

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias e Ingeniería**

**Campus Basura Cero**

**Gabriela Esthefany Sánchez Merizalde**

**Ingeniería Ambiental**

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito  
para la obtención del título de  
**INGENIERA AMBIENTAL**

Quito, 19 de mayo de 2022

# **UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias e Ingeniería**

## **HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Campus Basura Cero**

**Gabriela Esthefany Sánchez Merizalde**

**Nombre del profesor, Título académico**

**Daniela Flor Cevallos, MSc.  
René Parra Narváez, PhD.**

Quito, 19 de mayo de 2022

## **DERECHOS DE AUTOR**

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Nombres y apellidos: Gabriela Esthefany Sánchez Merizalde

Código: 00129065

Cédula de identidad: 2100569454

Lugar y fecha: Quito, 19 de mayo de 2022

## **ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN**

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

## **UNPUBLISHED DOCUMENT**

**Note:** The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

## RESUMEN

Los residuos sólidos son un problema creciente a nivel mundial debido a su escaso aprovechamiento y gestión. Ante esto surge la iniciativa “Basura Cero” que tiene como objetivo llevar a cabo prácticas de reducción, reutilización y aprovechamiento de los residuos mediante su reincorporación en la cadena productiva. La Universidad San Francisco de Quito (USFQ), en su compromiso con la sostenibilidad, busca convertirse en un Campus Basura Cero en un futuro; para ello, primero se debe examinar la situación actual de la gestión de residuos sólidos dentro de sus instalaciones y así poder promover alternativas que apoyen este objetivo. En este estudio se analizó las debilidades y fortalezas de la gestión de la basura en la USFQ, donde se destacan los puntos de mejora de cinco grandes grupos de residuos sólidos tales como reciclables, comunes, escombros, jardinería y peligrosos. El sistema de gestión actual del campus Cumbayá presentó un manejo poco eficaz como lo es la falta de capacitaciones, el limitado espacio destinado para el almacenamiento temporal de los residuos, una comunicación insuficiente entre las áreas generadoras de basura, falta de registros y el déficit de gestores especializados en ciertos residuos. Mediante una caracterización y la implementación de un sensor ultrasónico se logró generar el registro de un almacenamiento promedio de 1600 kg de residuos sólidos que son enviados al Relleno Sanitario “El Inga” semanalmente. Con este análisis se determinó la implementación de un modelo de Sistema de Gestión de Residuos Sólidos para el Campus Cumbayá donde se plantean diferentes actividades con el fin de lograr una reducción anual del 15% en la cantidad de basura dirigida al relleno sanitario y establecer un precedente viable tanto económico como ambiental para que la universidad pueda adquirir una certificación “Basura Cero” a largo plazo. El presente proyecto es de carácter colaborativo y fue elaborado por Beatriz Arteaga, María Belén Chávez y Gabriela Sánchez, estudiantes de ingeniería ambiental.

**Palabras Clave:** Residuos sólidos, basura cero, sistema de gestión, relleno sanitario, aprovechamiento.

## ABSTRACT

Solid waste is a growing problem worldwide due to its poor harnessing and management. Given this, the "Zero Waste" initiative arise, which aims to carry out practices of reduction, reuse and harnessing of waste by reincorporating it into the production chain. The Universidad San Francisco de Quito (USFQ), in its commitment to sustainability, seeks to become a Zero Waste Campus in the future; to do this, the current situation of solid waste management within its facilities must first be examined in order to promote alternatives that support this objective. This study analyzed the strengths and weaknesses of garbage management at USFQ, highlighting the improvement points for five large groups of solid waste such as recyclable, common, rubble, gardening, and hazardous. The current management system of the Cumbayá campus presented ineffective management such as the lack of training, the limited space allocated for the temporary storage of waste, insufficient communication between the garbage generating areas, shortage of records and the deficit of environmental managers specializing in certain waste. Through a characterization and the implementation of an ultrasonic sensor, it was possible to generate the record of an average storage of 1600 kg of solid waste that is sent to the Sanitary Landfill "El Inga" weekly. With this analysis, the implementation of a Solid Waste Management System model for the Cumbayá Campus was determined, where different activities are proposed in order to achieve an annual reduction of 15% in the amount of garbage directed to the landfill and establish a precedent viable both economically and environmentally so that the university can acquire a "Zero Waste" certification in the long term. This project is collaborative in nature and was prepared by Beatriz Arteaga, María Belén Chávez and Gabriela Sánchez, environmental engineering students.

**Keywords:** Solid waste, zero waste, management system, landfill, harnessing waste.

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	14
1.1	Situación Actual de Residuos Sólidos en la USFQ.....	15
1.1.1	Residuos de Reciclaje .....	16
1.1.2	Residuos de Jardinería .....	16
1.1.3	Residuos Escombros .....	16
1.1.4	Residuos Comunes.....	17
1.1.5	Residuos Peligrosos. ....	17
1.1.6	Otros residuos. ....	17
2.	OBJETIVOS .....	18
2.1	Objetivo General .....	18
2.2	Objetivos Específicos .....	18
3.	METODOLOGÍA.....	18
3.1	Levantamiento de información Secundaria.....	18
3.2	Levantamiento de Información primaria.....	19
3.2.1	Entrevistas y encuestas. ....	19
3.3	Caracterización.....	20
3.3.1	Método del Cuarteo.....	20
3.3.2	Clasificación. ....	21
3.4	Sensor .....	22
3.4.1	Deducción de la ecuación. ....	22
4.	RESULTADOS.....	25

4.1	Resultados de la Caracterización.....	25
4.2	Resultados del Sensor.....	26
4.2.1	Interferencias del Sensor .....	27
4.3	Limitaciones del actual Sistema de Gestión de Residuos Sólidos. ....	27
5.	PROPUESTA.....	29
5.1	Sistema de Gestión de Residuos Sólidos.....	29
5.1.1	Alcance. ....	30
5.1.2	Criterios del sistema de Gestión de Residuos Sólidos.....	30
5.2	Plan Piloto .....	39
6.	IMPACTOS .....	40
6.1	Impacto Ambiental y Social.....	40
6.1.1	Método de los Criterios Relevantes Integrados.....	40
6.2	Matriz de Impactos Ambientales y Sociales .....	43
6.3	Viabilidad Económica .....	45
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	46
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	49
	ANEXO A: IMÁGENES DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS .....	52
	ANEXO B: ENTREVISTAS.....	56
	ANEXO C: SENSOR .....	59
	ANEXO D: RESULTADOS PLAN PILOTO.....	60
	ANEXO E: IMPACTOS.....	69
	ANEXO F: ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO.....	80



ANEXO G: SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL.....	84
ANEXO H: FORMATOS DE BITACORAS.....	87

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Generación Semanal de Residuos USFQ .....	25
Tabla 2. Áreas generadoras y responsables de la gestión de residuos sólidos.....	34
Tabla 3. Plan de Manejo de Residuos Peligrosos y/o Especiales y no Peligrosos .....	36
Tabla 4. Plan de Inspección y Monitoreo de Áreas Críticas.....	37
Tabla 5. Indicadores de Plan Piloto .....	39
Tabla 6. Componentes del Método CRI con su respectiva escala.....	41
Tabla 7. Resultados del Método CRI.....	43
Tabla 8. Análisis Costo-Beneficio para el Sistema de Gestión de Residuos Sólidos .....	45
Tabla 9. Anexo B1. Resultados de entrevistas a los diferentes .....	57
Tabla 10. Anexo C1. Características de las bolsas de basura .....	59
Tabla 11. Anexo C2. Comparación del peso medido con la balanza y el peso calculado con la ecuación y datos del sensor .....	59
Tabla 12. Anexo D1. Residuos almacenados en la semana previa al plan piloto.....	67
Tabla 13. Anexo D2. Residuos almacenados durante la semana del plan piloto .....	68
Tabla 14. Anexo D3. Resultados del indicador de la calidad de clasificación de residuos sólidos .....	69
Tabla 15. Anexo E1. Pesos de los Criterios del Método CRI.....	71
Tabla 16. Anexo E2. Categorización de los impactos ambientales .....	71
Tabla 17. Anexo E3. Consideraciones en la evaluación de impactos ambientales y sociales.....	72
Tabla 18. Anexo E4. Matriz de identificación de Impactos .....	73
Tabla 19. Anexo E5. Matriz de Intensidad de Impactos.....	74
Tabla 20. Anexo E6. Matriz de Extensión de Impactos .....	75

Tabla 21. Anexo E7. Matriz de Duración de Impactos .....	76
Tabla 22. Anexo E8. Matriz de Reversibilidad de Impactos .....	77
Tabla 23. Anexo E9. Matriz de Probabilidad de Impactos .....	78
Tabla 24. Anexo E10. Matriz de Magnitud de Impactos .....	79
Tabla 25. Anexo F1. Beneficios del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos .....	80
Tabla 26. Anexo F2. Costos de Inversión del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos...	81
Tabla 27. Anexo F3. Costos de Operación y Mantenimiento.....	81
Tabla 28. Anexo F4. Descripción de Beneficios Ambientales del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos.....	82
Tabla 29. Anexo G1. Plan de Capacitación para el Sistema de Gestión de Residuos Sólidos. ....	84

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista superior de la Bodega de Residuos Sólidos.....	23
Figura 2. Comparación semanal del almacenamiento de residuos sólidos .....	26
Figura 3. Flujo de los Residuos de Jardinería .....	32
Figura 4. Flujo de los Residuos Generales .....	32
Figura 5. Flujo de Residuos Peligrosos .....	33
Figura 6. Flujo de Residuos Pétreos.....	33
Figura 7. Flujo de Residuos Voluminosos .....	34
Figura 8. Anexo D2. Señaléticas implementadas durante el plan piloto.....	61
Figura 9. Anexo D5. Señaléticas implementadas en el punto de clasificación .....	63
Figura 10. Anexo D6. Respuesta de la pregunta 2 de la evaluación .....	64
Figura 11. Anexo D7. Respuesta de la pregunta 3 de la evaluación .....	64
Figura 12. Anexo D8. Respuesta de la pregunta 4 de la evaluación .....	65
Figura 13. Anexo D9. Respuesta de la pregunta 5 de la evaluación .....	66
Figura 14. Anexo D10. Respuesta de la pregunta 6 de la evaluación .....	66
Figura 15. Anexo D11. Comportamiento diario del almacenamiento de basura en la semana previa al piloto.....	67
Figura 16. Anexo D12. Comportamiento diario del almacenamiento de basura en la semana de implementación del plan piloto .....	68

## INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. División de cuadrantes .....	21
Imagen 2 .Anexo A1. Bodega de Residuos del Maxwell.....	52
Imagen 3. Anexo A2. Conteo de fundas de basura .....	52
Imagen 4. Anexo A3. Pesaje de fundas de basura .....	53
Imagen 5. Anexo A4. División de cuadrantes por el método del cuarteo día 1 .....	53
Imagen 6. Anexo A5. Clasificación de residuos por el método del cuarteo día 1 .....	54
Imagen 7. Anexo A6. División de cuadrantes por el método del cuarteo día 2.....	54
Imagen 8. Anexo A7. Pesaje y conteo de fundas de basura día 2.....	55
Imagen 9. Anexo A8. División de cuadrantes por el método del cuarteo día 3.....	55
Imagen 10. Anexo D1. Delimitación de las zonas de almacenamiento temporal de residuos....	60
Imagen 11. Anexo D3. Capacitación al personal de la WorkForce y Planta Física.....	61
Imagen 12. Anexo D4. Punto de clasificación instalado el Hall Principal durante la semana piloto.....	62

## 1. INTRODUCCIÓN

En el mundo se generan 2 010 millones de toneladas al año de desechos y se pronostica un aumento del 70% para el año 2050, es decir 3 400 millones de toneladas de basura (Banco Mundial, 2018). El Ecuador genera 4.1 millones de toneladas de residuos sólidos al año, de los cuales, el 61.4% corresponden a residuos orgánicos; 9.4% papel o cartón, el 11% a plástico, el 2.6% vidrio y el 2.2% chatarra (Chicaiza Ortiz et al., 2020). Los gobiernos autónomos descentralizados (GADs) son los encargados de la gestión de estos residuos. Sólo el 20% de los GADs disponen de sus residuos en rellenos sanitarios con la infraestructura adecuada mientras que el 80% restante lo hace en espacios a cielo abierto como quebradas y riberas (Chicaiza Ortiz et al., 2020).

De la totalidad de basura generada en el país tan solo entre el 6 y 8% de los residuos es recuperado y el 94% es dispuesto en rellenos sanitarios, celdas emergentes o vertederos a cielo abierto. Del porcentaje de material recuperado, aproximadamente el 85% es colectado por recicladores base que trabajan en modalidad informal (Soliz Torres et al., 2020).

En Quito se produce alrededor de 2 200 toneladas diarias de basura, la cual es depositada en el Relleno Sanitario “El Inga” (EMGIRS - EP, 2019). Esta basura no es clasificada previamente, por lo que se tiene una variedad de residuos, desde material orgánico hasta desechos hospitalarios, los cuales generan contaminantes tales como lixiviados, que contienen altas concentraciones de organismos patógenos como *Citrobacter freundii*, *Escherichia coli*, *Hafnia alvei* además de arsénico que es una sustancia cancerígena, y gas metano (CH<sub>4</sub>), el cual es uno de los principales responsables del efecto invernadero (Jiménez Bautista, 2012). Actualmente el Relleno Sanitario atraviesa una crisis ambiental y sanitaria debido a la saturación de los cubetos y el inadecuado manejo de lixiviados, producto de la generación incontrolada de residuos por parte de la creciente población quiteña (El Comercio, 2022).

Ante esta problemática ambiental nace la iniciativa mundial “Basura Cero”, la cual tiene como objetivo el promover estrategias que permitan reducir, reutilizar y aprovechar los residuos sólidos por medio de su reintegración a los ciclos productivos, económicos y ecológicos. La gestión integral de residuos sólidos es un eje importante que se alinea con esta iniciativa. Consta de un conjunto de acciones que tienen como fin el asegurar eficientemente los sistemas de una organización y que estos sean favorables hacia el medio ambiente, económicamente asequibles y socialmente aceptables para el generador y sus actividades. Con ello surge la estrategia Sistema de Gestión Basura Cero, como una medida de mitigación del impacto ambiental mediante la gestión eficiente de los residuos. Esta estrategia propone la implementación de buenas prácticas como la optimización de tecnologías para el tratamiento de residuos, el racionamiento del uso de recursos no renovables y la reducción de la cantidad de residuos que se destinen como disposición final en el relleno sanitario (Basura Cero Global, 2019).

### **1.1 Situación Actual de Residuos Sólidos en la USFQ**

La Universidad San Francisco de Quito se encuentra ubicada en la parroquia de Cumbayá, al nororiente del Distrito Metropolitano de Quito (Chiquito & Romo, 2020). En el último Informe del rector se reporta una población universitaria de aproximadamente 10 000 estudiantes, 632 académicos y 513 administrativos (Universidad San Francisco de Quito, 2019). La USFQ en su compromiso con el desarrollo sostenible a través de la investigación científica, educación de calidad y vinculación con la comunidad, ha implementado actividades para la reducción de residuos sólidos en el campus tales como: la implementación de bebederos en distintos puntos para evitar el consumo de botellas plásticas, descuentos en bebidas al realizar compras con insumos reutilizables y la campaña de reciclaje electrónico con el objetivo de concientizar a la comunidad acerca del impacto ambiental de estos desechos. Sin embargo, la problemática de los residuos sólidos es amplia y se tiene mucho camino por recorrer para que la universidad pueda alinearse a la iniciativa mundial “Basura Cero”. La gestión de residuos sólidos en la

universidad es realizada por diferentes departamentos y personas. A continuación, se describen las principales fuentes de generación de residuos sólidos en el campus, su almacenamiento y gestión.

### **1.1.1 Residuos de Reciclaje**

Se separan en 4 grandes categorías que son: Papel (bond y mixto), Plástico (botellas PET, fundas plásticas y plástico soplado), Cartón y Metal (aluminio y chatarra). Una vez separados, estos materiales son almacenados en una bodega ubicada en el edificio *Green House* (cerca de las áreas deportivas), y posteriormente son enviados con un gestor (Universidad San Francisco de Quito, 2021). En el año 2020 se generó principalmente papel mixto [167 kg], cartón [161 kg], papel bond [146 kg], plástico [133 kg] y PET [25 kg] (Planta Física, 2020).

### **1.1.2 Residuos de Jardinería**

Estos residuos provienen del mantenimiento de áreas verdes de la universidad y se clasifican en dos categorías: césped, el cual es almacenado en la zona del invernadero donde se convierte posteriormente en abono; y las ramas y hojas, que son almacenadas temporalmente atrás de la cascada para luego ser enviadas a la escombrera “El Troje”. Durante los meses de invierno se estima una recolección semanal entre 10 a 15 fundas. En el 2019 se recolectaron alrededor de 18 430 kg de estos residuos, esta cifra redujo significativamente en el 2020 producto de la pandemia (Universidad San Francisco de Quito, 2021).

### **1.1.3 Residuos Escombros**

Los escombros son generados por el mantenimiento que se efectúa en la universidad tanto de proveedores externos como de personal propio y también por los laboratorios de docencia de ingeniería civil y mecánica. Todos estos residuos tienen como destino final la escombrera del Troje ubicada en el sur de la ciudad de Quito (Universidad San Francisco de Quito, 2021).



#### **1.1.4 Residuos Comunes**

Esta categoría corresponde a los residuos que son colectados de los basureros de boca ancha de toda la universidad. Aproximadamente el 30 % de los residuos de la categoría de reciclaje terminan en esta sección, todos estos residuos son recolectados por la empresa EMASEO y dispuestos en el relleno sanitario “El Inga” (Universidad San Francisco de Quito, 2021).

#### **1.1.5 Residuos Peligrosos.**

En este grupo se consideran las iluminarias, focos y otros elementos de alumbrado, los cuales son almacenados en zona de plata física o a las afueras de la bodega Maxwell y posteriormente son enviados a la escombrera. Según el Acuerdo Ministerial 142, las luminarias, lámparas, tubos fluorescentes y focos ahorradores usados que contengan mercurio son catalogados como “desechos peligrosos” por lo que deben ser enviados a un gestor para un tratamiento y disposición final adecuados (Ministerio del Ambiente, 2021).

#### **1.1.6 Otros residuos.**

Existen otros residuos que se generan en la universidad, pero al tener su gestión propia no serán considerados en el contexto de la presente propuesta de gestión; sin embargo, es importante tener en cuenta su generación. Los integrantes de este grupo corresponden a residuos peligrosos provenientes de los laboratorios de investigación y enseñanza de Ingeniería Química, Ingeniería Ambiental, Microbiología, el Hospital Docente de Especialidades Veterinarias USFQ, entre otros. En esta categoría también se consideran los residuos orgánicos e inorgánicos del CHAT que son empleados en otros proyectos de sustentabilidad que lleva a cabo la universidad.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

Establecer la base de un modelo de Sistema de Gestión de Residuos Sólidos que permita identificar oportunidades de mejora y aprovechamiento para una adecuada gestión de los residuos generados en el campus de la Universidad San Francisco de Quito.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar los flujos de generación de residuos que permita a los distintos actores un adecuado manejo interno de los mismos.
- Generar espacios adecuados de comunicación y difusión de información que permitan a la comunidad universitaria trabajar en sinergia hacia un cambio eficaz.
- Promover soluciones que minimicen el impacto ambiental generado por la USFQ y generen un mayor aprovechamiento de los residuos generados.

## **3. METODOLOGÍA.**

### **3.1 Levantamiento de información Secundaria**

Se recopiló información acerca de los residuos sólidos en la universidad, para lo cual se analizó la Tesis “Huella de Carbono de la Universidad San Francisco de Quito año 2017 y Plan de Mitigación de Emisiones de CO<sub>2</sub>-eq”, documento en la cual se realiza un análisis de las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente producidas por la generación de residuos en la USFQ mediante una caracterización de los desechos universitarios que se llevó a cabo a inicios de septiembre de 2017 (Pérez Sierra, 2018), siendo esta la primera caracterización registrada de la universidad. Otro documento fundamental para la realización de este proyecto es el “Informe 1.- Situación actual de la generación de residuos sólidos en la USFQ 2019-2021” elaborado por Doménica Andrade, en el cual se relata la situación de los residuos sólidos en el campus antes, durante y después del confinamiento por la pandemia COVID-19 (Universidad San Francisco de Quito,

2021). Finalmente, la tesis “Sostenibilidad ambiental en el campus de la USFQ”, proporciona un panorama más amplio de las actividades con enfoque sostenible que ya se efectúan en la universidad y nuevas propuestas donde resalta la iniciativa Campus “Cero Basura”(Chiquito & Romo, 2020).

## **3.2 Levantamiento de Información primaria**

### **3.2.1 Entrevistas y encuestas.**

Se realizaron entrevistas informales al personal de *WorkForce*, encargados de la limpieza del campus para comprender el funcionamiento interno en la clasificación y almacenamiento de los residuos sólidos generados en el campus Cumbayá, además del conocimiento en la gestión de residuos sólidos con la que cuenta dicho personal.

Además, se realizaron entrevistas a Planta Física, ya que es el área encargada del mantenimiento de las instalaciones de la universidad y son los principales generadores de residuos sólidos como escombros, luminarias, muebles, madera y residuos voluminosos en general. También se realizó una entrevista a la persona encargada de Jardinería con el objetivo de conocer la periodicidad del mantenimiento de las áreas verdes y la disposición final de los residuos generados por esta actividad.

Finalmente, se entrevistó al personal de *Food Service*, para conocer el desarrollo y efectividad de la campaña “REGENERA”, la cual ha sido llevada a cabo desde hace unos años y fue una iniciativa de la Oficina de Innovación y Sustentabilidad (OIS) para la reducción de envases de un solo uso. Además, se mantuvo un conversatorio con la OIS con el objetivo de ampliar el conocimiento de los proyectos pasados y actuales y sus resultados. Dichas entrevistas fueron utilizadas para comprensión y desarrollo de este proyecto.

### **3.3 Caracterización**

Para conocer que cantidades y tipo de residuos que están siendo enviados al relleno sanitario se realizó una caracterización de residuos sólidos que se encuentran almacenados en la bodega del edificio Maxwell. Se implementó el método del cuarteo, este proceso se lo realizó los días: martes 8 de febrero a las 7:00 pm, jueves 3 de febrero a las 7:00 pm y domingo 6 de febrero a las 3:00 pm. Estos horarios fueron establecidos ya que la empresa encargada de la recolección de residuos sólidos en el DMQ realiza sus labores los lunes, miércoles y viernes en horas de la mañana.

#### **3.3.1 Método del Cuarteo.**

En primera instancia, se procedió con el conteo y pesaje de las bolsas de basura que se encontraban en la bodega del edificio Maxwell. Una vez obtenido el peso total, se realizó un análisis estadístico para obtener una muestra representativa que permita iniciar con el método del cuarteo, para esto se consideró un nivel de confianza del 95% y un margen de error de 9%. Con la muestra representativa, se vertió el contenido de las bolsas seleccionadas aleatoriamente hasta alcanzar el peso determinado por la muestra representativa y se formó una pila de residuos que luego fueron homogenizados manualmente. Como siguiente paso, se procedió a dividir la pila de residuos en cuatro cuadrantes (Imagen 1) de los cuales se conservaron dos cuadrantes opuestos y el resto fue descartado (Cantanhede et al., 2005), este proceso se realizó dos veces más hasta obtener una masa de residuos manejable para la posterior clasificación, la cual se detalla a continuación.



*Imagen 1. División de cuadrantes*

*Fuente: Elaboración Propia*

### **3.3.2 Clasificación.**

Para poder realizar un análisis comparativo, se planteó tomar como referencia la caracterización de residuos sólidos realizada en el año 2017 por Paola Pérez, dicha clasificación también coincide con el informe de la situación actual de la generación de residuos sólidos en la Universidad San Francisco de Quito correspondiente a los años 2019-2021. A continuación, se presentan las categorías de clasificación de los residuos consideradas en la caracterización:

- Papel
- Plásticos (Botellas PET, Plásticos de alta densidad, Fundas plásticas)
- Cartón
- Orgánico
- Vidrio
- Metal y latas
- Madera
- Tetrapak
- Residuos de Jardinería
- Otros (Mascarillas, Guantes de Látex)

### 3.4 Sensor

Para automatizar el cálculo de la producción de residuos sólidos que se generan en la USFQ se instaló un sensor ultrasónico en la bodega del edificio Maxwell, el mismo que representa una solución ágil en el monitoreo de datos en tiempo real del almacenamiento de residuos sólidos proporcionada por el Internet de las cosas (IoT). El principio de funcionamiento de este módulo es simple, envía un pulso ultrasónico a 40 kHz que viaja por el aire y, si hay un obstáculo u objeto, rebota hacia el sensor. Al calcular el tiempo de viaje y la velocidad del sonido, se puede calcular la distancia. El valor calculado se envía al microcontrolador y los valores correspondientes se enviarán al servidor en la nube, en donde usuarios podrán monitorear los datos en tiempo real a través de un *dashboard* en el servidor web (Rahman et al., 2020). Este sensor posee un diámetro de lectura de 40 cm, una distancia máxima de detección 750 cm y una vida útil de cinco años. Además, tiene un consumo energético de 2.1 mA, el cual es suministrado mediante un panel solar (MaxBotix, 2005).

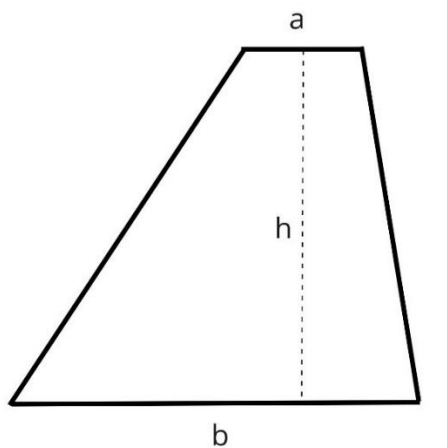
#### 3.4.1 Deducción de la ecuación.

La Bodega en la que fue instalado el sensor tiene forma de trapecioide, como se indica en la figura 1 y sus medidas son:

$$a = 0.55 \text{ m}$$

$$b = 2.34 \text{ m}$$

$$h = 2.92$$



*Figura 1. Vista superior de la Bodega de Residuos Sólidos*

*Fuente: Elaboración Propia*

Para obtener el peso aproximado de las fundas que se depositan en la bodega, y con los datos del sensor, se aplica la siguiente ecuación:

$$P = \rho * V \quad (1)$$

Donde:

P: peso total del contenido de la bodega

$\rho$ : densidad de los residuos

V: volumen de llenado de la bodega.

Para la densidad de los residuos, se pesó cada una de las bolsas y se definió la capacidad de las fundas que se usan en la USFQ (Tabla 10). Luego se estimó el porcentaje de llenado de cada funda para obtener un volumen, así se obtuvo la densidad:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2)$$

Donde:

$\rho$ : densidad de los residuos

m: masa de los residuos

V: volumen de los residuos.

(Cantanhede et al., 2005)

Con datos de la capacidad de las fundas detallada en el Anexo C se obtuvo una densidad promedio de los residuos de  $71.86 \text{ kg/m}^3$ . Para el volumen de llenado de la bodega se consideran los valores arrojados por el sensor, los cuales corresponden al espacio vacío de la bodega.

$$V_{\text{llenado}} = A * (H - x) \quad (3)$$

Donde:

A: área de la bodega,  $\text{m}^2$

H: altura de la bodega, desde el suelo hasta el sensor (3m)

x: dato del sensor

Siendo el área de un trapecio definida por:

$$\text{Área} = \left(\frac{a+b}{2}\right) * h \quad (4)$$

Entonces la expresión para obtener un peso estimado de los residuos sólidos de la bodega será:

$$P = \rho * \left(\frac{a+b}{2}\right) h * (H - x) \quad (5)$$

Para comprobar la validez de la ecuación propuesta, se realizó el pesaje de bolsas de basura en la bodega desde el 17 al 24 de marzo. De lunes a jueves, las fundas fueron pesadas a las 18h00 mientras que, durante el fin de semana, las medidas fueron tomadas a las 15h00 debido a la diferencia de afluencia de estudiantes. En el Anexo C se detallan los pesos que se obtuvieron tanto con la balanza, como mediante el cálculo por la ecuación antes mencionada y el respectivo error absoluto obtenido.



## 4. RESULTADOS

### 4.1 Resultados de la Caracterización

De la caracterización realizada inicialmente se obtuvo un total de 1 413.63 kg de residuos almacenados en la bodega del edificio Maxwell en una semana, de los cuales, en su mayoría son residuos provenientes del mantenimiento de áreas verdes de la USFQ. En la Tabla 1 se puede observar los pesos totales de cada tipo de residuo.

*Tabla 1. Generación Semanal de Residuos USFQ*

<b>Generación Semanal de Residuos USFQ</b>	
<b>Tipo</b>	<b>Peso Total [kg]</b>
Papel	134.65
Plásticos	142.67
Cartón	74.59
Orgánico	24.20
Vidrio	145.57
Metal y Latas	98.19
Madera	103.08
Jardinería	633.94
Multicapa	9.10
Tetrapak	6.55
Otros	41.10

*Fuente: Elaboración propia*

Considerando una población total de 5 200 personas que van recurrentemente en la semana a la universidad en la actualidad debido a la pandemia se obtiene que la generación per cápita de la USFQ es de 0.038 kg/persona/día. Luego del receso de carnaval, la presencialidad fue obligatoria y por lo tanto el flujo de estudiantes aumentó al igual que la generación de residuos. Datos del sensor confirman que la semana del 17 al 24 de marzo se produjeron alrededor de 1747.94 kg de residuos sólidos, es decir, cerca de 300 kg más de basura en comparación con la caracterización realizada en el mes de febrero. Además, estima un incremento poblacional a cerca de 8 000 personas que asisten semanalmente a la USFQ por lo que la producción per cápita (PPC) es de 0.031 kg/persona/día. Como se observa no hay mucha diferencia de febrero

a marzo y esto se debe a que, aunque incrementaron los residuos, también incrementó la población.

## 4.2 Resultados del Sensor

Con la ecuación número (5), detallada previamente en la sección 3.4.1, se calculó un peso estimado de los residuos almacenados en la bodega Maxwell. Para visualizar el comportamiento de su almacenamiento se emplearon los datos correspondientes a una semana completa de lunes a domingo, desde las siete de la mañana hasta las 9 de la noche que es la hora que termina de laborar el personal de limpieza.

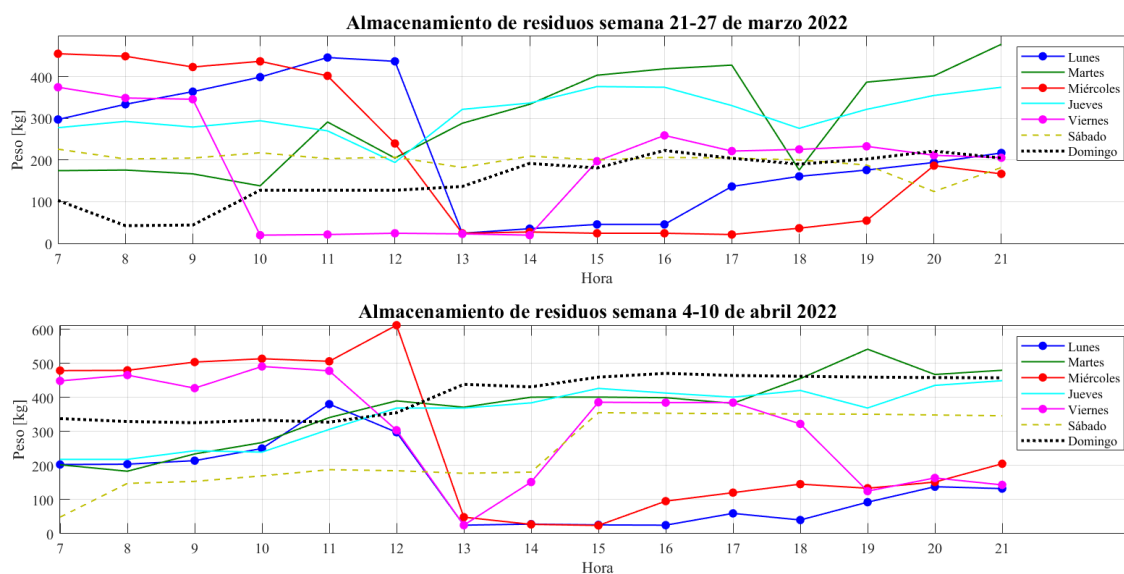


Figura 2. Comparación semanal del almacenamiento de residuos sólidos

Los gráficos sugieren que durante la primera semana no se supera los 500 kg de basura; sin embargo, en la segunda semana, el almacenamiento de basura alcanza su pico máximo el día miércoles. En las gráficas se puede observar que los días lunes, miércoles y viernes hay un descenso significativo del peso entre las 10h00 y 13h00 ya que son los horarios en que la basura

es recolectada. Por otro lado, los días que martes y jueves son aquellos donde más basura es almacenada ya que no hay recolección.

#### **4.2.1 Interferencias del Sensor**

Como todo instrumento, el sensor puede presentar sesgo. Por ejemplo, los días martes y jueves de la primera semana, así como los días jueves y viernes de la semana dos (figura 2) se evidencia una disminución en la cantidad de basura almacenada a las 18h00 y 19h00, esto no tiene sentido ya que no corresponde a los horarios de recolección por parte de EMASEO, lo que sugiere la existencia de interferencias externas que afectan la lectura del sensor. Es importante considerar la presencia de estudios musicales alrededor de la bodega donde se encuentra instalado el dispositivo, los mismos que representan potenciales fuentes de error en las lecturas por el sonido y/o ruido que es producido. Sin embargo, el sensor resulta una herramienta útil para estimar la cantidad de residuos que se generan en la universidad a diario.

#### **4.3 Limitaciones del actual Sistema de Gestión de Residuos Sólidos.**

Durante la caracterización de los residuos realizada en el mes de febrero se pudo evidenciar ciertas falencias en cuanto al almacenamiento y disposición final de ciertos residuos. Tal es el caso de los residuos de jardinería, que si bien, el césped es enviado a la zona del invernadero de la universidad para convertirse en abono, las hojas y ramas no pueden ser usadas para este fin (debido a su largo proceso de degradación) y por lo tanto fueron dispuestas en la bodega Maxwell. Mediante una entrevista realizada al proveedor encargado del mantenimiento de áreas verdes, descrita en el Anexo B, destacó que las hojas y ramas deben ser almacenadas en un espacio no definido ubicado atrás de la cascada para luego ser enviadas a la escombrera El Troje (P, López, comunicación personal, 14 de marzo del 2022). Es difícil gestionar este tipo de “desecho” ya que en la ciudad de Quito no hay gestores especializados. Sin embargo, se debe considerar que este es un residuo temporal, ya que durante el pesaje en el mes de marzo no se

observaron bolsas con residuos de jardinería en la bodega del edificio del Maxwell. Con este antecedente se pudo identificar que la principal limitación para una mejor segregación de residuos sólidos en el campus son los espacios reducidos y limitados, al ser un campus pequeño no se tiene una designación de áreas muy amplias para este fin.

Otro problema que se identificó, según el “Informe 1.- Situación actual de la generación de residuos sólidos en la USFQ 2019-2021” las iluminarias, focos y otros elementos de alumbrado son tratados como escombros, los cuales son almacenados en zona de plata física o a las afueras de la bodega Maxwell y posteriormente son enviados a la escombrera. Según el Acuerdo Ministerial 142, las luminarias, lámparas, tubos fluorescentes y focos ahorradores usados que contengan mercurio son catalogados como “desechos peligrosos” por lo que deben ser enviados a un gestor para un tratamiento y disposición final adecuados (Ministerio del Ambiente, 2012). Actualmente, este residuo se produce esporádicamente debido al cambio de luminarias LED en las instalaciones en el que se encuentra la universidad. Esta inadecuada clasificación de residuos dio a notar el bajo conocimiento acerca de un adecuado manejo de los tipos de residuos sólidos generados en la universidad por parte del personal de limpieza y Planta Física. Mediante las entrevistas informales realizadas al personal de la *WorkForce* y Planta Física (Anexo B) se pudo evidenciar que existe una brecha amplia de desinformación debido a que no se imparte capacitaciones acerca del tema.

En el análisis de estas limitaciones como elemento macro de su causa se vio que los actores principales en el manejo de residuos sólidos en la universidad no destinan mucho tiempo ni recursos a soluciones reales para este problema. Se tienen acciones de reducción, mas no involucramiento real en el back office de toda la gestión de estos residuos.

## 5. PROPUESTA

### 5.1 Sistema de Gestión de Residuos Sólidos.

En base a lo investigado previamente en el manejo de residuos sólidos interno de la universidad y los objetivos planteados del proyecto, se propone la base de un modelo de Sistema de Gestión de Residuos Sólidos.

Una correcta gestión de residuos sólidos se basa en establecer e implementar acciones ambientalmente viables que tengan como fin el mitigar el impacto ambiental ocasionado por una administración poco eficaz. Para lograr este cometido se necesita el planteamiento de objetivos medibles y alcanzables, controlar todas y cada una de las fases de los desechos (generación, almacenamiento temporal, aprovechamiento, transporte y disposición final), elaborar procedimientos y ejecutar un seguimiento a las acciones que se implementan (Sánchez, 2017).

Para la elaboración del sistema de gestión de residuos sólidos se toma como base los criterios de la certificación de Sistema de Gestión Basura Cero (SGBC-MC-Versión 4 2019) que se enfoca en la mejora continua a través de la metodología estándar Planificar, Hacer, Verificar, Actuar (PHVA). El principio de este sistema se basa en proporcionar criterios y aspectos generales que permitan el cumplimiento del objetivo de gestión y manejo sostenible de residuos. Su fin es mitigar la cantidad de residuos que se destinan a su disposición final en rellenos sanitarios y el evidenciar un consumo responsable junto con un compromiso ambiental (Basura Cero Global, 2019).

El proyecto aplicará la elaboración de los siguientes parámetros:

- Elaboración de diagramas de flujo de del manejo interno y salidas de residuos sólidos.
- Recopilación de criterios legales en materia de residuos sólidos.

- Elaboración de un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos y/o Especiales y no Peligrosos.
- Elaboración de un Plan de Inspección y Mantenimiento de Áreas críticas.
- Elaboración de un Plan de Capacitación.
- Diseño y adecuación de los espacios de almacenamiento temporal de residuos sólidos.
- Creación de una Política del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos

#### **5.1.1 Alcance.**

El Sistema de Gestión de Residuos Sólidos es aplicable para toda la comunidad de la USFQ. Establece criterios y directrices para la reducción, el almacenamiento, la gestión, la disposición final y el aprovechamiento de los residuos sólidos generados en el campus Cumbayá.

#### **5.1.2 Criterios del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos.**

Liderazgo: La alta dirección de la organización es la encargada de asignar responsabilidades, brindar el apoyo, asignar recursos y priorizar el mantenimiento y mejora continua del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos. Una parte fundamental de este criterio es la implementación de una Política del sistema de gestión, la cual debe estar documentada y comunicarse continuamente dentro de la organización.

De acuerdo con las brechas observadas en el sistema actual se propone la siguiente política para el Sistema de Gestión de Residuos Sólidos que permita abarcar las necesidades de la institución, ser responsable con los impactos debido a sus actividades e integrar compromisos y responsabilidades de reducción, reutilización y aprovechamiento de residuos sólidos y mantenerse en un sistema de mejora continua.

*“La Universidad San Francisco de Quito se compromete con los siguientes principios básicos en la gestión integral de los residuos sólidos de sus instalaciones:*

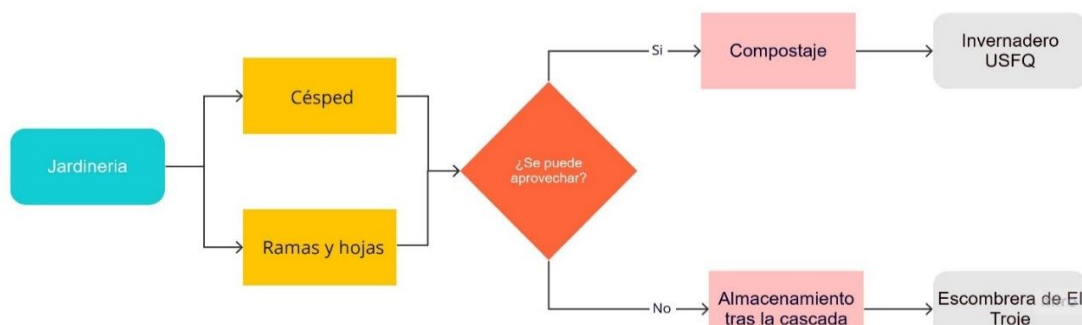
- Cumplimiento de toda la legislación y regulaciones ambientales aplicable a la gestión integral de los residuos sólidos.*
- Reducción continua de materiales y envases de un solo uso en sus instalaciones.*
- Reutilización de materiales y así prolongar su vida útil en sus instalaciones*
- Renovación continua de procedimientos de manejo de los residuos sólidos que permita tener seguimiento de formas más eficientes de aprovechamiento de estos.*
- Fomentar en la Universidad San Francisco de Quito el uso de documentos electrónicos sobre los documentos impresos.*
- La separación de los residuos sólidos en los diferentes contenedores de basura debe ser realizados de manera correcta, respetando las instrucciones de clasificación.*
- Mejora continua en el desempeño del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos con el involucramiento de todos los actores.*
- Fomentar constantemente en la comunidad de la USFQ la sensibilización e importancia de la clasificación y reducción de los residuos sólidos.*
- Activa participación en iniciativas Basura Cero.”*

Planificación: Este criterio se enfoca en identificar los riesgos y oportunidades del Sistema de Gestión que permitan el cumplimiento, la prevención, el reciclaje, la reutilización o la reducción de los residuos. Se debe tener determinado, medido y caracterizado los residuos sólidos que se generan en la organización según su tipo y cantidad. Es importante tener identificado las áreas y responsables de la generación de residuos (Basura Cero Global, 2019).

Para este criterio se determinaron (con levantamiento de información previo, recorridos en todas las áreas de almacenamiento de residuos y las entrevistas) los siguientes diagramas de

flujo con el objetivo de mejora de espacios de almacenamiento temporal, así como el facilitar la socialización de información con los diferentes actores.

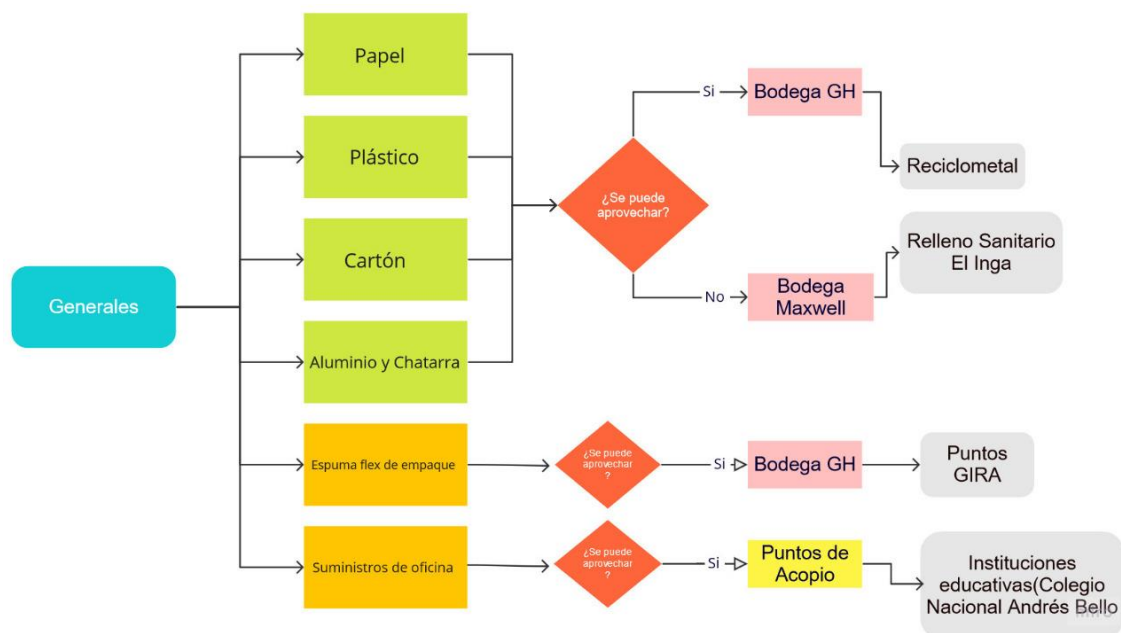
- Residuos de Jardinería



*Figura 3. Flujo de los Residuos de Jardinería*

*Fuente: Elaboración Propia*

- Residuos Reciclables

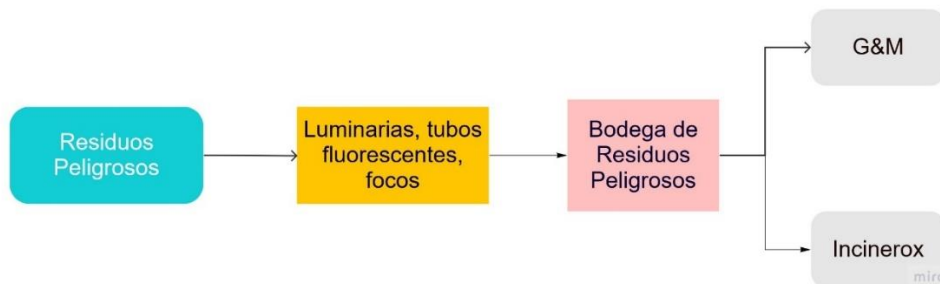


*Figura 4. Flujo de los Residuos Generales*

*Fuente: Elaboración propia*



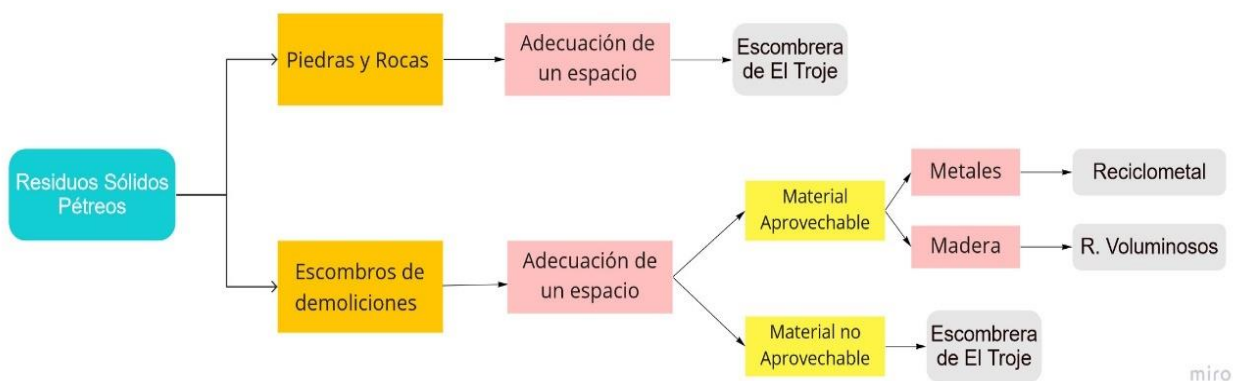
- Residuos Peligrosos



*Figura 5. Flujo de Residuos Peligrosos*

*Fuente: Elaboración propia*

- Residuos Sólidos Pétreos



*Figura 6. Flujo de Residuos Pétreos*

*Fuente: Elaboración propia*

- Residuos Voluminosos

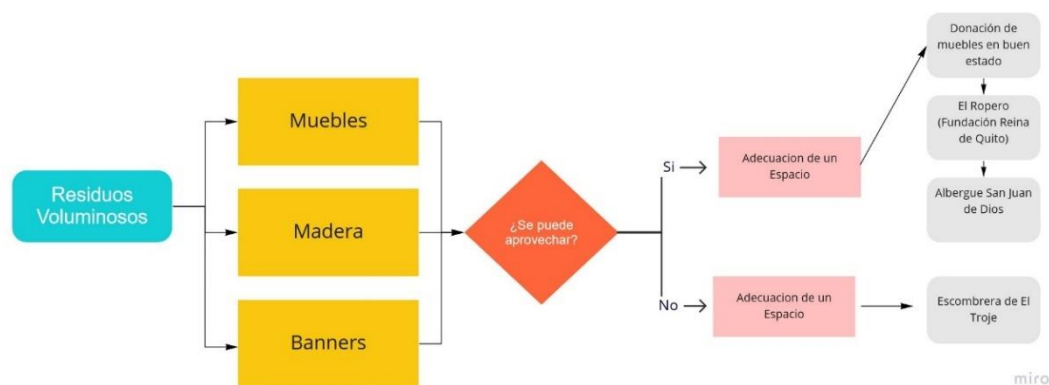


Figura 7. Flujo de Residuos Voluminosos

Fuente: Elaboración propia

Una vez entendido el flujo de los diferentes residuos con sus respectivos lugares de almacenamiento temporal actual junto con la posible mejora de gestión para su disposición final o aprovechamiento, se presenta a continuación en la Tabla 2 el detalle de las principales áreas generadoras y sus responsables.

Tabla 2. Áreas generadoras y responsables de la gestión de residuos sólidos.

Residuo	Área Generadora	Área Responsable
Jardinería	Mantenimiento de áreas verdes	Proveedor Jardinería
Reciclables	Instalaciones del Campus	WorkForce
Peligrosos	Planta Física	Planta Física
Sólidos Pétreos	Planta Física	Planta Física
Voluminosos	Planta Física	Planta Física

Fuente: Elaboración propia

Apoyo: Proporcionar los recursos necesarios para establecer información documentada. Contar con formación, capacitación, difusión de información, eventos o actividades para los diferentes actores involucrados en el sistema de gestión. Es importante verificar que el personal en la organización posea las competencias necesarias y que también sea consciente de la pertenencia

e importancia de sus labores diarias y que estas contribuyen inicialmente al cumplimiento de los objetivos del sistema de gestión (Basura Cero Global, 2019).

En contribución a la formación, capacitación y difusión de información se propone el presente plan de capacitación como un instrumento de gestión que va a contribuir al desarrollo de las actividades de la USFQ. La capacitación es un proceso que está ligado a la mejora continua, ya que utiliza la evaluación como un elemento principal para retroalimentarse y adecuarse a las necesidades de cada uno de los procesos (Silva, 2015).

En la tabla 29 Anexo G, se formulan actividades de capacitación, las cuales impulsan a desarrollar las competencias y actualizar constantemente los conocimientos de las personas involucradas. También se plantean acciones que permitan monitorear los progresos personales de cada individuo y medir su aporte al logro de los objetivos de la institución y el presente sistema de gestión (Mariño, 2018).

El alcance del presente plan de capacitación será de aplicación para el personal operativo, administrativo, profesores y proveedores que realicen actividades en las instalaciones de la USFQ.

Operación: Criterio enfocado a la gestión integral de residuos sólidos. La organización debe implementar, mantener y actualizar un proceso documentado constantemente. Esto quiere decir que se debe identificar criterios operacionales como personal para recolección y clasificación, recipientes, zonas de separación y almacenamiento temporal. También se debe establecer códigos de separación y frecuencias de almacenamiento, recolección y transporte de los residuos sólidos. Se considera también la identificación, cuantificación y mantenimiento de un registro de la cantidad de residuos sólidos aprovechados, gestionados, reciclados o enviados a disposición final en el relleno sanitario (Basura Cero Global, 2019).

En el sistema actual no se posee un registro eficaz e integrado que permita conocer exactamente cuánto se genera de cada residuo y cómo fue su gestión. Para disminuir esta brecha del sistema documental se proponen los siguientes planes y formatos.

○ **Plan de Manejo de Residuos Peligrosos y/o Especiales y no Peligrosos**

El Plan de Manejo de Residuos Peligrosos y/o Especiales y no Peligrosos está conformado por actividades que facilitan el seguimiento de registros e información documentada. Ayuda a tener presente las actividades que se realizan de cada operación y las personas involucradas en las mismas. A continuación, se detallan las actividades y su periodicidad en base en las necesidades del presente sistema.

*Tabla 3. Plan de Manejo de Residuos Peligrosos y/o Especiales y no Peligrosos*

<b>No.</b>	<b>Actividad</b>	<b>Periodicidad</b>
<b>1</b>	Actualizar bitácora de manejo de desechos y residuos peligrosos y/o especiales.	Hasta el 5 de cada mes
<b>2</b>	Escanear los documentos correspondientes a manifiestos únicos de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos y/o especiales y posteriormente almacenarlos en su respectiva carpeta.	Cuando se gestionen desechos o residuos peligrosos y/o especiales
<b>3</b>	Pedir los permisos ambientales correspondientes de los gestores, para verificar el cumplimiento de la ley	Cuando se gestionen desechos o residuos peligrosos y/o especiales
<b>4</b>	Actualizar bitácora de manejo de residuos no peligrosos y reciclables.  *En el caso de los residuos comunes, verificar el funcionamiento del sensor y descargar los datos necesarios del almacenamiento de los residuos durante el mes.	Hasta el 5 de cada mes

<b>5</b>	Escanear los documentos correspondientes a certificados o guías de remisión de envío de residuos reciclables y posteriormente almacenarlos en su respectiva carpeta.	Cuando se gestionen desechos o residuos peligrosos no peligrosos
----------	--	--

*Fuente: Elaboración propia*

En el sistema actual, las áreas poseen un registro de información a través de libros de Excel donde se lleva una contabilidad de la gestión de los residuos, con fecha y cantidad. Sin embargo, para abarcar una mejor calidad de información documentada se propone los siguientes formatos de registros detallados en el Anexo H para que, junto con el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos y/o Especiales y no Peligrosos, se tenga un mejor control y seguimiento.

Evaluación del Sistema de Gestión Basura Cero: Se necesita determinar en la organización un proceso documentado que permita evaluar el cumplimiento de los requisitos del Sistema de gestión y su eficacia mediante intervalos de tiempo planificados de evaluación. Se debe mantener información documentada de los resultados de la evaluación y a su vez, esta debe ser objetiva e imparcial y comunicarse a la alta dirección (Basura Cero Global, 2019).

○ **Plan de Inspección y Monitoreo de Áreas Críticas**

*Tabla 4. Plan de Inspección y Monitoreo de Áreas Críticas*

No.	Actividad	Periodicidad
<b>1</b>	Realizar inspección del área de almacenamiento de desechos no peligrosos y residuos reciclables  - Bodega del edificio Maxwell - Bodega del <i>Green House</i> - Espacios en Planta Física.	Mensual
<b>2</b>	Realizar inspección del área de almacenamiento de desechos y residuos peligrosos y/o especiales  - Bodega del edificio Maxwell	Mensual

	- Espacios en Planta Física	
<b>3</b>	Revisión de información documentada: - Bitácoras - Manifiestos únicos de entrega - Guías de remisión	Trimestral

*Fuente: Elaboración propia*

En el presente plan la inspección del almacenamiento temporal de residuos debe cumplir ciertos parámetros que permitan evaluar correctamente el cumplimiento de cada proceso. Los parámetros primordiales que se deberán tomar en cuenta son los siguientes:

- ✓ Calidad de clasificación de residuos solidos
- ✓ Limpieza en las áreas de almacenamiento temporal
- ✓ Estado de señaléticas y espacio de las áreas de almacenamiento temporal
- ✓ Bitácoras actualizadas y correctamente llenadas
- ✓ Respaldos de la información documentada.

Reporte Anual y Mejora: Los responsables del sistema de gestión deben realizar anualmente un reporte que posteriormente debe ser aprobado por la alta dirección. (Basura Cero Global, 2019).

Este reporte debe mantener los siguientes componentes importantes:

- a) Identificación, medición, caracterización de cada tipo de residuo
- b) Porcentajes de reducción, reutilización, aprovechamiento, disposición final de cada tipo de residuo
- c) Resultados de la evaluación
- d) Indicadores del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos
- e) Necesidades, responsables, actividades y recursos.

## 5.2 Plan Piloto

A partir de la información primaria y secundaria recolectada posteriormente y el planteamiento del modelo de Sistema de Gestión de Residuos Sólidos se determinaron dos ejes de testeo. Un eje *back office* que abarca todo el sistema de gestión con los actores principales del mismo, con el objetivo de ver su apertura hacia actividades con mayor control y monitoreo del manejo de los residuos sólidos. También se consideró un eje *front office* que permita ampliar el panorama de vías de involucramiento de los estudiantes de la universidad con el sistema de gestión propuesto. Las actividades de testeo específicas se detallan en el anexo D. A continuación, se detallan los indicadores que permitieron evaluar la efectividad de lo propuesto.

Tabla 5. Indicadores de Plan Piloto

Parámetro	Indicador	Meta	Evaluación de Indicador
Implementación de modelo de Sistema de Gestión de Residuos Sólidos	Reducción de residuos mal almacenado: kg de residuos almacenados en la bodega del Maxwell en el piloto/ kg de residuos almacenados antes del piloto.	10%	No se evidenció una reducción de residuos sólidos almacenados en la bodega del Maxwell en comparación a la semana previa del piloto. Esto debido a varios eventos que se realizaron durante esos días y el aumento de la afluencia de personas.
Implementación de modelo de Sistema de Gestión de Residuos Sólidos	Calidad de residuos clasificados: <ul style="list-style-type: none"> <li>ALTO: 5 ptos. (81-100%)</li> <li>MEDIO: 3 ptos. (31-80%)</li> <li>BAJO: 1.5 ptos. (10-30%)</li> </ul>	>80%	Se obtuvo una ponderación del 95% evidenciando que después de la capacitación impartida al personal de la <i>WorkForce</i> se generó un cambio en la clasificación de residuos.
Capacitaciones	Números de aciertos en las evaluaciones tomadas / número de preguntas establecidas en el cuestionario.	>80%	Se obtuvo aciertos del 83.3% en la evaluación impartida. El personal de la <i>WorkForce</i> si se encuentra abierto a aprender y estar comprometido acerca del tema y también se manifestó mediante un espacio de diálogo que se debería impartir más capacitaciones a toda la comunidad para que sea más eficiente el sistema de gestión.
Punto de clasificación	Cantidad de correcta clasificación:	Con observación 90%  Sin observación 50%	Los días con observación 7, 11 y 13 se obtuvo un valor de 91.2%, cumpliendo con la meta propuesta.

	kg de residuos clasificado / kg de residuos depositados en el punto de acopio  Calidad de residuos clasificados: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ALTO: 5 ptos. (81-100%)</li> <li>• MEDIO: 3 ptos. (31-80%)</li> <li>• BAJO: 1.5 ptos. (10-30%)</li> </ul>		Mientras que los días 8, 10 y 12 se obtuvo alrededor del 75% superando las expectativas de la clasificación de residuos.  Cabe recalcar que el fin de semana hubo un evento y estuvieron personas externas a la universidad y fue el día con 100% de clasificación sin observación, denotando que al ser externas se acoplan mejor a las medidas impuestas en la universidad.
Sensibilización	Visitas de la página web / total de estudiantes	25%	Se obtuvo tan solo un éxito del 0.64% de visitas a la página web. Esto denotó el desinterés por parte de la comunidad respecto la problemática de los residuos sólidos.

*Fuente: Elaboración propia*

## 6. IMPACTOS

### 6.1 Impacto Ambiental y Social

La evaluación abarca los impactos ambientales y sociales que se generan por las actividades de recolección y transporte de los residuos sólidos, así como de su disposición final en el Relleno Sanitario “El Inga”. La evaluación de impactos ambientales se llevó a cabo considerando los 4 residuos más generados en la USFQ, los cuales son: residuos de jardinería, papel, plástico y vidrio. Para determinar los impactos se empleó el método de los criterios relevantes o CRI, el cual se describe a continuación.

#### 6.1.1 Método de los Criterios Relevantes Integrados.

La Matriz de Criterios Relevantes Integrados tiene como objetivo identificar, ponderar y decretar el nivel de severidad de los impactos. La elaboración de estas matrices tiene como primer paso la identificación de los impactos, luego su valoración y finalmente la jerarquización. Este proceso se lleva a cabo mediante la determinación del carácter del impacto, el Valor del Índice Ambiental (VIA) y el dictamen ambiental (Cabanilla del Pino, 2017). Luego



de la identificación de los aspectos ambientales a evaluar con los respectivos impactos, se procede a ejecutar la valoración cualitativa para lo cual se emplea el método de los Criterios Relevantes Integrados (CRI), el mismo que se basa en establecer un valor numérico para cada impacto que provocaran, en este caso, los residuos sólidos mediante indicadores tales como Intensidad, Extensión, Duración, Reversibilidad y Probabilidad (Neuberger-Cywiak, 2002). Cada uno de los componentes de del Método CRI, se describen a continuación:

*Tabla 6. Componentes del Método CRI con su respectiva escala.*

<b>Objeto a Evaluar</b>	<b>Impacto de la gestión y disposición de los residuos solidos</b>			
<b>Componente</b>	<b>Criterio</b>	<b>Impacto</b>		
<b>Carácter</b>	En este componente se determina si el impacto de un proyecto es beneficioso o adverso. Si el impacto producido por una actividad es imperceptible o nulo, no recibe calificación.	Beneficioso	Adverso	
		+	-	
<b>Intensidad (I)</b>	La intensidad mide el cambio producido en las condiciones previas y posteriores a un proyecto (en este caso residuo). Es decir, la gravedad de una actividad de un proyecto sobre el componente ambiental analizado.	<b>Escala</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
		Baja	Grado de alteración mínimo en donde las condiciones iniciales se mantienen.	1 a 3
		Media	Grado de alteración de las condiciones iniciales leve.	4 a 6
		Alta	Grado de alteración de las condiciones iniciales significativo.	7 a 10
<b>Extensión (E)</b>	Aquí se evalúa el área afectada por la intervención humana	<b>Escala</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
		Puntual	Área afectada <10% Relleno Sanitario	2

		Local	Área Afectada 10-75% DMQ	5
		Global	Área afectada >75% Ecuador y el Mundo	10
<b>Duración (D)</b>	Hace referencia al tiempo que dura la acción que genera el impacto. Es decir, el periodo que permanecería el efecto, y a partir del cual el componente ambiental afectado regresaría a sus condiciones originales.	<b>Escala</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
		Corta	0 a 2 años	2
		Media	2 a 5 años	5
		Larga	> 5 años	10
<b>Reversibilidad (Rv)</b>	Se refiere a la oportunidad de regresar a las condiciones previas a las acciones antrópicas cuando estas hayan cesado.	<b>Escala</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
		Reversible	Impacto reversible a corto plazo (<10 años)	2
		Parcialmente reversible	Impacto reversible a mediano y largo plazo (11-20 años)	5
		Irreversible	Impacto reversible a muy largo plazo (>30 años)	9
			Irrecuperable	10
<b>Probabilidad (P)</b>	Evalúa la posibilidad de ocurrencia del impacto sobre la integridad del componente ambiental	<b>Escala</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
		Baja	$P < 10\%$	2
		Media	$10\% \leq P \leq 50\%$	5
		Alta	$P > 50\%$	10

Fuente: Adaptado de (Greenleaf Ambiental Company Cia. Ltda., 2010)

Las ecuaciones para el Cálculo de la Magnitud del impacto, así como del VIA se describen en el Anexo E

## 6.2 Matriz de Impactos Ambientales y Sociales

Tabla 7. Resultados del Método CRI

Matriz de Valor de Índice Ambiental (VIA)										
		Actividad	Recolección y Transporte				Disposición Final			
Medio	Componente	Residuo	Jardinería	Papel	Plástico	Vidrio	Jardinería	Papel	Plástico	Vidrio
		Factor Ambiental								
Medio Físico	Aire	Calidad del aire	-5.79	-5.79	-5.79	-5.79	-5.79	-5.79	-5.79	-5.79
		Malos olores	-5.10	-5.10	-5.10	-5.10	-5.46	-3.50		
		GEI	-9.82	-9.82	-9.82	-9.82	-9.82	-8.57		
	Agua	Aguas superficiales					-6.12			
		Aguas subterráneas					-6.12			
	Suelo	Geomorfología					-5.46	-5.10	-7.90	-7.90
		Calidad del suelo					-5.46	-5.10	-7.90	-7.90
	Paisaje	Espacio					-5.46	-5.10	-7.90	-7.90
		Paisaje		-2.45	-2.45	-2.45	-2.45	-5.46	-5.10	-7.90
Medio Biológico	Flora	Cobertura vegetal					-6.38	-5.96	-7.90	-7.90
	Fauna	Proliferación de vectores					-5.46	-5.10	-4.86	-4.86
Medio socio-económico	Social	Calidad de vida	5.79	5.79	5.79	5.79	-5.46	-5.10	-7.90	-7.90
	Económico	Empleo y mano de obra	7.76	7.76	7.76	7.76	7.15	6.77	7.76	7.76

Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos, mediante el análisis y valoración de los componentes, a partir de la matriz de criterios relevantes integrados se puede observar que las actividades de recolección, transporte y disposición final de residuos producen, en su mayoría, impactos negativos que afectan principalmente al aire, suelo y componentes bióticos. De acuerdo con la escala de categorización (Tabla 16, Anexo E2) estas afecciones se efectúan de manera moderada y alta. Por otro lado, la disposición final de los residuos de jardinería es aquella que afecta a todos los componentes ambientales analizados de manera moderada y alta, principalmente. Sin embargo, el impacto más grave es producido por la emisión de gases de efecto invernadero. En la recolección de residuos, este impacto se efectúa por la combustión incompleta de combustibles fósiles empleados por los camiones de recolección, mientras que, en la disposición final se genera metano como resultado de la degradación de materia orgánica.

En la Tabla 7, todo número negativo representa un efecto adverso, mientras que los números positivos representan beneficio; tal es el caso del medio socio económico que se ve beneficiado principalmente en la recolección y transporte de basura de manera alta y moderada ya que para las personas resulta favorable que alguien más se encargue de la gestión de sus desechos. Finalmente, el empleo y mano de obra se ven beneficiados tanto en la recolección como en la disposición final por las fuentes de trabajo que representan. Esta evaluación de impactos proporciona una visión de como una incorrecta gestión de residuos afecta al medio físico, biológico y socioeconómico de forma moderada y alta, en su mayoría. Es por eso que el fin de este proyecto consiste en tratar de reducir la cantidad de residuos que van al relleno sanitario mediante una correcta disposición, aprovechamiento y gestión ambiental.

### 6.3 Viabilidad Económica

Para el análisis de prefactibilidad se realizó un análisis costo-beneficio (Anexo F) a las actividades propuestas en el Sistema de Gestión de Residuos Sólidos. Si esta relación es mayor a uno se considera económicamente viable. En este análisis se consideró un posible escenario que abarca el principal problema identificado, el cual es la gran cantidad y deficiente gestión ambiental de los residuos de jardinería.

*Tabla 8. Análisis Costo-Beneficio para el Sistema de Gestión de Residuos Sólidos*

<b>Sistema de Gestión</b>	<b>B/C = 1.12</b>
Beneficios	\$12 533.30
Beneficios Ambientales	\$8 493.10
Costos de Inversión	\$670.20
Operación y Mantenimiento	\$5 622
Periodo de aplicación	1 año

*Fuente: Elaboración propia*

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Existe un bajo aprovechamiento de residuos sólidos en las instituciones educativas debido a un escaso involucramiento de los distintos actores de la comunidad, los elevados índices de consumo y una desinformación del adecuado manejo y clasificación de residuos sólidos generando un alto impacto ambiental y socioeconómico. La USFQ se encuentra en un proceso de cambios y compromisos para convertirse en un campus sustentable y cero basura. Con el afán de contribuir con este cambio, el actual proyecto busca ampliar las posibles soluciones al actual problema de los residuos sólidos.

Los resultados e información analizada permitieron identificar hallazgos importantes tales como: deficiencia en la difusión de información, falta de talleres de capacitación al personal, escasez de espacios para el almacenamiento temporal de residuos y, gestión de residuos con poco aprovechamiento. Algunos de estos hallazgos están ligados a que los actores principales de la institución destinan pocos recursos y tiempo para soluciones más eficientes. En las capacitaciones impartidas el 8 y 22 de abril a la *WorkForce* y planta física se obtuvieron resultados positivos mediante las cuales se destacó la importancia de generar espacios de aprendizaje y sociabilización, así como el compromiso del personal institucional por mejorar continuamente.

El proceso de mantener el registro de almacenamiento de basura a tiempo real para conocer cuánto se destina al relleno sanitario mediante un sensor ultrasónico, es un gran aporte al sistema de gestión. Automatizar este proceso contribuye a la meta *Smart Campus* de la USFQ y va acorde al cumplimiento de los criterios del sistema de gestión. En cuanto al compromiso con el medio ambiente tener un control y monitoreo constante del cumplimiento de la gestión de los residuos evidenció una potencial reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> eq, tanto por consumo de combustible debido al transporte, así como de la reducción de residuos en relleno sanitario.

Este modelo ayuda a tener presente que áreas, que tipo y cantidad de residuos se están generando y también que oportunidades de mejora y aprovechamiento se pueden llegar a implementar a largo plazo.

Como oportunidades de mejora para un sistema de gestión más eficiente, se recomienda un mayor involucramiento de la alta dirección de la universidad en la toma de decisiones, en concreto, el nombramiento de responsables directos que se hagan cargo del funcionamiento del sistema. En este punto se sugiere que la OIS sea la encargada de dar seguimiento y control al sistema de gestión, debido a que es el departamento con las competencias necesarias acerca del manejo adecuado de los residuos sólidos.

Se observó que el manejo de residuos sólidos en cada área generadora es independiente, no existe una integración de un solo flujo de residuos. Se aconseja, para un proceso eficiente de levantamiento de información documentada del sistema, que exista una integración de la gestión de las áreas para promover un sistema base que permita evaluar de mejor manera los indicadores del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos.

En cuanto a la difusión de información y el involucramiento de toda la comunidad de la USFQ ante la problemática ambiental, se considera que la política del sistema de gestión propuesta debe ser analizada y aprobada por la OIS para que luego pueda ser socializada con los estudiantes mediante el Manual del Estudiante en la prueba de ingreso. A su vez en el Código de Honor, el cual tiene lineamientos y reglas, se establezca una sección dedicada al cuidado del medio ambiente y el compromiso de los estudiantes con la sustentabilidad. También se recomienda impartir más educación ambiental, a través de clases obligatorias de colegio general que se encuentre en la malla académica de todas las carreras o mediante la clase de coloquios de los diferentes colegios de la USFQ.

Durante la ejecución del Plan piloto se observó que a ciertos estudiantes les genera conflicto el manejo de residuos líquidos y su correcta disposición, es por eso que se recomienda la

adquisición o elaboración de basureros con una zona para drenar los líquidos sobrantes antes de arrojar los envases contaminados. Así mismo, se sugiere realizar un análisis costo-beneficio en base a la Ordenanza Metropolitana 175, la cual establece que se cobrara a las instituciones grandes por la cantidad de basura producida y no por la energía eléctrica que se consume. También se recomienda continuar realizando caracterizaciones de los desechos ya sea de una forma tradicional (manual) o mediante la implementación de sensores de identificación de residuos sólidos. Por otro lado, es importante señalar que se podría dar una mejor gestión a los residuos no peligrosos generados en los laboratorios por lo que se aconseja realizar un análisis de los mismos. Finalmente, se debe recordar que las buenas prácticas ambientales solo se llevan a cabo con éxito si se concientiza acerca de la realidad de los impactos ambientales de las actividades cotidianas.



## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Banco Mundial. (20 de Septiembre de 2018). *Los desechos 2.0: Un panorama mundial de la gestión de desechos sólidos hasta 2050*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/infographic/2018/09/20/what-a-waste-20-a-global-snapshot-of-solid-waste-management-to-2050>
- Basura Cero Global. (2019). *MANUAL DE CERTIFICACIÓN SISTEMA DE GESTIÓN BASURA CERO*.
- Cabanilla del Pino, L. A. (2017). *Evaluación ambiental de los impactos que se generarían por la recolección, transporte y disposición de lodos residuales generados en plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas en caso de utilizarse como agregado para materiales de construcción*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Cantanhede, A., Sandoval, L., Monge, G., & Caycho, C. (2005). *PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS PARA LOS ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS*. <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/39488>
- Chicaiza Ortiz, C. D., Navarrete Villa, V. P., Camacho López, C. O., & Chicaiza Ortiz, Á. F. (2020). Evaluation of municipal solid waste management system of Quito - Ecuador through life cycle assessment approach. *LALCA: Revista Latino-Americana Em Avaliação Do Ciclo de Vida*, 4. <https://doi.org/10.18225/lalca.v4i0.5206>
- Chiquito, D., & Romo, M. (2020). *Sostenibilidad ambiental en el campus de la USFQ*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- El Comercio. (16 de Marzo de 2022). Al menos 10 años puede tomar el cierre del relleno sanitario El Inga. (E. Jácome, Ed.) *El Comercio*. Obtenido de

<https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/cierre-relleno-sanitario-elinga-desperdicios.html>

EMGIRS - EP. (2019). *Relleno Sanitario del DMQ*. Relleno Sanitario Del DMQ.

<https://www.emgirs.gob.ec/index.php/zentools/zentools-slideshow>

Greenleaf Ambiental Company Cia. Ltda. (2010). *Estudio de Impacto Ambiental Definitivo (EIAD) para la Construcción y Operación de la Subestación El Inga 500/230/13*.

Hiperlimpieza. (n.d.). *Bolsas de basura*. Retrieved May 7, 2022, from

[https://www.ventadeproductosdelimpieza.es/bolsas-de-basura?fv=775\\_760](https://www.ventadeproductosdelimpieza.es/bolsas-de-basura?fv=775_760)

Jiménez Bautista, A. M. (2012). *Propuesta para el manejo de lixiviados generados en el relleno sanitario del cantón salcedo, provincia de Cotopaxi*. [UTC].

<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/582>

Mariño, T. (2018). "Diseño de un sistema de capacitación por competencias para mejorar el desempeño laboral". Ambato.

MaxBotix. (2005). *MB7040 I2CXL-MaxSonar-WR datasheet*.

Ministerio del Ambiente. (2012). *Acuerdo Ministerial 142. Listados nacionales de sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales*. Quito: Registro Oficial N° 856.

Neuberger-Cywiak, L. (2002). *Diferentes Métodos utilizados en la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)*.

Pérez Sierra, P. M. (2018). *Huella de Carbono de la Universidad San Francisco de Quito año 2017 y Plan de Mitigación de Emisiones Paola Madeline Pérez Sierra Paola Madeline Pérez Sierra*. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/7594>

Planta Física. (2020). *Material Reciclado USFQ 2020*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.

Rahman, M. W., Islam, R., Hasan, A., Bithi, N. I., Hasan, M. M., & Rahman, M. M. (2020). Intelligent waste management system using deep learning with IoT. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*.  
<https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2020.08.016>

Sánchez, A. (2017). “*Diseño E Implementación De Un Sistema De Gestión De Residuos Sólidos Para Una Compañía Dedicada A La Elaboración De Productos Farmacéuticos*”. Guayaquil: Facultad De Ciencias Naturales Y Matematicas Departamento De Ciencias Químicas Y Ambientales.

Silva, R. (2015). Plan de Capacitación. Cuenca: Ministerio de Salud Pública.

Soliz Torres, M. F., Durango Cordero, J. S., Solano Peláez, J. L., & Yépez Fuentes, M. A. (2020). *Cartografía de los residuos sólidos en Ecuador, 2020*.  
<https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/7773>

Universidad San Francisco de Quito. (2019). *Informe del rector 2019*.

Universidad San Francisco de Quito. (2021). *Situación actual de la generación de residuos sólidos en la USFQ 2019-2021*. [https://estudusfqedu-my.sharepoint.com/:w:/r/personal/barteaga\\_estud\\_usfq\\_edu\\_ec/\\_layouts/15/Doc.aspx?source=urcedoc=%7BA0E61F9E-638C-4BF5-BFA3-EB6E6B89CEBF%7D&file=Informe 1.docx&action=default&mobileredirect=true](https://estudusfqedu-my.sharepoint.com/:w:/r/personal/barteaga_estud_usfq_edu_ec/_layouts/15/Doc.aspx?source=urcedoc=%7BA0E61F9E-638C-4BF5-BFA3-EB6E6B89CEBF%7D&file=Informe%201.docx&action=default&mobileredirect=true)

**ANEXO A: IMÁGENES DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS**

*Imagen 2 .Anexo A1. Bodega de Residuos del Maxwell*



*Imagen 3. Anexo A2. Conteo de fundas de basura*



*Imagen 4. Anexo A3. Pesaje de fundas de basura*



*Imagen 5. Anexo A4. División de cuadrantes por el método del cuarteo día 1*



*Imagen 6. Anexo A5. Clasificación de residuos por el método del cuarteo día 1*



*Imagen 7. Anexo A6. División de cuadrantes por el método del cuarteo día 2*



*Imagen 8. Anexo A7. Pesaje y conteo de fundas de basura día 2*



*Imagen 9. Anexo A8. División de cuadrantes por el método del cuarteo día 3*

## ANEXO B: ENTREVISTAS

### WorkForce

- ¿La basura que se encuentra en la bodega del Maxwell es solo del campus o también del edificio Hayek?
- ¿Según su recolección diaria, cual considera que es el edificio donde más se produce basura?
- ¿Conoce usted que lugares hay para la disposición de los diferentes tipos de residuos?
- ¿Ha recibido en algún momento de su vida laboral una capacitación sobre como clasificar de manera adecuada los residuos?
- En cada edificio se encuentran basureros de colores para clasificar residuos, como papel, plástico y orgánicos. De estos basureros, si usted ve que la clasificación está mal realizada, ¿la corrige o no? ¿De estos basureros, usted al momento de recolectar mezcla en una sola funda o las diferencia?
- ¿Hasta qué hora aproximada se recolecta basura y se la deja en la bodega del maxwell?
- ¿Usted trabaja solamente en el campus o el personal rota con el edificio Hayek?

### Planta Física

- ¿Personal de la *WorkForce* son los encargados de recolectar los escombros o es otra entidad? ¿Cuál?
- ¿Se generan residuos escombros, a parte del mantenimiento, (algún laboratorio), en este campus sin incluir al Hayek?
- ¿Qué tipo de materiales van a la zona destinada a los escombros?
- ¿Sabe usted cuales son los residuos clasificados como escombros y su correcta disposición final?



- ¿Sabe usted que lapsos de tiempo son recogidos los escombros y si son llevados por una escombrera?

### Jardinería

- ¿Es la *WorkForce* la encargada del mantenimiento de las áreas verdes de la universidad?  
O solo de su disposición final
- ¿Con que frecuencia se realiza el mantenimiento de las áreas verdes?
- ¿A dónde van estos residuos de jardinería?
- ¿Qué hacen si el lugar destinado para estos residuos está lleno? ¿A dónde los llevan?

### OIS

- ¿Cuáles han sido los proyectos que han implementado enfocados a la iniciativa de campus *Zero Waste*?
- En la campaña **Regenera**, ¿cómo su fue su implementación y como evalúan el éxito y/o efectividad?
- ¿La implementación de basureros para la clasificación de residuos fue iniciativa de la OIS? Si fue así ¿en qué se basaron para su ubicación y si consideran si fue exitoso o parcialmente exitoso?
- ¿Se está realizando algún proyecto sobre compostaje?
- ¿La universidad produce abono para comercializar?

*Tabla 9. Anexo B1. Resultados de entrevistas a los diferentes*

<b>Fecha</b>	<b>Involucrados</b>	<b>Principales Hallazgos</b>
9/03/2022 - 31/03/2022	<i>WorkForce</i>	No han tenido ninguna capacitación en cuanto a manejo de residuos durante su periodo laboral en la USFQ Desinformación acerca de los lugares adecuados de almacenamiento temporal de los residuos.

10/03/2022	Planta Física	Manejo de escombros Inadecuado almacenamiento de escombros y residuos voluminosos
14/03/2022	Proveedor Jardinería	Periodicidad de mantenimiento de áreas de la universidad. Cantidad de generación de residuos de jardín Lugar de almacenamiento inadecuado de residuos de jardín Inadecuada gestión de ramas y hojas. Su disposición final la escombrera El Troje.
25/03/2022	OIS	Proyectos pasados y actuales de sostenibilidad enfocados a los residuos.

*Fuente: Elaboración propia*

## ANEXO C: SENSOR

*Tabla 10. Anexo C1. Características de las bolsas de basura*

<b>Funda</b>	<b>Medidas (cm)</b>	<b>Volumen (L)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
Pequeña	55*60	30	0.03
Mediana	70*90	50	0.05
Grande	90*110	130	0.13

*Fuente: (Hiperlimpieza, s.f.)*

*Tabla 11. Anexo C2. Comparación del peso medido con la balanza y el peso calculado con la ecuación y datos del sensor*

<b>Día</b>	<b>Peso (balanza)</b>	<b>Peso (sensor)</b>	<b>Error (kg)</b>
17/03/2022	456.5	454.81	1.69
18-20/03/2022	285.01	283.45	1.56
21/03/2022	95.04	93.99	1.05
22/03/2022	472	469.97	2.03
23/03/2022	71.52	69.74	1.78
24/03/2022	377.21	375.98	1.23
<b>Error promedio</b>			1.56

*Fuente: Elaboración propia*

## ANEXO D: RESULTADOS PLAN PILOTO

Durante la semana del 7 al 13 de abril se plantearon dos frentes de testeo. En el *back office* se realizó adecuación de áreas de almacenamiento, se implementaron señaléticas descriptivas y de acuerdo a la Norma INEN 2841 “ESTANDARIZACIÓN DE COLORES PARA ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE DESECHOS”, se pintaron y delimitaron áreas en planta física para residuos peligrosos y escombros, así como en el área de las afueras de la bodega del edificio Maxwell donde los proveedores colocan los escombros de sus actividades. La adecuación de estas áreas se visualiza en la Imagen 10. Se realizó capacitaciones al personal de la *WorkForce* y Planta Física (Imagen 11) con la temática de los adecuados colores de señaléticas para la clasificación de residuos, la delimitación de las áreas de almacenamiento y el tipo de residuos y su clasificación. Se socializó durante esa semana con los encargados de las áreas para el control y monitoreo de estas.



Imagen 10. Anexo D1. Delimitación de las zonas de almacenamiento temporal de residuos.



*Figura 8. Anexo D2. Señaléticas implementadas durante el plan piloto.*



*Imagen 11. Anexo D3. Capacitación al personal de la WorkForce y Planta Física*

En cuanto a la actividad propuesta en el *front office* se tiene la ubicación de un punto de clasificación en el hall principal del campus. Este punto de clasificación como se lo puede observar en la Imagen 12 se lo realizó con señaléticas descriptivas (Figura 9) que indiquen que tipos de residuos van en cada tachos y que sea llamativo visualmente. Se propuso de esta manera ya que los tachos de clasificación ubicados en todo el campus no poseen señalética visible y su calidad de clasificación en los mismos por los estudiantes es mínima. Junto con esta actividad se realizó una página web con el objetivo de conocer el interés de los estudiantes ante esta problemática y saber que tan efectivo puede ser este medio para la difusión de información.



*Imagen 12. Anexo D4. Punto de clasificación instalado el Hall Principal durante la semana piloto*



*Figura 9. Anexo D5. Señaléticas implementadas en el punto de clasificación*

Al final de las capacitaciones se realizó una pequeña evaluación y se obtuvo una calificación promedio de 15 sobre 18 puntos, que ayudo a validar la recepción de información impartida. Así como una pregunta abierta al final que ayudo a crear un espacio de dialogo de recomendaciones desde la perspectiva del personal que está en contacto directo con los residuos.

Con una asistencia total de 30 personal, a continuación, se detallan las preguntas y el resultado de cada una.

*Evaluación  
“Capacitación Sistema de Gestión de Residuos Sólidos”*

- 1. Escriba 3 de las 5Rs consideradas en el objetivo de un campus cero basura.**
- 2. El color azul es asociado con los residuos...**
  - a. Peligrosos*
  - b. Especiales*
  - c. Reciclables.*

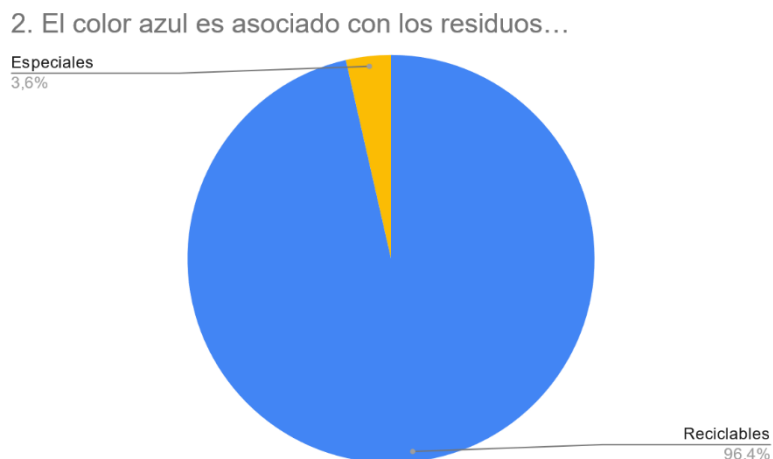


Figura 10. Anexo D6. Respuesta de la pregunta 2 de la evaluación realizada a la WorkForce

**3. Si usted observa un tubo fluorescente o foco es un basurero de residuos comunes, ¿Dónde debería estar correctamente dispuesto?**

- a. Bodega Maxwell
- b. Planta física.
- c. Bodega de reciclables.

3. Si usted observa un tubo fluorescente o foco es un basurero de residuos comunes, ¿Dónde debería estar correctamente dispuesto?

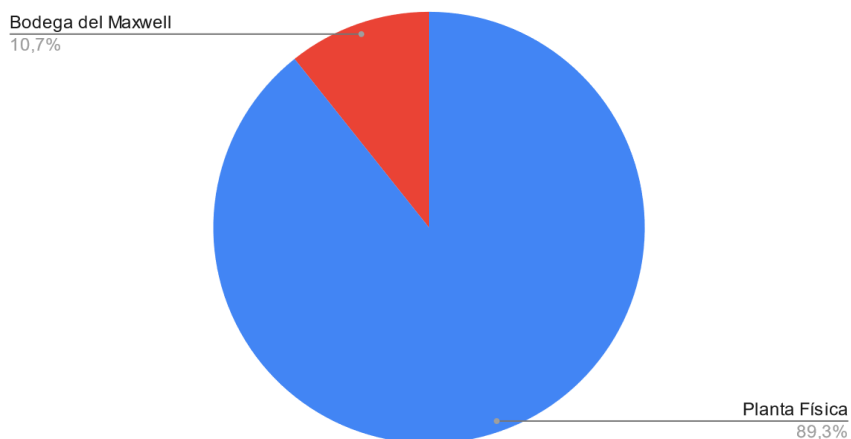
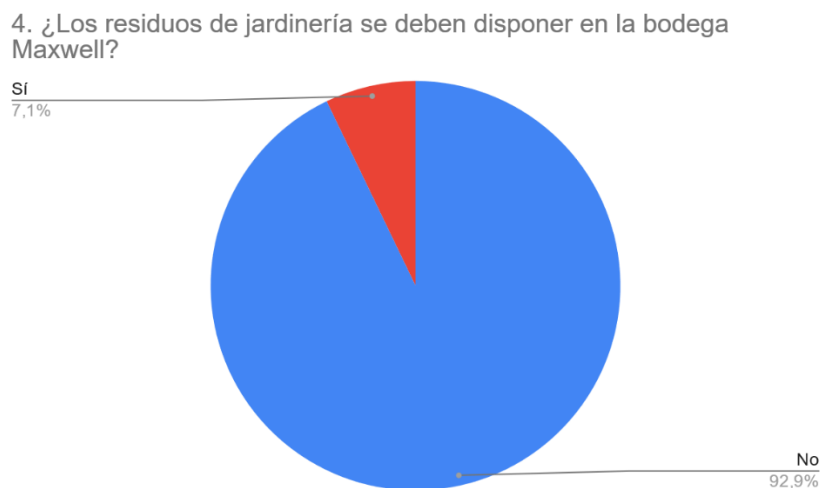


Figura 11. Anexo D7. Respuesta de la pregunta 3 de la evaluación realizada a la WorkForce



**4. ¿Los residuos de jardinería se deben disponer en la bodega Maxwell?**

- a. *Si*
- b. *No*



*Figura 12. Anexo D8. Respuesta de la pregunta 4 de la evaluación realizada a la WorkForce*

**5. ¿Cuál o cuáles de estos residuos son considerados como “no aprovechables”?**

- a. *Césped*
- b. *Mascarillas y guantes*
- c. *Madera*
- d. *Envases contaminados con comida.*

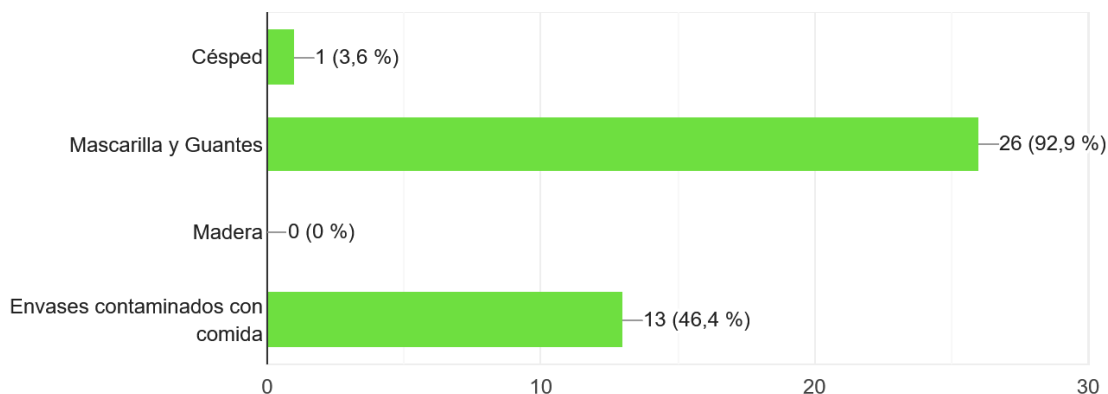


Figura 13. Anexo D9. Respuesta de la pregunta 5 de la evaluación realizada a la WorkForce

**6. ¿Cuáles son los lugares de almacenamiento de los residuos especiales?**

- a. Afuera de la bodega Maxwell
- b. Planta física.
- c. Invernadero USFQ

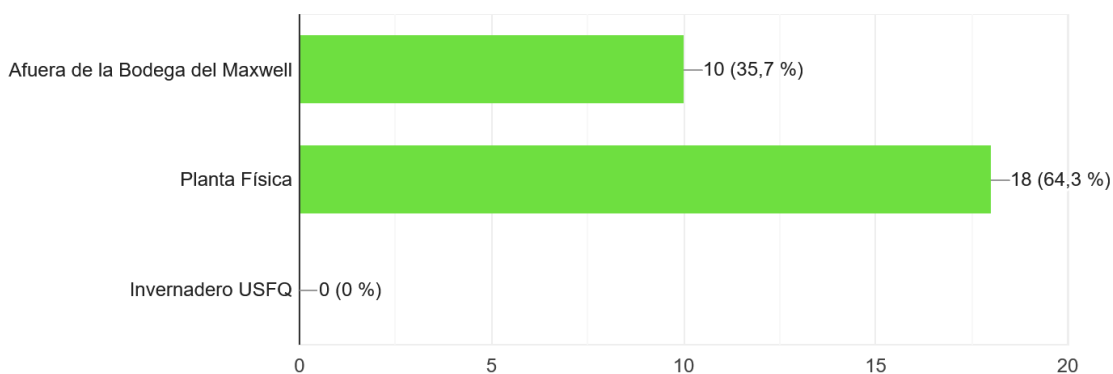


Figura 14. Anexo D10. Respuesta de la pregunta 6 de la evaluación realizada a la WorkForce

**7. ¿Cómo cree usted que se podría mejorar la gestión de residuos sólidos en la USFQ? ¿Qué le gustaría que se hiciese? (Pregunta Opcional)**

En la pregunta 7 de la prueba los participantes recalcaron que las capacitaciones deben darse a todos los miembros de la comunidad de la USFQ para que de verdad haya una participación conjunta en el funcionamiento del sistema de gestión.

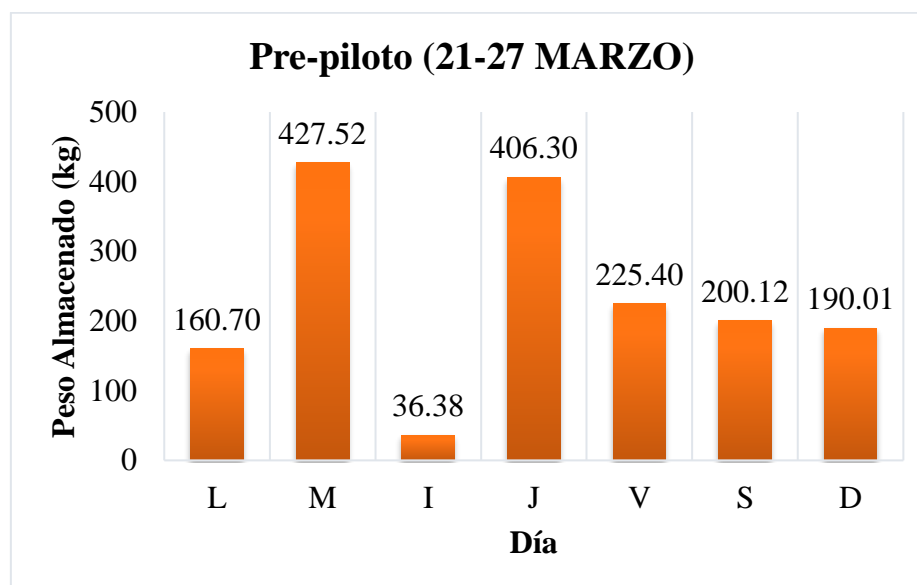
En cuanto a los otros indicadores planteados para el plan piloto en la siguiente tabla se muestra los valores obtenidos del sensor ubicado en la bodega del edificio Maxwell durante la semana Pre-piloto y la semana piloto para poder evaluar la diferencia de peso del almacenamiento.

- **Semana Pre-Piloto**

*Tabla 12. Anexo D1. Residuos almacenados en la semana previa al plan piloto*

<b>Fecha (2022)</b>	<b>Lunes 21/03</b>	<b>Martes 22/03</b>	<b>Miércoles 23/03</b>	<b>Jueves 24/03</b>	<b>Viernes 25/03</b>	<b>Sábado 26/03</b>	<b>Domingo 27/03</b>	<b>Total (kg)</b>
<b>Residuos generados (kg)</b>	160.70	427.52	36.38	406.30	225.40	200.12 <sup>val</sup>	190.01	1646.43

**Peso Promedio:** 235.2 kg



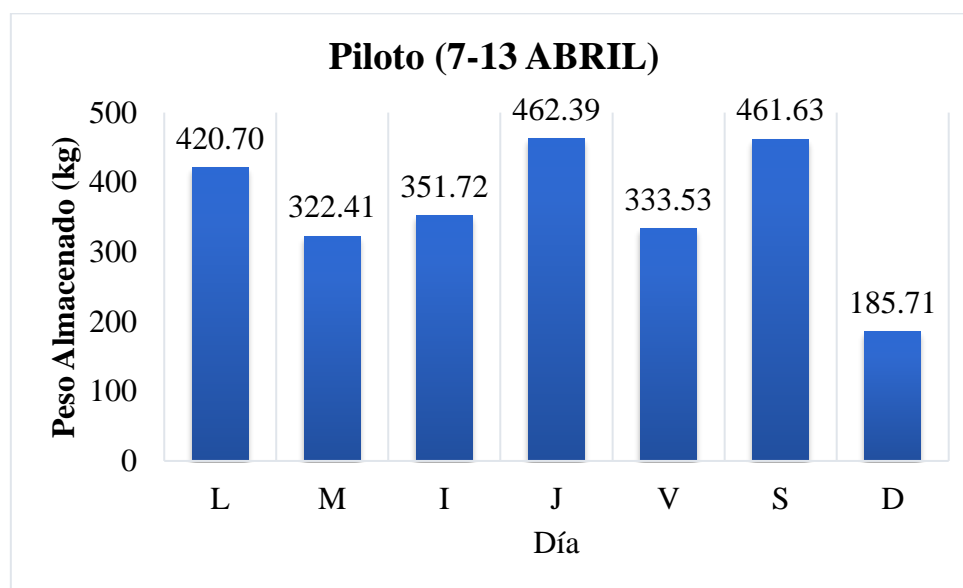
*Figura 15. Anexo D11. Comportamiento diario del almacenamiento de basura en la semana previa al piloto*

- **Semana Piloto**

*Tabla 13. Anexo D2. Residuos almacenados durante la semana del plan piloto*

<b>Fecha (2022)</b>	<b>Lunes 11/04</b>	<b>Martes 12/04</b>	<b>Miércoles 13/04</b>	<b>Jueves 07/04</b>	<b>Viernes 08/04</b>	<b>Sábado 09/04</b>	<b>Domingo 10/04</b>	<b>Total (kg)</b>
<b>Residuos generados (kg)</b>	333.53	461.63	185.71	420.70	322.41	351.72	462.63	2538.09

**Peso promedio:** 362.58 kg



*Figura 16. Anexo D12. Comportamiento diario del almacenamiento de basura en la semana de implementación del plan piloto*

Se obtuvo un incremento del 64% de residuos sólidos durante la semana piloto, esto debido a que durante estos días se llevaron a cabo varios eventos en las instalaciones de la universidad y con ello un incremento de afluencia de personas externas. Los eventos fueron: Feria de la Salud (7 de abril del 2022), Concierto Benéfico (7 de abril del 2022) y La Casa Abierta “Be a Dragon” (10 de abril del 2022).

En cuanto a la calidad de clasificación con y sin observación del punto de clasificación (Tabla 14). El objetivo fue visualizar el comportamiento de las personas si una persona se encuentra observándolos al momento de desechar sus residuos y cuando no. Los días en los que se realizó

observación y acercamiento con los estudiantes fueron los días 7, 11 y 13 de abril. Se logró un 91.2% superando la meta. Mientras que los días sin observación 8, 10 y 12 de abril se obtuvo un 75%, esto ayudo a comprobar la efectividad de la señalética descriptiva ubicada en el punto de clasificación.

*Tabla 14. Anexo D3. Resultados del indicador de la calidad de clasificación de residuos solidos*

Fecha	7 - abr			8 - abr			10 - abr			11 - abr			12 - abr			13 - abr		
<b>Tipo de Residuo</b>	R***	O**	NA*	R	O	NA	R	O	NA	R	O	NA	R	O	NA	R	O	NA
<b>Peso de Residuos (kg)</b>	0.4		0.1	0.3	0.18	0.1	1.4	0.1	0.3	0.6	0.2	0.6	0.6	0.5	0.8	0.7	0.4	0.6
<b>% Clasificación correcta</b>	82.4		100	100	37.5	66.6	99	0	100	90	0	100	60	88.6	100	80	27.8	100

*Fuente: Elaboración propia*

\* *Residuos No Aprovechables*

\*\* *Residuos Orgánicos*

\*\*\* *Residuos Reciclables*

## ANEXO E: IMPACTOS

### *Cálculo de la Magnitud de Impacto.*

Luego de analizar y ponderar cada uno de los parámetros descritos en la Tabla 6 se realiza el cálculo de la Magnitud del impacto con la siguiente expresión:

$$Ma = (I + W_I) * (I + W_I) + (I + W_I) \quad (6)$$

Donde:

Ma: Magnitud del impacto ambiental

I: Intensidad del impacto

W<sub>I</sub>: Peso del criterio de intensidad

D: Duración del impacto

W<sub>D</sub>: Peso del criterio de duración del impacto

E: Extensión del impacto

W<sub>E</sub>: Peso del criterio de extensión

(Greenleaf Ambiental Company Cia. Ltda., 2010)

Los pesos de los criterios se presentan en la Tabla 15

***Cálculo del Valor de Índice Ambiental (VIA).***

Cuando se obtiene la magnitud se procede a evaluar el Valor de Impacto Ambiental (VIA), el cual está dado en base a las características del impacto y se calcula mediante la ecuación:

$$VIA = Ma^{W_M} * P^{W_P} * Rv^{W_R} \quad (7)$$

Donde:

VIA: Valor de Impacto Ambiental

Ma: Magnitud del impacto ambiental

W<sub>M</sub>: Peso del criterio de magnitud

P: Probabilidad del impacto

W<sub>P</sub>: Peso del criterio de probabilidad

Rv: Reversibilidad del impacto

W<sub>Rv</sub>: Peso del criterio de reversibilidad del impacto

(Greenleaf Ambiental Company Cia. Ltda., 2010)

Tabla 15. Anexo E1. Pesos de los Criterios del Método CRI

PESOS					
W <sub>I</sub>	W <sub>E</sub>	W <sub>D</sub>	W <sub>P</sub>	W <sub>Rv</sub>	W <sub>M</sub>
0.4	0.4	0.2	0.22	0.17	0.61

Fuente: (Cabanilla del Pino, 2017)

### **Categorización Ambiental.**

Una vez se ha calculado el VIA, se procede a categorizar los impactos de acuerdo a los siguientes requisitos descritos a continuación:

Tabla 16. Anexo E2. Categorización de los impactos ambientales

VIA	Descripción	Categoría
2-3.99	Leve: La recuperación de las condiciones ambientales originales es inmediata una vez que concluya la acción. Las medidas de protección o mitigación no son muy necesarias.	I
4-5.99	Moderado: Se requieren medidas de protección y mitigación medianamente intensivas para la recuperación, en corto periodo de tiempo.	II
6-7.99	Alto: Medidas de protección y mitigación intensivas son necesarias para la recuperación de las condiciones ambientales, la cual requiere de un amplio lapso de tiempo.	III
8-10.0	Muy Alto: Los daños ambientales son irreversibles aun con la implementación de normas de mitigación.	IV

Fuente: (Cabanilla del Pino, 2017)

Tabla 17. Anexo E3. Consideraciones en la evaluación de impactos ambientales y sociales

<b>Medio</b>	<b>Componente</b>	<b>Factor Ambiental</b>	<b>Consideraciones</b>
Medio Físico	Aire	Calidad del aire	Presencia de gases contaminantes que alteran la calidad de este componente
		Malos olores	Presencia de malos olores producto de los procesos de descomposición
		GEI	Presencia de Gases de Efecto Invernadero como Dióxido de Carbono y Metano
	Agua	Aguas superficiales	Alteración de la calidad del agua superficial ante un posible contacto con contaminantes
		Aguas subterráneas	Alteración de la calidad de aguas subterráneas por la percolación de lixiviados
	Suelo	Geomorfología	Cambio en la forma del suelo
		Calidad del suelo	Alteración de las características fisicoquímicas del suelo, inhabilitación del suelo por compactación
		Espacio	Espacio ocupado por los residuos en el lugar de su disposición final.
	Paisaje	Paisaje	Impacto visual producido por la alteración del paisaje.
Medio Biológico	Fauna	Proliferación de Vectores	Desplazamiento de especies por la disposición de residuos, tales como roedores, insectos y aves carroñeras
Medio socio-económico	Social	Calidad de vida	- Prestación de servicios de recolección de residuos sólidos. -Molestias generadas por la presencia del relleno sanitario o vertederos controlados.)
	Económico	Empleo y mano de obra	Personal empleado en la recolección y disposición de residuos en el relleno sanitario

Fuente: Adaptado de (Greenleaf Ambiental Company Cia. Ltda., 2010)



Tabla 18. Anexo E4. Matriz de identificación de Impactos

Matriz de Identificación de Impactos										
Medio	Componente	Actividad	Recolección y Transporte				Disposición Final			
		Residuo Factor Ambiental	Jardinería	Papel	Plástico	Vidrio	Jardinería	Papel	Plástico	Vidrio
Medio Físico	Aire	Calidad del aire	-	-	-	-	-	-	-	-
		Malos olores	-	-	-	-	-	-	-	-
		GEI	-	-	-	-	-	-	-	-
	Agua	Aguas superficiales					-			
		Aguas subterráneas					-			
	Suelo	Geomorfología					-	-	-	-
		Calidad del suelo					-	-	-	-
		Espacio					-	-	-	-
Paisaje	Paisaje	-	-	-	-	-	-	-	-	
Medio Biológico	Flora	Cobertura vegetal					-	-	-	-
	Fauna	Migración de Especies					-	-	-	-
Medio socio-económico	Social	Calidad de vida	+	+	+	+	-	-	-	-
	Económico	Empleo y mano de obra	+	+	+	+	+	+	+	+

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Anexo E5. Matriz de Intensidad de Impactos

Matriz de Intensidad de Impactos										
		Actividad	Recolección y Transporte				Disposición Final			
Medio	Componente	Residuo	Jardinería	Papel	Plástico	Vidrio	Jardinería	Papel	Plástico	Vidrio
		Factor ambiental								
Medio Físico	Aire	Calidad del aire	10	10	10	10	10	10	10	10
		Malos olores	10	10	10	10	10	5		
		GEI	10	10	10	10	10	5		
	Agua	Aguas superficiales					10			
		Aguas subterráneas					10			
	Suelo	Geomorfología					10	10	10	10
		Calidad del suelo					10	10	10	10
		Espacio					10	10	10	10
	Paisaje	Paisaje	2	2	2	2	10	10	10	10
	Medio Biológico	Flora	Cobertura vegetal					10	10	10
Fauna		Proliferación de Vectores					10	10	5	5
Medio socio-económico	Social	Calidad de vida	10	10	10	10	10	10	10	10
	Económico	Empleo y mano de obra	10	10	10	10	10	10	10	10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Anexo E6. Matriz de Extensión de Impactos

Matriz de Extensión de Impactos										
Medio	Componente	Actividad Residuo Factor Ambiental	Recolección y Transporte				Disposición Final			
			Jardinería	Papel	Plástico	Vidrio	Jardinería	Papel	Plástico	Vidrio
Medio Físico	Aire	Calidad del aire	5	5	5	5	5	5	5	5
		Malos olores	2	2	2	2	2	2		
		GEI	10	10	10	10	10	10		
	Agua	Aguas superficiales					5			
		Aguas subterráneas					5			
	Suelo	Geomorfología					2	2	2	2
		Calidad del suelo					2	2	2	2
		Espacio					2	2	2	2
	Paisaje	Paisaje	2	2	2	2	2	2	2	2
	Medio Biológico	Flora	Cobertura vegetal					2	2	2
Fauna		Proliferación de Vectores					2	2	2	2
Medio socio-económico	Social	Calidad de vida	5	5	5	5	2	2	2	2
	Económico	Empleo y mano de obra	5	5	5	5	5	5	5	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Anexo E7. Matriz de Duración de Impactos

Matriz de Duración de Impactos										
		Actividad	Recolección y Transporte				Disposición Final			
Medio	Componente	Residuo	Jardinería	Papel	Plástico	Vidrio	Jardinería	Papel	Plástico	Vidrio
		Factor Ambiental								
Medio Físico	Aire	Calidad del aire	2	2	2	2	2	2		
		Malos olores	2	2	2	2	5			
		GEI	10	10	10	10	10	10		
	Agua	Aguas superficiales					5			
		Aguas subterráneas					5			
	Suelo	Geomorfología					5	2	10	10
		Calidad del suelo					5	2	10	10
		Espacio					5	2	10	10
	Paisaje	Paisaje	2	2	2	2	5	2	10	10
Medio Biológico	Flora	Cobertura vegetal					5	2	10	10
	Fauna	Migración de especies					5	2	10	10
Medio socio-económico	Social	Calidad de vida	2	2	2	2	5	2	10	10
	Económico	Empleo y mano de obra	10	10	10	10	5	2	10	10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Anexo E8. Matriz de Reversibilidad de Impactos

Matriz de Reversibilidad de Impactos										
		Actividad	Recolección y Transporte				Disposición Final			
Medio	Componente	Residuo	Jardinería	Papel	Plástico	Vidrio	Jardinería	Papel	Plástico	Vidrio
		Factor Ambiental								
Medio Físico	Aire	Calidad del aire	2	2	2	2	2	2		
		Malos olores	2	2	2	2	2	2		
		GEI	9	9	9	9	9	9		
	Agua	Aguas superficiales					2			
		Aguas subterráneas					2			
	Suelo	Geomorfología					2	2	10	10
		Calidad del suelo					2	2	10	10
		Espacio					2	2	10	10
	Paisaje	Paisaje	2	2	2	2	2	2	10	10
	Medio Biológico	Flora	Cobertura vegetal					5	5	10
Fauna		Proliferación de Vectores					2	2	2	2
Medio socio-económico	Social	Calidad de vida	2	2	2	2	2	2	10	10
	Económico	Empleo y mano de obra	5	5	5	5	5	5	5	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Anexo E9. Matriz de Probabilidad de Impactos

Matriz de Probabilidad de Impactos										
		Actividad	Recolección y Transporte				Disposición Final			
Medio	Componente	Residuo	Jardinería	Papel	Plástico	Vidrio	Jardinería	Papel	Plástico	Vidrio
		Factor Ambiental								
Medio Físico	Aire	Calidad del aire	10	10	10	10	10	10	10	10
		Malos olores	10	10	10	10	10	10		
		GEI	10	10	10	10	10	10		
	Agua	Aguas superficiales					10			
		Aguas subterráneas					10			
	Suelo	Geomorfología					10	10	10	10
		Calidad del suelo					10	10	10	10
		Espacio					10	10	10	10
	Paisaje	Paisaje	5	5	5	5	10	10	10	10
	Medio Biológico	Flora	Cobertura vegetal					10	10	10
Fauna		Migración de especies					10	10	10	10
Medio socio-económico	Social	Calidad de vida	10	10	10	10	10	10	10	10
	Económico	Empleo y mano de obra	10	10	10	10	10	10	10	10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Anexo E10. Matriz de Magnitud de Impactos

Matriz de Magnitud de impactos										
		Actividad	Recolección y Transporte				Disposición Final			
Medio	Componente	Residuo	Jardinería	Papel	Plástico	Vidrio	Jardinería	Papel	Plástico	Vidrio
		Factor Ambiental								
Medio Físico	Aire	Calidad del aire	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4
		Malos olores	5.2	5.2	5.2	5.2	5.8	2.8	0	0
		GEI	10	10	10	10	10	8	0	0
	Agua	Aguas superficiales	0	0	0	0	7	0	0	0
		Aguas subterráneas	0	0	0	0	7	0	0	0
	Suelo	Geomorfología	0	0	0	0	5.8	5.2	6.8	6.8
		Calidad del suelo	0	0	0	0	5.8	5.2	6.8	6.8
		Espacio	0	0	0	0	5.8	5.2	6.8	6.8
Paisaje	Paisaje	2	2	2	2	5.8	5.2	6.8	6.8	
Medio Biológico	Flora	Cobertura vegetal	0	0	0	0	5.8	5.2	6.8	6.8
	Fauna	Especies Menores	0	0	0	0	5.8	5.2	4.8	4.8
Medio socio-económico	Social	Calidad de vida	6.4	6.4	6.4	6.4	5.8	5.2	6.8	6.8
	Económico	Empleo y mano de obra	8	8	8	8	7	6.4	8	8

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO F: ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

Con el fin de evaluar la viabilidad económica del presente proyecto se realizó un análisis costo/beneficio considerando valores estimados para la ejecución de las actividades propuestas. Al ser la gestión de los residuos de jardín uno de los principales inconvenientes en el sistema de gestión actual debido a la escasez de opciones para su tratamiento y al poco espacio que tiene la universidad para su almacenamiento, se planteó el siguiente escenario.

Se consideró una generación al año de 18 000 kg en base a la caracterización realizada en el mes de febrero. Debido a la escasez de espacio de almacenamiento se considera la adquisición de dos contenedores de basura industriales con la capacidad de almacenar los residuos de jardín durante dos semanas. Mediante una cotización con “Marca Patito”, el gestor que realiza compost con estos residuos, se obtuvo que la gestión quincenal de 1kg de residuo de jardín tiene un costo de 0.11 ctvs. Además, el gestor mediante un modelo de economía circular retribuye la gestión de estos residuos a través de la entrega mensual de compost orgánico correspondiente al 5% del total de los residuos entregados. Con este escenario se espera una reducción de consumo de bolsas de basura, un total aproximado de 900 fundas en el año, ya que los residuos serían depositados directamente en los contenedores.

Tabla 25. Anexo F1. Beneficios del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos

<b>Beneficios</b>	<b>(\$/año)</b>
Ahorro por gestión DMQ	249.3
Compost	415.4
Material Reciclable	2 861.20
Donación muebles y suministros de oficina	8 000
Chatarra	543.06
Ahorro por fundas de basura	464.40
<b>Total</b>	<b>12 533.3</b>

Fuente: Elaboración propia



En la tabla 25 se describen los beneficios antes mencionados como el compost y el ahorro por fundas de basura. Además, se consideraron otros beneficios que generaría la iniciativa como lo es el ahorro por la gestión en el DMQ ya que se prevé una reducción del 15% de residuos enviados al relleno sanitario en el año. Por otro lado, debido a una mejora en la calidad de clasificación de residuos se estima un aumento en el material reciclable y chatarra, los cuales son vendidos a recicladoras. En el sistema de gestión se considera la donación de muebles y suministros de oficina que se encuentren en buen estado, si bien esta actividad no representa un ingreso directo a la universidad, es considerado un beneficio social.

*Tabla 26. Anexo F2. Costos de Inversión del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos*

<b>Costos de inversión</b>	<b>\$</b>
Capacitaciones	568.2
Adecuación áreas de almacenamiento (señaléticas y pintura)	91.8
Mano de obra para adecuación de áreas	10.2
<b>Total</b>	<b>607.2</b>

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 26 se detallan los costos de inversión para el Sistema de Gestión de Residuos Sólidos, considerando como un punto fundamental de partida la capacitación a los distintos actores de la comunidad de la USFQ para la difusión de información. Se plantean capacitaciones de 1 hora para el personal de la *WorkForce*, Planta Física, cuerpo administrativo y profesores, con grupos de máximo 30 personas. Se recomienda que las capacitaciones sean impartidas por personal de la OIS y no por contratación externa.

*Tabla 27. Anexo F3. Costos de Operación y Mantenimiento*

<b>Costos de Operación y Mantenimiento</b>	<b>\$</b>
Capacitaciones	1 136.4
Mantenimiento (pintura áreas de almacenamiento y sensor)	447.3

Mano de obra (pintor)	194.3
Gestión Jardinería	1 944
Contenedor para residuos de jardinería	1 800
Gestión R. Peligrosos	100
Emisiones producidas por transporte de residuos de jardín	284
<b>Total</b>	<b>5 906</b>

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 27 se tiene los costos de operación y mantenimiento evaluados en 1 año. Aquí se considera una gestión de residuos de jardín de manera quincenal y un mantenimiento de las áreas de almacenamiento que corresponde a las señaléticas y pintura. En cuanto al sensor ubicado en la bodega del Maxwell se considera el costo de \$35 mensuales del mantenimiento de la plataforma web para el almacenamiento de los datos. Se consideraron las emisiones producidas por transporte de los residuos de jardín con frecuencia de recolección quincenal mediante las directrices del IPCC (2006) para emisiones de fuentes móviles.

$$Emisiones CO_2 = actividad \times FE \quad (8)$$

$$Emisiones CO_2 = Consumo de combustible[gal] \times FE \left[ \frac{t CO_2}{gal} \right] \quad (9)$$

*Tabla 28. Anexo F4. Descripción de Beneficios Ambientales del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos*

<b>Beneficio Ambiental</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Reducción del 15% de basura en 1 año (t)	12.48	t
Total, de emisiones de CO <sub>2</sub> eq reducidas	30.56	t CO <sub>2</sub> eq
Equivalencia de emisiones	3 442	Galones de gasolina
<b>\$ ahorrado</b>	<b>8 777.10</b>	<b>\$</b>

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 28 se describen los beneficios ambientales que se generarán en el primer año de aplicación del presente proyecto. Actualmente la USFQ envía al relleno sanitario un total aproximado de 83.2 toneladas al año, con una reducción del 15% se estima evitar enviar al relleno 12.48 toneladas de residuos al año. Estas toneladas evitadas se expresan en 30.56 toneladas de CO<sub>2</sub> eq, a través de la calculadora de equivalencias de gases de efecto invernadero de la EPA se calculó el total de galones de gasolina consumidos equivalentes a estas emisiones obteniendo un total de 3 442. Con esta equivalencia se tomó el precio actual de la gasolina extra (\$2.55) para obtener el valor monetario del beneficio ambiental total del proyecto.

## ANEXO G: SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL

*Tabla 29. Anexo G1. Plan de Capacitación para el Sistema de Gestión de Residuos Sólidos.*


<b>Involucrados</b>	<b>Capacitación</b>	<b>Periodicidad</b>	<b>Responsables</b>	<b>Recursos Materiales</b>	<b>Medio de Verificación</b>
<b><i>Food Service</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipos de residuos sólidos que se generan en el campus de la USFQ.</li> <li>- Clasificación adecuada de los residuos sólidos.</li> <li>- Importancia y aplicación de la reducción de envases de un solo uso</li> </ul>	Anual	OIS Food Service	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sala de capacitaciones</li> <li>- Proyector</li> <li>- Computadora</li> <li>- Residuos sólidos para demostración,</li> <li>- Tachos de clasificación</li> <li>- Hoja de prueba.</li> </ul>	Registro de Asistencia, prueba realizada y porcentaje de las pruebas aprobadas.
<b><i>WorkForce</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipos de residuos sólidos que se generan en el campus de la USFQ.</li> <li>- Clasificación adecuada de los residuos sólidos.</li> <li>- Manejo y almacenamiento temporal de los residuos.</li> </ul>	Anual	OIS Work Force	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sala de capacitaciones</li> <li>- Proyector</li> <li>- Computadora</li> <li>- Residuos sólidos para demostración,</li> <li>- Tachos de clasificación</li> <li>- Hoja de prueba.</li> </ul>	Registro de Asistencia, prueba realizada y porcentaje de las pruebas aprobadas.
<b><i>Planta Física</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipos de residuos sólidos que se generan en el campus de la USFQ.</li> <li>- Clasificación adecuada de los residuos sólidos.</li> <li>- Manejo y almacenamiento temporal de los residuos.</li> </ul>	Anual	OIS Planta Física	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sala de capacitaciones</li> <li>- Proyector</li> <li>- Computadora</li> <li>- Residuos sólidos para demostración,</li> <li>- Tachos de clasificación</li> <li>- Hoja de prueba.</li> </ul>	Registro de Asistencia, prueba realizada y porcentaje de las pruebas aprobadas.
<b><i>Proveedores</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificación adecuada de los residuos sólidos.</li> <li>- Manejo y almacenamiento</li> </ul>	Renovación del contrato	OIS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sala de capacitaciones</li> <li>- Proyector</li> <li>- Computadora</li> </ul>	Registro de Asistencia, prueba realizada y porcentaje de


	<p>temporal de los residuos en las instalaciones de la USFQ.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Importancia de la gestión adecuada de residuos</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Residuos sólidos para demostración,</li> <li>- Tachos de clasificación</li> <li>- Hoja de prueba.</li> </ul>	las pruebas aprobadas.
<b>Administrativos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipos de residuos sólidos que se generan en el campus de la USFQ.</li> <li>- Clasificación adecuada de los residuos sólidos.</li> <li>- Importancia y aplicación de la reducción de envases de un solo uso.</li> <li>- Reducción del uso de papel</li> <li>- Donación de insumos de oficina.</li> <li>- Compras responsables con el medio ambiente</li> </ul>	Anual	OIS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sala de capacitaciones</li> <li>- Proyector</li> <li>- Computadora</li> <li>- Residuos sólidos para demostración,</li> <li>- Tachos de clasificación</li> <li>- Hoja de prueba</li> </ul>	Registro de Asistencia, prueba realizada y porcentaje de las pruebas aprobadas.
<b>Profesores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipos de residuos sólidos que se generan en el campus de la USFQ.</li> <li>- Clasificación adecuada de los residuos sólidos.</li> <li>- Importancia y aplicación de la reducción de envases de un solo uso.</li> <li>- Reducción del uso de papel</li> <li>- Donación de insumos de oficina.</li> <li>- Compras responsables con el medio ambiente</li> </ul>	Anual	OIS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sala de capacitaciones</li> <li>- Proyector</li> <li>- Computadora</li> <li>- Residuos sólidos para demostración,</li> <li>- Tachos de clasificación</li> <li>- Hoja de prueba.</li> </ul>	Registro de Asistencia, prueba realizada y porcentaje de las pruebas aprobadas.


<p><i>Estudiantes</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipos de residuos sólidos que se generan en el campus de la USFQ.</li> <li>- Clasificación adecuada de los residuos sólidos.</li> <li>- Importancia y aplicación de la reducción de envases de un solo uso.</li> <li>- Reducción del uso de papel</li> <li>- Donación de insumos de oficina.</li> <li>- Compras responsables con el medio ambiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coloquios</li> <li>- Inducción a nuevos estudiantes</li> </ul>	<p>GOBE, INA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sala de capacitaciones</li> <li>- Proyector</li> <li>- Computadora</li> <li>- Residuos sólidos para demostración,</li> <li>- Tachos de clasificación</li> <li>- Hoja de prueba.</li> </ul>	<p>Registro de Asistencia, prueba realizada y porcentaje de las pruebas aprobadas.</p>
---------------------------	--	---	------------------	---	--

*Fuente: Elaboración propia*

## ANEXO H: FORMATOS DE BITACORAS

BITÁCORA DE RESIDUOS RECICLABLES						
UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO						
Fecha	Descripción	Tipo de Desecho	Cantidad		Empresa Gestora	# Comprobante de entrega
			Peso	Unidad		
29/3/2021	Cartón	Reciclable	20	kg	RECICLOMETAL	9019

BITÁCORA DE RESIDUOS DE JARDÍN					
UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO					
Fecha	Cantidad		Empresa Gestora	# Comprobante de entrega	
	Peso	Unidad			
	20	kg	Marca Patito	9019	

BITÁCORA DE RESIDUOS NO PELIGROSOS / VOLUMINOSOS						
UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO						
Fecha	Descripción	Tipo de Desecho	Cantidad		Empresa Gestora	# Comprobante de entrega
			Peso	Unidad		
	Escombros	No Peligroso	20	kg		9019