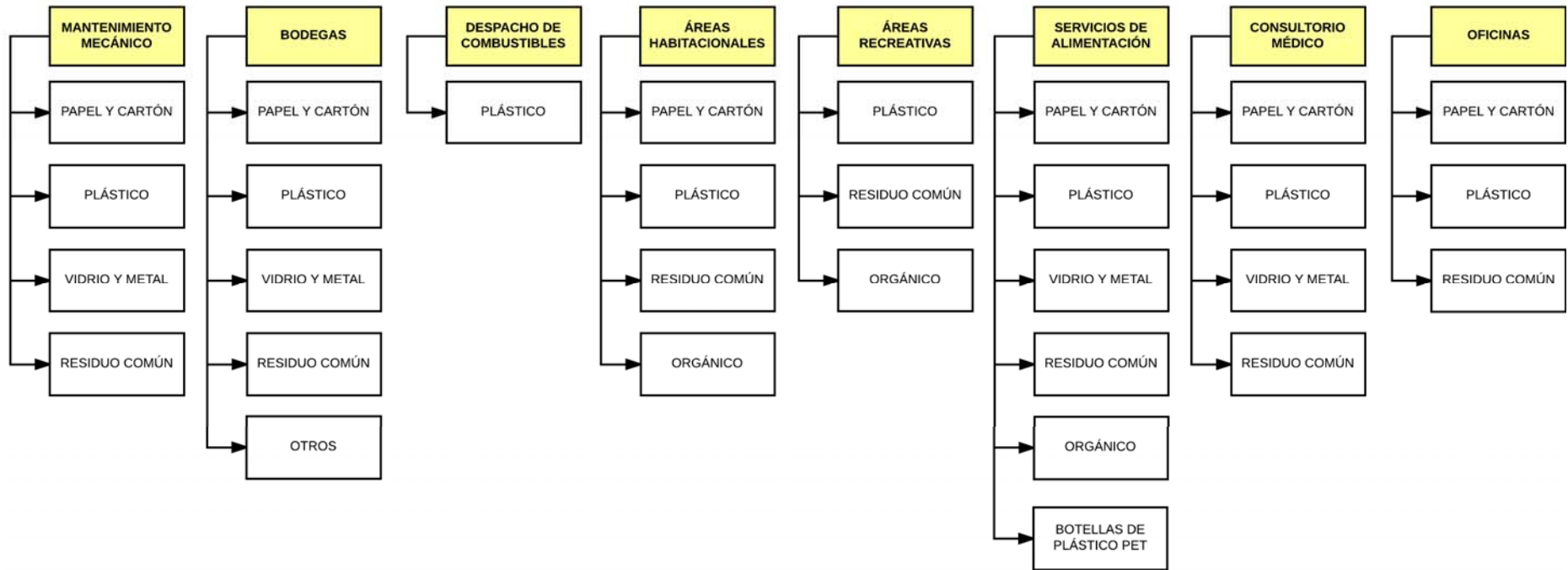
En la caracterización de residuos industriales / peligrosos se identificó grandes cantidades de generación. Se consideró la clasificación de cada uno de los componentes caracterizados de acuerdo a su naturaleza y a la norma establecida en los Listados Nacionales de Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales (MAE, 2012).



El análisis del tipo de residuo sólido común generado por proceso identificado, en contraste con la caracterización física de los residuos, nos permite el desarrollo del esquema de clasificación de residuo por segmento generador.



FIGURA N° 31. Clasificación de residuos sólidos comunes por segmento generador



Para realizar la clasificación en la fuente generadora se propone la instalación de al menos 1 estación de clasificación de residuos comunes en cada uno de los segmentos generadores. Cada estación deberá contar con el número de recipientes membretados según la propuesta de clasificación de residuos comunes establecida en el esquema anterior. Debido a la disponibilidad de material para reuso, las estaciones de clasificación deberán estar conformadas



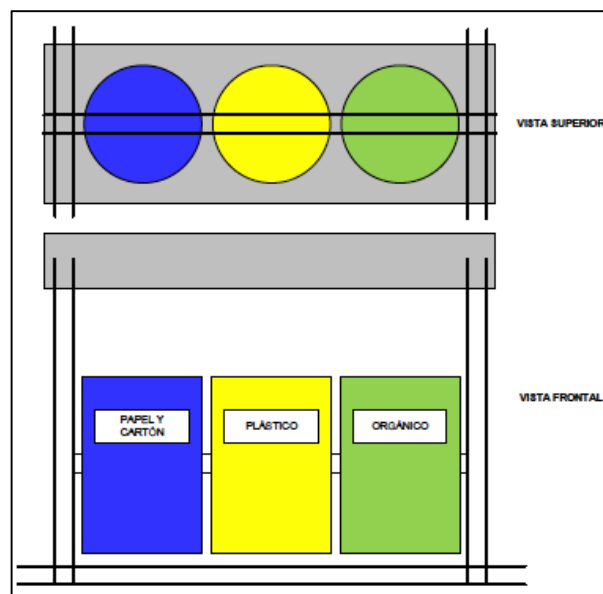
por tanques de 55 galones (210 litros) ubicados bajo una cubierta que proteja los residuos acumulados de las condiciones meteorológicas de la locación. En las áreas de servicios de alimentación, la estación para almacenamiento secundario de botellas de plástico PET, estará constituida por un recipiente plástico reutilizado de 1000 L.

A continuación la propuesta de diseño de las estaciones de clasificación para residuos sólidos comunes.

FOTOGRAFÍA N^o 30. Estación de clasificación



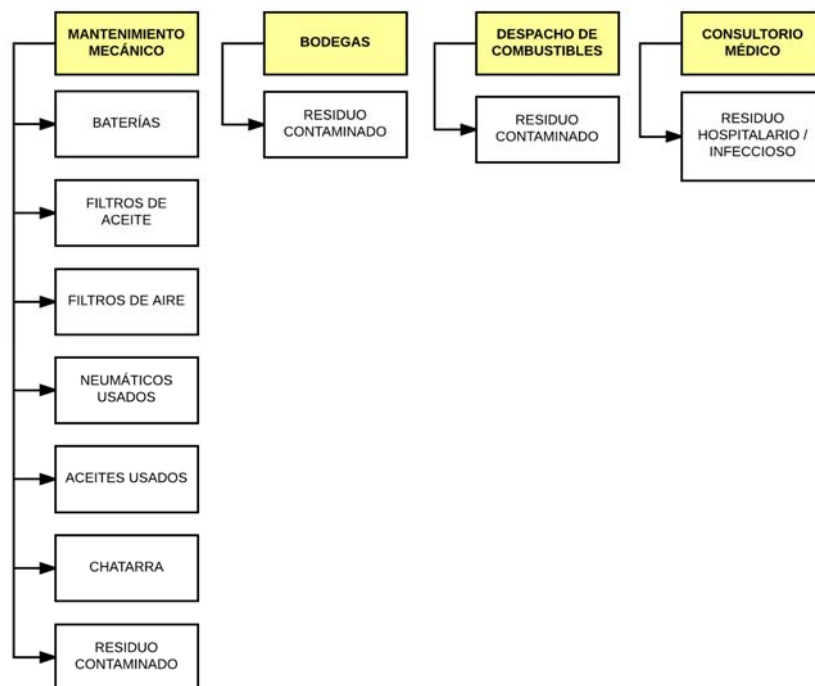
FIGURA N^o 32. Diseño de la estación de clasificación





Los residuos industriales / peligrosos caracterizados, mantendrán el esquema de clasificación por segmento generador representado en la siguiente figura.

FIGURA N° 33. Clasificación de residuos industriales / peligrosos por segmento generador



Para la clasificación de los residuos industriales peligrosos (baterías, filtros de aceite, filtros de aire, neumáticos usados, aceites usados y chatarra) generados en el área de mantenimiento mecánico, se deberá utilizar la facilidad de almacenamiento temporal de residuos propuesta. Esta facilidad deberá estar ubicada cercana y accesible de manera directa al área de mantenimiento mecánico. En el área de mantenimiento mecánico, se deberá ubicar una estación para desecho de materiales contaminados con hidrocarburos y químicos (absorbente contaminado, recipientes de hidrocarburos o químicos, restos de pinturas, etc.); esta estación será conformada por un tanque de 55 gal reutilizado y membretado de acuerdo al tipo de residuo, deberá ubicarse sobre una superficie impermeabilizada y deberá permanecer cubierta.



En las áreas de bodegas y despacho de combustibles, se ubicará una estación para desecho de materiales contaminados con hidrocarburos y químicos.

En el consultorio médico se instalarán recipientes específicos para la clasificación y almacenamiento primario. Se ubicarán recipientes específicos para residuos peligrosos corto punzantes, para otros residuos peligrosos y para residuos comunes.

Almacenamiento temporal

Para el diseño de las áreas de almacenamiento temporal se utilizarán los datos obtenidos de la caracterización física de los residuos. Debido a la gran variabilidad en las series de datos obtenidos de la caracterización física de los residuos, se tomarán en cuenta los valores más altos de cada componente, con la finalidad de cubrir cualquier eventualidad de incremento inesperado de cada componente. A estos valores se los multiplicará por un factor de 1,10 para manejar un mayor margen de error. Para determinar los volúmenes del almacenamiento temporal se consideró también la periodicidad de retiro posible de los diferentes gestores y servicios de recolección de residuos. De esta manera, se realiza el cálculo de las áreas de almacenamiento temporal requeridas para los componentes del residuo sólido comunes e industriales / peligrosos.



TABLA N^o 29. Áreas de almacenamiento para residuos sólidos comunes

	VALOR MAYOR	VALOR MAYOR * 1,1	PERIODO DE RECOLECCIÓN	MATERIAL ALMACENADO				VOL. DE RECIPIENTES	NÚMERO DE RECIPIENTES		ÁREA / RECIPIENTE	ÁREA REAL DE ALMACENADO
	kg	kg	días	kg	kg/L	L	m3	L	Cálculo	Real	m2	m2
Papel y cartón	61,22	67,34	7	471,41	0,07	6734,36	6,73					5,61
Plástico	46,36	50,99	7	356,94	0,07	5099,16	5,10					4,25
Vidrio	1,23	1,35	15	20,22	0,07	288,80	0,29					0,24
Metal	9,09	10,00	7	69,99	0,07	999,84	1,00					0,83
Madera y resto de plantas	32,13	35,35	1	35,35	0,07	504,94	0,50	208,19	2,43	3	0,43	1,29
Restos de alimentos	61,06	67,16	1	67,16	0,07	959,47	0,96	208,19	4,61	5	0,43	2,15
Lavasa orgánica	491,10	540,21	1	540,21	0,51	1059,24	1,06	120,00	8,83	9	0,20	1,82
Residuo común	34,16	37,58	3	112,74	0,07	1610,51	1,61	208,19	7,74	8	0,43	3,44
Otros (cueros, telas, cauchos, etc.)	12,85	14,14	15	212,08	0,07	3029,67	3,03					2,52

TABLA N^o 30. Áreas de almacenamiento para residuos de botellas de plástico PET

	VALOR MAYOR	VALOR MAYOR * 1,1	PERIODO DE RECOLECCIÓN	MATERIAL ALMACENADO				VOL. DE RECIPIENTES	NÚMERO DE RECIPIENTES		ÁREA / RECIPIENTE	ÁREA REAL DE ALMACENADO
	kg	kg	meses	kg	kg/L	L	m3	L	Cálculo	Real	m2	m2
Botellas de plástico PET	935,14	1028,65	0,25	257,16	0,04	6303,00	6,30	1000,00	6,303	7,00	1,00	7



ECUADOR
UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
SEK

Se ha considerado agrupar los tipos de residuo en diferentes facilidades de almacenamiento de acuerdo sus características de aprovechabilidad y a la naturaleza del residuo. La distribución de las facilidades de almacenamiento temporal se detallan en el siguiente esquema.



FIGURA N° 34. Áreas de almacenamiento para residuos sólidos comunes

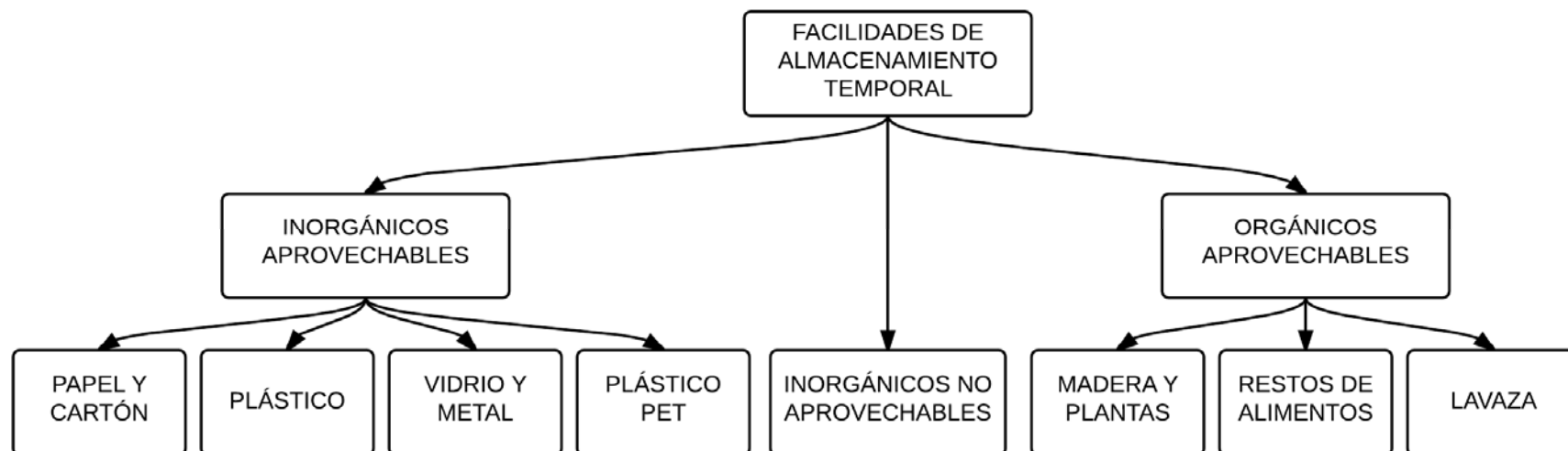




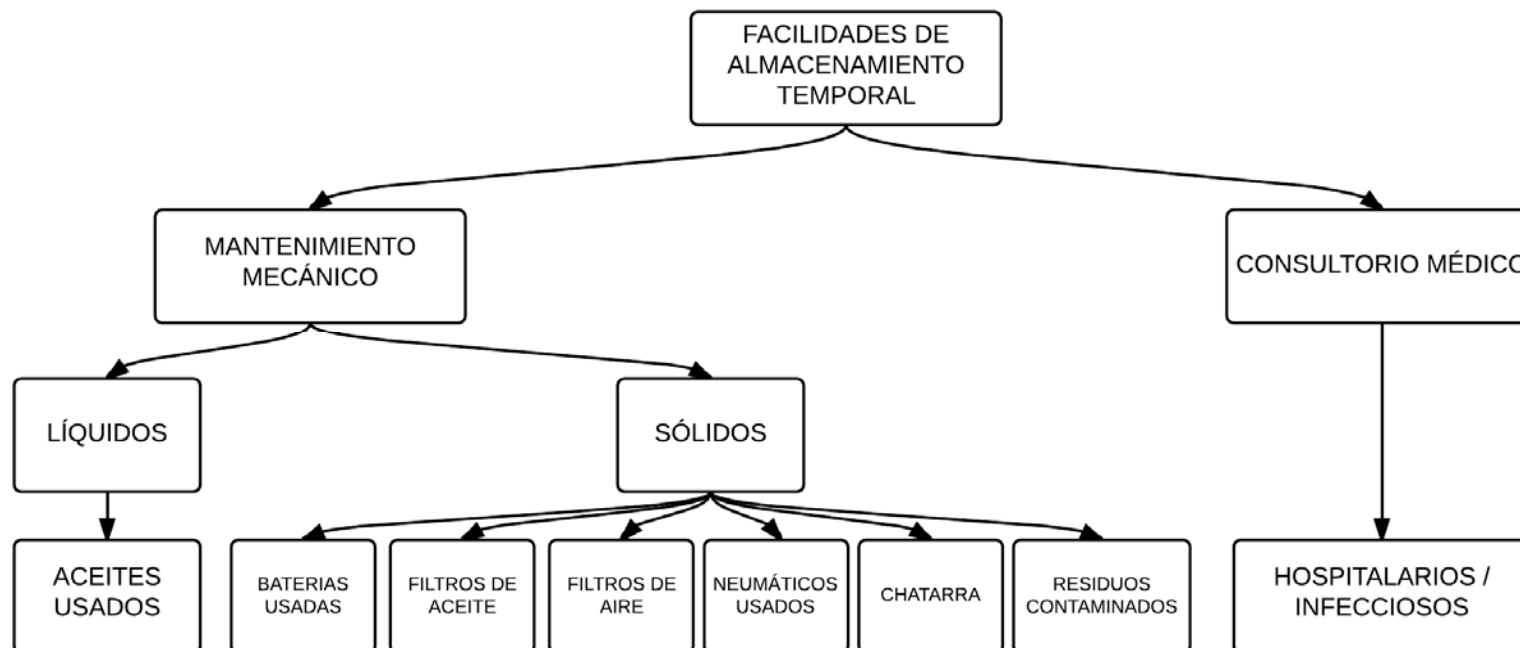
TABLA N° 31. Áreas de almacenamiento para residuos industriales / peligrosos

	VALOR MAYOR	VALOR MAYOR * 1,1	PERIODO DE RECOLECCIÓN	MATERIAL ALMACENADO				VOL. DE RECIPIENTES	NÚMERO DE RECIPIENTES		ÁREA / RECIPIENTE	ÁREA REAL DE ALMACENADO
	kg	kg	meses	kg	kg/L	L	m3	L	Cálculo	Real	m2	m2
Baterías	111,50	122,65	6	735,90	1,71	431,24	0,43					0,54
Filtros de aceite	900,00	990,00	1	990,00	0,55	1794,27	1,79	208,19	8,62	9,00	0,43	3,87
Filtros de aire	575,00	632,50	1	632,50	0,07	8819,84	8,82					7,35
Restos de vulcanización y neumáticos	4112,40	4523,64	1	4523,64	0,25	18401,96	18,40					15,33
	VALOR MAYOR	VALOR MAYOR * 1,1	PERIODO DE RECOLECCIÓN	MATERIAL ALMACENADO				VOL. DE RECIPIENTES	NÚMERO DE RECIPIENTES		ÁREA / RECIPIENTE	ÁREA REAL DE ALMACENADO
	kg	kg	meses	kg	kg/L	L	m3	L	Cálculo	Real	m2	m2
Aceite usado	2700,00	2970,00	1	2970,00	0,88	3375,00	3,38	3785,40	0,89	1,00	2,25	2,25
	VALOR MAYOR	VALOR MAYOR * 1,1	PERIODO DE RECOLECCIÓN	MATERIAL ALMACENADO				VOL. DE RECIPIENTES	NÚMERO DE RECIPIENTES		ÁREA / RECIPIENTE	ÁREA REAL DE ALMACENADO
	kg	kg	días	kg	kg/L	L	m3	L	Cálculo	Real	m2	m2
Chatarra	12,32	13,55	90	1219,30	0,50	2438,60	2,44					2,03
Residuo peligroso contaminado	5,43	5,97	30	179,04	0,07	2557,71	2,56	208,19	12,29	13,00	0,43	5,59
Hospitalarios / infecciosos	0,40	0,44	90	39,60	0,07	565,71	0,57	208,19	2,72	3,00	0,20	0,61

Al igual que el esquema de distribución de facilidades de almacenamiento temporal desarrollado para los residuos sólidos comunes, se ha considerado agrupar los tipos de residuo industrial/peligroso en diferentes facilidades de almacenamiento de acuerdo a sus características, segmento generador de origen y volúmenes de generación. Esta distribución se detallan en el siguiente esquema



FIGURA N° 35. Áreas de almacenamiento para residuos industriales / peligrosos





Para cumplir con los requerimientos de ley establecidos en Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales, las facilidades de almacenamiento temporal de residuos peligrosos / industriales deberán cumplir con las siguientes características:

- a) Ser lo suficientemente amplios para almacenar y manipular en forma segura los desechos peligrosos;
- b) Estar separados de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- c) No almacenar desechos peligrosos con sustancias químicas peligrosas;
- d) El acceso a estos locales debe ser restringido, únicamente se admitirá el ingreso a personal autorizado provisto de todos los implementos determinados en las normas de seguridad industrial y que cuente con la identificación correspondiente para su ingreso;
- e) Las instalaciones deben contar con pisos cuyas superficies sean de acabado liso, continuo e impermeable o se hayan impermeabilizado, resistentes química y estructuralmente a los desechos peligrosos que se almacenen, así como contar con una cubierta a fin de estar protegidos de condiciones ambientales tales como humedad, temperatura, radiación y evitar la contaminación por escorrentía;
- f) Para el caso de almacenamiento de desechos líquidos, el sitio debe contar con cubetos para contención de derrames o fosas de retención de derrames cuya capacidad sea del 110% del contenedor de mayor capacidad, además deben contar con trincheras o canaletas para conducir derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado
- g) Contar con señalización apropiada con letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles;



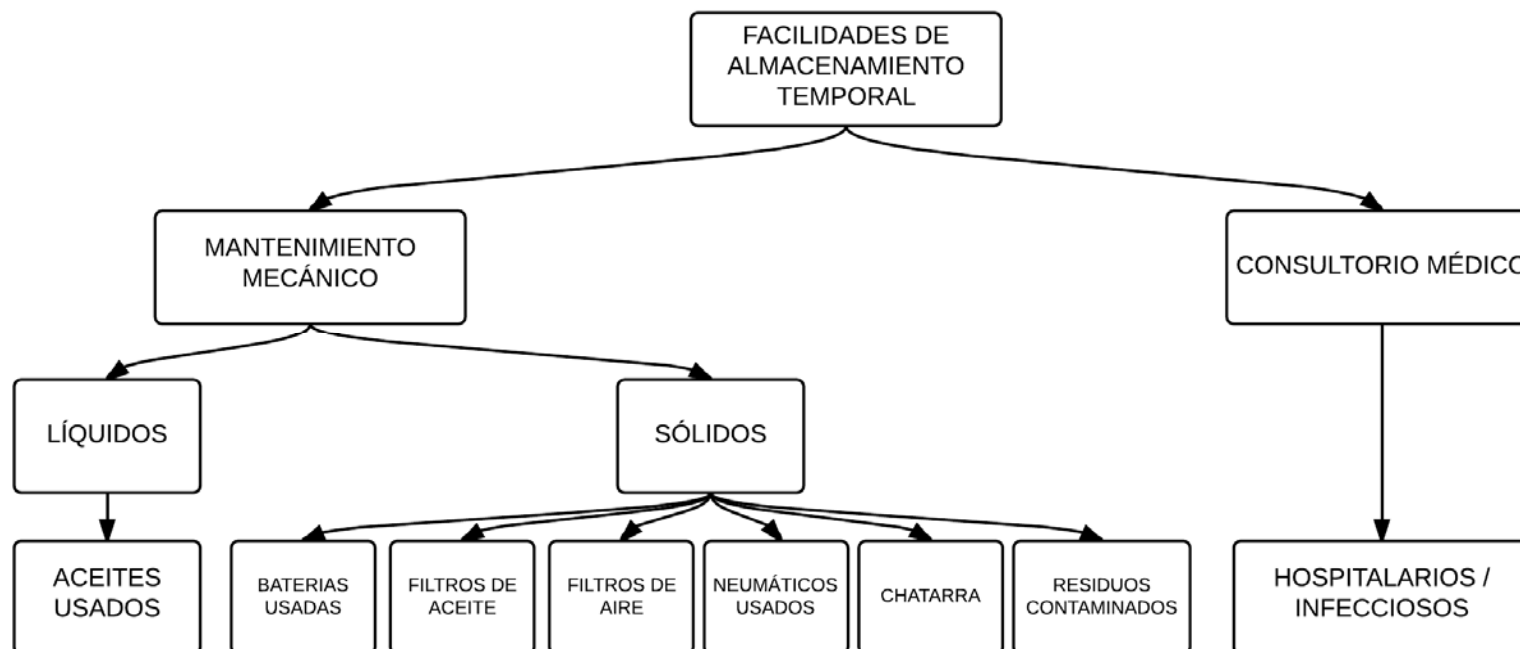
- h) Contar con sistemas de extinción contra incendios.
- i) Contar con un cierre perimetral que impida el libre acceso de personas y animales;

Para cumplir con los requerimientos de ley establecidos en Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos en Los Establecimientos de Salud de la República del Ecuador, las facilidades de almacenamiento temporal de residuos hospitalarios / infecciosos deberán cumplir con las siguientes características:

- a) Todas las áreas de almacenamiento temporal deberán tener buena iluminación y ventilación, pisos y paredes lisas, instalaciones de agua fría y caliente para llevar a cabo operaciones de limpieza diaria; un desagüe apropiado para un drenaje fluido. La puerta deberá permanecer cerrada bajo llave, para garantizar la protección e integridad de los recipientes y el acceso exclusivo del personal autorizado.
- b) Las áreas de almacenamiento temporal, contarán en su interior con recipientes para desechos infecciosos y especiales.
- c) Los contenedores para almacenamiento temporal, no podrán salir de su área, excepto el tiempo destinado a limpieza y desinfección.
- d) En el almacenamiento temporal se usarán recipientes que garanticen un volumen de 500 litros (MSP, 2010).



FIGURA N° 36. Áreas de almacenamiento para residuos industriales / peligrosos



En la Tabla N° 32, se representa las características de las distintas etapas de almacenamiento temporal. Para este modelo de gestión se ha considerado 3 etapas de almacenamiento temporal que son:



Almacenamiento de generación: Es el que se efectúa en el lugar de origen, y representa la primera etapa de un proceso secuencial de operaciones.

Almacenamiento intermedio: Es aquel que se lo realiza en pequeños centros de acopio temporales, distribuidos estratégicamente en los diferentes segmentos generadores.

Almacenamiento final: Es el acopio de todos los desechos de la institución, que permanecerán temporalmente en un lugar accesible sólo para el personal de la recolección, hasta que sean transportados hacia su disposición final (MSP, 2010).



TABLA N^o 32. Esquema de características del almacenamiento temporal

PROCESO	TIPO DE RESIDUO	RESIDUO	ALMACENAMIENTO DE GENERACIÓN			ALMACENAMIENTO INTERMEDIO			ALMACENAMIENTO FINAL		
			Tipo de almacenamiento	Tipo de contenedor	Bolsa	Tipo de almacenamiento	Tipo de estación	Tipo de contenedor	Tipo de almacenamiento	Tipo de facilidad	Tipo de contenedor
Mantenimiento mecánico	Residuo sólido común	Papel y cartón				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Plástico				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Vidrio				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Metal				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Residuo común				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
	Residuo industrial / peligroso	Baterías							Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	
		Filtros de aceite							Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Filtros de aire							Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	
		Neumáticos usados							Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	
		Aceites usados							Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico cúbico 3800 litros
		Chatarra							Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	
	Residuo contaminado				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta y superficie impermeabilizada	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros	
Bodegas y patios de almacenamiento	Residuo sólido común	Papel y cartón				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Plástico				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Vidrio				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Metal				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Residuo común				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Otros				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
	Residuo industrial / peligroso	Residuo contaminado				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta y superficie impermeabilizada	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
Despacho de combustibles	Residuo sólido común	Plástico				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
	Residuo industrial / peligroso	Residuo contaminado				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta y superficie impermeabilizada	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros



ECUADOR

UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
SEK

Áreas habitacionales	Residuo sólido común	Papel y cartón				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Plástico				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Residuo común	Tacho común	Plástico 30 litros	Bolsa negra / > a 0,035mm de espesor	Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Orgánicos				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
Áreas recreativas	Residuo sólido común	Plástico				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Residuo común				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Orgánicos				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
Servicios de alimentación	Residuo sólido común	Papel y cartón				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Plástico				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Vidrio				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Metal				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta	Matálico reutilizado 210 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Residuo común	Tacho común	Plástico 120 litros	Bolsa negra / > a 0,035mm de espesor				Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Plástico 120 litros
		Orgánicos	Tacho común	Plástico 120 litros					Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Plástico 120 litros
		Botellas plásticas PET					Estación de clasificación	Estructura con cubierta	Plástico reutilizado 1000 litros	Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque
Consultorio médico	Residuo sólido común	Papel y cartón				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta		Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Plástico				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta		Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Vidrio				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta		Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Metal				Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta		Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Residuo común	Tacho común	Plástico 30 litros	Bolsa negra / > a 0,035mm de espesor	Estación de clasificación	Estructura metálica con cubierta		Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
	Residuo hospitalario / infeccioso	Residuo cortopunzante	Guardian	Plástico 10 litros	Bolsa roja / > a 0,035mm de espesor				Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros
		Residuo hospitalario / infeccioso	Tacho común	Plástico 30 litros	Bolsa roja / > a 0,035mm de espesor				Facilidad de almac. temporal	Lozeta de concreto y pared de bloque	Matálico reutilizado 210 litros

Elaborado por: Sebastián Trujillo P.



Se ha establecido un diseño del área física de almacenamiento terciario temporal de acuerdo a las áreas individuales de almacenamiento por tipo de residuo. El área integral de almacenamiento de residuos sólidos comunes corresponde a 52,92 m². El área integral de almacenamiento de residuos sólidos peligrosos industriales corresponde a 82,87 m². El área integral de almacenamiento de residuos sólidos peligrosos infecciosos hospitalarios corresponde a 3,0 m². El detalle de cada área está representado en los planos constructivos del Anexo E.

Transporte y recolección

El material de residuo común o inorgánicos no aprovechables serán gestionados a través de la entidad encargada del mismo para el distrito en el que se encuentra el campamento. Los materiales inorgánicos aprovechables serán entregados a gestores ambientales acreditados por las entidades ambientales de control para procesos de reciclado. Los materiales orgánicos serán procesados al interno del campamento para producción de fertilizantes orgánicos como humus o lombrihumus. Los materiales orgánicos generados en cocina serán entregados a gestores ambientales acreditados por las entidades ambientales de control.

Aceites usados, filtros de aceite, filtros de aire, residuos contaminados y residuos hospitalarios infecciosos serán entregados al gestor ambiental acreditado por entidades de control para una disposición final tecnificada. Baterías usadas, neumáticos usados y chatarra serán entregados a gestores ambientales acreditados para procesos de reciclaje. La entrega se realizará siempre y cuando se disponga de un acuerdo con un gestor acreditado que reciba el material de residuos contra entrega de un certificado de recepción de los residuos.

A continuación, se establece un esquema de los tiempos de recolección que se mantendrán en cada una de las etapas de almacenamiento y quiénes serán los encargados de realizarla.



TABLA N° 33. Esquema de transporte y recolección

PROCESO	TIPO DE RESIDUO	RESIDUO	ALMACENAMIENTO PRIMARIO		ALMACENAMIENTO SECUNDARIO		ALMACENAMIENTO TERCARIO	
			Tiempo de recolección	Gestor / recolector	Tiempo de recolección	Gestor / recolector	Tiempo de recolección	Gestor / recolector
Mantenimiento mecánico	Residuo sólido común	Papel y cartón			3 días	Recolección interna	7 días	Gestor ambiental
		Plástico			3 días	Recolección interna	7 días	Gestor ambiental
		Vidrio			3 días	Recolección interna	15 días	Gestor ambiental
		Metal			3 días	Recolección interna	7 días	Gestor ambiental
		Residuo común			3 días	Recolección interna	3 días	Recolector local
	Residuo industrial / peligroso	Baterías					180 días	Gestor ambiental
		Filtros de aceite					30 días	Gestor ambiental
		Filtros de aire					30 días	Gestor ambiental
		Neumáticos usados					30 días	Gestor ambiental
		Aceites usados					30 días	Gestor ambiental
		Chatarra					90 días	Gestor ambiental
		Residuo contaminado			3 días	Recolección interna	30 días	Gestor ambiental
Bodegas y patios de almacenamiento	Residuo sólido común	Papel y cartón			3 días	Recolección interna	7 días	Gestor ambiental
		Plástico			3 días	Recolección interna	7 días	Gestor ambiental
		Vidrio			3 días	Recolección interna	15 días	Gestor ambiental
		Metal			3 días	Recolección interna	7 días	Gestor ambiental
		Residuo común			3 días	Recolección interna	3 días	Recolector local
		Otros			3 días	Recolección interna	15 días	Gestor ambiental
	Residuo industrial / peligroso	Residuo contaminado			3 días	Recolección interna	30 días	Gestor ambiental
Despacho de combustibles	Residuo sólido común	Plástico			3 días	Recolección interna	7 días	Gestor ambiental
	Residuo industrial / peligroso	Residuo contaminado			3 días	Recolección interna	30 días	Gestor ambiental



Áreas habitacionales	Residuo sólido común	Papel y cartón			3 días	Recolección interna	7 días	Gestor ambiental
		Plástico			3 días	Recolección interna	7 días	Gestor ambiental
		Residuo común	1 día	Recolección interna	3 días	Recolección interna	3 días	Recolector local
		Orgánicos			3 días	Recolección interna	1 día	Gestor ambiental
Áreas recreativas	Residuo sólido común	Plástico			3 días	Recolección interna	7 días	Gestor ambiental
		Residuo común			3 días	Recolección interna	3 días	Recolector local
		Orgánicos			3 días	Recolección interna	1 día	Gestor ambiental / Gestión local
Servicios de alimentación	Residuo sólido común	Papel y cartón			3 días	Recolección interna	7 días	Gestor ambiental
		Plástico			3 días	Recolección interna	7 días	Gestor ambiental
		Vidrio			3 días	Recolección interna	15 días	Gestor ambiental
		Metal			3 días	Recolección interna	7 días	Gestor ambiental
		Residuo común	1 día	Recolección interna			3 días	Recolector local
		Orgánicos	1 día	Recolección interna			1 día	Gestor ambiental / Gestión local
		Botellas plásticas PET			3 días	Recolección interna	7 días	Gestor ambiental
Consultorio médico	Residuo sólido común	Papel y cartón			3 días	Recolección interna	7 días	Gestor ambiental
		Plástico			3 días	Recolección interna	7 días	Gestor ambiental
		Vidrio			3 días	Recolección interna	15 días	Gestor ambiental
		Metal			3 días	Recolección interna	7 días	Gestor ambiental
		Residuo común	1 día	Recolección interna	3 días	Recolección interna	3 días	Recolector local
	Residuo hospitalario / infeccioso	Residuo cortopunzante	3 días	Recolección interna			90 días	Gestor ambiental
		Residuo hospitalario / infeccioso	3 días	Recolección interna			90 días	Gestor ambiental

Elaborado por: Sebastián Trujillo P.



Aprovechamiento y valorización

Se ha identificado que, de todos los componentes, existe un segmento que presenta características de aprovechabilidad según lo establecido en la TABLA N^o 33. En el esquema a continuación se representan aquellos que fueron identificados con esta característica, el promedio de generación mensual de cada residuo, su valor en el mercado y el valor esperado como ingreso en caso de comercialización de estos materiales.



TABLA N° 34. Esquema de aprovechamiento y valorización de los residuos

	ESPECIFICACIÓN DE RESIDUOS	APROVECHABILIDAD	CANTIDAD GENERADA / MES	VALOR DEL RESIDUO EN EL MERCADO	POSIBLE INGRESO	OBSERVACIONES
			Kg	\$/ Kg	\$	
Papel y cartón	Papel bond / documentos	Aprovechable	1051,02	0,10	105,10	Venta directa /retiro realizado por gestor ambiental previo la entrega de un certificado de recepción
	Papel periódico	Aprovechable				
	Cartones de embalaje	Aprovechable				
Plástico	Botellas plásticas	Aprovechable	650,73	0,70	455,51	Venta directa /retiro realizado por gestor ambiental previo la entrega de un certificado de recepción
	Bolsas plásticas	Aprovechable	847,61	0,20	169,52	Venta directa /retiro realizado por gestor ambiental previo la entrega de un certificado de recepción
	Plástico de embalaje	Aprovechable				
Vidrio	EPP en mal estado botellas de vidrio	Aprovechable	13,98	0,02	0,21	Venta directa /retiro realizado por gestor ambiental previo la entrega de un certificado de recepción
Metal	Latas de aluminio	Aprovechable	91,40	0,27	24,68	Venta directa /retiro realizado por gestor ambiental previo la entrega de un certificado de recepción
	Latones de aluminio	Aprovechable				
	Alambre galvanizado	Aprovechable				
Residuo peligroso	Chatarra menor	Aprovechable	286,77	0,27	77,43	Venta directa /retiro realizado por gestor ambiental previo la entrega de un certificado de recepción
	Escoria y restos de electrodos	Aprovechable				
	Baterías	Aprovechable	49,06	13,97	685,37	Venta directa /retiro realizado por gestor ambiental previo la entrega de un certificado de recepción
	Restos de vulcanización	Aprovechable	1847,60	0,50	923,80	Venta directa /retiro realizado por gestor ambiental previo la entrega de un certificado de recepción
				INGRESO PROMEDIO / MES	2441,62	



Para los materiales caracterizados como residuos orgánicos aprovechables, se ha considerado un tipo de aprovechamiento especial al interior de la operación de la compañía. Este material será utilizado para la producción de lombrihumus que a su vez será empleado en procesos internos de reproducción de plántulas y trasplante para actividades de revegetación.

La revegetación constituye un importante rubro ambiental en la gran mayoría de proyectos constructivos en los que participa la empresa por lo que se considera que el subproducto generado del procesamiento de los residuos será de gran utilidad.

Este proceso ha sido establecido en base a la cantidad máxima mensual de materiales orgánicos generadas en un campamento.

El proceso de producción de lombrihumus está compuesto por 4 periodos que conforman un ciclo de producción.

Estos periodos inician con la producción o preparación del material de residuo orgánico en compost con un tiempo de duración de 4 semanas aproximadamente, dependiendo de características climáticas de la zona.

Para obtener un material con descomposición homogénea, las camas de compostaje estarán compuestas del residuo producido en una semana solamente. Posterior a este tiempo se deberá iniciar un nuevo proceso de compostaje.

Una vez transcurridas las 4 semanas, el material estará listo para el llenado de lechos o lombricarios. Una vez llenados los lechos se procederá con la inoculación de lombrices para que inicie el proceso de humificación.

La producción de materia orgánica de residuo del mes siguiente servirá para la realimentación de los lechos durante un tiempo de 6 meses.

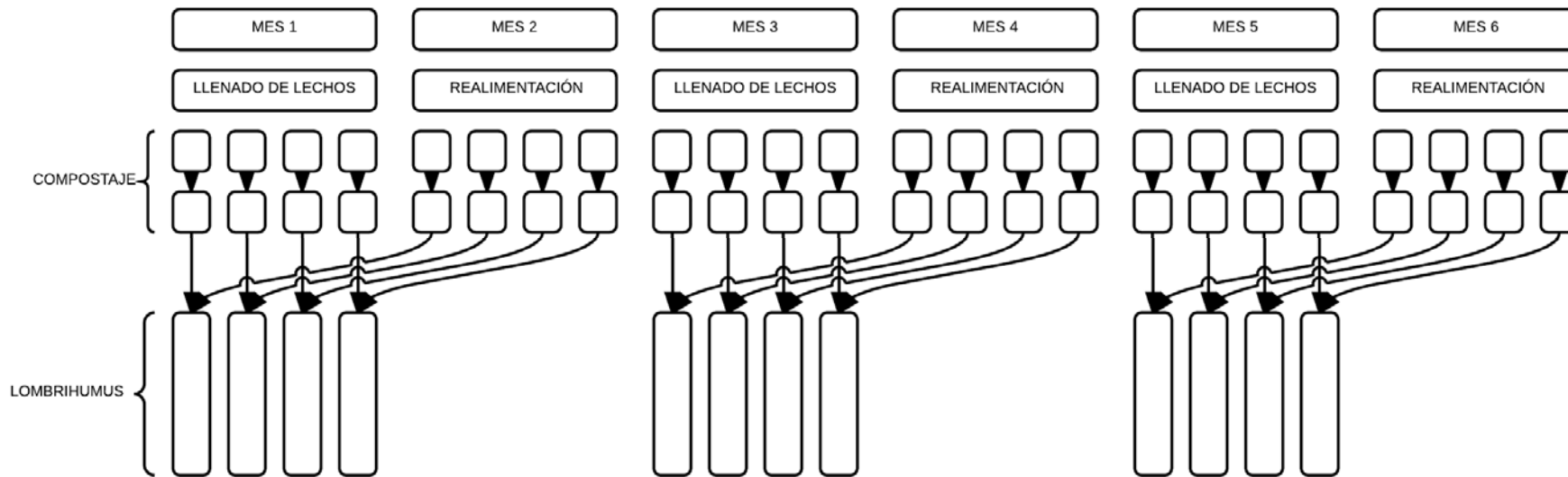


Los periodos del ciclo, que tendrán una duración de 2 meses, deberán repetirse en 3 ocasiones durante un periodo de 6 meses; tiempo en el cual el material procesado en la etapa primera esté listo para la cosecha y se pueda rellenar nuevamente los correspondientes lombricarios.

En la figura siguiente se representa el ciclo de producción de lombrihumus en un semestre.



FIGURA N° 37. Esquema del ciclo de producción de lombrihumus



En conversación personal con la Ing. Adriana Racines (2015), especialista en producción de abonos orgánicos, catedrática de la facultad de ciencias agropecuarias de la Escuela Superior Politécnica del Ejército E.S.P.E, se determinó el proceso de tratamiento de residuos orgánicos. El cálculo de la producción mensual de materia orgánica se ha obtenido de los datos registrados en la caracterización de campo, considerando como valor de cálculo el mayor valor diario registrado durante las jornadas de análisis, multiplicado por 30 días para cubrir posibles repuntes de producción no planificados.



Para este cálculo se tomó en cuenta la producción de lavaza orgánica, restos de alimentos y maderas y restos de plantas. Los valores se expresan en la tabla de cálculo a continuación.

TABLA N° 35. Cuadro de cálculo de producción de materia orgánica para compostaje

Residuo generado				Material para texturizar		Material para compostaje		
Caracterización	Especificación	Textura	kg / mes	Especificación	kg / mes	kg / mes	kg / L	m3 / mes
Madera y resto de plantas	Restos de podas y jardinería	Material fibroso	963,98			963,98	0,07	13,77
Restos de alimentos	Restos de productos primarios y procesados	Material save	1831,72			1831,72	0,07	26,17
Lavazas orgánicas	Restos semisólidos generados en cocina	Material semisólido	14733,00	Aserrín, viruta, pepel picado o paja	7366,50	22099,50	0,41	53,90
TOTAL DE RESIDUO PARA COMPOSTAJE						24895,20	0,31	80,31

A continuación, se realizó el cálculo de las camas para compostaje del material que se requerirían para un periodo de producción. El cálculo es representado en el recuadro a continuación.

TABLA N° 36. Cuadro de cálculo de camas para compostaje

COMPOSTAJE								
Material para compostaje		Cama de compostaje						
		l	a	h	Volumen	# camas/semana	Cosecha de compost	# camas / mes
kg/semana	m3/semana	m	m	m	m3/cama		semanas	
6223,80	20,08	6,00	3,00	0,50	9,00	2	4	8

Debido a que los periodos de producción se repetirán en 3 ocasiones en un ciclo de 6 meses, el total de camas para mantener el ciclo de producción será de 24.

Inmediatamente se realizó el cálculo de los lechos para el proceso de lombrihumus. El cálculo para determinar el número de lechos por periodo de producción es representado en el recuadro a continuación.



TABLA N° 37. Cuadro de cálculo de camas para lombricultura

LLENADO DE LECHOS								
Material para humificación			Lechos					
			l	a	h	Volumen	# lechos/semana	# lechos/mes
kg/semana	kg/L	m3/semana	m	m	m	m3/cama		
2489,52	0,40	6,22	20,00	1,00	0,35	7,00	1	4

En conversación personal con la Ing. Adriana Racines, se determinó la pérdida de aproximadamente el 60% del peso del material de residuo orgánico una vez que ha pasado por el proceso de compostaje; con este dato se realizó el cálculo de los lechos para un periodo de producción. Considerando que 4 lechos serán llenados y realimentados con el producto del compostaje de material de residuo generado en el periodo de 2 meses, se multiplicará por 3 periodos dentro del ciclo de 6 meses, lo cual nos dará un total de 12 camas para cubrir todo el ciclo de producción.

En el siguiente cuadro se indica la cantidad de material necesaria para el proceso de realimentación de los lechos.

TABLA N° 38. Cantidad de material para realimentación de lechos

REALIMENTACIÓN				
Material para compostaje / Reserva para realimentación durante 6 meses			Cama de compostaje	
			# camas/semana	# camas / mes
kg/semana	kg/mes	Especificación		
2489,52	9958,08	Material para compostaje de 1 mes de generación de residuos	2	8

En las tablas a continuación, se determina el área necesaria dentro del campamento para la ejecución de los procesos de compostaje y lombrihumus.



TABLA N° 39. Área para compostaje

Camas				Caminos entre camas				Caminos entre "parcelas"				ÁREA TOTAL COMPOSTAJE
#	l	a	área	#	l	a	área	#	l	a	área	
	m	m	m2		m	m	m2		m	m	m2	m2
8,00	6,00	3,00	144,00	6,00	6,00	1,20	43,20	1,00	15,60	1,20	18,72	205,92

TABLA N° 40. Área para lombrihumus

Lechos				Caminos entre lechos				ÁREA TOTAL LOMBRIHUMUS
#	l	a	área	#	l	a	área	
	m	m	m2		m	m	m2	m2
12,00	20,00	1,00	240,00	11,00	20,00	0,60	132,00	372,00

En definitiva, el área total que se requerirá para la implementación de un proceso de producción de lombrihumus será de 578 m² de superficie.

La producción esperada de este tipo de tratamiento de residuo corresponde a 120 sacos de lombrihumus por lecho a partir de los primeros 6 meses de iniciado el proceso con la cosecha de la primer periodo de producción. A partir de este punto, se tendrán cosechas cada 2 meses.

La producción de lombrihumus de 4 lechos, que corresponde a cada periodo de producción, corresponderá 480 sacos bimensuales. En el Anexo F se representan los 4 lechos de lombricultura gráficamente.

TABLA N° 41. Producción y valorización de lombrihumus

PRODUCCIÓN Y VALORIZACIÓN					
# lechos/periodo	# sacos/lecho	# sacos/periodo	Costo / saco	Monto generado /	Monto generado/ mes
			\$	\$	\$
4	120,00	480,00	6,50	3120,00	1560,00

El valor monetario indicado en el recuadro anterior, es netamente representativo ya que se ha contemplado que este material sea reutilizado en programas de reproducción de plantas



ECUADOR
UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
SEK

para revegetación de las áreas intervenidas por proyectos constructivos emprendidos por la empresa.

No obstante de esto, si se complementa la tabla de valorización de los residuos recuperados con el valor generado por el material orgánico, este se representaría de la siguiente manera.



TABLA N° 42. Esquema de aprovechamiento y valorización de los residuos (integral)

	ESPECIFICACIÓN DE RESIDUOS	APROVECHABILIDAD	CANTIDAD GENERADA / MES	VALOR DEL RESIDUO EN EL MERCADO	POSIBLE INGRESO	OBSERVACIONES
			Kg	\$ / Kg	\$	
Papel y cartón	Papel bond / documentos	Aprovechable	1051,02	0,10	105,10	Venta directa /retiro realizado por gestor ambiental previo la entrega de un certificado de recepción
	Papel periódico	Aprovechable				
	Cartones de embalaje	Aprovechable				
Plástico	Botellas plásticas	Aprovechable	650,73	0,70	455,51	Venta directa /retiro realizado por gestor ambiental previo la entrega de un certificado de recepción
	Bolsas plásticas	Aprovechable	847,61	0,20	169,52	Venta directa /retiro realizado por gestor ambiental previo la entrega de un certificado de recepción
	Plástico de embalaje	Aprovechable				
	EPP en mal estado	Aprovechable				
Vidrio	botellas de vidrio	Aprovechable	13,98	0,02	0,21	Venta directa /retiro realizado por gestor ambiental previo la entrega de un certificado de recepción
Metal	Latas de aluminio	Aprovechable	91,40	0,27	24,68	Venta directa /retiro realizado por gestor ambiental previo la entrega de un certificado de recepción
	Latones de aluminio	Aprovechable				
	Alambre galvanizado	Aprovechable				
Madera y resto de plantas	Restos de podas y jardinería	Aprovechable	167,70	El material es transformado a humus de lombriz para valorización	1057,34	Se contempla la utilización de este material para la producción interna de humus de lombriz
Restos de alimentos	Restos de productos primarios	Aprovechable	891,48			Se contempla la utilización de este material para la producción interna de humus de lombriz
	Restos de alimentos procesados	Aprovechable				Se contempla la utilización de este material para la producción interna de humus de lombriz
Lavazas orgánicas	Restos semisólidos generados en cocina	Aprovechable	10821,50			Se contempla la utilización de este material para la producción interna de humus de lombriz
Residuo peligroso	Chatarra menor	Aprovechable	286,77	0,27	77,43	Venta directa /retiro realizado por gestor ambiental previo la entrega de un certificado de recepción
	Escoria y restos de electrodos	Aprovechable				
	Baterías	Aprovechable	49,06	13,97	685,37	Venta directa /retiro realizado por gestor ambiental previo la entrega de un certificado de recepción
	Restos de vulcanización	Aprovechable	1847,60	0,50	923,80	Venta directa /retiro realizado por gestor ambiental previo la entrega de un certificado de recepción
INGRESO PROMEDIO / MES					3498,96	



Tratamiento y disposición final

Se deberá asegurar que la entrega de cada uno de los residuos caracterizados tenga un registro de recepción por parte del gestor ambiental. Se verificará que el gestor que recibe el material sea certificado como gestor en la base de datos del Ministerio de Ambiente del Ecuador. Se deberá mantener la documentación que certifique la legalidad de los gestores ambientales y esta información deberá ser actualizada anualmente en la operación del campamento.

En la planificación de recolección y transporte de los residuos caracterizados, se ha considerado a gestores certificados que garanticen una disposición final tecnificada y apegada a los requerimientos legales establecidos. En el recuadro a continuación se establece el tipo de gestor y la disposición final que deberán tener los distintos tipos de residuos identificados.



TABLA N° 43. Esquema de tratamiento y disposición final

	ESPECIFICACIÓN DE RESIDUOS	DISPOSICIÓN FINAL	GESTOR
Papel y cartón	Papel bond / documentos	RECICLAJE	AMBIENTAL CALIFICADO
	Papel periódico	RECICLAJE	AMBIENTAL CALIFICADO
	Cartones de embalaje	RECICLAJE	AMBIENTAL CALIFICADO
Plástico	Botellas plásticas	RECICLAJE	AMBIENTAL CALIFICADO
	Bolsas plásticas	RECICLAJE	AMBIENTAL CALIFICADO
	Plástico de embalaje	RECICLAJE	AMBIENTAL CALIFICADO
	Recipientes plásticos	RECICLAJE	AMBIENTAL CALIFICADO
	EPP en mal estado	RECICLAJE	AMBIENTAL CALIFICADO
Vidrio	botellas de vidrio	RECICLAJE	AMBIENTAL CALIFICADO
Metal	Latas de aluminio	RECICLAJE	AMBIENTAL CALIFICADO
	Latones de aluminio	RECICLAJE	AMBIENTAL CALIFICADO
	Alambre galvanizado	RECICLAJE	AMBIENTAL CALIFICADO
Madera y resto de plantas	Restos de podas y jardinería	HUMIFICACIÓN	PROCESO INTERNO
	Restos de herramientas y utensilios	TRITURACIÓN	AMBIENTAL CALIFICADO
	Montantes, material de enconfrado, madera utilitaria, etc.	TRITURACIÓN	AMBIENTAL CALIFICADO
Restos de alimentos	Restos de productos primarios	HUMIFICACIÓN	PROCESO INTERNO
	Restos de alimentos procesados	HUMIFICACIÓN	PROCESO INTERNO
Lavazas orgánicas	Restos semisólidos generados en cocina	HUMIFICACIÓN	PROCESO INTERNO
Residuo común	Icopor	RELLENO SANITARIO	RECOLECTOR LOCAL
	Residuo recogido en baños	RELLENO SANITARIO	RECOLECTOR LOCAL
	Papel encerado	RELLENO SANITARIO	RECOLECTOR LOCAL
	Residuos contaminados con sustancias no peligrosas	RELLENO SANITARIO	RECOLECTOR LOCAL
	Bolsas de snacks y otros productos procesados	RELLENO SANITARIO	RECOLECTOR LOCAL
Otros (cueros, telas, cauchos, etc.)	Restos de ropa y EPP en mal estado	INCINERACIÓN	AMBIENTAL CALIFICADO
Residuo peligroso	Chatarra menor	RECICLAJE	AMBIENTAL CALIFICADO
	Escoria y restos de electrodos	RECICLAJE	AMBIENTAL CALIFICADO
	Baterías	RECICLAJE	AMBIENTAL CALIFICADO
	Filtros de aceite y aire	INCINERACIÓN	AMBIENTAL CALIFICADO
	Aceite usado	INCINERACIÓN	AMBIENTAL CALIFICADO
	Restos de vulcanización	RECICLAJE	AMBIENTAL CALIFICADO
	Residuos contaminados con hidrocarburos y otros químicos	INCINERACIÓN	AMBIENTAL CALIFICADO
	Residuos hospitalarios e infecciosos	INCINERACIÓN	AMBIENTAL CALIFICADO

4.2.2.2. Residuos líquidos

4.2.2.2.1. Análisis estadístico

Parámetros monitoreados *in situ*

En los recuadros y gráficos a continuación, se puede observar el comportamiento de cada uno de los parámetros analizados *in situ* a lo largo 24 horas con un temporalidad entre análisis de 4 horas. De cada uno de los parámetros analizados en la horas determinadas, se

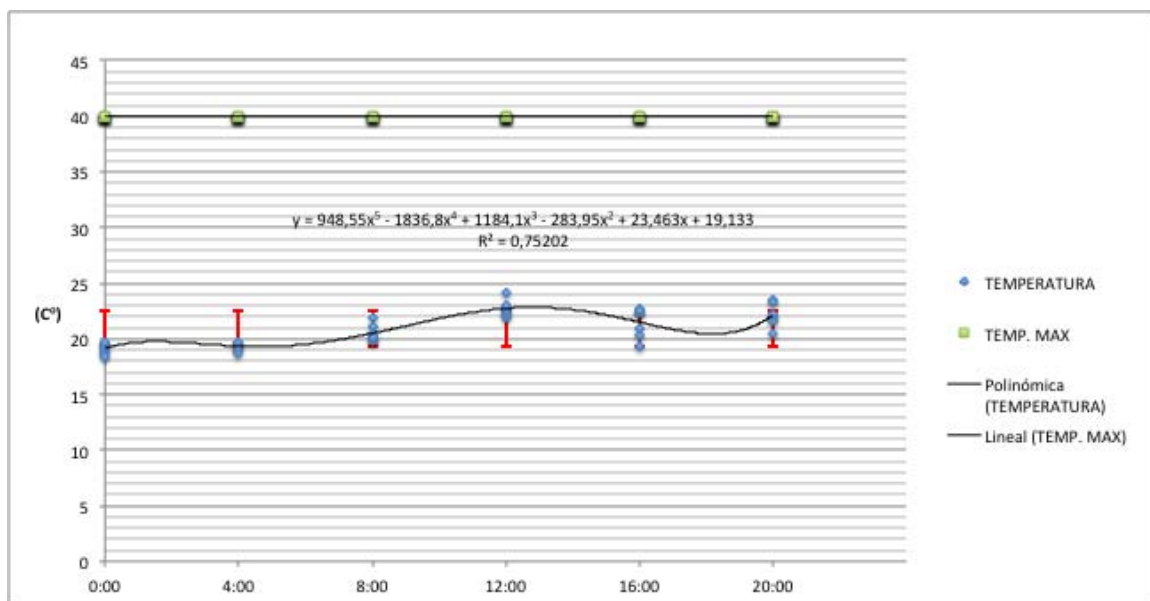


realizó el análisis de estadística descriptiva básica correspondiente a promedio, desviación estándar (misma que se representa gráficamente en color rojo) y varianza.

TABLA N^o 44. Monitoreo de Temperatura

HORA	TEMPERATURA (°C)							ESTADÍSTICA BÁSICA		
	22/09/2014	23/09/2014	24/09/2014	25/09/2014	26/09/2014	27/09/2014	28/09/2014	PROMEDIO	DESV. ESTANDAR	VARIANZA
0:00	18,70	18,90	19,70	19,40	18,40	19,13	19,70	19,13	0,46	0,21
4:00	19,60	19,10	19,50	19,70	18,70	19,60	19,20	19,34	0,33	0,11
8:00	21,10	21,90	19,80	20,40	19,90	20,20	20,10	20,49	0,70	0,49
12:00	22,40	21,90	22,20	22,80	22,60	24,20	23,00	22,73	0,69	0,48
16:00	19,40	20,30	22,30	21,00	22,30	22,70	22,50	21,50	1,18	1,40
20:00	23,50	21,90	21,50	22,00	22,20	23,30	20,50	22,13	0,95	0,91

FIGURA N^o 38. Temperatura T° (°C). Distribución y desviación estándar



El análisis *in situ* de este parámetro nos indica un incremento de temperatura gradual desde el inicio de la jornada de 24 horas, misma que llega a un punto máximo en horas del medio día, esta variación podría estar relacionada a las actividades de limpieza y cocción de alimentos que se desarrollan en el área de cocina. A partir de esta hora la temperatura presenta un descenso importante y luego un nuevo incremento relacionado con el uso masivo de duchas y baños ante el retorno de los trabajadores a áreas habitacionales.

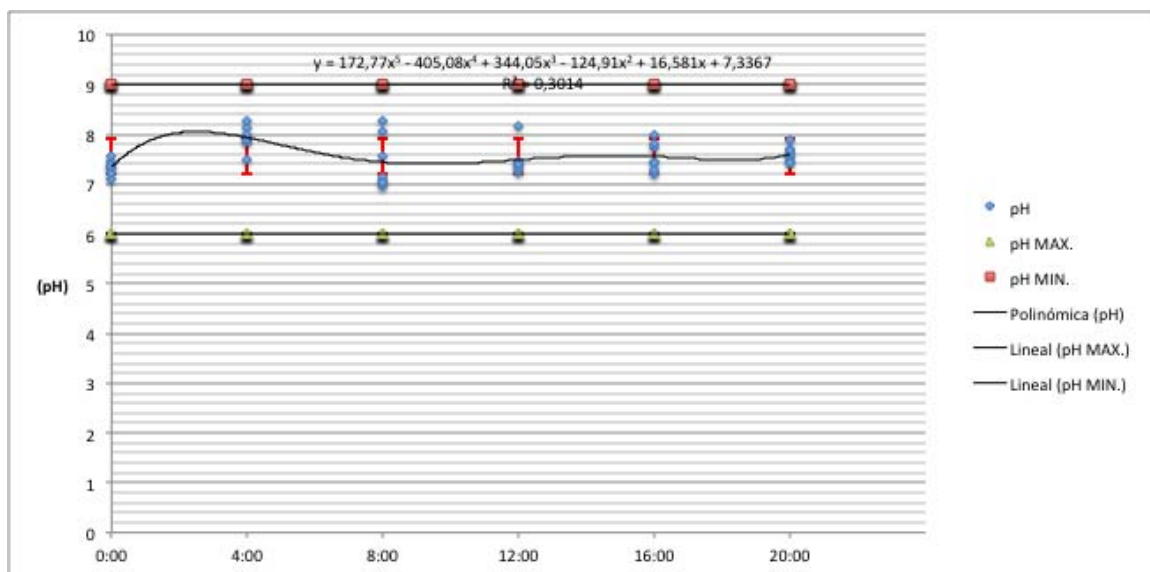


Se observa que ninguna lectura supera el límite permitido para descarga a sistemas de alcantarillado público; dato disponible en Acuerdo Ministerial 061 que reforma el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA), en los capítulos correspondientes a la calidad ambiental, Libro VI, Anexo I, Tabla 9

TABLA N° 45. Monitoreo de pH

HORA	pH							ESTADÍSTICA BÁSICA		
	FECHA							PROMEDIO	DESV. ESTANDAR	VARIANZA
0:00	22/09/2014	23/09/2014	24/09/2014	25/09/2014	26/09/2014	27/09/2014	28/09/2014	7,34	0,15	0,02
4:00	7,47	7,57	7,32	7,37	7,09	7,34	7,20	7,93	0,23	0,05
8:00	8,12	7,85	7,95	7,48	8,25	7,88	8,00	7,44	0,49	0,24
12:00	8,06	7,57	6,96	7,06	7,14	7,02	8,25	7,49	0,28	0,08
16:00	7,44	7,44	8,15	7,25	7,45	7,30	7,38	7,55	0,27	0,07
20:00	8,00	7,72	7,47	7,40	7,21	7,79	7,27	7,60	0,15	0,02
20:00	7,86	7,51	7,71	7,46	7,40	7,58	7,65			

FIGURA N° 39. pH. Distribución y desviación estándar



El análisis *in situ* de este parámetro nos muestra un pico a las 04:00 relacionado con un incremento en la salinidad del residuo debido al uso masivo de servicios higiénicos y lavatorios por parte del personal, antes de salir a su jornada de trabajo. Este parámetro mantiene una relativa estabilidad a lo largo del resto del día y un ligero repunte a las 20:00



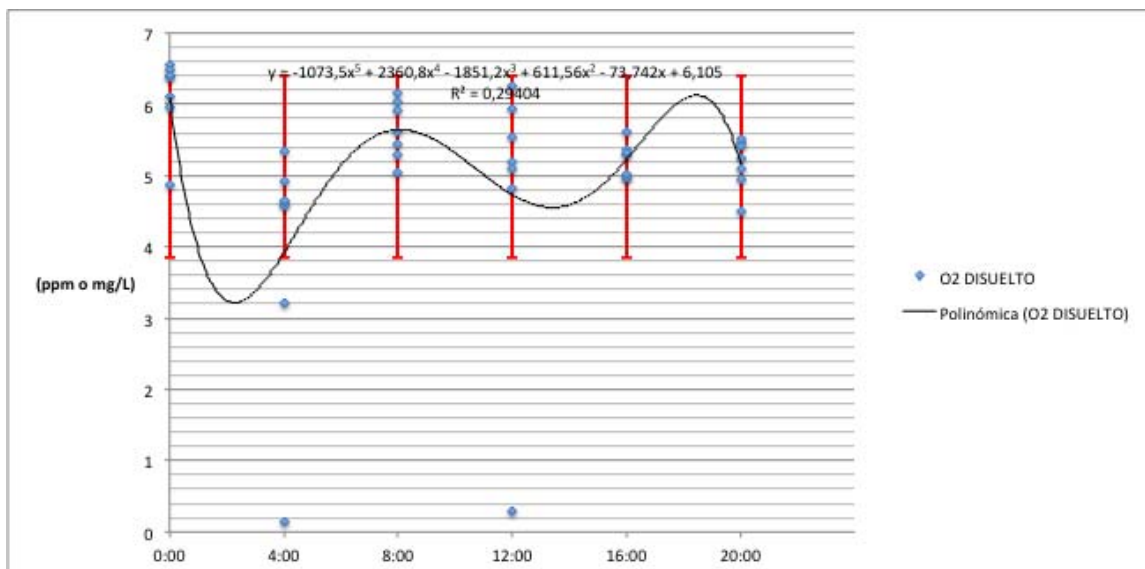
cuando se incrementa nuevamente el uso de servicios higiénicos antes del descanso de los trabajadores.

Se observa que ninguna lectura se encontró fuera del rango de mínimos y máximos de pH permitido, de acuerdo al dato disponible en Acuerdo Ministerial 061 que reforma el TULSMA, en los capítulos correspondientes a la calidad ambiental, Libro VI, Anexo I, Tabla 9.

TABLA N° 46. Monitoreo de oxígeno disuelto

HORA	O2 DISUELTO (ppm)							ESTADÍSTICA BÁSICA		
	FECHA							PROMEDIO	DESV. ESTANDAR	VARIANZA
	22/09/2014	23/09/2014	24/09/2014	25/09/2014	26/09/2014	27/09/2014	28/09/2014			
0:00	6,55	6,47	6,37	6,41	4,87	6,11	5,96	6,11	0,54	0,29
4:00	5,33	4,91	4,57	4,62	4,65	0,13	3,20	3,92	1,66	2,76
8:00	5,62	5,29	6,03	5,44	5,04	5,90	6,17	5,64	0,38	0,15
12:00	0,29	5,54	5,94	4,82	6,25	5,18	5,10	4,73	1,87	3,50
16:00	4,97	4,98	5,02	5,61	5,30	5,36	5,31	5,22	0,22	0,05
20:00	5,10	4,95	5,47	4,49	5,23	5,41	5,52	5,17	0,34	0,11

FIGURA N° 40. Oxígeno disuelto O₂ (ppm o mg/L). Distribución y desviación estándar



El oxígeno disuelto no es un parámetro de diseño, debido a que no corresponde a un parámetro de control en el Acuerdo Ministerial 061. No se realiza la contraposición de los



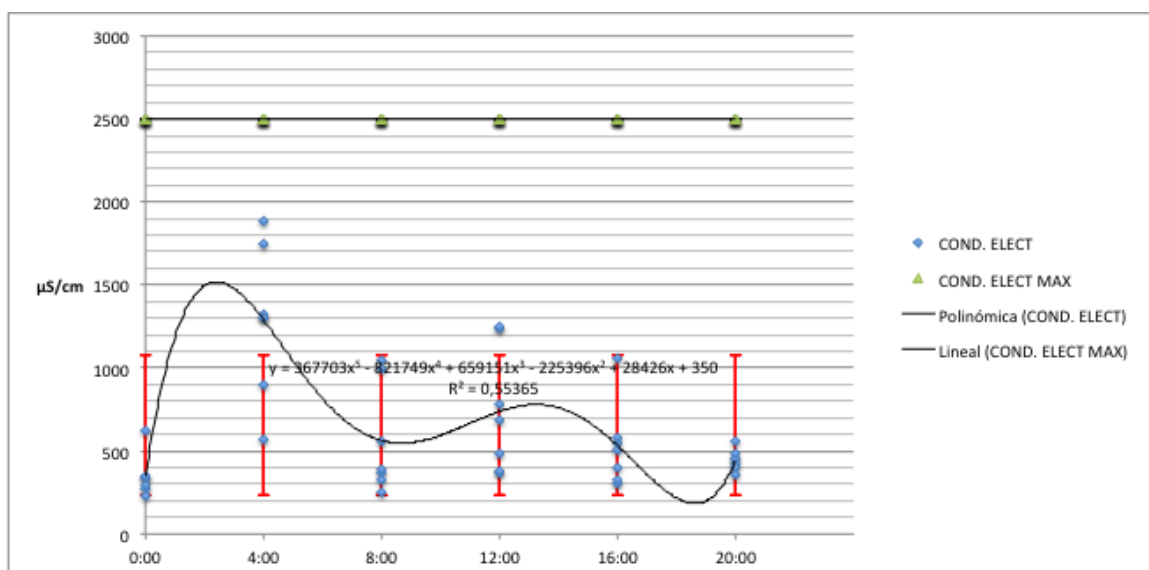
resultados obtenidos del análisis in situ con los datos presentados en la tabla 9, ya que la descarga se realiza al alcantarillado público al igual que en el resto de campamentos de la empresa. No obstante se realiza un breve análisis referencial.

En este parámetro medido in situ se evidencia la disminución drástica del oxígeno disuelto a las 04:00. Se puede relacionar esta medida con el uso de servicios higiénicos de forma masiva, debido a que a esta hora se concentra el uso y la descarga líquida y sólida en inodoros.

TABLA N^o 47. Monitoreo de Conductividad eléctrica

HORA	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (μS/cm)							ESTADÍSTICA BÁSICA		
	22/09/2014	23/09/2014	24/09/2014	25/09/2014	26/09/2014	27/09/2014	28/09/2014	PROMEDIO	DESV. ESTANDAR	VARIANZA
0:00	267,00	336,00	230,00	349,00	622,00	350,00	296,00	350,00	118,55	14055,14
4:00	1306,00	1326,00	1305,00	571,00	1749,00	1887,00	897,00	1291,57	420,93	177179,96
8:00	997,00	554,00	372,00	330,00	385,00	256,00	1044,00	562,57	301,54	90928,53
12:00	1234,00	369,00	1249,00	782,00	480,00	379,00	683,00	739,43	347,17	120527,10
16:00	1054,00	551,00	404,00	501,00	301,00	575,00	323,00	529,86	235,75	55578,41
20:00	422,00	401,00	451,00	456,00	482,00	360,00	559,00	447,29	58,77	3453,63

FIGURA N^o 41. Conductividad eléctrica (μS/cm). Distribución y desviación estándar





El análisis *in situ* de este parámetro nos muestra un pico a las 04:00, también relacionado con un incremento en la salinidad del residuo debido al uso masivo de servicios higiénicos y lavatorios por parte del personal, antes de salir a su jornada de trabajo.

Este no es un parámetro de control según el Acuerdo Ministerial 061; sin embargo lo es en el Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas del Ecuador (RAOHE 1215), Anexo 2, Tabla 4, Literal (a). Debido a las actividades mantenimiento mecánico y descarga, almacenamiento y despacho de combustible, es necesario realizar la comparación de los resultados del análisis *in situ* y los máximos permitidos por este instrumento legal. En esta comparación no se registra ninguna lectura mayor al límite permitido para descarga (Ministerio de Energía y Minas del Ecuador, 2001)

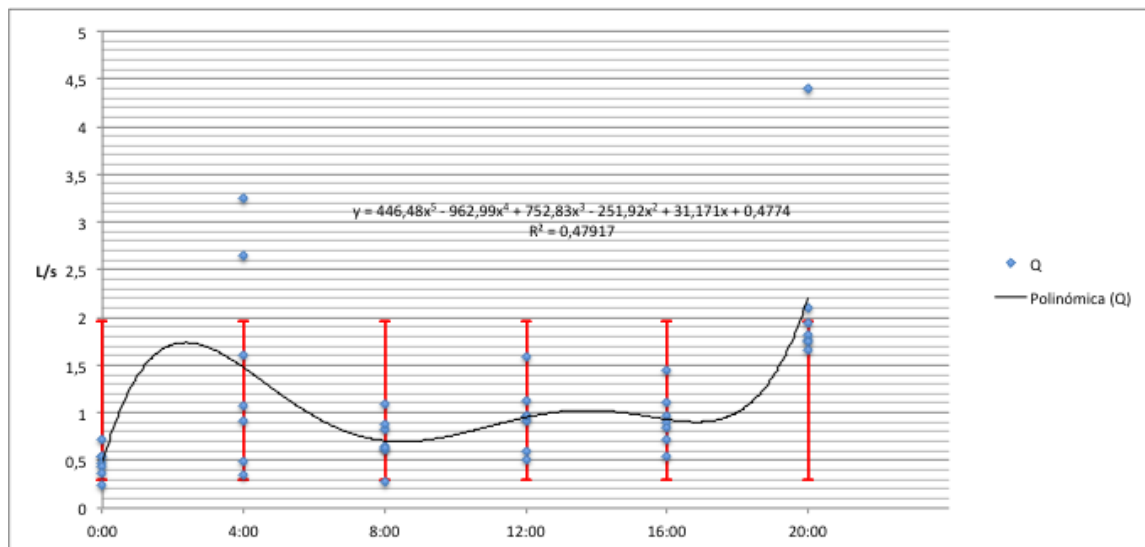
De este análisis, se puede resolver que ninguno de los parámetros estudiados requiere de gestión o tratamiento específico.

TABLA N° 48. Monitoreo de Caudal

HORA	FECHA								ESTADÍSTICA BÁSICA		
	22/09/2014	23/09/2014	24/09/2014	25/09/2014	26/09/2014	27/09/2014	28/09/2014	PROMEDIO	DESV. ESTANDAR	VARIANZA	
0:00	0,55	0,73	0,47	0,43	0,25	0,36	0,55	0,48	0,14	0,02	
4:00	3,24	2,65	1,60	1,08	0,34	0,49	0,92	1,47	1,02	1,03	
8:00	0,82	0,64	0,87	0,28	0,61	1,10	0,63	0,71	0,24	0,06	
12:00	0,51	0,60	1,12	0,92	0,97	0,97	1,58	0,95	0,33	0,11	
16:00	0,54	0,73	0,89	0,97	1,44	1,11	0,83	0,93	0,27	0,07	
20:00	4,40	1,75	1,94	1,65	1,82	2,10	1,74	2,20	0,91	0,82	



FIGURA N° 42. Caudal (L/s). Distribución y desviación estándar



El análisis *in situ* de este parámetro refleja picos de uso de agua a las 04:00 y 20:00, también relacionado al uso masivo de servicios higiénicos y lavatorios por parte del personal, antes de salir y después de regresar de su jornada de trabajo.

En este caso, el caudal de diseño a ser considerado corresponde a la mayor lectura registrada, 4,40 L/s multiplicado por un factor de un 10%, para asegurar la capacidad de funcionamiento del sistema en caso de incremento inesperado del caudal (de acuerdo a sugerencia del lector especialista).

Parámetros estudiados en laboratorio

En los recuadros subsiguientes, se observan las características químicas y biológicas de las descargas para cada día, análisis que correspondía a cada muestra compuesta diaria estudiada. Para estos datos, se realizó también el análisis de estadística descriptiva básica correspondiente a promedio, desviación estándar y varianza.



TABLA N° 49. Datos de laboratorio y estadística descriptiva básica

			FECHA						ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA BÁSICA			
			22/09/2014	23/09/2014	24/09/2014	25/09/2014	26/09/2014	27/09/2014	28/09/2014	PROMEDIO	DESV. ESTÁNDAR	VARIANZA
Parámetro	Aceites y grasas	ppm	14,00	18,40	10,80	15,00	18,20	24,80	54,20	22,20	13,68	187,18
	Cianuros	ppm	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,00
	Cobre	ppm	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
	Cromo total	ppm	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04		
	DBO5	ppm	197,00	235,00	204,00	191,00	159,00	346,00	275,00	229,57	58,35	3404,53
	DQO	ppm	525,00	641,00	584,00	559,00	452,00	993,00	815,00	652,71	174,18	30338,49
	Detergentes	ppm	0,61	0,19	0,27	0,23	0,71	0,26	0,34	0,37	0,19	0,04
	Fenoles	ppm	0,04	<0,013	0,07	0,04	0,05	0,11	0,20	0,09	0,06	0,00
	Fósforo Total	ppm	6,70	10,80	1,40	6,00	6,10	5,20	8,70	6,41	2,71	7,35
	Hierro	ppm	0,76	1,33	0,76	0,92	0,62	1,54	0,98	0,99	0,31	0,10
	Niquel	ppm	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16		
	Nitritos	ppm	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
	Nitrógeno total	ppm	43,00	52,00	53,00	53,00	49,00	62,00	72,00	54,86	8,74	76,41
	Plomo	ppm	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09		
	Sólidos sedimentables	ppm	1,90	1,90	1,90	3,20	1,90	1,90	1,90	2,09	0,45	0,21
	Sólidos suspendidos	ppm	230,00	325,00	320,00	280,00	173,00	415,00	530,00	324,71	109,74	12043,35
	Sólidos totales	ppm	546,00	658,00	657,00	453,00	442,00	585,00	742,00	583,29	103,19	10647,92
	TPH	ppm	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,00	<0,5	2,00	0,00	0,00
Zinc	ppm	0,41	0,58	0,53	0,47	0,31	0,55	0,72	0,51	0,12	0,01	
Coliformes fecales	ufc/ml	37000,00	630,00	25000,00	1300,00	5000,00	4000,00	83000,00	22275,71	27909,64	778947824,49	



En el recuadro a continuación, se puede observar el contraste entre los resultados de cada uno de los parámetros analizados en laboratorio de las muestras compuestas diarias y los máximos permisibles establecidos en TULSMA, Libro VI, Anexo I, Tabla 9.

TABLA N^o 50. Contraste – Análisis de laboratorio vs. TULSMA, Libro VI, Anexo I, Tabla

9

			ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA BÁSICA			REFERENCIA TULSMA. Tabla 11
			PROMEDIO	DESV. ESTÁNDAR	VARIANZA	Alcantarillado
Parámetro	Aceites y grasas	ppm	22,20	13,68	187,18	70,00
	Cianuros	ppm	0,02	0,01	0,00	1,00
	Cobre	ppm	<0,05			1,00
	Cromo total	ppm	<0,04			0,50
	DBO5	ppm	229,57	58,35	3404,53	250,00
	DQO	ppm	652,71	174,18	30338,49	500,00
	Detergentes	ppm	0,37	0,19	0,04	2,00
	Fenoles	ppm	0,09	0,06	0,00	0,20
	Fósforo Total	ppm	6,41	2,71	7,35	15,00
	Hierro	ppm	0,99	0,31	0,10	25,00
	Niquel	ppm	<0,16			2,00
	Nitritos	ppm	0,01	0,00	0,00	
	Nitrógeno total	ppm	54,86	8,74	76,41	60,00
	Plomo	ppm	<0,09			0,50
	Sólidos sedimentables	ppm	2,09	0,45	0,21	20,00
	Sólidos suspendidos	ppm	324,71	109,74	12043,35	220,00
	Sólidos totales	ppm	583,29	103,19	10647,92	1600,00
	TPH	ppm	2,00	0,00	0,00	20,00
Zinc	ppm	0,51	0,12	0,01	10,00	
Coliformes fecales	ufc/ml	22275,71	27909,64	778947824,49		

Claramente se diferencia 2 parámetros que registran cierto índice de contaminación. Sobre los 2 parámetros identificados se concentrará el diseño del sistema de tratamiento del efluente contaminado del campamento en cuestión.

DQO: Se debe considerar que el factor de contaminación de este parámetro es bajo, por lo cual se estima que un proceso simple de desengrasado ubicado en cada uno de los procesos donde se identifique el aporte de grasas y aceites al efluente final y un proceso de sedimentación disminuirá la carga contaminante a un nivel inferior a los máximos reglamentarios (Romero, 2004).



SÓLIDOS SUSPENDIDOS: El factor de contaminación de este parámetro es bajo de igual manera, sin embargo el proceso de tratamiento sugerido en la literatura es operativamente aplicable en un campamento habitacional. Este proceso de tratamiento corresponde a un o tanque sedimentador (Romero, 2004).

4.2.2.2.2. Análisis F.O.D.A. del sistema de tratamiento de residuos líquidos

TABLA N° 51. Análisis F.O.D.A. del sistema de gestión de residuos líquidos

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS LÍQUIDOS			
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de los medios (económicos, operativos, logísticos y técnicos) para establecer y manejar un sistema de tratamiento de residuos líquidos • Disponibilidad de área física suficiente para implementar un 	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de legislación ambiental ecuatoriana. • Mejora la imagen empresarial frente a sus clientes y a las autoridades gubernamentales y clientes nacionales y extranjeros. • No incurrir en malas prácticas de descarga de residuos líquido con niveles de 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de capacitación del personal en buenas prácticas de uso de recursos hídricos. • No existen fuertes políticas de manejo ambiental responsable • Poca disponibilidad actual de personal para las actividades de manejo de residuos líquidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de compromiso de las administraciones de campamentos. • Falta de compromiso del personal con causas ambientales emprendidas por la empresa. • Falta de apoyo por parte de las Direcciones departamentales



<p>sistema de tratamiento de efluentes líquidos sin alterar la operación normal de un campamento.</p> <ul style="list-style-type: none">• Visión estratégica de direcciones departamentales y Gerencia General.• Legislación ambiental vigente que controla el buen manejo y disposición final de residuos sobre los gestores ambientales• Disponibilidad actual de procesos unitarios de pre-tratamiento de efluentes tales como el	<p>contaminación sobre límites permisibles de acuerdo a norma.</p> <ul style="list-style-type: none">• Mantener buenas prácticas de manejo de residuos líquidos que faciliten procesos de certificación de sistemas de gestión ambiental.	<p>(posible operación de sistema de tratamiento)</p>	<p>para implementación de sistemas de tratamiento de efluentes.</p> <ul style="list-style-type: none">• Falta de apoyo institucional para la adecuación de instalaciones permanentes de tratamiento de efluentes contaminados.• Priorización de otras actividades productivas y de gestión.• Crisis económica y/o política en el país.
--	---	--	--



desengrasado trampas de grasa.			
-----------------------------------	--	--	--

4.2.2.2.3. Diseño del modelo de gestión de residuos líquidos

Tipo de tratamiento

Según Rosero (2008), el tipo de tratamiento a plantearse será determinado de acuerdo a la relación DBO/DQO. De esta manera, si la Demanda Química de Oxígeno es mayor a la Demanda Biológica de Oxígeno, significará que una parte importante de la materia orgánica presente en el agua no será fácilmente biodegradable, por lo cual se propondría un sistema de tratamiento físico – químico para los residuos líquidos caracterizados.

El tipo de tratamiento se define de acuerdo al factor obtenido de la ecuación 4, a continuación.

$$\text{Tipo de tratamiento} = \frac{DBO_5}{DQO} \quad (4)$$

Para la resolución de esta ecuación, se tomarán en cuenta los datos de DBO₅ y DQO promedio obtenidos de los análisis de laboratorio. Así:

$$DQO = 652,71 \text{ ppm}$$

$$DBO_5 = 229,57 \text{ ppm}$$

$$\text{Tipo de tratamiento} = \frac{229,57}{652,71} = 0,35$$

Siendo el factor inferior a 1, muy cercano al comúnmente obtenido para aguas residuales domésticas (0,4 – 0,8), se puede determinar que sería factible la aplicación de un tratamiento físico – químico sobre los residuos caracterizados (Romero, 2004).



Sistema de tratamiento

Para el caso en estudio, se propondrá un tratamiento físico – químico que consistirá en:

- Ecuación
- Coagulación – Floculación
- Sedimentación (Romero, 2004)

Ecuación.- Este proceso unitario tiene la finalidad de homogenizar las variaciones de caudal que entran como efluente al sistema de tratamiento. El tanque ecualizador será instalado como paso inicial del sistema de tratamiento para garantizar un caudal homogéneo en todos los procesos. Aquí será retenida también una fracción de sólidos sedimentable que pudiese presentar el efluente.

Coagulación.- Este proceso unitario tiene la finalidad la neutralización iónica de las partículas de sólidos suspendidos, efecto que se logra con la aplicación de un coagulante químico comercial (sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$). En el tanque de coagulación se contemplará la instalación de un agitador de palas para asegurar una mezcla adecuada del coagulante.

Floculación.- En este proceso unitario se realiza el agrupamiento de las partículas neutralizadas como flóculos sedimentables. El floculador consiste de un tanque de flujo horizontal de agitación lenta en vaivén (laberinto).

Sedimentación.- En esta unidad se realiza la remoción de flóculos sedimentables, un alto porcentaje de sólidos suspendidos y con ello los niveles de DBO/DQO. Esta consiste de un tanque de flujo ascendente que retiene los flóculos sedimentados y promueven su posterior descenso al fondo del tanque.



Manejo de lodos.- Los sólidos sedimentables y flotantes retenidos en las unidades descritas deberán ser extraídos periódicamente y deshidratados para reducir su volumen de tal manera que puedan ser tratados como desechos sólidos.

Dimensionamiento y diseño

Caudal de diseño

El caudal fue obtenido de mediciones realizadas en el punto de descarga. Los datos obtenidos se representan en la TABLA N^o 51. Se puede observar una gran variabilidad de caudales a lo largo del día (FIGURA N^o 46) por lo que se ha determinado utilizar el caudal de diseño al mayor caudal registrado a lo largo del período de estudio y utilizar un 10% de rango de seguridad. De esta manera el cálculo del caudal de diseño responde a la siguiente ecuación

$$\text{Caudal de diseño} = \text{Caudal mayor registrado} \times 1,10$$

$$\text{Caudal de diseño} = 4,40 \text{ L/s} \times 1,10$$

$$\text{Caudal de diseño} = 4,84 \text{ L/s}$$

TABLA N^o 52. Caudal de diseño, unidades y equivalencias

L/s	L/h	m³/s	m³/día
4,84	17424	0,00484	418,18



Diseño del tanque de homogenización o tanque equalizador

En relación a lo establecido por Rosero (2008), el volumen del tanque de igualamiento se calcula mediante un diagrama de masas, en el cual el caudal afluente acumulado es graficado versus la hora del día. El caudal promedio diario se representa por la recta que une el origen con el punto final de la curva de caudal acumulado. Alternativamente, el problema se resuelve restando el volumen horario promedio del volumen afluente horario y haciendo el gráfico con los volúmenes resultantes acumulados. En este caso, los puntos mínimo y máximo de la curva se obtienen mediante rectas horizontales.

Según el mismo autor referido en el párrafo anterior, el volumen requerido del tanque de igualamiento se obtiene trazando una recta paralela a la recta que representa el caudal promedio diario, por el punto de tangencia mas externo superior e inferior de la curva de caudales acumulados. El volumen necesario es igual a la distancia vertical entre las dos tangentes. Cuando la curva del caudal acumulado no se extiende sobre la recta de caudal promedio diario, el volumen es igual a la distancia vertical entre la tangente por el punto mínimo de la curva y la recta representativa del caudal promedio diario.

En base a los datos obtenidos en la TABLA N^o 48. de los caudales monitoreados en la locación de estudio, se realiza el cálculo del volumen del tanque de equalización. Este cálculo se representa en la TABLA N^o 53.



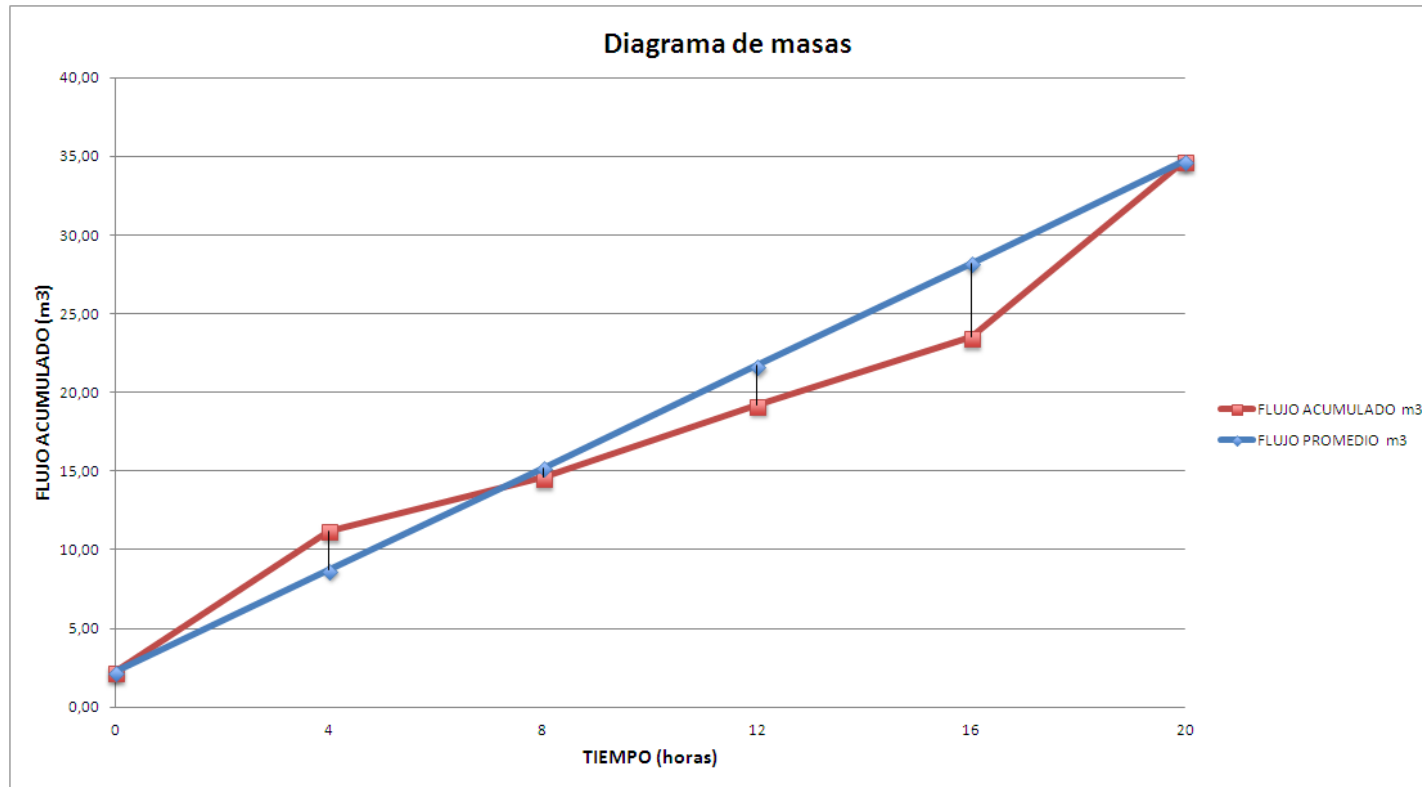
TABLA N^o 53. Cálculo de volumen de Tanque de Igualamiento

TIEMPO	CAUDAL PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	CAUDAL MÁXIMO PROBALE	CAUDAL MÁXIMO PROBALE	CAUDAL MÁXIMO PROBALE	FLUJO ACUMULADO	FLUJO PROMEDIO	DISTANCIAS VERTICALES ABSOLUTAS	VAP
horas	L/s	L/s	L/s	L/h	m ³ /s	m ³	m ³	m ³	m ³
0	0,48	0,14	0,62	2228,78	0,00062	2,23	2,23	0,0	2,23
4	1,47	1,02	2,49	8964,05	0,00249	11,19	8,722	2,5	8,96
8	0,71	0,24	0,94	3399,03	0,00094	14,59	15,214	0,6	3,40
12	0,95	0,33	1,28	4600,72	0,00128	19,19	21,706	2,5	4,60
16	0,93	0,27	1,20	4304,66	0,00120	23,50	28,198	4,7	4,30
20	2,20	0,91	3,11	11191,71	0,00311	34,69	34,69	0,0	11,19
			PROMEDIO	5781,49	0,00161				

Con los resultados obtenidos en la TABLA N^o 53, se grafica en flujo de afluente acumulado en el eje Y y el tiempo en el eje X, observando que los puntos más sobresalientes corresponden a los flujos de las 04:00 y 16:00, mismos que serán considerados para el cálculo del volumen del tanque equalizador.



FIGURA N° 43. Diagrama de masas para cálculo de volumen del tanque de igualamiento



Como resultado del análisis de la FIGURA N° 43, se calcula el volumen del tanque de igualamiento de acuerdo en base a los siguientes datos:



$$V = 4,7 \text{ m}^3 + 2,5 \text{ m}^3 = 7,2 \text{ m}^3$$

Por seguridad, para evitar desbordes no deseados por coincidencia de grandes descargas simultáneas de los diferentes procesos generadores, que superen el máximo probable estimados, el volumen será de $7,5 \text{ m}^3$.

Construcción del tanque de igualamiento

El tanque puede ser construido en tierra impermeabilizada (geomembrana), concreto o acero. En base al volumen del efluente estimado a ser almacenado, se realiza el cálculo de las dimensiones.

Dimensiones del tanque

El tanque de igualamiento será de $2,5 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ por lado. Asumiendo estos datos, se calculará el área para este proceso unitario.

Área de tanque

Mediante la siguiente fórmula se realiza el cálculo del área del tanque

$$A = L \times a \tag{5}$$

Donde:

A = Área del tanque (m)

L = Largo (m)

a = ancho (m)

Conociendo que $L = 2,5 \text{ m}$, y, $a = 2 \text{ m}$, se obtiene como resultado $A = 5 \text{ m}^2$

Profundidad del tanque



Mediante la siguiente ecuación se realiza el cálculo de la profundidad del tanque

$$H = V \times A \quad (6)$$

Donde:

H = profundidad del tanque (m)

A = Área del tanque (m²)

V = profundidad del tanque (m³)

Conociendo que A = 5 m² y V = 7,5 m³, se obtiene como resultado H = 1,5 m

Así se ha desarrollado el diseño del tanque de igualamiento mismo que se representa gráficamente en el anexo G-1.

Equipo de neutralización

De acuerdo a los análisis de laboratorio y a las pruebas de jarras realizadas se determinó la necesidad de regular el pH del efluente para un trabajo efectivo del coagulante durante el proceso de mezclado antes de continuar con los siguientes procesos de tratamiento. De acuerdo a los resultados obtenidos en la TABLA N^o 45 se observa que se mantiene un pH ligeramente alcalino entre 7,34 y 7,93 el mismo que no demostró ser suficiente para pasar al proceso físico – químico de coagulación y floculación. Estos procesos trabajan de manera efectiva en un rango de pH de 6 a 9 (Rosero, 2008). La neutralización del efluente se efectuará con la dosificación de una lechada de cal (hidróxido de calcio) mediante una bomba de dosificación ubicada al ingreso del efluente al tanque mezclador.



Diseño del tanque mezclador

Con la finalidad de determinar la dosis adecuada de coagulante, se realizó un ensayo de jarras. En este ensayo se determinó que el coagulante más adecuado para aglutinar los contaminantes, de uso comercial, más económico y de fácil adquisición en el medio corresponde al Sulfato de Aluminio, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$

En el ensayo de laboratorio (Prueba de jarras, Anexo D) se determinó que la dosis adecuada de coagulante para las características del efluente a tratar es de 200 mg/L de sulfato de aluminio y 700 mg/L de hidróxido de calcio.

La dosificación del coagulante se efectuará con la instalación de una bomba de dosificación de la solución de sulfato de aluminio, ubicada al ingreso del efluente al tanque mezclador.

Debido a que por condiciones constructivas, el tanque de igualamiento y el tanque mezclador se encontrarán a distinto nivel, se garantizará el flujo del efluente entre 1 proceso y otro con una bomba de 0,5 HP.

Características del coagulante

A continuación se presentan las características:

Fórmula química: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$

Densidad: 1330 g/L

Cantidad de coagulante necesaria para el caudal a tratar

Resolviendo la ecuación que se presenta a continuación se puede determinar la cantidad de coagulante, Sulfato de aluminio + Hidróxido de calcio, necesario para tratar un caudal de 5781,49 L/h equivalente a $0,00161 \text{ m}^3/\text{s}$ o $138,75 \text{ m}^3/\text{día}$.



$$P = \frac{D \times Q}{1000} \quad (7)$$

Donde:

P = Cantidad de coagulante graduado por día (kg/día)

Q = Caudal a tratar (m³/día)

D = Dosis establecida en laboratorio mediante prueba de jarras (mg/L)

Resolviendo la ecuación No. 7 para la dosis de Sulfato de aluminio, se tiene la siguiente respuesta:

$$P = \frac{200 \times 138,75}{1000} = 27,75 \text{ kg/día}$$

Resolviendo la ecuación No. 7 para la dosis de Hidróxido de calcio, se tiene la siguiente respuesta:

$$P = \frac{700 \times 138,75}{1000} = 97,12 \text{ kg/día}$$

Cantidad de coagulante para almacenamiento

Debido a las características del proceso y a las dinámicas de adquisiciones de una organización se estima pertinente el almacenamiento de coagulante para un tiempo de 30 días. La ecuación a continuación representa el cálculo de la cantidad a almacenar y el capacidad necesaria para almacenamiento.

$$V = \frac{D \times Q \times T}{\delta} \quad (8)$$

Donde:

V = Capacidad de almacenamiento (m³)



T = Tiempo de entrega del coagulante por el proveedor (días) = 30 días

δ = Densidad del Sulfato de aluminio (mg/L) = $1,33 \times 10^6$ mg/L

δ = Densidad del Hidróxido de calcio (mg/L) = $2,21 \times 10^6$ mg/L

Resolviendo la ecuación No. 8 para la dosis de Sulfato de aluminio:

$$V = \frac{200 \times 138,75 \times 30}{1330000} = 0,62 \text{ m}^3$$

Resolviendo la ecuación No. 8 para la dosis de Hidróxido de calcio:

$$V = \frac{700 \times 138,75 \times 30}{2210000} = 1,31 \text{ m}^3$$

Mezclador mecánico o cámara de mezclado

Siguiendo los parámetros de diseño establecidos por Rosero (2008), se propondrá un mezclador mecánico con fuente de energía externa para la rotación de un agitador de 6 paletas unidas por una pieza central al eje. Estas paletas girarán a alta velocidad.

De acuerdo al diseño propuesto, el área de las paletas no deberá ser mayor del 15% o 20% de la sección transversal del tanque, para evitar la rotación total del líquido; y la distancia del fondo de los tanques al agitador no deberá ser menor a 30 cm.

Caudal de la cámara de mezclado

Mediante la ecuación que se representa a continuación se calculará el caudal que entra a la cámara de mezclado.

$$Q = \frac{V}{T} \tag{9}$$

Donde:



$V = \text{Volumen de la cámara (m}^3) = 7,5 \text{ m}^3$

$Q = \text{Caudal que ingresa a la cámara de mezclado (m}^3/\text{s)}$

$T = \text{tiempo óptimo de residencia para } G = 700 \text{ s}^{-1} = 50 \text{ s}$ asumidos para $G = 700 \text{ s}^{-1}$ (Rosero, 2008)

Resolviendo la ecuación No. 9 se obtiene:

$$Q = \frac{7,5}{50} = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$$

Las dimensiones de la cámara deberán basarse en las dimensiones de conducción del efluente de agua contaminada (tubería o canal). Una vez calculado el caudal, se procede al cálculo de las dimensiones de la cámara de mezclado. Según Rosero (2008) se propondrá un diseño circular para facilitar la agitación.

Dimensiones de la cámara circular

Según Rosero (2008) el radio asumido para calcular las dimensiones del tanque circular es de 0,5 m. Con este dato y resolviendo la ecuación No. 10 se obtiene el área de la cámara de mezclado.

Área de la base circular

$$A = \pi r^2 \tag{10}$$

Donde:

$A = \text{Área del círculo (m}^2)$

$r = \text{radio del círculo (m)} = 1 \text{ m}$

Resolviendo la ecuación No. 10 se obtiene:



$$A = \pi \times 1^2 = 3,1416 \text{ m}^2$$

A continuación se procede con el cálculo de la altura del tanque cilíndrico.

Altura del cilindro

$$h = \frac{V}{A} \quad (11)$$

Donde:

$$V = \text{Volumen de la cámara (m}^3\text{)} = 7,5 \text{ m}^3$$

$$A = \text{Área del círculo (m}^2\text{)} = 3,1416 \text{ m}^2$$

Resolviendo la ecuación No. 11 se obtiene:

$$h = \frac{7,5}{3,1416} = 2,38 \text{ m}$$

Para facilidad de construcción se asumirá un altura de 2,5 m. En el Anexo G-2 se muestra las dimensiones de la cámara de mezclado que ha sido diseñada.

A continuación, se calcula la potencia necesaria para generar la energía con la que trabajará el agitador para la mezcla del coagulante en el tanque.

Requerimiento de energía para el agitador

A partir de la ecuación No. 12 se calculará la potencia para el agitador

$$G = \sqrt{\frac{W}{\mu}} \quad ; \text{ Miliarium Aureum (2004 párr. 5)} \quad (12)$$

Donde:

$$G = \text{Gradiente de velocidad (seg}^{-1}\text{)} = 700 \text{ seg}^{-1}$$



W = Potencia por unidad de volumen (W/m^3)

μ = viscosidad dinámica de 20 a 21 °C ($N*s/m^2$) = 0,001102 ($N*s/m^2$). Miliarium Aureum
(2004 párr. 5)

Resolviendo la ecuación No. 12 al despejar W , se obtiene:

$$W = G^2 \times \mu$$

$$W = 700^2 \times 0,001102 = 539,98 \text{ W/m}^3$$

La potencia a utilizar para el volumen de agua se calcula según la siguiente ecuación

$$P = W \times V \tag{13}$$

Donde:

$$W = \text{Potencia por unidad de volumen (W/m}^3\text{)} = 539,98 \text{ W/m}^3$$

$$V = \text{Volumen del líquido (m}^3\text{)} = 7,5 \text{ m}^3$$

Resolviendo la ecuación No. 13, se obtiene:

$$P = 539,98 \times 7,5 = 4049,85 \text{ W} = 5,42 \text{ hp}$$

Asumiendo una eficiencia de 80% de rendimiento del motor, la potencia del motor será:

$$\text{hp del motor} = 5,42 / 0,8 = 6,78 \text{ hp}$$

De esta manera, la potencia requerida para el diseño del motor será de 6,8 hp para efectuar la agitación del coagulante.

Agitador de turbina

A continuación se realiza el cálculo dimensional de un agitador de turbinas de 6 palas.



A partir de la ecuación No. 14 se calcula el **diámetro del impulsor** del agitador de turbinas, cuando este es igual a 1/3 del diámetro total de la cámara de mezclado.

$$d_i = \frac{1}{3} \times D_t \quad (14)$$

Donde:

d_i = Diámetro del impulsor (m)

D_t = Diámetro total (m) = 2 m

Resolviendo la ecuación No. 14, se obtiene:

$$d_i = \frac{1}{3} \times 2 = 0,66 \text{ m}$$

La *altura del impulsor respecto al fondo del tanque* deberá ser igual al diámetro del impulsor.

$$h_i = d_i \quad (15)$$

$$h_i = 0,66 \text{ m}$$

El *ancho de las palas del impulsor* será igual a 1/5 del diámetro del impulsor, de acuerdo a lo que se representa en la ecuación No. 16

$$q = \frac{1}{5} \times D_i \quad (16)$$

Resolviendo la ecuación No. 16, se obtiene:

$$q = \frac{1}{5} \times 0,66 = 0,132 \text{ m}$$

Para el cálculo de la *longitud de las palas del impulsor* se considerará ¼ del diámetro del impulsor.



$$m = \frac{1}{4} \times Di \quad (17)$$

Resolviendo la ecuación No. 17, se obtiene:

$$m = \frac{1}{4} \times 0,66 = 0,165 \text{ m}$$

Adicionalmente, se calculará la *longitud de las palas del impulsor montadas en el disco* según la ecuación No. 18

$$m_r = \frac{1}{2} \times m \quad (18)$$

Resolviendo la ecuación No. 18, se obtiene:

$$m_r = \frac{1}{2} \times 0,165 = 0,082 \text{ m}$$

la *longitud total de las palas* se calculan según la ecuación No. 19

$$m_T = m + m_r \quad (19)$$

Resolviendo la ecuación No. 19, se obtiene:

$$m_T = 0,165 + 0,082 = 0,247 \text{ m}$$

El diseño del agitador de turbinas concluye con el *diámetro del disco central*, el cual se calcula mediante la ecuación No. 20

$$S = \frac{1}{4} \times Dt$$

(20)

Resolviendo la ecuación No. 20, se obtiene:

$$S = \frac{1}{4} \times 2 = 0,5 \text{ m}$$

La *altura del líquido* se calcula mediante la ecuación No. 21



$$h_L = \frac{9}{10} \times h$$

(21)

Resolviendo la ecuación No. 21, se obtiene:

$$h_L = \frac{9}{10} \times 2,5 = 2,25 \text{ m}$$

En la TABLA N^o 54, se representa el resumen del dimensionamiento del tanque mezclador y el agitador de turbina diseñados para el tratamiento del efluente en estudio y su detalle se representa en el Anexo G-2

TABLA N^o 54. Resumen de dimensionamiento del tanque mezclador

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	VALOR
PARÁMETROS DE DISEÑO			
Volumen de efluente a tratar	V	m ³	7,5
Tiempo de retención	T	s	50
RESULTADOS DE CÁLCULO			
Caudal de diseño	Q	m ³ /s	0,15
Dimensiones del tanque			
Radio del cilindro adoptado	r	m	1
Área del tanque cilíndrico	A	m ²	3,14
Átura del cilindro	h	m	2,5
Dimensiones de las turbinas			
Agitador de turbinas			
Diámetro de impulsor	di	m	0,66
Altura del impulsor sobre el fondo	hi	m	0,66
Número de palas	n		6
Ancho de palas del impulsor	q	m	0,132
Longitud de palas del impulsor	m	m	0,165
Longitud de palas del impulsor montadas en el disco	m _r	m	0,082
Longitud total de palas	m _T	m	0,247
Diámetro de disco central	S	m	0,5
Átura del líquido	h _L	m	2,25
Condiciones operativas para gradiente			
Gradiente de velocidad	G	1/seg	700
Viscosidad del agua 21 °C	μ	N*s/m ²	0,001102
Potencia aplicada al agua para gradiente mínima	P	hp	5,42
Potencia aplicada con eficiencia 80%	P	hp	6,78



Diseño del tanque floculador

Según Rosero (2008), el tanque floculador consiste en set de pantallas entre las cuales circula el agua con velocidad fija, produciéndose turbulencia en cada cambio de dirección del flujo. En los tanques de floculación de flujo horizontal, el flujo realiza un movimiento de vaivén alrededor de los canales haciendo un giro de 180° , mientras que en los tanques de floculación de flujo vertical, el flujo sube y baja en condiciones similares. En ambos casos se produce una pérdida de carga h_f , que tiene los siguientes componentes:

h1. Por el cambio de dirección y turbulencia y por ensanchamiento y contracción de la reacción

h2. Por la fricción en los tramos rectos

La suma de las pérdidas conforma la pérdida total h_f

La velocidad V promedio suele variar entre $0,1 - 0,6$ m/s. Regularmente se anticipan los floculadores con 2 o 3 sectores, incrementando el espaciamiento de los canales para producir mayor velocidad al inicio e ir disminuyéndola al final. El coeficiente de k varía entre 2 y 4, siendo lo más frecuente $k = 3$.

La pérdida de carga h_2 se calcula con la fórmula de Manning (pérdida de carga en canales rectangulares).

De aquí se desprende la potencia disipada, por tanto, el gradiente de velocidad dependerá de la gradiente hidráulica h_f/L , es decir que, cuanta mayor pérdida de carga h_f se produzca en la distancia L , mayor será el gradiente de velocidad.



Se recomienda una velocidad de floculación entre 0,1 y 0,2 m/s. Así mismo, es aconsejable que el espaciamiento entre el extremo del canal y el muro sea igual a 1,5 veces la separación entre canales.

Mediante lo indicado anteriormente se procede a diseñar el tanque floculador para un caudal diario de 418,18 m³/día.

Dimensiones del floculador

Área de los canales

Con el caudal conocido se procede al cálculo del área de los canales, del tanque horizontal mediante la ecuación siguiente.

$$A = \frac{Q}{V} \quad (22)$$

Donde:

A = Área de los canales (m²)

Q = Caudal (m³/s) = 0,00484 m³/s

V = Velocidad (m/s) = 0,1 m/s

Resolviendo la ecuación No. 22, se obtiene:

$$A = \frac{0,00484}{0,1} = 0,0484 \text{ m}^2$$

Ancho de canales

Es igual al área de los canales sobre la altura del agua en la unidad. Para este cálculo se asume una altura de 0,5 m. El cálculo se realiza de acuerdo a la ecuación a continuación.



$$a = \frac{A}{H}$$

(23)

Donde:

a = Ancho de los canales (m)

A = Área de los canales (m²) = 0,0484 m²

H = altura del agua en la unidad (m) = 0,5 m

Resolviendo la ecuación No. 23, se obtiene:

$$a = \frac{0,0484}{0,5} = 0,096 \text{ m}$$

Debido a la pequeña dimensión del ancho del canal, para facilidad de construcción, se tomará un ancho estándar de 0,3 m

Ancho de vueltas

Será considerado en 1,5 veces el ancho de canales determinado a = 0,30 m.

El cálculo se realiza de acuerdo a la siguiente ecuación

$$d = 1,5 \times a$$

(24)

Donde:

d = Ancho de vueltas (m)

a = Ancho de los canales (m) = 0,30 m

Resolviendo la ecuación No. 24, se obtiene:

$$d = 1,5 \times 0,3 = 0,45 \text{ m}$$



Ancho del floculador

Corresponde a una dimensión igual a 3 veces el ancho útil de las láminas o muros más el ancho de las vueltas. Su cálculo se realiza de acuerdo a la ecuación siguiente.

$$B = 3b + d \quad (25)$$

Donde:

B = Ancho del floculador (m)

b = Ancho útil de las láminas (m) = 0,8 m . Valor asumido según Rosero (2008)

d = Ancho de las vueltas (m) = 0,45 m

Resolviendo la ecuación No. 25, se obtiene:

$$B = (3 \times 0,8) + 0,45 = 2,85 \text{ m}$$

Longitud relativa de los canales

Corresponde a la distancia total que recorren los flóculos dentro del tanque. Este dato es calculado multiplicando la velocidad de floculación por el tiempo de retención de los flocs, como se expresa en la ecuación siguiente.

$$Lr = V \times T \quad (26)$$

Donde:

Lr = Longitud relativa (m)

V = Velocidad de floculación (m/s) = 0,10 m. Valor asumido según Rosero (2008)

T = Tiempo de retención de los flocs (min) = 2 min = 120 s. Valor asumido según Rosero (2008)



Resolviendo la ecuación No. 26, se obtiene:

$$Lr = 0,1 \times 120 = 12 \text{ m}$$

Número de canales

$$N = \frac{Lr}{B} \tag{27}$$

Donde:

N = número de canales

Lr = Longitud relativa (m) = 12 m

B = Ancho del floculador (m) = 2,85 m

Resolviendo la ecuación No. 27, se obtiene:

$$N = \frac{12}{2,85} = 4,21 \text{ m}$$

Para efectos de diseño, el número de canales será de 4.

Longitud útil de recorrido o del floculador

Es igual a la longitud que ocupa el floculador en el terreno. Corresponde a la ecuación presentada a continuación.

$$Lu = N \times a + (N - 1) \times e$$

(28)

Donde:

Lu = Longitud útil de recorrido o del floculador (m)

N = número de canales = 4



$a =$ Ancho de los canales (m) = 0,30 m

$e =$ espesor de láminas lisas (m) = 0,01 m. Valor asumido según Rosero (2008)

Resolviendo la ecuación No. 28, se obtiene:

$$Lu = 4 \times 0,3 + (4 - 1) \times 0,01 = 1,23 \text{ m}$$

Para efectos de construcción la longitud de recorrido o del floculador será de 1,5 m.

Pérdida de carga en las vueltas

Esta se genera debido al cambio de dirección y turbulencia del líquido y por el ensanchamiento y contracción de la reacción. Este parámetro es determinado por la ecuación siguiente.

$$h_l = K \times \frac{v^2}{2g} \quad (29)$$

Donde:

$h_l =$ Pérdida de carga en vueltas (m)

$K =$ Coeficiente de pérdida de carga = 3

$V =$ Velocidad de floculación en m/s = 0,1 m/s

$g =$ gravedad (m/s^2) = 9,8 m/s^2

Resolviendo la ecuación No. 29, se obtiene:

$$h_l = 3 \times \frac{0,1^2}{2(9,8)} = 0,0015 \text{ m}$$



Perímetro mojado de las secciones

Es igual a la altura del agua en la unidad por dos, más el ancho de los canales, como se muestra en la ecuación siguiente.

$$P = 2H + a \quad (30)$$

Donde:

P = Perímetro mojado de las secciones (m)

H = Altura del agua en la unidad (m) = 0,5 m

a = Ancho de los canales (m) = 0,30 m

Resolviendo la ecuación No. 30, se obtiene:

$$P = 2(0,5) + 0,3 = 1,3 \text{ m}$$

Radio hidráulico

Se calcula de acuerdo a la ecuación a continuación.

$$r = \frac{A}{P} \quad (31)$$

Donde:

r = Radio hidráulico (m)

A = Área de los canales (m²) = 0,0484 m²

P = Perímetro mojado de las secciones (m) = 1,3 m

Resolviendo la ecuación No. 31, se obtiene:



$$r = \frac{0,0484}{1,3} = 0,03723 \text{ m}$$

Pérdida de carga en los canales

Se calcula de acuerdo a la ecuación a continuación.

$$h_2 = \left(n \times \frac{V}{r^{2/3}} \right)^2 \quad (32)$$

Donde:

h_2 = Pérdida de carga en los canales (m)

n = Coeficiente de Manning = 0,013 ; para láminas planas. Valor asumido según Rosero (2008)

V = Velocidad de floculación en m/s = 0,1 m/s

r = Radio hidráulico (m) = 0,03723 m

Resolviendo la ecuación No. 32, se obtiene:

$$h_2 = \left(0,013 \times \frac{0,1}{0,03723^{2/3}} \right)^2 = 0,00014 \text{ m}$$

Pérdida de carga total

Se calcula según la ecuación a continuación.

$$h_f = h_1 + h_2 \quad (33)$$

Donde:

h_f = Pérdida de carga total (m)

h_1 = Pérdida de carga en vueltas (m) = 0,0015 m



$h_2 =$ Pérdida de carga en los canales (m) = 0,00014 m

Resolviendo la ecuación No. 33, se obtiene:

$$P = 0,0015 + 0,00014 = 0,0016 \text{ m}$$

En la TABLA N^o 55, se representa el resumen del dimensionamiento del floculador diseñado para el tratamiento del efluente en estudio y su detalle se representa en el Anexo G-3

TABLA N^o 55. Resumen de dimensionamiento del floculador

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	VALOR
PARÁMETROS DE DISEÑO			
Caudal de diseño	Q	m ³ /s	0,00484
Velocidad de floculación	V	m/s	0,1
Altura del agua en la unidad	H	m	0,5
Ancho útil de las láminas	b	m	0,8
Tiempo de retención	T	min	2
Espesor de las láminas lisas	e	m	0,01
Coefficiente de pérdida de cargas	K	m ²	3
Gravedad	g	m/s ²	9,8
Coefficiente de Manning	n		0,013
RESULTADOS DE CÁLCULO			
Área de canales	A	m ²	0,0484
Ancho de canales calculado	a	m	0,096
Ancho de canales adoptado	a	m	0,3
Ancho de vueltas	d	m	0,45
Longitud relativa de canales	Lr	m	12
Longitud útil de recorrido	Lu	m	1,23
Ancho del floculador	S	m	2,85
Número de canales de flujo calculado	N	u	4,12
Número de canales de flujo adoptado	N	u	4
Pérdida de carga en vueltas	h ₁	m	0,0015
Perímetro mojado de las secciones	μ	m	1,3
Radio hidráulico	P	m	0,03723
Perdida de carga de los canales	h ₂	m	0,00014
Pérdida de carga total	hf	m	0,0016



Diseño del Tanque Sedimentador

Ahora procede la separación de los flóculos de sólidos formados del líquido en tratamiento. Esto se puede conseguir mediante la sedimentación del agua. La sedimentación realiza la separación de los sólidos más densos que el agua con una velocidad de caída tal que puedan llegar al fondo del sedimentador en un tiempo económicamente aceptable (Rosero, 2008).

Para este proceso se deberán considerar los siguientes factores:

- Carga superficial
- Período de retención o permanencia y profundidad
- Forma del sedimentador
- Velocidad horizontal y relación largo – profundidad.

De acuerdo a Rosero (2008), la carga superficial es la velocidad mínima de sedimentación Q/A_p , que se espera que en promedio tenga un cierto porcentaje (70 – 98%) de partículas en suspensión. La determinación de la carga superficial puede hacerse experimentalmente realizando un ensayo de sedimentación.

Según Rosero (2009, citando a Azevedo), los flocs de sulfato de aluminio sedimentan con una velocidad comprendida entre 0,015 y 0,017 cm/seg o sea entre 13 y 60 m/día. Por lo tanto, la carga superficial debería variar entre 13 y 60 $m^3/m^2 \cdot día$.

Parámetros de diseño

Velocidad a la que sedimentan los flóculos de sulfato de aluminio según Azevedo (1976) es: 0,015 – 0,017 cm/s. Siguiendo lo establecido en el estudio de Rosero (2008) se asume la velocidad de sedimentación $V_s = 0,015$ cm/s.



Según el mismo autor citado en el párrafo anterior, la carga superficial para instalaciones menores con operación precaria se encuentra entre 13 y 30 m³/m²*día. Siguiendo lo establecido en el estudio de Rosero, para los cálculos de diseño se asumirá una carga superficial Cs = 13 m³/m²*día y un tiempo de retención de 2 horas (Rosero, 2008).

Dimensiones del tanque sedimentador

Área horizontal del sedimentador

El área horizontal del sedimentador se calcula dividiendo el caudal por la carga superficial, de acuerdo a lo establecido en la ecuación a continuación.

$$Ap = \frac{Q}{Cs} \quad (34)$$

Donde:

Ap = Área horizontal (m²)

Q = Caudal (m³/día) = 418,18 m³/día

Cs = Carga superficial (m³/m²*día) = 13 m³/m²*día

Resolviendo la ecuación No. 34, se obtiene:

$$Ap = \frac{418,18}{13} = 32,16 \text{ m}^2$$

Volumen del tanque sedimentador

El volumen del tanque es calculado multiplicando el tiempo de retención por el caudal a tratar.

$$V = T_o \times Q \quad (35)$$

Donde:



$V =$ Volumen del tanque sedimentador (m^3)

$T_o =$ Tiempo de retención (h) = 2 h

$Q =$ Caudal ($m^3/día$) = 418,18 $m^3/día$ = 17,42 m^3/h

Resolviendo la ecuación No. 35, se obtiene:

$$V = 2 \times 17,42 = 34,84 \text{ m}^3$$

Altura libre del líquido

Es calculada resolviendo la siguiente ecuación.

$$H = \frac{V}{A_p} \tag{36}$$

Donde:

$H =$ Altura libre del líquido (m)

$V =$ Volumen del tanque sedimentador (m^3) = 34,84 m^3

$A_p =$ Área horizontal (m^2) = 32,16 m^2

Resolviendo la ecuación No. 36, se obtiene:

$$H = \frac{34,84}{32,16} = 1,08 \text{ m}$$

Sección del sedimentador

La relación largo – ancho (L/A) varía entre 4 y 5. De esta manera la sección del sedimentador se representa con la ecuación No.37



$$\frac{B}{L} = \frac{1}{4}$$

(37)

Donde:

B = Ancho (m)

L = Largo (m)

El *Largo del sedimentador* se calcula según la ecuación a continuación.

$$Ap = B \times L$$

(38)

Donde:

$$Ap = \text{Área horizontal (m}^2\text{)} = 32,16 \text{ m}^2$$

B = Ancho (m)

L = Largo (m)

Resolviendo la ecuación No. 38, en base a la ecuación 37, se obtiene:

$$32,16 = \frac{L}{4} \times L$$

$$L^2 = 32,16 \times 4 = 128,64$$

$$L = \sqrt{128,64} = 11,34 \text{ m}$$

Para facilidades de cálculo se asumirá 11,40 m

El *Ancho del sedimentador* se calcula según la ecuación No. 39.

$$B = \frac{L}{4} = 2,83 \text{ m}$$

(39)

Para facilidades de cálculo se asumirá 2,90 m.



El *Área horizontal total del sedimentador* se calculará de acuerdo a la ecuación a continuación.

$$A_{\text{total}} = B \times L \quad (40)$$

Donde:

$$A_{\text{total}} = \text{Área total (m}^2\text{)}$$

$$B = \text{Ancho (m)} = 2,90 \text{ m}$$

$$L = \text{Largo (m)} = 11,40 \text{ m}$$

Resolviendo la ecuación No. 40, se obtiene:

$$A_{\text{total}} = 2,90 \times 11,40 = 33,06 \text{ m}^2$$

Velocidad horizontal del flujo del tanque.

De acuerdo a (Rosero, 2008), en los sedimentadores horizontales se debe procurar que la velocidad sea la más alta posible para estimular la floculación, siempre que no se perjudique la eficiencia del proceso.

La velocidad horizontal se calculará de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$V_H = \frac{Q}{A_{\text{total}}} \quad (41)$$

Donde:

$$V_H = \text{Velocidad horizontal del flujo (m/s)}$$

$$Q = \text{Caudal (m}^3\text{/s)} = 0,00484 \text{ m}^3\text{/s}$$

$$A_{\text{total}} = \text{Área total (m}^2\text{)} = 33,06 \text{ m}^2$$



Resolviendo la ecuación No. 41, se obtiene:

$$V_H = \frac{0,00484}{33,06} = 0,00015 \text{ m/s} = 0,015 \text{ cm/s}$$

Se debe procurar que V_h sea menor a 0,8 cm/s (Rosero, 2008).

Zona de lodos

Según el mismo autor, Los lodos se depositan en el sedimentador de manera no uniforme. Entre el 60 y 90% queda retenido en la primera mitad. La cantidad de lodos varía con la turbiedad del agua y la cantidad de producto químico usado para la coagulación.

Cantidad de lodos

Con la ecuación No. 42, 43 y 44 se calculará la cantidad de lodos generados en el proceso de sedimentación.

$$C_s = Q \times (C_1 - C_0)$$

(42)

Donde:

C_s = Acumulación de salida de sólidos de sedimentación (g/s)

Q = Caudal (m^3/s) = 0,00484 m^3/s

C_1 = Concentración de sólidos suspendidos = 324,71 g/m^3

C_0 = Porcentaje de compactación de los sólidos suspendidos = 2% = 0,02

Resolviendo la ecuación No. 42 se obtiene:

$$C_s = 0,00484 \times (324,71 - 324,71 * 0,02) = 1,54 \text{ g/s}$$



$$Cc = \frac{MM \text{ Al(OH)}_3}{MM \text{ Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}} \times D \times Q \quad (43)$$

Donde:

MM Al(OH)₃ = Masa molar del Hidróxido de aluminio = 156 g

MM Al₂(SO₄)₃ · 14H₂O = Masa molar del Alúmina = 594 g

Cc = Acumulación de lodo generado por el coagulante (g/s)

Q = Caudal (m³/s) = 0,00484 m³/s

D = Dosis establecida en laboratorio mediante prueba de jarras (g/m³) = 200 g/m³

Resolviendo la ecuación No. 43, se obtiene:

$$Cc = \frac{156}{594} \times 200 \times 0,00484 = 0,25 \text{ g/s}$$

$$Ms = Cs + Cc \quad (44)$$

Donde:

Ms = Masa de sólidos (g/s)

Cs = Acumulación de salida de sólidos de sedimentación (g/s) = 1,54 g/s

Cc = Acumulación de lodo generado por el coagulante (g/s) = 0,25 g/s

Resolviendo la ecuación No. 44, se obtiene:

$$\text{Sólidos totales acumulados} = 1,54 + 0,25 = 1,79 \text{ g/s} = 154,65 \text{ kg / día}$$

De esta manera, la cantidad diaria de lodos a producir será de 154,65 kg por día de tratamiento de los efluentes en estudio.



Volumen de sedimentación

El volumen de sedimentación se calcula mediante la ecuación a continuación.

$$V_s = \frac{M_s}{d} \quad (45)$$

Donde:

V_s = Volumen de sedimentación (m^3)

M_s = Masa de sólidos (kg/día) = 154,65 kg/día = 0,15465 T/día

d = Densidad del lodo (T/m^3) = 1,65 T/m^3 (densidad de la arena). Valor asumido según Rosero (2008).

Resolviendo la ecuación No. 45, se obtiene:

$$V_s = \frac{0,15465}{1,65} = 0,093 \text{ m}^3/\text{día}$$

De esta manera, el *volumen de lodos mensual*, que será el tiempo en el cual se dará mantenimiento al generador, se calculará de acuerdo a la ecuación a continuación.

$$V_{ss} = t \times V_s \quad (46)$$

Donde:

V_{ss} = Volumen de sólidos sedimentados en el mes (m^3)

V_s = Volumen de sedimentación (m^3)

t = Tiempo de mantenimiento (días)

Resolviendo la ecuación No. 46, se obtiene:

$$V_{ss} = 30 \times 0,093 = 2,81 \text{ m}^3$$



Altura de sólidos sedimentados

Según Rosero (2008), el tiempo de detención o permanencia, corresponde al tiempo máximo que la partícula con la mínima velocidad de sedimentación elegida, tarda en llegar al fondo del tanque. Así, mientras menor sea la profundidad, menor será el período de detención. Este concepto es aplicable a los sedimentadores de alta velocidad (régimen laminar).

Mediante la ecuación siguiente, se calculará la altura correspondiente a los lodos sedimentados.

$$h = \frac{V_{ss}}{A_{total}} \quad (47)$$

Donde:

h = altura de lodos sedimentados (m)

V_{ss} = Volumen de sólidos sedimentados en el mes (m^3) = 2,81 m^3

A_{total} = Área total (m^2) = 33,06 m^2

Resolviendo la ecuación No. 47, se obtiene:

$$h = \frac{2,81}{33,06} = 0,085 \text{ m} = 8,5 \text{ cm}$$

Para la construcción se asumirá una altura de lodos $h = 20$ cm. Valor asumido según Rosero (2008).

Zona de entrada del efluente al sedimentador

De acuerdo a lo establecido por el mismo autor, la zona de entrada al sedimentador debe tener las siguientes características para un trabajo eficiente del mismo:



1. Distribuir el efluente de la manera más uniforme en la sección transversal de entrada al decantador.
2. Estará diseñado de tal manera que se eviten chorros de agua que produzcan movimientos rotacionales
3. Deberá disipar eficientemente la energía que trae el agua.
4. Deberá evitar altas velocidades que puedan arrastrar los sedimentos del fondo.

En base a las características establecidas por Rosero (2008), se ha tomado como base de diseño de la zona de entrada, la pantalla perforada propuesta por Pérez (1981).

Según Pérez, la pantalla perforada debe cumplir los siguientes requisitos:

1. Debe hacerse un gran número de orificios pequeños en lugar de pocos grandes
2. La forma ideal de los orificios es circular en lugar de cuadrada
3. Los orificio más bajos deben quedar H/4 o H/5 por encima del fondo del tanque.
4. Los orificios más altos deberán quedar H/5 o H/6 por debajo de la superficie del agua
5. La pantalla perforada debe quedar mínimo a 0,80m de la pared frontal del sedimentador para realizar limpieza.

Pantalla perforada

Para realizar el diseño de la **pantalla perforada**, se resuelven las ecuaciones a continuación.

Área de la pantalla

$$A_p = B \times H \quad (48)$$

Donde:



$A_p = \text{Área de la pantalla (m}^2\text{)}$

$B = \text{Ancho (m)} = 2,83 \text{ m}$

$H = \text{Altura libre del líquido (m)} = 1,08 \text{ m}$

Resolviendo la ecuación No. 48, se obtiene:

$$A_p = 2,83 \times 1,08 = 3,05 \text{ m}^2$$

Número y tamaño de orificios

$$nA = \frac{Q}{V} \tag{49}$$

Donde:

$n = \text{Número de orificios}$

$$A = \text{Área de cada orificio (m}^2\text{)} = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$Q = \text{Caudal (m}^3\text{/s)} = 0,00484 \text{ m}^3\text{/s}$$

$V = \text{Velocidad a través de los orificios (m/s)} = 0,15 \text{ m/s}$. Valor asumido según Pérez (1981).

Resolviendo la ecuación No. 49, se obtiene:

$$nA = \frac{Q}{V}$$

$$n \frac{\pi d^2}{4} = \frac{0,00484}{0,15}$$

$$nd = \sqrt{\frac{0,00484 \times 4}{0,15 \times \pi}} = 0,20$$



$$nd = 0,20$$

$$n = \frac{0,20}{d}; \text{ considerando una diámetro de orificio de } 0,02 \text{ m, } n = \frac{0,20}{0,02} = 10$$

$$n = 10$$

TABLA N^o 56. Resumen de dimensionamiento del sedimentador

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	VALOR
PARÁMETROS DE DISEÑO			
Caudal de diseño	Q	m ³ /s	4,84
Carga superficial de flujo aplicada	Cs	m ³ /m ² *día	13
Velocidad de sedimentación de los flocs	Vs	m/s	0,00015
Tiempo de retención	T	h	2
Densidad del lodo asumido al de la arena	d	T/m ³	0,01
RESULTADOS DE CÁLCULO			
Área horizontal del sedimentador	Ap	m ²	32,16
Volumen del tanque sedimentador	V	m ³	34,84
Altura libre del líquido	H	m	1,08
<i>Sección del sedimentador relación B/L = 1/4</i>			
Largo	L	m	11,34
Ancho	B	m	2,83
<i>Área horizontal total</i>	A total	m ²	33,06
Velocidad horizontal del flujo del tanque	V _H	m/s	0,00015
Cantidad de lodos	Ms	Kg/día	154,65
Volumen de sedimentación	Vs	m ³ /día	0,093
Volumen de lodos mensual	Vss	m ³ /mes	2,81
Altura de sólidos sedimentados	h	m	0,085
<i>Altura de sólidos sedimentados adoptado</i>	h	m	0,2



Manejo de lodos

Los lodos obtenidos del proceso de tratamiento de aguas, será sometido a deshidratación para su posterior tratamiento como residuo orgánico dentro del sistema de tratamiento de residuos sólidos.

Parámetros de diseño

Serán considerados valores asumidos, según Rosero (2008). El valor correspondiente a concentración de sólidos en el lodo original $X = 10 \text{ kg/m}^3$. Se esperará que el valor correspondiente a humedad final del lodo deshidratado $H_d = 65\%$. El volumen de lodo a deshidratarse será $V_h = 0,093 \text{ m}^3/\text{día}$.

Fracción de agua del lodo deshidratado

Se realiza inicialmente el cálculo de la *fracción de agua en el lodo hidratado*. El cálculo se efectúa de acuerdo a la ecuación a continuación.

$$Fh = 1000 \times \left(1 - \frac{X}{S_s}\right)$$

(50)

Donde:

Fh = Fracción de agua del lodo hidratado (kg/m^3)

X = Concentración de lodos original (kg/m^3) = 10 kg/m^3 . Valor asumido según Rosero (2008).

S_s = Peso específico del material seco (kg/m^3) = 1500 kg/m^3 . Valor asumido según Rosero (2008).

Resolviendo la ecuación No. 50, se obtiene:



$$Fh = 1000 \times \left(1 - \frac{10}{1500}\right) = 993,33 \text{ kg/m}^3$$

Humedad inicial del lodo

Se realiza el cálculo según la siguiente ecuación.

$$Hh = 1 - \frac{X}{Fh} \quad (51)$$

Donde:

Hh = Humedad inicial (%)

X = Concentración de lodos original (kg/m^3) = 10 kg/m^3 . Valor asumido según Rosero (2008).

Fh = Fracción de agua del lodo deshidratado (kg/m^3) = $993,33 \text{ kg/m}^3$.

Resolviendo la ecuación No. 51, se obtiene:

$$Hh = 1 - \frac{10}{993,33} = 0,9899 = 98,99\%$$

Una vez deshidratado el lodo se continúa con el cálculo de la ***fracción de agua en el lodo deshidratado*** a través de la siguiente ecuación.

$$Fd = Fh \times \frac{1-Hh}{1-Hd} \quad (52)$$

Donde:

Fd = Fracción de agua en el lodo (kg/m^3)

Hh = Humedad inicial (%) = 98,99%

Hd = Humedad final del lodo deshidratado = 65%



$F_h = \text{Fracción de agua del lodo deshidratado (kg/m}^3) = 993,33 \text{ kg/m}^3$.

Resolviendo la ecuación No. 52, se obtiene:

$$F_d = 993,33 \times \frac{1-0,9899}{1-0,65} = 28,66 \text{ kg/m}^3$$

Peso y volumen del lodos deshidratado generado

Se calculará el **peso del lodo deshidratado** mediante la ecuación siguiente

$$W_d = V_h \times (X + F_d)$$

(53)

Donde:

$W_d = \text{Peso del lodo deshidratado (kg/día)}$

$V_h = \text{Volumen de lodo a deshidratarse (m}^3/\text{día)} = 0,093 \text{ m}^3/\text{día}$.

$F_d = \text{Fracción de agua en el lodo (kg/m}^3) = 28,66 \text{ kg/m}^3$

$X = \text{Concentración de lodos original (kg/m}^3) = 10 \text{ kg/m}^3$. Valor asumido según Rosero (2008).

Resolviendo la ecuación No. 53, se obtiene:

$$W_d = 0,093 \times (10 + 28,66) = 3,59 \text{ kg/día}$$

El cálculo del **volumen de lodo deshidratado** se realizará según la siguiente ecuación.

$$V_d = \frac{W_d}{S_s} \tag{54}$$

Donde:



V_d = Volumen de lodo deshidratado ($m^3/día$)

W_d = Peso del lodo deshidratado ($kg/día$) = 3,59 $kg/día$

S_s = Peso específico del material seco (kg/m^3) = 1500 kg/m^3 . Valor asumido según Rosero (2008).

Resolviendo la ecuación No. 54, se obtiene:

$$W_d = \frac{3,59}{1500} = 0,0023 \text{ m}^3/día$$

TABLA N^o 57. Resumen del manejo de lodos generados

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	VALOR
PARÁMETROS DE DISEÑO			
Volumen de lodo a deshidratarse	V_h	$m^3/día$	0,093
Concentración de sólidos en el lodo original	X	mg/L	10000
		Kg/m^3	10
Peso específico del material seco	S_s	Kg/m^3	1500
Fracción de agua en el lodo original hidratado	F_h	Kg/m^3	993,33
Humedad inicial del lodo	H_h	%	98,99
Humedad final del lodo deshidratado	H_d	%	65
RESULTADOS DE CÁLCULO			
Fracción de agua en el lodo deshidratado	F_d	Kg/m^3	28,66
Peso del lodo deshidratado	W_d	$Kg/día$	3,59
Volumen del lodo deshidratado	V_d	$m^3/día$	0,0023



4.2.2.3. Análisis de precios unitarios

4.2.2.3.1. Instalaciones para gestión de residuos sólidos

PROYECTO: Área de almacenamiento de residuos sólidos					
FECHA: Junio 2015					
ITEM: 01					
RUBRO : Replanteo de áreas					
UNIDAD: m ²					
A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	
ESTACAS	u		0,25	0,36	0,09
TIRAS DE MADERA	u		0,20	4,35	0,87
PINTURA	L		0,05	4,64	0,23
				A	1,19
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
ESTACIÓN TOTAL	SOKIA		0,01	1,2	0,01
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.			0,12		0,01
CAMIONETA			0,01	10	0,08
				B	0,10
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
TOPÓGRAFO I	I		0,01	3,57	0,03
CADENERO	III		0,01	3,22	0,03
AYUDANTE	II		0,01	3,22	0,03
CHOFER	CH		0,01	4,67	0,04
				C	0,12
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =					1,41
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =					0,28
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =					1,69

PROYECTO: Área de almacenamiento de residuos sólidos					
FECHA: Junio 2015					
ITEM: 02					
RUBRO : Desbroce y limpieza					
UNIDAD: m ²					
A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	
				A	0,00
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
GALLINETA	CAT 416E		0,03	20	0,52
VOLQUETA	8 m ³		0,03	20	0,52
				B	1,04
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
OPERADOR	G		0,03	3,57	0,09
CHOFER	CH		0,03	4,67	0,12
AYUDANTE	II		0,03	3,22	0,08
				C	0,30
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =					1,34
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =					0,27
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =					1,61



PROYECTO: Área de almacenamiento de residuos sólidos
FECHA: Junio 2015
ITEM: 03
RUBRO : Luminarias 500W planta de tratamiento
UNIDAD: u

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
BASE PARA LUMINARIA	u	1,00	37,70	37,70
LUMINARIA 500W	u	1,00	46,40	46,40
A				84,10
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.				0,16
B				0,16
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
ELECTRICISTA		1,00	3,22	3,22
C				3,22
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				87,48
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				17,50
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				104,98

PROYECTO: Área de almacenamiento de residuos sólidos
FECHA: Junio 2015
ITEM: 04
RUBRO : Veredas perimetrales de circulación
UNIDAD: m

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
CEMENTO	Kg	15,50	0,15	2,33
ARENA	m ³	0,10	11,25	1,13
RIPIO	m ³	0,05	11,25	0,56
AGUA	m ³	0,12	0,10	0,01
PIEDRA BOLA	m ³	0,10	10,00	1,00
A				5,02
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
CONCRETERA	1 SACO	0,06	3,12	0,19
VIBRADOR		0,06	2,25	0,14
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.				0,36
B				0,68
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
MAESTRO DE OBRA	IV	0,20	3,57	0,71
ALBAÑIL	III	1,00	3,22	3,22
PEÓN	I	1,00	3,18	3,18
C				7,11
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				12,82
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				2,56
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				15,38



PROYECTO: Área de almacenamiento de residuos sólidos
FECHA: Junio 2015
ITEM: 05
RUBRO : Hormigón simple $f'c = 210 \text{ Kg}/c^2$
UNIDAD: m^3

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
CONCRETO	m^3	1,00	97,00	97,00
			A	97,00
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
				B
				0,00
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
				C
				0,00
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				97,00
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				19,40
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				116,40

PROYECTO: Área de almacenamiento de residuos sólidos
FECHA: Junio 2015
ITEM: 06
RUBRO : Hormigón ciclopeo
UNIDAD: m^3

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
CONCRETO	m^3	0,30	97,00	29,10
PIEDRA BOLA	m^3	0,70	10,00	7,00
			A	36,10
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.				B
				0,00
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
MAESTRO DE OBRA	IV	0,20	3,57	0,71
ALBAÑIL	III	1,00	3,22	3,22
PEÓN	I	1,00	3,18	3,18
				C
				7,11
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				43,21
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				8,64
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				51,86



PROYECTO: Área de almacenamiento de residuos sólidos
FECHA: Junio 2015
ITEM: 07
RUBRO : Mampostería
UNIDAD: m²

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	
CEMENTO	Kg	5,00	0,15	0,75	
ARENA	m ³	0,10	11,25	1,13	
AGUA	m ³	0,12	0,10	0,01	
BLOQUE	u	13,00	0,29	3,77	
				A	5,66
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.				0,14	
				B	0,14
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
MAESTRO DE OBRA	IV	0,05	3,57	0,18	
ALBAÑIL	III	0,40	3,22	1,29	
PEÓN	I	0,40	3,18	1,27	
				C	2,74
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				8,53	
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				1,71	
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				10,24	

PROYECTO: Área de almacenamiento de residuos sólidos
FECHA: Junio 2015
ITEM: 08
RUBRO : Acero de refuerzo fy=4200Kg/cm²
UNIDAD: Kg

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	
ACERO DE REFUERZO	Kg	0,95	1,21	1,15	
ALAMBRE DE AMARRE No. 18	Kg	0,05	2,49	0,12	
				A	1,27
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.				0,02	
				B	0,02
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
FIERRERO	III	0,03	3,22	0,10	
AYUDANTE	II	0,06	3,22	0,19	
PEÓN	I	0,03	3,18	0,10	
				C	0,39
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				1,68	
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				0,34	
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				2,01	



PROYECTO: Área de almacenamiento de residuos sólidos					
FECHA: Junio 2015					
ITEM: 09					
RUBRO : Encofrado recto					
UNIDAD: m ²					
A. MATERIALES					
TABLA DE MONTE 30 cm	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	
	u	1,50	1,79	2,69	
ALFAJIA 7x7x250	u	0,70	2,70	1,89	
CLAVOS	Kg	0,25	4,99	1,25	
				A	5,82
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
				0,24	
				B	0,24
C. MANO DE OBRA					
CARPINTERO	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
	III	0,50	3,22	1,61	
PEÓN	I	1,00	3,18	3,18	
				C	4,79
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				10,85	
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				2,17	
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				13,02	

PROYECTO: Área de almacenamiento de residuos sólidos					
FECHA: Junio 2015					
ITEM: 10					
RUBRO : Enlucido					
UNIDAD: m ²					
A. MATERIALES					
CEMENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	
	Kg	0,31	0,15	0,05	
ARENA	m ³	0,03	11,25	0,34	
AGUA	m ³	0,01	0,10	0,00	
CEMENTINA	Kg	1,00	0,11	0,11	
				A	0,50
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
				0,23	
				B	0,23
C. MANO DE OBRA					
MAESTRO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
	IV	0,04	3,57	0,14	
ALBAÑIL	III	0,70	3,22	2,25	
PEÓN	I	0,70	3,18	2,23	
				C	4,62
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				5,35	
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				1,07	
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				6,42	



PROYECTO: Área de almacenamiento de residuos sólidos
FECHA: Junio 2015
ITEM: 11
RUBRO : Excavación manual
UNIDAD: m³

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
				A 0,00
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
				0,40
				B 0,40
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
MAESTRO DE OBRA	IV	0,25	3,57	0,89
PEÓN	I	2,50	3,18	7,95
				C 8,84
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				9,24
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				1,85
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				11,09

PROYECTO: Área de almacenamiento de residuos sólidos
FECHA: Junio 2015
ITEM: 12
RUBRO : Desalojo de material
UNIDAD: m³

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
				A 0,00
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS VOLQUETA	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
	8 m ³	0,05	20	1,00
				B 1,00
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
CHOFER	CH	1,00	4,67	4,67
PEÓN	I	0,05	3,18	0,16
				C 4,83
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				5,83
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				1,17
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				6,99



PROYECTO: Área de almacenamiento de residuos sólidos
FECHA: Junio 2015
ITEM: 13
RUBRO : Estructura metálica y cubierta
UNIDAD: m²

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
ESTRUCTURA METÁLICA Y CUBIERTA	u	1,00	60,00	60,00
A				60,00
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
SOLDADORA		0,10	7	0,70
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.		3,97	0,05	0,20
B				0,70
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
HERRERO	IV	0,30	3,57	1,07
AYUDANTE	II	0,90	3,22	2,90
C				3,97
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				64,67
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				12,93
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				77,60

PROYECTO: Área de almacenamiento de residuos sólidos
FECHA: Junio 2015
ITEM: 14
RUBRO : Cerramiento
UNIDAD: m²

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
MALLA DE CERRAMIENTO	m ²	1,00	30,00	30,00
A				30,00
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
SOLDADORA		0,10	7	0,70
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.		3,97	0,05	0,20
B				0,70
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
HERRERO	IV	0,30	3,57	1,07
AYUDANTE	II	0,90	3,22	2,90
C				3,97
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				34,67
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				6,93
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				41,60



PROYECTO: Área de almacenamiento de residuos sólidos					
FECHA: Junio 2015					
ITEM: 15					
RUBRO : Sistema eléctrico					
UNIDAD: glb					
A. MATERIALES					
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	
BREAKER MONOFÁSICO	u	1,00	35,68	35,68	
BREAKER BIFÁSICO	u	2,00	4,22	8,44	
MEDIDOR DE ENERGÍA BIFÁSICO	u	2,00	10,37	20,74	
INTERRUPTOR SIMPLE 120V - 10A	u	1,00	18,85	18,85	
TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO	u	1,00	2,30	2,30	
CABLE 3X8 AWG	u	1,00	1,05	1,05	
TUBO CONDUIT LIVIANO 1"	m	6,00	1,67	10,02	
TUBO CONDUIT LIVIANO 2"	m	29,00	1,02	29,58	
		7,00	2,18	15,23	
				A	141,89
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
					5,64
				B	5,64
C. MANO DE OBRA					
ELECTRICISTA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
AYUDANTE	III	16,00	3,22	51,52	
ALBAÑIL	II	16,00	3,22	51,52	
	III	3,00	3,22	9,66	
				C	112,70
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				260,22	
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				52,04	
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				312,26	



4.2.2.3.2. Instalaciones para gestión de residuos líquidos

PROYECTO: Planta de tratamiento de residuos líquidos					
FECHA: Junio 2015					
ITEM: 01					
RUBRO : Replanteo de areas					
UNIDAD: m ²					
A. MATERIALES					
	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	
ESTACAS	u	0,25	0,36	0,09	
TIRAS DE MADERA	u	0,20	4,35	0,87	
PINTURA	L	0,05	4,64	0,23	
				A	1,19
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
ESTACIÓN TOTAL	SOKIA	0,01	1,2	0,01	
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.		0,12		0,01	
CAMIONETA		0,01	10	0,08	
				B	0,10
C. MANO DE OBRA					
	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
TOPÓGRAFO I	I	0,01	3,57	0,03	
CADENERO	III	0,01	3,22	0,03	
AYUDANTE	II	0,01	3,22	0,03	
CHOFER	CH	0,01	4,67	0,04	
				C	0,12
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				1,41	
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				0,28	
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				1,69	

PROYECTO: Planta de tratamiento de residuos líquidos					
FECHA: Junio 2015					
ITEM: 02					
RUBRO : Desbroce y limpieza					
UNIDAD: m ²					
A. MATERIALES					
	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	
				A	0,00
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
GALLINETA	CAT 416E	0,026	20	0,52	
VOLQUETA	8 m ³	0,026	20	0,52	
				B	1,04
C. MANO DE OBRA					
	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
OPERADOR	G	0,026	3,57	0,09	
CHOFER	CH	0,026	4,67	0,12	
AYUDANTE	II	0,026	3,22	0,08	
				C	0,30
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				1,34	
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				0,27	
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				1,61	



PROYECTO: Planta de tratamiento de residuos líquidos					
FECHA: Junio 2015					
ITEM: 03					
RUBRO : Luminarias 500W planta de tratamiento					
UNIDAD: u					
A. MATERIALES					
	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	
BASE PARA LUMINARIA	u	1,00	37,70	37,70	
LUMINARIA 500W	u	1,00	46,40	46,40	
				A	84,10
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.				0,16	
				B	0,16
C. MANO DE OBRA					
	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
ELECTRICISTA		1	3,22	3,22	
				C	3,22
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =					87,48
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =					17,50
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =					104,98

PROYECTO: Planta de tratamiento de residuos líquidos					
FECHA: Junio 2015					
ITEM: 04					
RUBRO : Veredas perimetrales de circulación					
UNIDAD: m					
A. MATERIALES					
	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	
CEMENTO	Kg	15,50	0,15	2,33	
ARENA	m ³	0,10	11,25	1,13	
RIPIO	m ³	0,05	11,25	0,56	
AGUA	m ³	0,12	0,10	0,01	
PIEDRA BOLA	m ³	0,10	10,00	1,00	
				A	5,02
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
CONCRETERA	1 SACO	0,06	3,12	0,19	
VIBRADOR		0,06	2,25	0,14	
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.				0,36	
				B	0,68
C. MANO DE OBRA					
	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
MAESTRO DE OBRA	IV	0,2	3,57	0,71	
ALBAÑIL	III	1	3,22	3,22	
PEÓN	I	1	3,18	3,18	
				C	7,11
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =					12,82
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =					2,56
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =					15,38



PROYECTO: Planta de tratamiento de residuos líquidos
FECHA: Junio 2015
ITEM: 05
RUBRO : Hormigón simple $f'c = 210 \text{ Kg}/c^2$
UNIDAD: m^3

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
CONCRETO	m^3	1,00	97,00	97,00
			A	97,00
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
				B
				0,00
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
				C
				0,00
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				97,00
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				19,40
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				116,40

PROYECTO: Planta de tratamiento de residuos líquidos
FECHA: Junio 2015
ITEM: 06
RUBRO : Acero de refuerzo $f_y=4200\text{Kg}/cm^2$
UNIDAD: Kg

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
ACERO DE REFUERZO	Kg	0,95	1,21	1,15
ALAMBRE DE AMARRE No. 18	Kg	0,05	2,49	0,12
			A	1,27
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.				0,02
				B
				0,02
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
FIERRERO	III	0,03	3,22	0,10
AYUDANTE	II	0,06	3,22	0,19
PEÓN	I	0,03	3,18	0,10
				C
				0,39
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				1,68
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				0,34
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				2,01



PROYECTO: Planta de tratamiento de residuos líquidos					
FECHA: Junio 2015					
ITEM: 07					
RUBRO : Encofrado recto					
UNIDAD: m ²					
A. MATERIALES					
MÓDULO IV (1,22x1,22)	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	
	u	0,67	0,17	0,11	
TABLA DE MONTE 30 cm	u	3,09	1,79	5,53	
ALFAJIA 7x7x250	u	1,58	2,70	4,27	
CLAVOS	Kg	0,25	4,99	1,25	
PINGOS	m	3,17	0,45	1,43	
				A	9,91
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
					0,24
				B	0,24
C. MANO DE OBRA					
CARPINTERO	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
	III	0,5	3,22	1,61	
PEÓN	I	1	3,18	3,18	
				C	4,79
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				14,94	
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				2,99	
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				17,93	

PROYECTO: Planta de tratamiento de residuos líquidos					
FECHA: Junio 2015					
ITEM: 08					
RUBRO : Enlucido interior + impermeabilidad					
UNIDAD: m ²					
A. MATERIALES					
CEMENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	
	Kg	0,31	0,15	0,05	
ARENA	m ³	0,03	11,25	0,34	
AGUA	m ³	0,01	0,10	0,00	
CEMENTINA	Kg	1,00	0,11	0,11	
IMPERMEABILIZANTE	Kg	0,05	1,33	0,07	
				A	0,56
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
					0,23
				B	0,23
C. MANO DE OBRA					
MAESTRO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
	IV	0,04	3,57	0,14	
ALBAÑIL	III	0,7	3,22	2,25	
PEÓN	I	0,7	3,18	2,23	
				C	4,62
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				5,42	
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				1,08	
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				6,50	



PROYECTO: Planta de tratamiento de residuos líquidos
FECHA: Junio 2015
ITEM: 09
RUBRO : Excavación manual
UNIDAD: m³

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
				A 0,00
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
				B 0,40
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
MAESTRO DE OBRA	IV	0,25	3,57	0,89
PEÓN	I	2,5	3,18	7,95
				C 8,84
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				9,24
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				1,85
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				11,09

PROYECTO: Planta de tratamiento de residuos líquidos
FECHA: Junio 2015
ITEM: 010
RUBRO : Desalojo de material
UNIDAD: m³

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
				A 0,00
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS VOLQUETA	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
	8 m ³	0,05	20	1,00
				B 1,00
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
CHOFER	CH	1	4,67	4,67
PEÓN	I	0,05	3,18	0,16
				C 4,83
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				5,83
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				1,17
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				6,99



PROYECTO: Planta de tratamiento de residuos líquidos
FECHA: Junio 2015
ITEM: 011
RUBRO : Tapa metálica
UNIDAD: u

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
TAPA METÁLICA	u	1,00	65,25	65,25
				A
				65,25
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
				B
				0,00
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
				C
				0,00
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				65,25
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				13,05
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				78,30

PROYECTO: Planta de tratamiento de residuos líquidos
FECHA: Junio 2015
ITEM: 012
RUBRO : Bomba de 1/2 HP
UNIDAD: u

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
BOMBA CENTRÍFUGA 1/2 HP	u	1,00	174,00	174,00
TRAMO CORTO HG 1 0,10m	u	7,00	1,81	12,69
TRAMO CORTO HG 1 0,20m	u	1,00	3,77	3,77
TRAMO CORTO HG 1 0,60m	u	1,00	1,81	1,81
VÁLVULA CHECK 1 VERTICAL	u	1,00	19,20	19,20
VÁLVULAS DE COMPUERTA 1"	u	1,00	46,40	46,40
				A
				257,87
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.				2,90
				B
				2,90
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
MAESTRO PLOMERO	IV	6	3,22	19,32
ELECTRICISTA	III	6	3,22	19,32
AYUDANTE	II	6	3,22	19,32
				C
				57,96
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				318,73
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				63,75
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				382,47



PROYECTO: Planta de tratamiento de residuos líquidos					
FECHA: Junio 2015					
ITEM: 013					
RUBRO : Sistema eléctrico					
UNIDAD: glb					
A. MATERIALES					
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	
BREAKER MONOFÁSICO	u	1,00	35,68	35,68	
BREAKER BIFÁSICO	u	2,00	4,22	8,44	
MEDIDOR DE ENERGÍA BIFÁSICO	u	2,00	10,37	20,74	
INTERRUPTOR SIMPLE 120V - 10A	u	1,00	18,85	18,85	
TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO	u	1,00	2,30	2,30	
LUMINARIA DE 100W	u	1,00	1,05	1,05	
CABLE 3X2 AWG TTU	u	1,00	20,25	20,25	
CABLE 3X10AWG	m	27,00	2,60	70,20	
CABLE 3X6 AWG	m	18,00	0,91	16,38	
CABLE 3X8 AWG	m	12,00	2,67	32,04	
TUBO CONDUIT LIVIANO 1"	m	6,00	1,67	10,02	
TUBO CONDUIT LIVIANO 2"	m	29,00	1,02	29,58	
		7,00	2,18	15,23	
				A	280,76
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
				5,64	
				B	5,64
C. MANO DE OBRA					
ELECTRICISTA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
AYUDANTE	III	16	3,22	51,52	
ALBAÑIL	II	16	3,22	51,52	
	III	3	3,22	9,66	
				C	112,70
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				399,09	
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				79,82	
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				478,91	

PROYECTO: Planta de tratamiento de residuos líquidos					
FECHA: Junio 2015					
ITEM: 014					
RUBRO : Tuberías entre tanques					
UNIDAD: m					
ESPECIAL: Unión Z					
A. MATERIALES					
TUBO PVC-P D=110m	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	
	m	1,00	4,45	4,45	
				A	4,45
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
				0,14	
				B	0,14
C. MANO DE OBRA					
PLOMERO	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
AYUDANTE	III	0,44	3,22	1,42	
	II	0,44	3,22	1,42	
				C	2,83
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				7,43	
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				1,49	
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				8,91	



PROYECTO: Planta de tratamiento de residuos líquidos FECHA: Junio 2015 ITEM: 015 RUBRO : Agitador de palas UNIDAD: glb					
A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	
AGITADOR DE PALAS	u	1,00	725,00	725,00	
				A	725,00
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.				0,45	
				B	0,45
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
MAESTRO PLOMERO	IV	0,8	3,22	2,58	
ELECTRICISTA	III	1	3,22	3,22	
AYUDANTE	II	1	3,22	3,22	
				C	9,02
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				734,47	
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				146,89	
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				881,36	

PROYECTO: Planta de tratamiento de residuos líquidos FECHA: Junio 2015 ITEM: 016 RUBRO : Motor de 2 HP UNIDAD: u					
A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	
MOTOR 2 HP	u	1,00	2175,00	2175,00	
TRAMO CORTO HG 1 0,10m	u	7,00	1,81	12,69	
TRAMO CORTO HG 1 0,20m	u	1,00	3,77	3,77	
TRAMO CORTO HG 1 0,60m	u	1,00	1,81	1,81	
VÁLVULA CHECK 1 VERTICAL	u	1,00	19,20	19,20	
VÁLVULAS DE COMPUERTA 1"	u	1,00	46,40	46,40	
				A	2258,87
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.				2,90	
				B	2,90
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO	
MAESTRO PLOMERO	IV	6	3,22	19,32	
ELECTRICISTA	III	6	3,22	19,32	
AYUDANTE	II	6	3,22	19,32	
				C	57,96
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				2319,73	
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				463,95	
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				2783,67	



PROYECTO: Planta de tratamiento de residuos líquidos
FECHA: Junio 2015
ITEM: 017
RUBRO : Pantallas del floculador
UNIDAD: m

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
TABLA DE MADERA 0,3 cm espesor	m	1,00	3,19	3,19
PINTURA EPÓXICA	L	0,50	3,65	1,83
A				5,02
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.				0,13
B				0,13
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
MAESTRO DE OBRA	IV	0,3	3,57	1,07
PEÓN	I	0,5	3,18	1,59
C				2,66
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				7,81
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				1,56
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				9,37

PROYECTO: Planta de tratamiento de residuos líquidos
FECHA: Junio 2015
ITEM: 018
RUBRO : Dosificador de químicos
UNIDAD: glb
ESPECIAL: Instalado y probado

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
DOSIFICADOR DE QUÍMICOS	u	1,00	890,00	890,00
A				890,00
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
B				0,00
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
C				0,00
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				890,00
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				178,00
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				1068,00



PROYECTO: Planta de tratamiento de residuos líquidos
FECHA: Junio 2015
ITEM: 019
RUBRO : Tuberías, valvulas y accesorios de interconexión
UNIDAD: glb

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
TUBO HG 1"	m	34,00	4,90	166,54
UNIVERSAL HG 1"	u	1,00	2,86	2,86
CODO HG 1"90°	u	8,00	1,14	9,12
VÁLVULAS DE COMPUERTA DE BRONCE	u	1,00	39,15	39,15
			A	217,67
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.				1,21
			B	1,21
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
PLOMERO	III	3	3,22	9,66
ALBAÑIL	III	1,5	3,22	4,83
AYUDANTE	II	3	3,22	9,66
			C	24,15
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				243,03
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				48,61
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				291,64

PROYECTO: Planta de tratamiento de residuos líquidos
FECHA: Junio 2015
ITEM: 020
RUBRO : Tuberías de descarga y empate al alcantarillado
UNIDAD: glb
ESPECIAL: Unión Z

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
TUBO PVC-P D=110m	m	1,00	4,45	4,45
			A	4,45
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	TIPO	HORA/EQUIPO	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.				0,14
			B	0,14
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS/HOMBRE	COSTO/HORA	COSTO UNITARIO
PLOMERO	III	0,44	3,22	1,42
AYUDANTE	II	0,44	3,22	1,42
			C	2,83
1) TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C) =				7,43
2) TOTAL COSTO INDIRECTO (20%) =				1,49
3) PRECIO UNITARIO (1+2) =				8,91



4.2.2.4. Presupuesto

4.2.2.4.1. Instalaciones para gestión de residuos sólidos

ITEM	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO			
		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
GENERALES					
01	REPLANTEO DE ÁREAS	m ²	559,94	1,69	944,42
02	DESBROCE Y LIMPIEZA	m ²	559,94	1,61	899,01
05	LUMINARIAS 500W ÁREA DE TRATAMIENTO	u	2,00	104,98	209,95
15	SISTEMA ELÉCTRICO	glb	1,00	312,26	312,26
04	VEREDAS PERIMETRALES	m	92,60	15,38	1424,16
AREA DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS COMUNES					
05	HORMIGÓN SIMPLE $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	m ³	4,87	116,40	566,87
08	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$	Kg	360,87	2,01	725,35
09	ENCOFRADO RECTO	m ²	35,60	17,93	638,26
10	ENLUCIDO	m ²	106,80	6,42	685,66
11	EXCAVACIÓN A MANO	m ³	1,78	11,09	19,74
12	DESALOJO DE MATERIAL SOBRANTE	m ³	1,78	6,99	12,45
06	HORMIGÓN CICLOPEO	m ³	1,78	51,86	92,31
07	MAMPOSTERIA	m ²	53,40	10,24	546,82
13	ESTRUCTURA METÁLICA Y CUBIERTA	m ²	24,37	77,60	1891,11
14	CERRAMIENTO	m	46,20	41,60	1921,92
AREA DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS					
05	HORMIGÓN SIMPLE $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	m ³	7,06	116,40	821,78
08	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$	Kg	523,09	2,01	1051,41
09	ENCOFRADO RECTO	m ²	42,88	17,93	768,78
10	ENLUCIDO	m ²	128,64	6,42	825,87
11	EXCAVACIÓN A MANO	m ³	2,14	11,09	23,73
12	DESALOJO DE MATERIAL SOBRANTE	m ³	2,14	6,99	14,97
06	HORMIGÓN CICLOPEO	m ³	2,14	51,86	110,97
07	MAMPOSTERIA	m ²	64,32	10,24	658,64
13	ESTRUCTURA METÁLICA Y CUBIERTA	m ²	35,32	77,60	2740,83
14	CERRAMIENTO	m	39,72	41,60	1652,35
AREA DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS INFECCIOSOS					
05	HORMIGÓN SIMPLE $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	m ³	0,30	116,40	34,92
08	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$	Kg	22,21	2,01	44,64
09	ENCOFRADO RECTO	m ²	4,00	17,93	71,71
10	ENLUCIDO	m ²	19,60	6,42	125,83
11	EXCAVACIÓN A MANO	m ³	0,20	11,09	2,22
12	DESALOJO DE MATERIAL SOBRANTE	m ³	0,20	6,99	1,40
06	HORMIGÓN CICLOPEO	m ³	0,20	51,86	10,37
07	MAMPOSTERIA	m ²	9,80	10,24	100,35
14	CERRAMIENTO	m	2,80	41,60	116,48
AREA DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS					
05	HORMIGÓN SIMPLE $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	m ³	27,84	116,40	3240,58
07	MAMPOSTERIA	m ²	201,00	10,24	2058,24
TOTAL					25366,36



4.2.2.4.2. Instalaciones para gestión de residuos líquidos

PRESUPUESTO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
GENERALES					
01	REPLANTEO DE ÁREAS	m ²	250,00	1,69	421,66
02	DESBROCE Y LIMPIEZA	m ²	250,00	1,61	401,39
03	LUMINARIAS 500W ÁREA DE TRATAMIENTO	u	4,00	104,98	419,91
04	VEREDAS PERIMETRALES	m	55,84	15,38	858,80
TANQUE DE IGUALAMIENTO					
05	HORMIGÓN SIMPLE $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	m ³	4,33	116,40	504,24
06	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$	Kg	309,23	2,01	621,56
07	ENCOFRADO RECTO	m ²	15,30	17,93	274,31
08	ENLUCIDO INTERIOR + IMPERMEABILIDAD	m ²	15,30	6,50	99,43
09	EXCAVACIÓN A MANO	m ³	11,83	11,09	131,19
010	DESALOJO DE MATERIAL SOBRENTE	m ³	11,83	6,99	82,76
011	TAPA METÁLICA	u	1,00	78,30	78,30
SISTEMA DE IMPULSIÓN					
012	BOMBA DE 1/2 HP	u	1,00	382,47	382,47
013	SISTEMA ELÉCTRICO	glb	1,00	478,91	478,91
014	TUBERÍAS ENTRE TANQUES	m	20,00	8,91	178,21
MEZCLADOR MECÁNICO					
05	HORMIGÓN SIMPLE $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	m ³	13,70	116,40	1594,57
06	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$	Kg	271,36	2,01	545,44
07	ENCOFRADO RECTO	m ²	34,56	17,93	619,57
08	ENLUCIDO INTERIOR + IMPERMEABILIDAD	m ²	34,56	6,50	224,57
09	EXCAVACIÓN A MANO	m ³	12,21	11,09	135,43
015	AGITADOR DE PALAS	glb	1,00	881,36	881,36
016	MOTOR DE 2HP	glb	1,00	2783,67	2783,67
FLOCULADOR					
05	HORMIGÓN SIMPLE $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	m ³	1,20	116,40	139,80
06	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$	Kg	129,83	2,01	260,96
07	ENCOFRADO RECTO	m ²	7,40	17,93	132,58
08	ENLUCIDO INTERIOR + IMPERMEABILIDAD	m ²	7,40	6,50	48,06
09	EXCAVACIÓN A MANO	m ³	4,41	11,09	48,87
017	PANTALLAS DEL FLOCULADOR	m	12,00	9,37	112,45
SEDIMENTADOR					
05	HORMIGÓN SIMPLE $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	m ³	100,46	116,40	11693,54
06	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$	Kg	973,33	2,01	1956,39
07	ENCOFRADO RECTO	m ²	40,04	17,93	717,86
08	ENLUCIDO INTERIOR + IMPERMEABILIDAD	m ²	40,04	6,50	260,20
09	EXCAVACIÓN A MANO	m ³	51,21	11,09	567,84
CONEXIONES Y VÁLVULAS					
018	DOSIFICADOR DE QUÍMICOS	glb	2,00	1068,00	2136,00
019	TUBERÍAS VÁLVULAS Y ACCESORIOS DE INTERCONEXIÓN	glb	1,00	291,64	291,64
020	TUBERÍAS DE DESCRAGA Y EMPATE A ALCANTARILLADO	glb	50,00	8,91	445,52
TOTAL					30529,47



4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.3.1. Residuos sólidos

Se observó que en todos los segmentos generadores identificados durante el diagnóstico realizado en campo, se generan varios tipos de los residuos comunes caracterizados; sin embargo, los segmentos generadores sobre los cuales se debe prestar especial atención son las áreas de: Servicios de alimentación, áreas recreativas y áreas habitacionales.

Se deberá prestar especial atención con respecto a la generación de residuos industriales / peligrosos en los segmentos generadores: Mantenimiento mecánico, bodegas y patios de almacenamiento, despacho de combustibles, y consultorio médico.

La tendencia normal de una compañía es al crecimiento y expansión de horizontes productivos. Al contar con procesos ambientalmente responsables las empresas pueden ser más competitivas tanto en medios locales como externos (García, 2007).

Las empresas de construcción líderes en nuestro medio, están encaminadas bajo parámetros de sistemas de gestión que exigen el mejoramiento continuo de procesos y la innovación en los mismos. Es menester que las políticas ambientales establecidas dentro de los sistemas de gestión, sean socializadas entre los colaboradores de la compañía; en este caso, de manera especial las políticas ambientales.

Es importante que una vez que se haya establecido y dado cuerpo a un sistema de gestión ambiental de uso adecuado de recursos y manejo responsable de residuos, todos los involucrados tanto en procesos administrativos como operativos, sean partícipes de los objetivos planteados en relación al desempeño ambiental, mismos que deberán ser



plasmados de manera formal en documentos oficiales.

De la mano de lo mencionado en párrafos anteriores, se deberán desarrollar sistemas de capacitación que permitan mantener los conocimientos que aseguren la participación de los involucrados en la consecución de los objetivos planteados siempre a través de las mejoras continuas.

Mediante el reciclaje y reúso de residuos comunes tales como papel, cartón, plástico, vidrio, metal y residuos orgánicos, se podrán beneficiar varios sectores, entre estos, grupos de trabajadores del reciclaje y empresas que se dedican a esta actividad, lo que generará plazas de empleo para varias personas. De la misma manera existirá un beneficio al interno de la organización que consistirá en obtener abono orgánico procesado a partir de los residuos orgánicos generados en los distintos procesos del campamento; este producto podrá ser utilizado dentro de los procesos de regeneración ambiental propios de un proceso constructivo vial.

En el ámbito nacional, prácticas como la recuperación y el reciclaje podrán ser un valor agregado para las empresas que las pongan en práctica dentro de sus procesos productivos, industriales o de servicios. De acuerdo al MAE (2014) mediante Acuerdo Ministerial 284, se establecen políticas para promover las buenas prácticas ambientales; entre estas la certificación que se otorga a las empresas que cumplan con ciertos parámetros de prácticas amigables al ambiente.

Al obtener esta acreditación, la empresa ganará en visibilidad dentro del ámbito nacional y tendrá un “plus” ante procesos de licitación pública, considerando que la protección



ambiental se ha convertido en un pilar fundamental para el gobierno de turno y será un tema de trascendencia en la agenda de futuros regímenes políticos; de esta manera, este tipo de acreditaciones se convertirán en una ventaja competitiva (García, 2007).

Este tipo de modelo de gestión de residuos, tiene una gran utilidad en locaciones en las que se concentra gran cantidad de personal mensualmente o anualmente, tal como la locación sujeta a estudio, ya que se pueden diferenciar distintos tipos de materiales como residuos, de los cuales la gran mayoría son reutilizables o reciclables en nuevas cadenas productivas. Es de suma importancia resaltar que este estudio ambiental realizado para uno de los procesos operativos de mayor importancia de una empresa de construcción vial, le permite tener un panorama claro de la situación real de su procedimientos ambientales y tomar las medidas base para la implementación de una certificación ISO 14000, misma que es de gran valor agregado dentro del *curriculum* de la organización al momento de concursar por proyectos de construcción a nivel internacional.

Adicionalmente, tomando en cuenta los lineamientos que se presentan en este trabajo, se cumpliría con una calificación de sobresaliente con las exigencias de ley establecidas en la legislación ecuatoriana citada y se encaminaría todos los procesos productivos con responsabilidad ambiental y asegurando “la preservación del ambiente” según se reza en la política ambiental empresarial.

De acuerdo con García (2007) la reducción en la generación de residuos es vital para el desarrollo de un modelo de gestión de residuos sólidos a la vez que es de beneficio para cualquier organización al reducirse los costos, ahorrar energía, incrementar utilidad, mejorar el lugar de trabajo u el medio ambiente local.



El mismo autor considera a la reutilización de residuos como una alternativa de manejo adecuado de residuos, básicamente con los mismos beneficios conceptuales descritos en el párrafo anterior.

Se ha identificado en el estudio de campo que el 59,4% de los residuos generados en el campamento son residuos aprovechables o recuperables. Así mismo, solo el 26,3% de los residuos de los residuos aprovechables, realmente tienen algún tipo de aprovechamiento por parte de la empresa siendo este un porcentaje sumamente bajo para el actual modelo de manejo. Un manejo enmarcado en procedimientos ambientalmente responsables deberá trazarse metas documentadas que sobrepasen un 80%.

De los residuos aprovechables más importantes en cuanto a cantidad de generación, el que más se produjo fue la lavaza orgánica generada en los servicios de alimentación junto con otros restos orgánico, dato que guarda lógica debido al gran número de personal que se atiende en este tipo de locaciones. A continuación se encuentra en papel y cartón, residuo que tiene gran facilidad de gestión con prestadores de servicio local que trabajan con este como materia prima. En seguida se encuentra el plástico común material que también es muy cotizado por sus características de aprovechabilidad. En la lista le sigue las botellas de plástico PET, mismo que tiene gran valor en la industria de reciclaje por sus propiedades como materia prima; este tipo de residuo se genera en grandes cantidades debido a la dotación de agua embotellada para hidratación del personal durante la jornada laboral. Este tipo de residuo en particular, tiene un precio bastante atractivo en el mercado mismo que podría ser aprovechado para generar divisas para la organización si se establece el un sistema específico de recuperación de este material.



No obstante de las características de aprovechabilidad de todos los residuos mencionados, deberá presentarse como primera estrategia de gestión, la disminución de residuos. Considerando que los inorgánicos son los principales residuos que se deben gestionar de manera responsable, se deberá establecer 3 ejes fundamentales como parte de la política de reducción de residuos entre las cuales deberá destacar:

- Disminución de plástico y cartón.- La coordinación con proveedores para disminuir la dotación de insumos herramientas y materiales con envoltorio innecesarios.
- Disminución de plástico PET.- La consideración de medidas alternativas de dotación de agua para hidratación del personal en botellas reutilizables, con estaciones de abastecimiento de agua potable filtrada.
- Disminución de residuo común.- Plantear la alternativa de servicio de alimentación del personal en recipientes reutilizables (lavables) para eliminar recipientes de plástico desechable.

En caso de que las medidas establecidas en los 3 últimos puntos no puedan ser ejecutadas a cabalidad, los residuos generados deberán ser recuperados y gestionados por personal autorizado que garantice el manejo apropiado de los mismos (gestores ambientales).

La gestión correspondiente a la sección de residuos peligrosos es bastante buena y se observa eficiencia en el proceso. No obstante de esto, durante la caracterización en general, se observó que no existe una correcta separación de los residuos contaminados con sustancias peligrosas de los residuos comunes o los residuos recuperables, lo cual genera un incumplimiento expreso a la normativa legal vigente (TULSMA). Para garantizar este cumplimiento se deberá seguir los lineamientos establecidos en el modelo de gestión



propuesto.

Es necesario mantener un programa de inducción y capacitaciones al manejo adecuado de residuos y uso apropiado de recursos para todo el personal que desarrolle actividades o habite el campamento.

De acuerdo al presupuesto realizado en base a los precios unitarios correspondientes, para implementación de las adecuaciones físicas, el valor de 25366,35\$ deberá invertirse para garantizar adecuadas medidas de almacenamiento y clasificación de residuos sólidos.

De acuerdo al análisis de ingresos que se establece en el Esquema de aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos, TABLA N^o 42, la inversión de adecuaciones podría ser recuperada con recursos generados de los mismos residuos recuperados, en un lapso de aproximadamente 8 a 10 meses si es que el modelo de gestión se cumple a cabalidad.

4.3.2. Residuos líquidos

La aplicación de este sistema también corresponde a procesos de certificación que le permitirían a la organización competitividad en el ámbito nacional e internacional.

Ante el estudio de campo y laboratorio realizados sobre el efluente del campamento bajo análisis, se identificó un índice de contaminación menor en solamente 2 de los parámetros.

Ante estos resultados se estableció que un proceso de tratamiento físico – químico sería pertinente para disminuir los niveles de contaminación.

De acuerdo a lo establecido por la relación DBO₅/DQO, el proceso unitario apropiado para disminuir los niveles de carga contaminante identificados, sería la sedimentación primaria



en la que se disminuiría el DQO en un 30% 45% y de Sólidos Suspendidos en un 50% – 65% Romero (2004). Estos porcentajes de remoción serían suficientes para cumplir con los parámetros necesarios establecidos en TULSMA Libro VI Anexo I (MAE, 2015) para descarga a sistemas de alcantarillado.

Previo al proceso de sedimentación, se han considerado otros dos preliminares que corresponden a la ecualización de caudales, un mezclador de coagulantes / neutralizador y un floculador para garantizar una sedimentación apropiada de las partículas contaminantes.

Se deberá garantizar monitoreo permanente de los procesos unitarios de tratamiento de aguas para asegurar su eficiente funcionamiento y limpieza mensual por acumulación de lodos, mismos que serán separados y secados para ser tratados dentro del sistema de procesamiento de residuos orgánicos a lombrihumus.

Se tendrá presente que será necesario la ejecución de análisis de laboratorio para controlar la eficiencia del proceso, enfocado principalmente a los contaminantes sobre los que se identificó desviación en los niveles de descarga. Se efectuará también con la misma periodicidad los ensayos de jarras para determinar cambios en la dosificación de coagulante y neutralizador.

De acuerdo al presupuesto realizado en base a los precios unitarios correspondientes, para implementación del sistema de tratamiento de aguas residuales, el valor de 30529,46 \$ deberá invertirse para garantizar la disminución de las cargas contaminantes identificadas.

De acuerdo al análisis de ingresos que se establece en el Esquema de aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos, TABLA N^o 42, la inversión de adecuaciones de los diferentes procesos unitarios, podría ser recuperada en un lapso de aproximadamente 8 a 10 meses si es que el modelo de gestión se cumple a cabalidad y el mantenimiento del sistema



de tratamiento de efluentes, podría hacerse con las divisas generadas de la misma recuperación de los residuos.

En el análisis F.O.D.A. realizado para los dos segmentos del sistema de gestión integral de residuos sólidos y líquidos, se establece que son más determinantes y en mayor número las Oportunidades que las Amenazas para la materialización de este modelo como parte de los proceso de un campamento. Adicionalmente, se observa que las Fortalezas son más contundentes que las Debilidades al tratarse de la compañía de construcción más grande del país y la de más renombre, cuyas facilidades financieras le permiten incluir a estas propuestas dentro de su funcionamiento productivo.



5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se establece de acuerdo al estudio realizado que no existe un patrón de manejo esquematizado y formal de residuos sólidos comunes en los procesos operativos y administrativos del campamento de construcción; no obstante en cierta sección de los residuos peligrosos se mantiene un sistema de gestión apropiado en algunos componentes como el de clasificación y entrega a gestores ambientales.
- El sistema de gestión actual de residuos sólidos no contaba con la evaluación que permita un manejo técnico de los mismos, apegado a los requerimientos de ley.
- No se han establecido políticas claras de responsabilidad ambiental en la organización que gerencia el campamento sujeto de estudio, siendo esta una de las razones por las cuales no ha sido factible la formalización de sistemas eficientes de gestión.
- Se ha definido como sistema de manejo y gestión, un esquema que contempla 5 componentes funcionales que son: generación y clasificación, almacenamiento temporal, recolección y transporte, aprovechamiento y valorización, tratamiento y disposición final.
- En el componente de generación y clasificación se ha determinado la implementación de estaciones de clasificación de manera estratégica en cada segmento generador.
- En el componente de generación y clasificación se estableció la necesidad de trabajar de manera sistematizada con un programa de inducción y capacitaciones



periódicas que aseguren la participación activa de todos los habitantes del campamento en la correcta separación de residuos.

- En base a la caracterización, análisis de cantidades de generación y volúmenes de residuos sólidos se ha establecido una propuesta de implementación de áreas de almacenamiento temporal que garanticen el cumplimiento de los requerimientos de ley y faciliten un eventual proceso de certificación internacional de gestión ambiental.
- Se estableció la periodicidad de transporte y recolección con la que se deberá trabajar para garantizar una evacuación eficiente de los diferentes estadios de almacenamiento (de generación, intermedio y final)
- Se han establecidos las características de aprovechabilidad de los residuos recuperados y su posible re inserción al modelo de gestión integral de residuos sólidos y líquidos.
- Se definió además la disposición final que deberá tener cada componente caracterizado en los residuos sólidos
- Del análisis realizado sobre los residuos líquidos generados en el campamento sujeto a estudio y en base a los límites permisibles de cargas contaminantes del receptor del efluente, se ha determinado la existencia de niveles sobre los límites establecidos de 2 parámetros: DQO y Sólidos Suspendidos.
- En base a los análisis de laboratorio y la prueba de jarras, se estableció que el efluente del campamento de construcción vial debe ser tratado mediante un sistema físico – químico constituido por procesos de pre tratamiento y tratamiento primario.
- El proceso de pre tratamiento considerado fue el de homogenización o ecualización de caudales debido a las diferencias de caudal que se presentan a lo largo del día.



- El proceso primario que se ha considerado es el de sedimentación o decantación de partículas contaminantes para lo cual se ha establecido la necesidad de implementar un proceso de dosificación y mezclado de un coagulante químico y un neutralizador de pH y también un proceso físico de floculación con la finalidad de agrupar las partículas coaguladas y que se facilite la decantación.
- No se ha considerado la implementación de un proceso de desengrasado ya que la operación del campamento ya contempla procesos puntuales de desengrasado en los segmentos donde se ha identificado la generación de este tipo de contaminantes.
- De acuerdo al análisis F.O.D.A., son las Fortalezas y Oportunidades que se sobrepone a las Debilidades y Amenazas ante una eventual implementación de este modelo de gestión, lo cual nos permite considerar a su materialización como una posibilidad real dentro de los procesos del campamento de construcción.
- No obstante de la conclusión anterior, se ha estimado indispensable el trabajo sobre el establecimiento de políticas ambientales reales que comprometan a la Gerencia General, Direcciones Departamentales y colaboradores en general a su participación activa y apoyo irrestricto a estos procesos.
- En base al análisis de precios unitarios se ha establecido una inversión para implementación del modelo sobre los 55000 \$, valor que está al alcance de la organización que gerencia el campamento de construcción vial, tomando en consideración su bienestar financiero y la posibilidad de recuperación de dicha inversión desde las divisas generadas de la gestión de residuos sólidos reciclables.



RECOMENDACIONES

- Se recomienda la estructuración de un esquema planificado de capacitación de manejo de residuos sólidos, para el personal de campo y las autoridades administrativas del o los campamentos donde se planifique la instalación de este modelo.
- De la misma manera se recomienda la implementación de programas / incentivos para desarrollar una cultura ambiental a base de comportamiento. De esta manera se garantizaría que el personal involucrado con el funcionamiento de este modelo de gestión podrá llegar a tomar estas prácticas como propias y ejecutarlas de manera natural.
- Es necesario asegurar que a la par de la ejecución de los programas de capacitación de manejo de residuos sólidos, se desarrolle un plan de capacitación de uso responsable del recurso agua. Cumpliendo lo recomendado se garantizaría la operación eficiente del sistema de tratamiento de agua desarrollado, eliminando la posibilidad de rebose o sobre caudales ingresando al sistema.
- Es de suma importancia, previo a cualquier emprendimiento en materia de gestión ambiental, estructurar y formalizar la política ambiental de la compañía, que comprometa a los mandos gerenciales – administrativos y al personal operativo a dar cumplimiento y realizar el seguimiento correspondiente al mismo.
- Se recomienda realizar un estudio paralelo al presente para determinar posibles cambios que se presenten en caso de que establezca la necesidad de implementar un sistema de gestión integral de residuos sólidos y líquidos en campamentos de construcción vial instalados en zonas subtropicales y tropicales cuyas condiciones climáticas influirán tanto en la generación de residuos como en el uso de agua.
- Se deberá considerar como un posible alcance a este estudio, la utilización de materiales alternativos para la construcción de las facilidades necesarias para almacenamiento temporal y tratamiento de efluentes. De esta manera se podrá contar con otras opciones de implementación de este modelo de gestión.



- En caso de realizada la implementación de este modelo de gestión, se deberá mantener una planificación de monitoreo y caracterización de los residuos que se seguirán generando para poder generar alcances técnicos que garanticen la eficiencia del modelo de gestión conforme la dinámica de las actividades desarrolladas en un campamento de construcción vial.
- Finalmente, se reocimenda la implementación del modelo de gestión de acuerdo a lo concluido en este trabajo, con la finalidad de que la organización cuente con este *plus* administrativo y técnico que le permita ser más competitivo en futuras licitaciones para contratos en el ámbito local e internacional.



6. MATERIALES DE REFERENCIA (BIBLIOGRAFIA)

1. Acurio, G., Rossin, A., Teixeira P., y Zepeda, F. (1998). Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe [Serie Ambiental No. 18]. Lima: Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud.
2. American Public Health Association, American Water Works Association & Water Pollution Control Federation. (1992): Métodos Normalizados (Standar Methods) para el análisis de agua aguas potables y residuales. España: Ediciones Díaz de Santos, S.A.
3. Bolivia. Ministerio de relaciones exteriores. (2009). El Vivir Bien como respuesta a la Crisis Global. La Paz, Bolivia.
4. Bomatí, A. (2008). Gestión y tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos. En P. Andrés y R. Rodríguez (eds.), *Evaluación y Prevención de Riesgos Ambientales en Centroamérica (pp 216)*. Girona, España: Documenta Universitaria.
5. Cantanhede, A., Sandoval, L., Moge, G., y Caycho, C. (2005). Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos: Hoja de divulgación técnica. Lima, Perú: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente [CEPIS/OPS].
6. Carreño, A. (2007). Aspectos ambientales. Identificación y Evaluación, pp. 13. Madrid: Aenor Ediciones.
7. Collazos, C. (2008). Tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales, pp. 11. En Biblioteca de la Universidad Nacional de Colombia (eds.). Cátedra internacional 2008. Bogotá: Memorias. Extraído el 08/XII/2013 desde:



http://www.ing.unal.edu.co/catedra/drs_diaz_collazos/TRATAMIENTO%20DE%20AGUAS%20RESIDUALES%20DOMESTICAS%20E%20INDUSTRIALES.pdf

8. Correa, G. (2012). Los Tributos Medioambientales, estudio comparado Andino. Tesis para la obtención del título de Máster en Derecho no publicada, Universidad Andina Simón Bolívar, Quito, Ecuador.
9. Ecuador. Asamblea Constituyente (2008). Registro Oficial N° 449: Constitución de la República del Ecuador.
10. Ecuador. Ministerio de Ambiente del Ecuador (2012). Registro Oficial N° 631: *Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales*. Quito, Ecuador.
11. Ecuador. Ministerio de Ambiente del Ecuador (2012). Registro Oficial N° 856: Listados Nacionales de Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales. Quito, Ecuador.
12. Ecuador. Ministerio de Ambiente del Ecuador (2015). Registro Oficial N° 270: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente. Quito, Ecuador.
13. Ecuador. Ministerio de Ambiente del Ecuador (2014). Registro Oficial N° 284: Políticas generales para promover las buenas prácticas ambientales en entidades del sector público y privado. Quito, Ecuador.
14. Ecuador. Ministerio de Ambiente. (2010). “Programa Nacional de Gestión Integral de Desecho Sólidos”. Extraída el 03/I/2014 desde: <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>
15. Ecuador. Ministerio de Energía y Minas (2001). Registro Oficial N° 265: Reglamento ambiental de operaciones hidrocarburíferas del Ecuador. Quito, Ecuador.



16. Ecuador. Ministerio de Salud Pública (2010). Registro Oficial N° 338: Reglamento sustitutivo al reglamento para el manejo de desechos infecciosos para la red de servicios de salud del Ecuador. Quito, Ecuador.
17. El Salvador. Ministerio de Salud de El Salvador (2009). Diario oficial Acuerdo N° 725: Norma Salvadoreña, Aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor. San Salvador, El Salvador. Extraído el 29/I/2014 desde: http://estadisticas.cne.gob.sv/images/boletines/Legislacion/ambiental/Norma_Aguas_Residuales.pdf
18. España. Gobierno de Navarra. (2013). “Informe del estado del medio ambiente”. Extraída el 04/II/2014 desde: <http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/D49F54B3-3E90-4E8E-B4B9-89B282D89410/0/5depuracionaguasresiduales.pdf>
19. España. Ministerio de la Presidencia. (2008). REAL DECRETO 105/2008: Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Madrid. Extraído el 06/II/2014 desde: <http://www.boe.es/boe/dias/2008/02/13/pdfs/A07724-07730.pdf>
20. Federación Asturiana de Consejos. (2007). *Guía de buenas prácticas para la gestión de residuos industriales*. España: FAC.
21. Fuertes, C. (2012). Procedimiento específico de ensayo: Toma de muestras de agua. Quito: CESAQ – PUCE
22. García, M. (2007). Diseño de un modelo de plan de gestión integral de residuos sólidos de hoteles, tomando como base cuatro hoteles de la ciudad de Bogotá, Colombia. Tesis para la obtención del título de Ecóloga no publicada, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
23. Gómez, M. (2003, noviembre 3-16). “Gestión y tratamiento de los RSU”, pp. 1-3. En Biblioteca de Ingeniería UNED (eds.). III Semana de la Ciencia. Madrid:



Díptico. Extraído el 3/VII/2013 desde:

<http://www.uned.es/biblioteca/rsu/diptico.html>

24. Gordillo, L., Rodríguez, K., y Villares, D. (2011). Proyecto de creación de una empresa recicladora de plástico en la ciudad de Guayaquil. Tesis para la obtención del título de Economista no publicada, ESPOL, Guayaquil, Ecuador.

25. Leiva, C. C. (2000). Consideraciones generales sobre la gestión de residuos sólidos en El Salvador. *Theorethikos: la revista electrónica de la UFG*, 03(4), pp. 12.

Extraído el 29/I/2014 desde:

<http://www.ufg.edu.sv/ufg/theorethikos/enero2001/cientifico02.htm>

26. López, J. (2011). Evaluación de la eficiencia de un reactor anaeróbico de flujo ascendente y manto de lodos UASB para tratamiento de aguas residuales – escala laboratorio. Tesis para la obtención del título de Ingeniera Química no publicada, Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador.

27. Meloni, D. (2007). Saneamiento ambiental. Proyecto de cátedra para la obtención del título de Técnico Superior en Producción Agropecuaria y Gestión Ambiental con Orientación Frutihortícola y Ganadera no publicada, Centro de Especialización en Asuntos Económicos Regionales, Rio Negro, Argentina.

28. México. Secretaría de Salud de los Estados Unidos Mexicanos. (2003). Norma oficial NOM-087-ECOL-SSA1-2002: Protección ambiental – Salud ambiental – Residuos peligrosos biológico-infecciosos – Clasificación y especificaciones de manejo. México D.F., México. Extraído el 06/II/2014 desde:

http://www.inb.unam.mx/stecnica/nom087_semarnat.pdf

29. Miliarium Aureum (2001 – 2004). Potencia de agitación. Madrid: Naciones 9.

Extraído el 18/V/2015 desde:



<http://www.miliarium.com/prontuario/MedioAmbiente/Aguas/PotenciaAgitacion.htm>

30. Moncayo, I., y Ayala, D. (2011). Estudio de tratabilidad biológica de aguas residuales domésticas para optimizar resultados a escala real. En: Revista Digital VI Congreso de Ciencia y Tecnología ESPE 2011. Quito, Ecuador. Extraída el 28/X/2013 desde:
http://www.espe.edu.ec/portal/files/sitio_congreso_2011/papers/V3.pdf
31. Muñoz de Bustillo, R. (2005). Todo (o casi todo) lo que siempre quiso saber sobre el desarrollo sostenible y nunca se atrevió a preguntar. *Gaceta Sindical, reflexión y debate. Desarrollo Sostenible, Medio Ambiente y Sindicato*, (4), pp. 2 - 15.
32. Muñoz, A. (2008). Caracterización y tratamiento de aguas residuales. Monografía para la obtención del título de Ingeniero Industrial no publicada, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, México.
33. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (2007). Guía para la gestión integral de residuos sólidos urbanos. La habana: ONUDI.
34. Organización Mundial de Comercio. (2010). *Informe sobre el comercio mundial. Recursos naturales: Definiciones, estructura del comercio y globalización*. Ginebra: OMC.
35. Organización Panamericana de la Salud (2002). *Análisis Sectorial de los residuos, Ecuador*. Ecuador: OPS.
36. Pérez, F., y Camacho, K. (2011). Tecnologías para el tratamiento de aguas servidas. Tesina para aprobar el examen demostrativo de la experiencia recepcional en el programa de Ingeniería Ambiental no publicada, Universidad Veracruzana, Veracruz, México.



37. Pérez, J. (1981). Manual de tratamiento de aguas. Trabajo presentado como requisito parcial para ingresar a la categoría de profesor asociado no publicado, Universidad de Medellín, Medellín, Colombia.
38. Programa Ambiental de las Naciones Unidas. (2005). *No malgastes y nada te faltará*. En: Our Planet Magazine. Nairobi: UNEP. Extraída el 12/XII/2013 desde: http://www.ourplanet.com/tunza/issue0301sp/pages/waste_16.html
39. Ramírez, O., y Epejel, I. (2001). Las aguas residuales municipales como fuente de contaminación en la zona marino-costera en la región de América Latina y El Caribe. México D.F, México: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA].
40. Romero, J. (2004). Tratamiento de Aguas Residuales Teoría y principios de diseño. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. pp. 140 – 141.
41. Rosero, Z. (2008). Diseño de una planta de tratamiento de efluentes líquidos industriales de la empresa “Creaciones DAP”. (Tesis de Ingeniería no publicada), Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería Geológica, Minas, Petróleos y Ambiental, Quito.
42. Runfola, J., Gallardo, A. (Septiembre, 2009). Análisis comparativo de los diferentes métodos de caracterización de residuos urbanos para su recolección selectiva en comunidades urbanas. Trabajo presentado en el II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos llevado a cabo en la conferencia de Red de Ingeniería en Saneamiento Ambiental y la Universidad del Norte. Barranquilla: Memorias. Extraído el 13/III/2014 desde: <http://www.ciefa.org/acrobat/modulos/LECTURA%20CUATRO%20MODULO%20TRES%20RRSS.pdf>



43. Silva, B. (2012). Evaluación ambiental: Impacto y daño. Un análisis jurídico desde la perspectiva científica. Tesis para la obtención del título de Doctor en Derecho no publicada, Universidad de Alicante, Alicante, España.
44. Terry, C. (2007). Contaminación ambiental. Clase presentada en el Centro de información, gestión y educación ambiental del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba. La habana: Memorias. Extraído el 29/I/2014 desde: <http://www.medioambiente.cu/uptpmL/files/Clase2.pdf>
45. Universidad de Murcia (2014). *Programa de materia – Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente*. España. Extraído el 20/V/2015 desde: <http://www.um.es/web/vic-estudios/contenido/acceso/pau/materias-coordinadores/medio-ambiente>



ANEXOS

ANEXO A. Fotografías de la Clasificación de residuos sólidos

FOTOGRAFÍA N° 31. Separación de los componentes (Papel y Cartón)



FOTOGRAFÍA N° 32. Separación de los componentes (Madera y plantas)



FOTOGRAFÍA N° 33. Separación de los componentes (Restos de alimentos)





FOTOGRAFÍA N° 34. Separación de los componentes (Lavaza orgánica)



FOTOGRAFÍA N° 35. Separación de los componentes (Plástico)



FOTOGRAFÍA N° 36. Separación de los componentes (Metal)





FOTOGRAFÍA N° 37. Separación de los componentes (Vidrio)



FOTOGRAFÍA N° 38. Separación de los componentes (Otros)





FOTOGRAFÍA N° 39. Almacenamiento de baterías y filtros de aceite y aire –
Mantenimiento mecánico



FOTOGRAFÍA N° 40. Almacenamiento de chatarra – Mantenimiento mecánico





FOTOGRAFÍA N° 41. Almacenamiento de neumáticos – Mantenimiento mecánico



FOTOGRAFÍA N° 42. Almacenamiento de aceites usados – Mantenimiento mecánico





ANEXO C. Almacenamiento temporal de residuos comunes por segmento generador

FOTOGRAFÍA N° 43. Almacenamiento de residuos comunes – Despacho de combustibles



FOTOGRAFÍA N° 44. Almacenamiento de residuos comunes – Áreas habitacionales





FOTOGRAFÍA N° 45. Almacenamiento de residuos comunes – Oficinas



FOTOGRAFÍA N° 46. Almacenamiento de residuos comunes – Áreas Recreativas

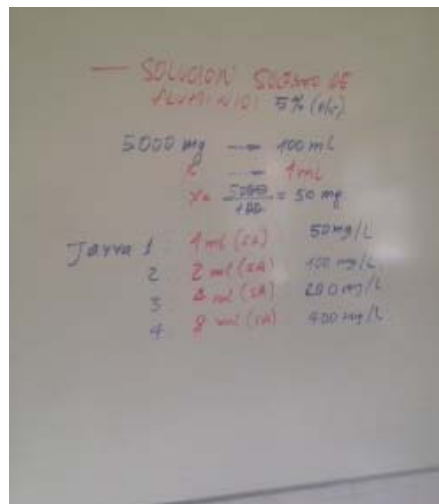




FOTOGRAFÍA N° 47. Preparación de muestra



FOTOGRAFÍA N° 48. Dosificación





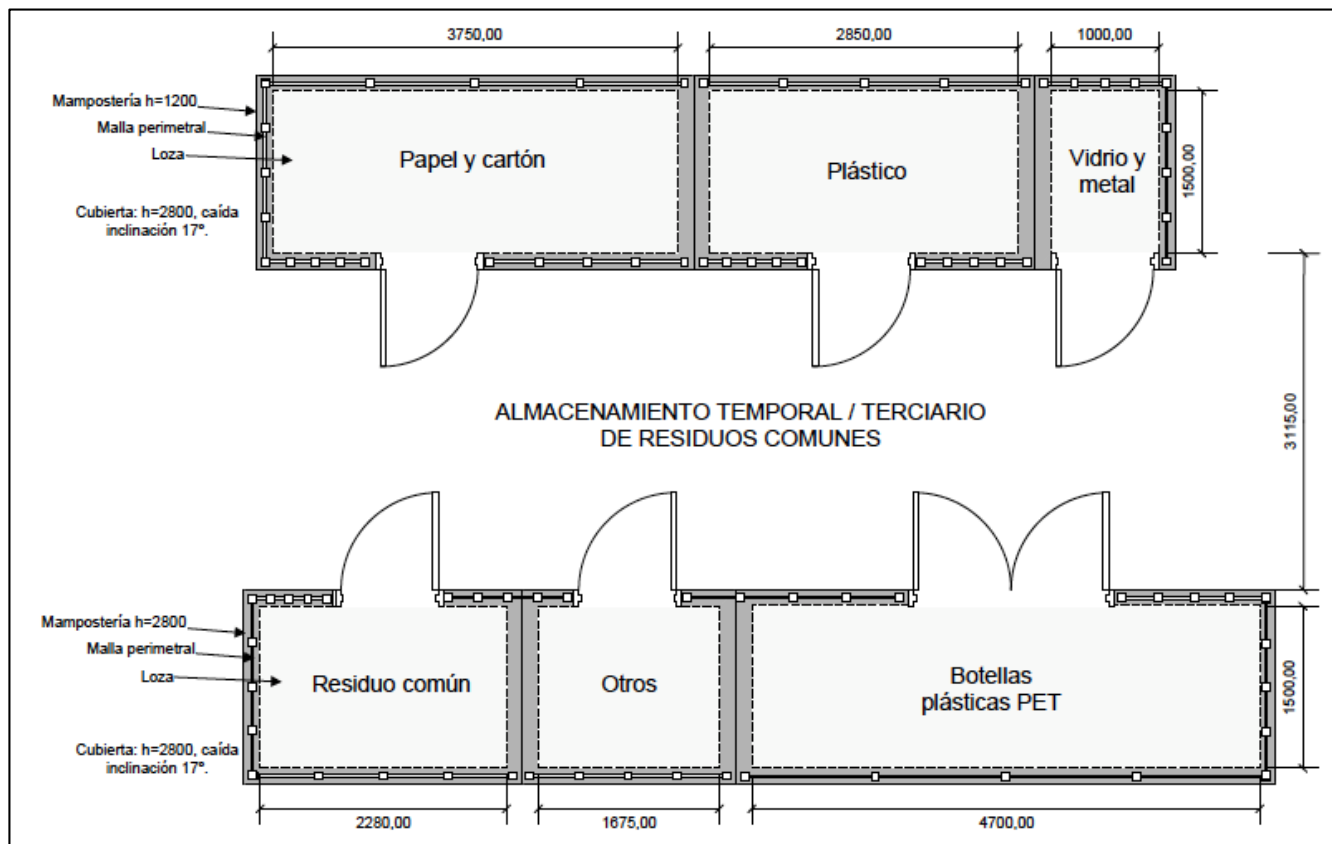
FOTOGRAFÍA N° 50. Sedimentación





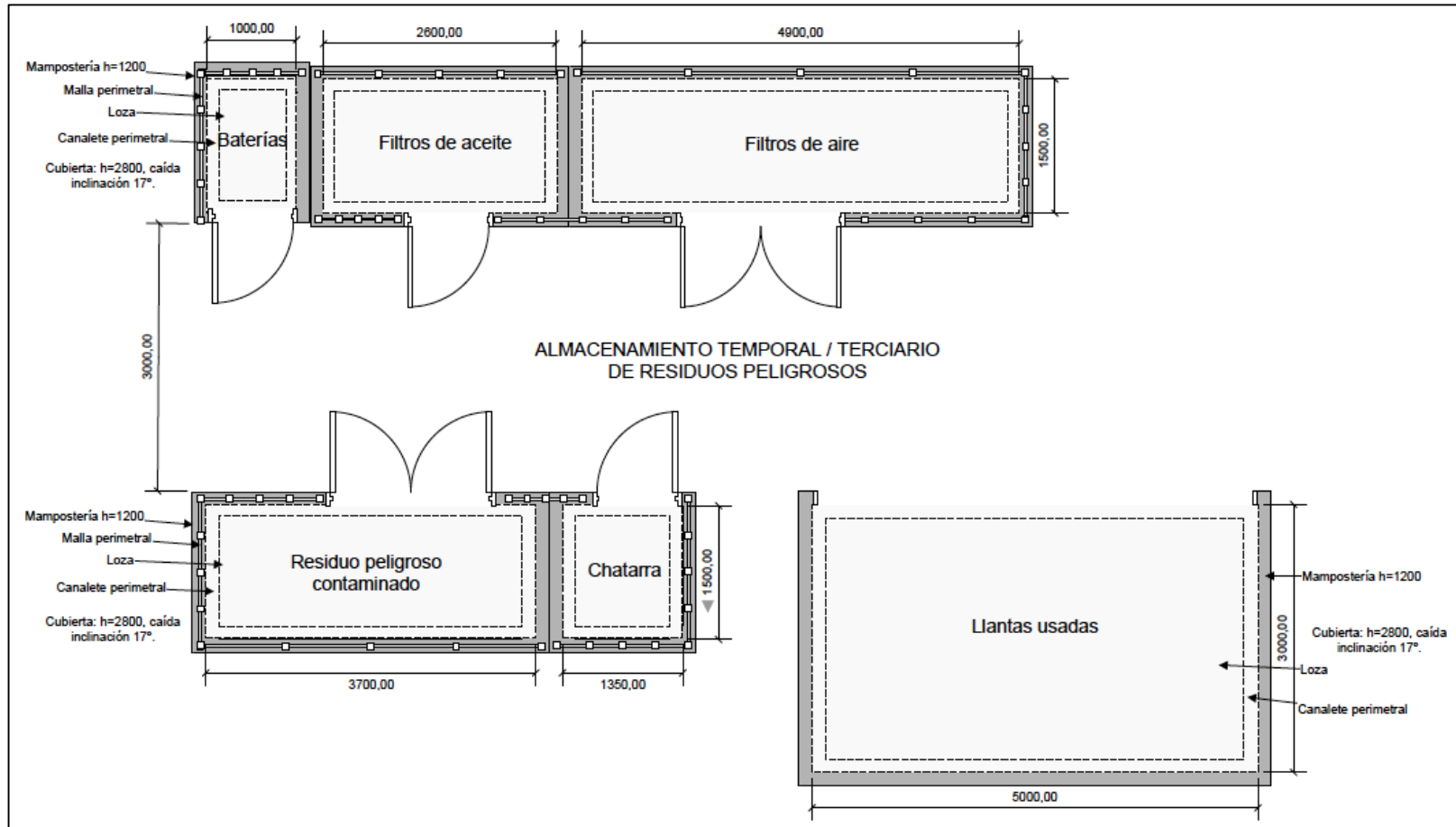
ANEXO E. Planos constructivos de las áreas de almacenamiento terciario temporal de los residuos sólidos

ANEXO E-1. Diseño del área de almacenamiento temporal terciario para residuos comunes





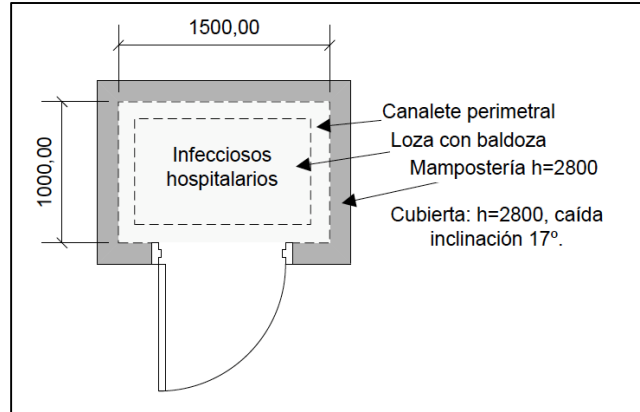
ANEXO E-2. Diseño del área de almacenamiento temporal para residuos peligrosos





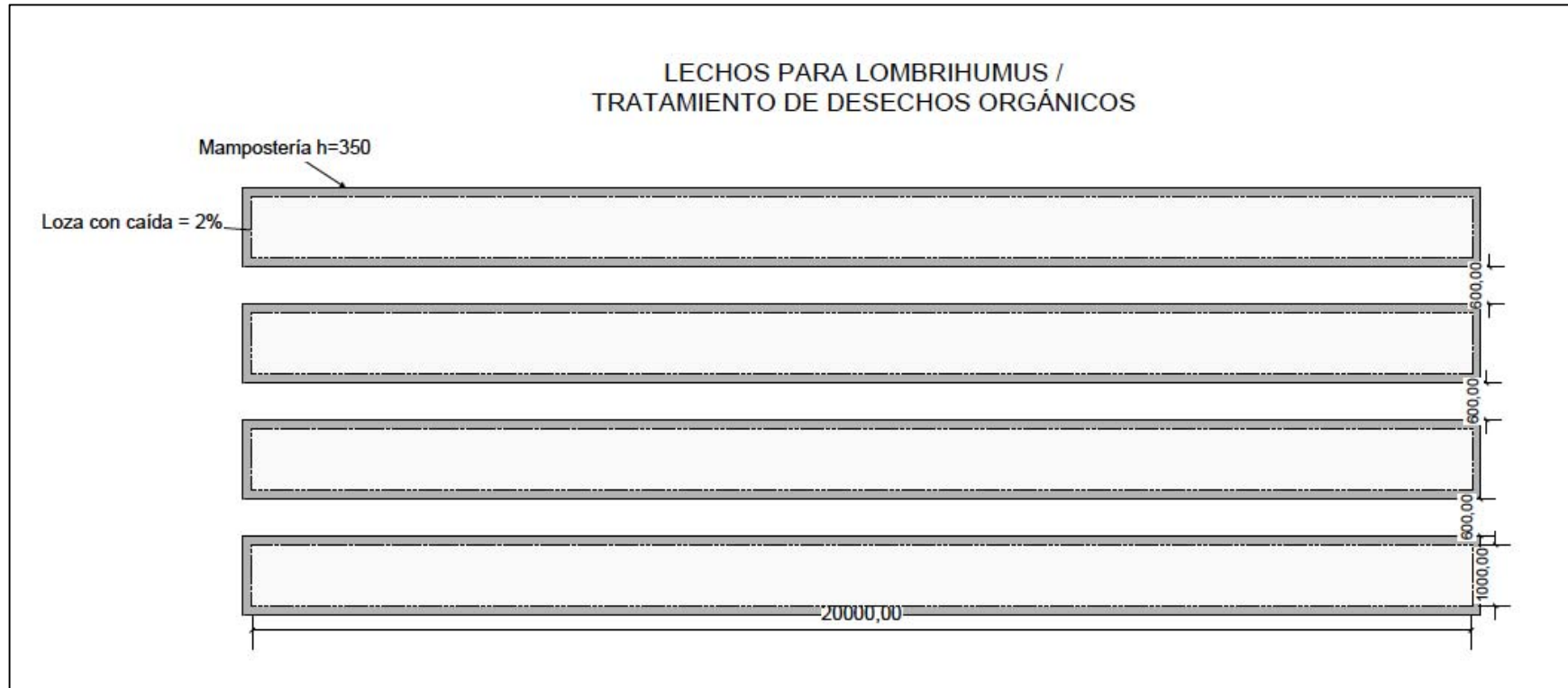
ANEXO E-3. Diseño del área de almacenamiento temporal para residuos hospitalarios /

infecciosos



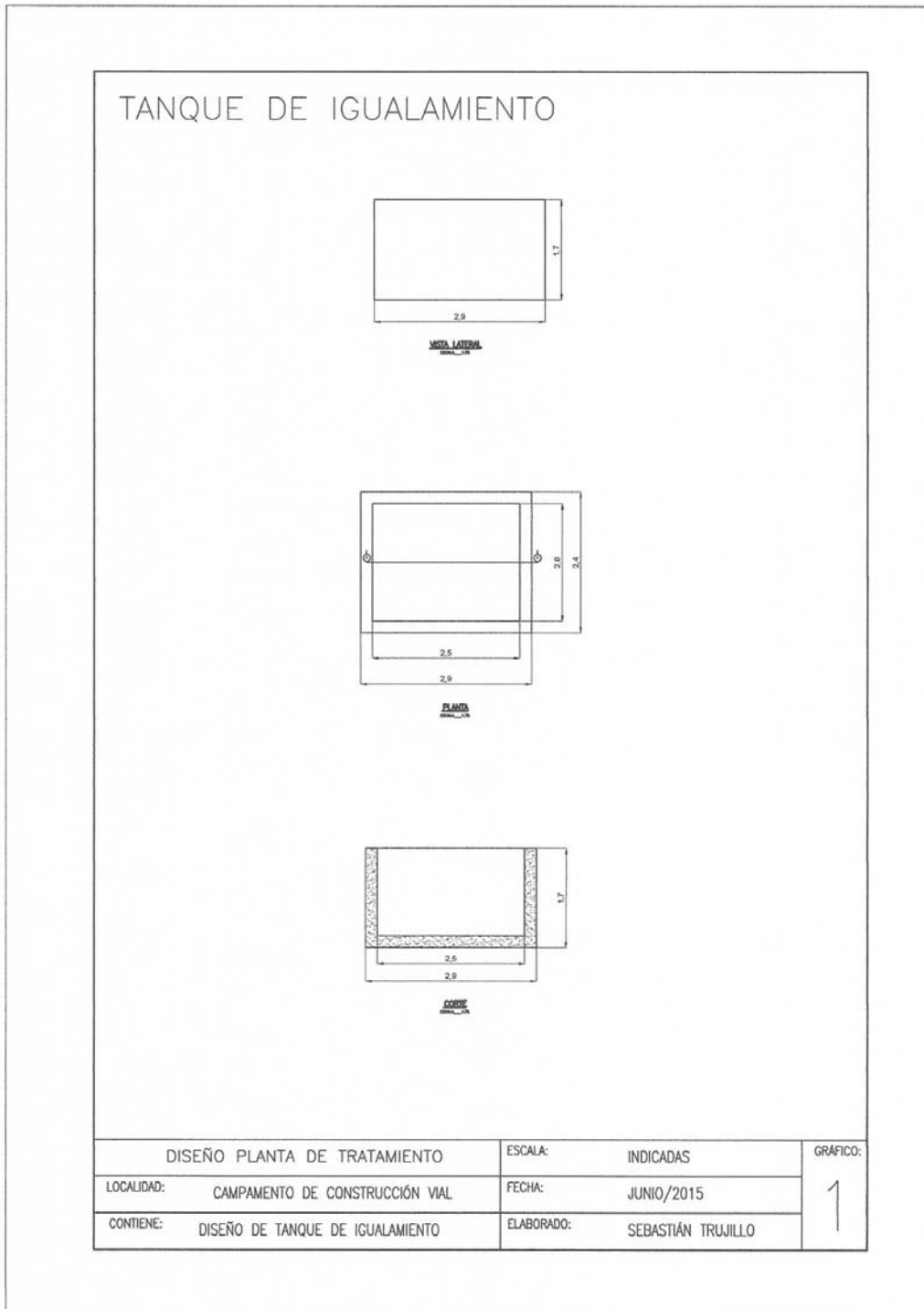


ANEXO F. Representación gráfica de lechos de lombricultura A. Disposición de lechos de humus correspondientes a un periodo productivo



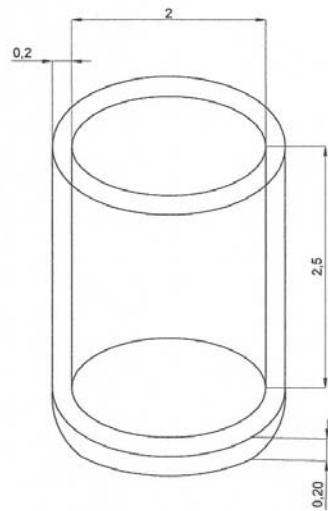


ANEXO G-1. Tanque de igualamiento

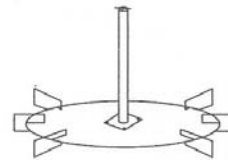




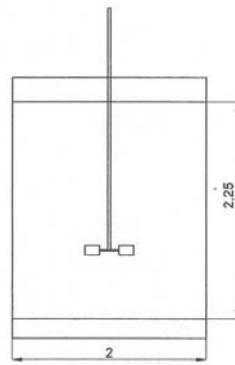
MEZCLADOR



ISOMETRIA
ESCALA: 1:50



DETALLES
ESCALA: 1:50

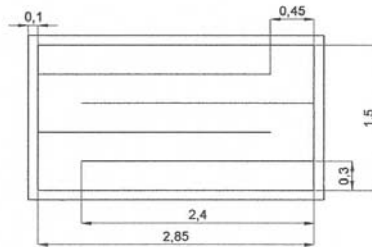


VISTA FRONTAL
ESCALA: 1:50

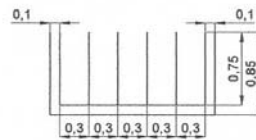
DISEÑO PLANTA DE TRATAMIENTO		ESCALA: INDICADAS	GRÁFICO: 2
LOCALIDAD:	CAMPAMENTO DE CONSTRUCCIÓN VIAL	FECHA: JUNIO/2015	
CONTIENE:	DISEÑO CÁMARA DE MEZCLADO	ELABORADO: SEBASTIÁN TRUJILLO	



FLOCULADOR



PLANTA
ESCALA: 1:50

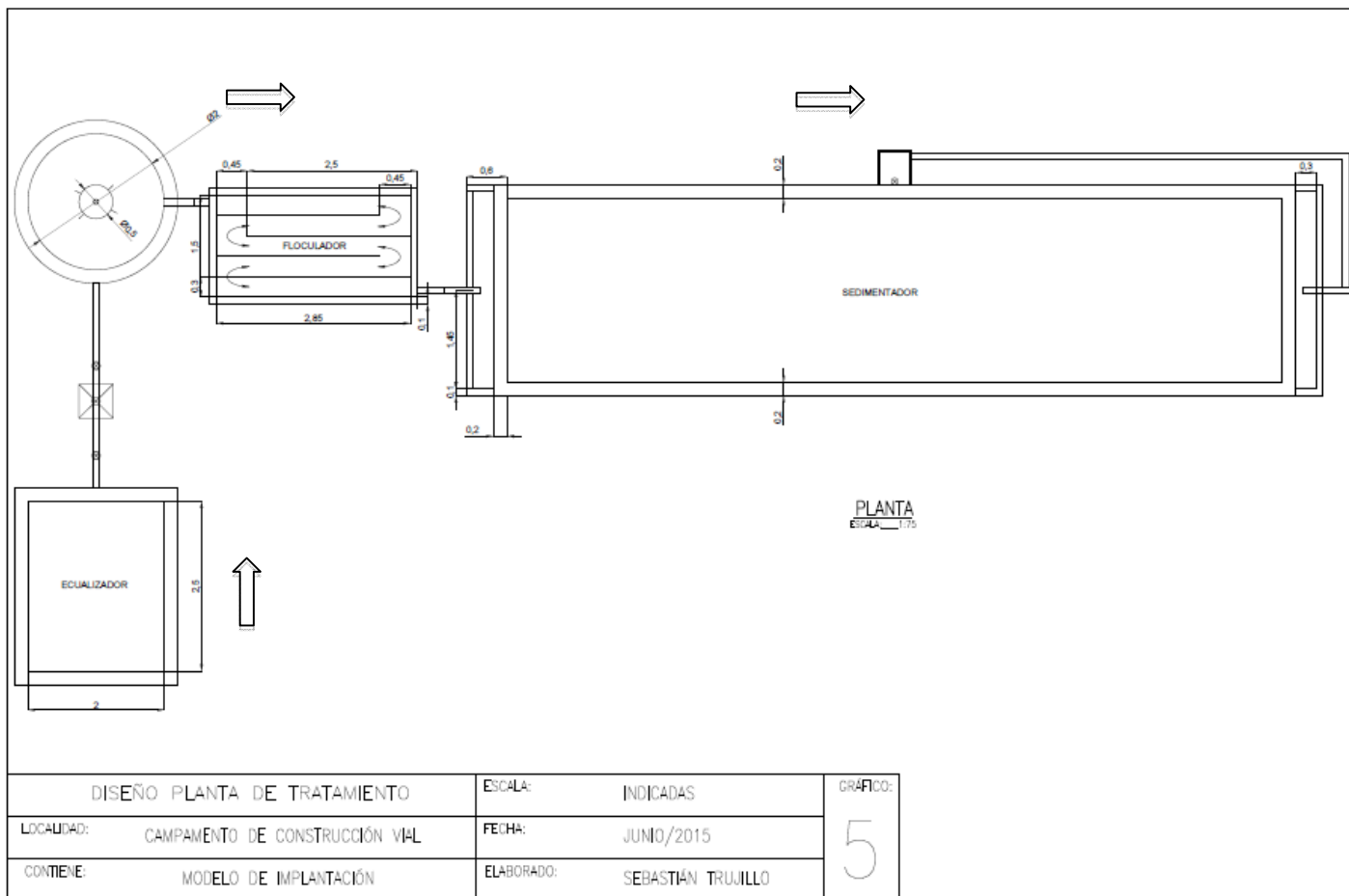


CORTE A-A
ESCALA: 1:50

DISEÑO PLANTA DE TRATAMIENTO	ESCALA:	INDICADAS	GRÁFICO: 3
LOCALIDAD: CAMPAMENTO DE CONSTRUCCIÓN VIAL	FECHA:	JUNIO/2015	
CONTIENE: DISEÑO DE TANQUE DE FLOCULADOR	ELABORADO:	SEBASTIÁN TRUJILLO	

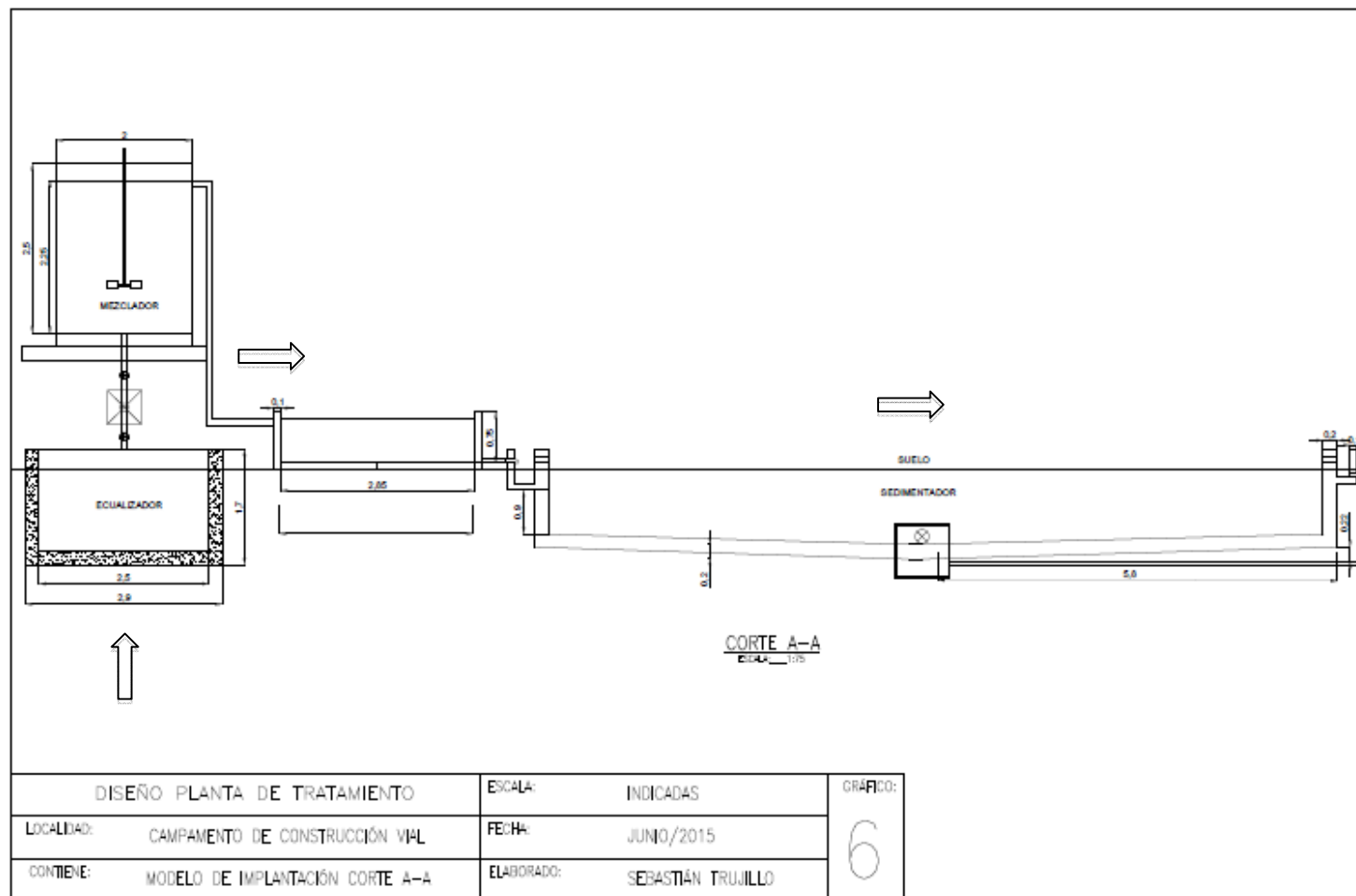


ANEXO G-5. Planta de tratamiento – Vista de Planta





ANEXO G-6. Planta de tratamiento – Vista en corte





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADO

INF-LAB-QAM-36136
ORDEN DE TRABAJO No 46672

SOLICITADO POR:	HERDOIZA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A
DIRECCIÓN:	ABRAHAM LINCOLN N 26-16 Y SAN IGNASIO
FECHA DE RECEPCIÓN:	29-09-2014
HORA DE RECEPCIÓN:	13H14
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	001 POZO DE DESCARGA UNIFICADO N1 (22-09-2014)
FECHA DE ANÁLISIS:	23-09 AL 14-10-2014
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	27/10/14
CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS:	TURBIA
ESTADO:	LIQUIDO
CONTENIDO:	3 LITROS
MUESTREO POR:	EL CLIENTE
OBSERVACIONES:	Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO (ACEITES Y GRASAS)	mg/l	14.0	MAM-40/APH 5520 B MODIFICADO
CIANUROS	mg/l	0.018	MAM-48/APH 4500CN B MODIFICADO Y COLORIMETRICO MERCK
CINCO	mg/l	0.41	MAM-36/APH 3111 B MODIFICADO
COBRE	mg/l	<0.05	MAM-09/APH 3111 B MODIFICADO
CROMO TOTAL	mg/l	<0.04	MAM-11/APH 3111 B MODIFICADO
DBO ₅	mgO ₂ /l	197	MAM-38/APH 5210 B MODIFICADO
DOO	mgO ₂ /l	525	MAM-23A / COLORIMETRICO MERCK MODIFICADO
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILÉNO (DETERGENTES ANIONICOS)	mg/l	0.609	MAM-74/APH 5540 C MODIFICADO
FENOLÉS	mg/l	0.037	MAM-46/APH5530 B MODIFICADO Y COLORIMETRICO HACH
FOSFORO TOTAL	mg/l	6.7	MAM-17/ APHA5500-Py/o E MODIFICADO
HERRO	mg/l	0.76	MAM-18/APH 3111 B MODIFICADO
NIQUEL	mg/l	<0.16	MAM-21/APH 3111 B MODIFICADO
NITRITOS (N-NO ₂)	mg/l	0.019	MAM-81/ COLORIMETRICO HACH 375
NITROGENO TOTAL	mg/l	43	MAM-45/ COLORIMETRICO MERCK
PLOMO	mg/l	<0.09	MAM-25/APH 3111 B MODIFICADO
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/l	<2	MAM-28/APH 2540 F MODIFICADO
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	230	MAM-31/APH 2540 D MODIFICADO
SOLIDOS TOTALES	mg/l	546	MAM-29/APH 2540 B MODIFICADO
TPH INFRAROJO	mg/l	<0.5	MAM-39/EPA 418.1 MODIFICADO



LABORATORIO DE
ANÁLISIS
N° OAE LE 1034-002

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"

B.F. Alicia Cepa
JEFE DE AREA AMBIENTAL

1 1/1

RAM-R-4.1-04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADO

INF-LAB-QAM-36137
ORDEN DE TRABAJO No 46672

SOLICITADO POR:	HERDOIZA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A
DIRECCIÓN:	ABRAHAM LINCOLN N 26-16 Y SAN IGNASIO
FECHA DE RECEPCIÓN:	29-09-2014
HORA DE RECEPCIÓN:	13H14
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	002 DESCARGA UNIFICADA CAMPAMENTO GUAYLLABAMBA AGUAS NEGRAS - GRISES INDUSTRIALES Y SERVICIOS MECANICOS MUESTRA COMPUESTA (23-09-2014)
FECHA DE ANALISIS:	24-09 AL 14-10-2014
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	27/10/14
CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS:	TURBIA
ESTADO:	LIQUIDO
CONTENIDO:	3 LITROS
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE
OBSERVACIONES:	Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODO
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO (ACEITES Y GRASAS)	mg/l	18.4	MAM-40/APHA 5520 B MODIFICADO
CIANUROS	mg/l	0.019	MAM-48/APHA 4500CN B MODIFICADO Y COLORIMETRICO MERCK
CINCO	mg/l	0.58	MAM-36/APHA 3111 B MODIFICADO
COBRE	mg/l	<0.05	MAM-09/APHA 3111 B MODIFICADO
CROMO TOTAL	mg/l	<0.04	MAM-11/APHA 3111 B MODIFICADO
DBO ₅	mgO ₂ /l	235	MAM-38/APHA 5210 B MODIFICADO
DQO	mgO ₂ /l	641	MAM-23A / COLORIMETRICO MERCK MODIFICADO
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (DETERGENTES ANIONICOS)	mg/l	0.194	MAM-74/APHA 5540 C MODIFICADO
FENOLES	mg/l	<0.013	MAM-46/APHA5530 B MODIFICADO Y COLORIMETRICO HACH
FOSFORO TOTAL	mg/l	10.8	MAM-17/ APHA4500-PyO E MODIFICADO
HIERRO	mg/l	1.33	MAM-18/APHA 3111 B MODIFICADO
NIQUEL	mg/l	<0.16	MAM-21/APHA 3111 B MODIFICADO
NITRITOS (N-NO ₂)	mg/l	0.010	MAM-81/ COLORIMETRICO HACH 375
NITROGENO TOTAL	mg/l	52	MAM-45/ COLORIMETRICO MERCK
PLOMO	mg/l	<0.09	MAM-25/APHA 3111 B MODIFICADO
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mll	<2	MAM-28/APHA 2540 F MODIFICADO
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	325	MAM-31/APHA 2540 D MODIFICADO
SOLIDOS TOTALES	mg/l	658	MAM-29/APHA 2540 B MODIFICADO
TPH INFRAROJO	mg/l	<0.5	MAM-39/EPA 418.1 MODIFICADO



LABORATORIO DE ENSAYOS
Nº OAE LE-10-04-002

"Los ensayos marcados con * NO están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



B.F. Alicia Cepa
JEFE DE AREA AMBIENTAL

RAM-R-4.1-04

1 / 1





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADO

INF-LAB-QAM-36138
ORDEN DE TRABAJO No 46672

SOLICITADO POR: HERDOIZA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A
DIRECCIÓN: ABRAHAM LINCOLN N 26-16 Y SAN IGNASIO
FECHA DE RECEPCION: 29-09-2014
HORA DE RECEPCION: 13H14
MUESTRA DE: AGUA
DESCRIPCION: 003 DESCARGA UNIFICADA CAMPAMENTO GUAYLLABAMBA AGUAS NEGRAS GRISES INDUSTRIALES Y SERVICIOS MECANICOS (24-092014)
FECHA DE ANALISIS: 25-09 AL 14-10-2014
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 27/10/14
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS: TURBIA
ESTADO: LIQUIDO
CONTENIDO: 3 LITROS
MUESTREO POR: EL CLIENTE
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregada al OSP.

INFORME

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODO
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO (ACEITES Y GRASAS)	mg/l	10.8	MAM-40/APHA 5520 B MODIFICADO
CIANUROS	mg/l	0.028	MAM-48/APHA 4500CN B MODIFICADO Y COLORIMETRICO MERCK
CINC	mg/l	0.53	MAM-36/APHA 3111 B MODIFICADO
COBRE	mg/l	<0.05	MAM-09/APHA 3111 B MODIFICADO
CROMO TOTAL	mg/l	<0.04	MAM-11/APHA 3111 B MODIFICADO
DBO ₅	mg O ₂ /l	204	MAM-38/APHA 5210 B MODIFICADO
DOO	mg O ₂ /l	584	MAM-23A / COLORIMETRICO MERCK MODIFICADO
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (DETERGENTES ANIONICOS)	mg/l	0.266	MAM-74/APHA 5540 C MODIFICADO
FENOLES	mg/l	0.074	MAM-46/APHA5530 B MODIFICADO Y COLORIMETRICO HACH
FOSFORO TOTAL	mg/l	1.4	MAM-17/ APHA4500-Py/lo E MODIFICADO
HIERRO	mg/l	0.76	MAM-18/APHA 3111 B MODIFICADO
NIQUEL	mg/l	<0.16	MAM-21/APHA 3111 B MODIFICADO
NITRITOS (N-NO ₂)	mg/l	0.012	MAM-81/ COLORIMETRICO HACH 375
NITROGENO TOTAL	mg/l	53	MAM-45/ COLORIMETRICO MERCK
PLOMO	mg/l	<0.09	MAM-25/APHA 3111 B MODIFICADO
SOLIDOS SEDIMENTABLES	ml	<2	MAM-28/APHA 2540 F MODIFICADO
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	320	MAM-31/APHA 2540 D MODIFICADO
SOLIDOS TOTALES	mg/l	657	MAM-29/APHA 2540 B MODIFICADO
TPH INFRAROJO	mg/l	<0.5	MAM-39/EPA 418.1 MODIFICADO



LABORATORIO DE
ENSAJOS
Nº OAE I.E. IC 64402

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



B.F. Alicia Cepa
JEFE DE AREA AMBIENTAL

1 / 1

RAM-R-4.1-04





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADO

INF-LAB-QAM-36140
ORDEN DE TRABAJO No 46672

SOLICITADO POR: HERDOIZA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A
DIRECCIÓN: ABRAHAM LINCOLN N 26-16 Y SAN IGNASIO
FECHA DE RECEPCIÓN: 29-09-2014
HORA DE RECEPCIÓN: 13H14
MUESTRA DE: AGUA
DESCRIPCIÓN: 004 DESCARGA UNIFICADA CAMPAMENTO GUAYLLABAMBA AGUAS NEGRAS GRISES INDUSTRIALES Y SERVICIOS MECANICOS (25-09-2014)
FECHA DE ANALISIS: DEL 26-09 AL 14-10-2014
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 27/10/14
CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS: TURBIA
ESTADO: LIQUIDO
CONTENIDO: 3 LITROS
MUESTREADO POR: EL CLIENTE
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregada al OSP.

INFORME

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODO
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO (ACEITES Y GRASAS)	mg/l	15.0	MAM-40/APHA 5520 B MODIFICADO
CIANUROS	mg/l	0.012	MAM-48/APHA 4500CN B MODIFICADO Y COLORIMETRICO MERCK
CINC	mg/l	0.47	MAM-36/APHA 3111 B MODIFICADO
COBRE	mg/l	<0.05	MAM-09/APHA 3111 B MODIFICADO
CROMO TOTAL	mg/l	<0.04	MAM-11/APHA 3111 B MODIFICADO
DBO ₅	mgO ₂ /l	191	MAM-38/APHA 5210 B MODIFICADO
DQO	mgO ₂ /l	559	MAM-23A / COLORIMETRICO MERCK MODIFICADO
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (DETERGENTES ANIONICOS)	mg/l	0.231	MAM-74/APHA 5540 C MODIFICADO
FENOLES	mg/l	0.041	MAM-46/APHA5530 B MODIFICADO Y COLORIMETRICO HACH
FOSFORO TOTAL	mg/l	6.0	MAM-17/ APHA4500-Py/o E MODIFICADO
HIERRO	mg/l	0.92	MAM-18/APHA 3111 B MODIFICADO
NIQUEL	mg/l	<0.16	MAM-21/APHA 3111 B MODIFICADO
NITRITOS (N-NO ₂)	mg/l	0.011	MAM-81/ COLORIMETRICO HACH 375
NITROGENO TOTAL	mg/l	53	MAM-45/ COLORIMETRICO MERCK
PLOMO	mg/l	<0.09	MAM-25/APHA 3111 B MODIFICADO
SOLIDOS SEDIMENTABLES	ml	3.2	MAM-28/APHA 2540 F MODIFICADO
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	280	MAM-31/APHA 2540 D MODIFICADO
SOLIDOS TOTALES	mg/l	453	MAM-29/APHA 2540 B MODIFICADO
TPH INFRAROJO	mg/l	<0.5	MAM-39/EPA 418.1 MODIFICADO



LABORATORIO DE
ENSAYOS
Nº OAE LE 15 94492



"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"

B.F. Alicia Cepa
B.F. Alicia Cepa
JEFE DE AREA AMBIENTAL

RAM-R-4.1-04

1 / 1





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADO

INF-LAB-QAM-36141
ORDEN DE TRABAJO No 46672

SOLICITADO POR: HERDOIZA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A
DIRECCIÓN: ABRAHAM LINCOLN N 26-16 Y SAN IGNASIO
FECHA DE RECEPCIÓN: 29-09-2014
HORA DE RECEPCIÓN: 13H14
MUESTRA DE: AGUA
DESCRIPCIÓN: 005 DESCARGA UNIFICADA CAMPAMENTO GUAYLLABAMBA AGUAS NEGRAS GRISES INDUSTRIALES Y SERVICIOS MECANICOS (26-09-2014)
FECHA DE ANÁLISIS: DEL 26-09 AL 14-10-2014
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA: 27/10/14
CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS: TURBIA
ESTADO: LIQUIDO
CONTENIDO: 3 LITROS
MUESTREO POR: EL CLIENTE
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODO
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO (ACEITES Y GRASAS)	mg/l	18.2	MAM-40/APHA 5520 B MODIFICADO
CIANUROS	mg/l	0.016	MAM-48/APHA 4500CN B MODIFICADO Y COLORIMETRICO MERCK
CINC	mg/l	0.31	MAM-36/APHA 3111 B MODIFICADO
COBRE	mg/l	<0.05	MAM-09/APHA 3111 B MODIFICADO
CROMO TOTAL	mg/l	<0.04	MAM-11/APHA 3111 B MODIFICADO
DBO ₅	mgO ₂ /l	159	MAM-38/APHA 5210 B MODIFICADO
DQO	mgO ₂ /l	452	MAM-23A / COLORIMETRICO MERCK MODIFICADO
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (DETERGENTES ANIONICOS)	mg/l	0.709	MAM-74/APHA 5540 C MODIFICADO
FENOLES	mg/l	0.054	MAM-46/APHA5530 B MODIFICADO Y COLORIMETRICO HACH
FOSFORO TOTAL	mg/l	6.1	MAM-17/ APHA4500-Py/o E MODIFICADO
HIERRO	mg/l	0.62	MAM-18/APHA 3111 B MODIFICADO
NIQUEL	mg/l	<0.16	MAM-21/APHA 3111 B MODIFICADO
NITRITOS (N-NO ₂)	mg/l	0.014	MAM-81/ COLORIMETRICO HACH 375
NITROGENO TOTAL	mg/l	49	MAM-45/ COLORIMETRICO MERCK
PLOMO	mg/l	<0.09	MAM-25/APHA 3111 B MODIFICADO
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mll	<2	MAM-28PHA 2540 F MODIFICADO
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	173	MAM-31/APHA 2540 D MODIFICADO
SOLIDOS TOTALES	mg/l	442	MAM-29/APHA 2540 B MODIFICADO
TPH INFRAROJO	mg/l	<0.5	MAM-39/EPA 418.1 MODIFICADO



LABORATORIO DE ENSAYOS
N° OAE LE 10 04-892

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



B.F. Alicia Cepa
B.F. Alicia Cepa
JEFE DE ÁREA AMBIENTAL

RAM-R-4.1-04

I 1/1



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADO

INF-LAB-QAM-36142
ORDEN DE TRABAJO No 46672

SOLICITADO POR: HERDOIZA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A
DIRECCIÓN: ABRAHAM LINCOLN N 26-16 Y SAN IGNASIO
FECHA DE RECEPCIÓN: 29-09-2014
HORA DE RECEPCIÓN: 13H14
MUESTRA DE: AGUA
DESCRIPCIÓN: 006 DESCARGA UNIFICADA CAMPAMENTO GUAYLLABAMBA AGUAS NEGRAS GRISES INDUSTRIALES Y SERVICIOS MECANICOS (27-09-2014)
FECHA DE ANÁLISIS: DEL 28-09 AL 14-10-2014
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA: 27/10/14
CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS: TURBIA
ESTADO: LIQUIDO
CONTENIDO: 3 LITROS
MUESTREO POR: EL CLIENTE
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODO
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO (ACEITES Y GRASAS)	mg/l	24.8	MAM-40/APHA 5520 B MODIFICADO
CIANUROS	mg/l	0.020	MAM-48/APHA 4500CN B MODIFICADO Y COLORIMETRICO MERCK
CINCO	mg/l	0.55	MAM-36/APHA 3111 B MODIFICADO
COBRE	mg/l	<0.05	MAM-09/APHA 3111 B MODIFICADO
CROMO TOTAL	mg/l	<0.04	MAM-11/APHA 3111 B MODIFICADO
DBO ₅	mg O ₂ /l	346	MAM-38/APHA 5210 B MODIFICADO
DOO	mg O ₂ /l	993	MAM-23A / COLORIMETRICO MERCK MODIFICADO
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (DETERGENTES ANIONICOS)	mg/l	0.256	MAM-74/APHA 5540 C MODIFICADO
FENÓLES	mg/l	0.107	MAM-46/APHA5530 B MODIFICADO Y COLORIMETRICO HACH
FOSFORO TOTAL	mg/l	5.2	MAM-17/ APHA4500-Py/o E MODIFICADO
HIERRO	mg/l	1.54	MAM-18/APHA 3111 B MODIFICADO
NICHEL	mg/l	<0.16	MAM-21/APHA 3111 B MODIFICADO
NITRITOS (N-NO ₂)	mg/l	0.010	MAM-81/ COLORIMETRICO HACH 375
NITROGENO TOTAL	mg/l	62	MAM-45/ COLORIMETRICO MERCK
PLOMO	mg/l	<0.09	MAM-25/APHA 3111 B MODIFICADO
SOLIDOS SEDIMENTABLES	ml	<2	MAM-28PHA 2540 F MODIFICADO
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	415	MAM-31/APHA 2540 D MODIFICADO
SOLIDOS TOTALES	mg/l	585	MAM-29/APHA 2540 B MODIFICADO
TPH INFRAROJO	mg/l	2.0	MAM-39/EPA 418.1 MODIFICADO



LABORATORIO DE
ENSAYOS
Nº OAE LE 1C 04402

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



B. F. Alicia Cepa
JEFE DE AREA AMBIENTAL

RAM-R-4.1-04

1 / 1



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
SEK



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADO

INF-LAB-QAM-36143
ORDEN DE TRABAJO No 46672

SOLICITADO POR: HERDOIZA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A
DIRECCIÓN: ABRAHAM LINCOLN N 26-16 Y SAN IGNASIO
FECHA DE RECEPCIÓN: 29-09-2014
HORA DE RECEPCIÓN: 13H14
MUESTRA DE: AGUA
DESCRIPCIÓN: 007 DESCARGA UNIFICADA CAMPAMENTO GUAYLLABAMBA AGUAS NEGRAS GRUPOS INDUSTRIALES Y SERVICIOS MECANICOS (28-09-2014)
FECHA DE ANÁLISIS: DEL 28-09 AL 14-10-2014
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA: 27/10/14
CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS: TURBIA
ESTADO: LIQUIDO
CONTENIDO: 3 LITROS
MUESTREO POR: EL CLIENTE
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODO
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO (ACEITES Y GRASAS)	mg/l	54.2	MAM-40/APHA 5520 B MODIFICADO
CIANUROS	mg/l	0.026	MAM-48/APHA 4500CN B MODIFICADO Y COLORIMETRICO MERCK
CINCO	mg/l	0.72	MAM-36/APHA 3111 B MODIFICADO
COBRE	mg/l	<0.05	MAM-09/APHA 3111 B MODIFICADO
CROMO TOTAL	mg/l	<0.04	MAM-11/APHA 3111 B MODIFICADO
DBO ₅	mg O ₂ /l	275	MAM-38/APHA 5210 B MODIFICADO
DOO	mg O ₂ /l	815	MAM-23A / COLORIMETRICO MERCK MODIFICADO
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (DETERGENTES ANIONICOS)	mg/l	0.336	MAM-74/APHA 5540 C MODIFICADO
FENÓLES	mg/l	0.199	MAM-46/APHA5530 B MODIFICADO Y COLORIMETRICO HACH
FOSFORO TOTAL	mg/l	8.7	MAM-17/ APHA4500-Py/o E MODIFICADO
HIERRO	mg/l	0.98	MAM-18/APHA 3111 B MODIFICADO
NICHEL	mg/l	<0.16	MAM-21/APHA 3111 B MODIFICADO
NITRITOS (N-NO ₂)	mg/l	0.012	MAM-81/ COLORIMETRICO HACH 375
NITROGENO TOTAL	mg/l	72	MAM-45/ COLORIMETRICO MERCK
PLOMO	mg/l	<0.09	MAM-25/APHA 3111 B MODIFICADO
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mll	<2	MAM-28/APHA 2540 F MODIFICADO
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	530	MAM-31/APHA 2540 D MODIFICADO
SOLIDOS TOTALES	mg/l	742	MAM-29/APHA 2540 B MODIFICADO
TPH INFRAROJO	mg/l	<0.5	MAM-39/EPA 418.1 MODIFICADO



LABORATORIO DE
ENSAYOS
Nº OAE LE 10 3442



Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE*

B. F. Aljicia Cepa
B. F. Aljicia Cepa
JEFE DE ÁREA AMBIENTAL

RAM-R-4.1-04

1 / 1



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.MI.30891
ORDEN DE TRABAJO No.46673

SOLICITADO POR:	HERDOIZA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	ABRAHAM LINCOLN N26-16 Y SAN IGNACIO
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA DE DESCARGA M001, 22/09/14 22H00
LOTE:	-----
FECHA DE ELABORACION:	-----
FECHA DE VENCIMIENTO:	-----
FECHA DE RECEPCION:	29/09/2014
HORA DE RECEPCION:	13H14
FECHA DE ANALISIS:	23/09/2014
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	03/10/2014
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	CARACTERISTICO
OLOR:	CARACTERISTICO
ESTADO:	LIQUIDO
CONTENIDO DECLARADO:	200ml
CONTENIDO ENCONTRADO:	-----
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
RECuento DE COLIFORMES FECALES	ufc/ml	3.7X10 ⁴	MMI-28/SM 9222-D

DATOS ADICIONALES:

ufc/ml: Unidad formadora de colonias por mililitro



B.F. Magaly Chasi
B.F. Magaly Chasi - Msc.
JEFE ÁREA DE MICROBIOLOGIA



RMI-4.1-04



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.MI.30892
ORDEN DE TRABAJO No.46673

SOLICITADO POR:	HERDOIZA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	ABRAHAM LINCOLN N26-16 Y SAN IGNACIO
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA DESCARGA M002, 23/09/14 04H00
LOTE:	-----
FECHA DE ELABORACION:	-----
FECHA DE VENCIMIENTO:	-----
FECHA DE RECEPCION:	29/09/2014
HORA DE RECEPCION:	13H14
FECHA DE ANALISIS:	24/09/2014
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	03/10/2014
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	CARACTERISTICO
OLOR:	CARACTERISTICO
ESTADO:	LIQUIDO
CONTENIDO DECLARADO:	200ml
CONTENIDO ENCONTRADO:	-----
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
RECuento de COLIFORMES FECALES	ufc/ml	6.3X10 ²	MMI-28/SM 9222-D

DATOS ADICIONALES:

ufc/ml: Unidad formadora de colonias por millilitro



RMI-4.1-04



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.MI.30893
ORDEN DE TRABAJO No.46673

SOLICITADO POR:	HERDOIZA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	ABRAHAM LINCOLN N26-16 Y SAN IGNACIO
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA DE DESCARGA M003, 24/09/14 04H00
LOTE:	-----
FECHA DE ELABORACION:	-----
FECHA DE VENCIMIENTO:	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	29/09/2014
HORA DE RECEPCIÓN:	13H14
FECHA DE ANÁLISIS:	25/09/2014
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	03/10/2014
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LIQUIDO
CONTENIDO DECLARADO:	200ml
CONTENIDO ENCONTRADO:	-----
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
RECuento de COLIFORMES FECALES	ufc/ml	2.5X10 ⁴	MMI-28/SM 9222-D

DATOS ADICIONALES:

ufc/ml: Unidad formadora de colonias por millilitro



[Signature]
B. Magaly Chasi - Msc.
JEFE AREA DE MICROBIOLOGIA



RMI-4.1-04



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.MI.30894
ORDEN DE TRABAJO No.46673

SOLICITADO POR:	HERDOIZA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	ABRAHAM LINCOLN N26-16 Y SAN IGNACIO
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA DE DESCARGA M004, 25/09/14 20H00
LOTE:	-----
FECHA DE ELABORACION:	-----
FECHA DE VENCIMIENTO:	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	29/09/2014
HORA DE RECEPCIÓN:	13H14
FECHA DE ANÁLISIS:	25/09/2014
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	03/10/2014
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	CARACTERISTICO
OLOR:	CARACTERISTICO
ESTADO:	LIQUIDO
CONTENIDO DECLARADO:	200ml
CONTENIDO ENCONTRADO:	-----
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
RECUENTO DE COLIFORMES FECALES	ufc/ml	1.3X10 ³	MMI-28/SM 9222-D

DATOS ADICIONALES:

ufc/ml: Unidad formadora de colonias por mililitro



[Signature]
B.F. Magaly Chasi - Msc.
JEFE ÁREA DE MICROBIOLOGIA



RMI-4.1-04



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.MI.30895
ORDEN DE TRABAJO No.46673

SOLICITADO POR: HERDOIZA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A.
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: ABRAHAM LINCOLN N26-16 Y SAN IGNACIO
MUESTRA DE: AGUA
DESCRIPCION: AGUA DE DESCARGA M005, 26/09/14 20H00
LOTE: -----
FECHA DE ELABORACION: -----
FECHA DE VENCIMIENTO: -----
FECHA DE RECEPCION: 29/09/2014
HORA DE RECEPCION: 13H14
FECHA DE ANALISIS: 29/09/2014
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 03/10/2014
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA
COLOR: CARACTERISTICO
ESTADO: CARACTERISTICO
CONTENIDO DECLARADO: LIQUIDO
CONTENIDO ENCONTRADO: 200ml

OBSERVACIONES: LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREADO POR: EL CLIENTE

INFORME

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
RECuento DE COLIFORMES FECALES	ufc/ml	5.0X10 ³	MMI-28/SM 9222-D

DATOS ADICIONALES:

ufc/ml: Unidad formadora de colonias por mililitro



[Signature]
B.F. Magaly Chasi - Msc.
JEFE AREA DE MICROBIOLOGIA



RMI-4.1-04



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.MI.30896
ORDEN DE TRABAJO No.46673

SOLICITADO POR: HERDOIZA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: ABRAHAM LINCOLN N26-16 Y SAN IGNACIO
MUESTRA DE: AGUA
DESCRIPCION: AGUA DE DESCARGA M006, 27/09/14 20H00
LOTE: -----
FECHA DE ELABORACION: -----
FECHA DE VENCIMIENTO: -----
FECHA DE RECEPCION: 29/09/2014
HORA DE RECEPCION: 13H14
FECHA DE ANALISIS: 29/09/2014
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 03/10/2014
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA
COLOR: CARACTERISTICO
OLOR: CARACTERISTICO
ESTADO: LIQUIDO
CONTENIDO DECLARADO: 200ml
CONTENIDO ENCONTRADO: -----
OBSERVACIONES: LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREO POR: EL CLIENTE

INFORME

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
RECuento de COLIFORMES FECALES	ufc/ml	4.0X10 ³	MMI-28/SM 9222-D

DATOS ADICIONALES:

ufc/ml: Unidad formadora de colonias por mililitro



RMI-4.1-04



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.MI.30897
ORDEN DE TRABAJO No.46673

SOLICITADO POR:	HERDOIZA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	ABRAHAM LINCOLN N26-16 Y SAN IGNACIO
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA DE DESCARGA M007, 28/09/14 20H00 Y 04H00
LOTE:	-----
FECHA DE ELABORACION:	-----
FECHA DE VENCIMIENTO:	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	29/09/2014
HORA DE RECEPCIÓN:	13H14
FECHA DE ANÁLISIS:	29/09/2014
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	03/10/2014
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	CARACTERISTICO
OLOR:	CARACTERISTICO
ESTADO:	LIQUIDO
CONTENIDO DECLARADO:	200ml
CONTENIDO ENCONTRADO:	-----
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
RECuento DE COLIFORMES FECALES	ufc/ml	8.3X10 ⁴	MMI-28/SM 9222-D

DATOS ADICIONALES:

ufc/ml: Unidad formadora de colonias por mililitro



B.F. Magaly Chasi
B.F. Magaly Chasi - Msc.
JEFE ÁREA DE MICROBIOLOGIA



RMI-4.1-04