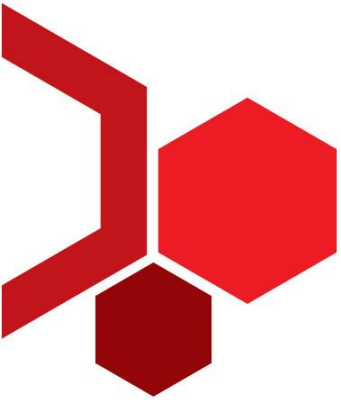


# INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SANTO DOMINGO



**intec**

## ÁREA DE INGENIERÍA

### TEMA:

Diagnóstico de la Situación de la Gestión de Residuos Sólidos del Municipio de San Francisco de Macorís

Sometido para cumplir con parte de los requerimientos establecidos para obtener el título de Magíster en Ingeniería Sanitaria y Ambiental

**Sustentado Por:**

Juan Fulvio Ureña Meléndez

Matricula: 13-8124

ID: 1057301

**Asesor:**

Ing. Mariely Ponciano M. SC.

LUNES 27 DE NOVIEMBRE DE 2017 | 6:15 P.M.

# Contenido

Introducción

Antecedentes

Objetivos

Marco Contextual

Metodología

Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

The logo for 'intec' is located in the bottom right corner. It consists of a red hexagon with the word 'intec' written in white lowercase letters inside it.

## Introducción

El presente trabajo de investigación contempla realizar un diagnóstico a la gestión de los residuos sólidos urbanos en el municipio de San Francisco de Macorís y con esto proporcionar tanto al gobierno central como municipal un punto de partida para la implementación de las estrategias gubernamentales orientadas a garantizar una gestión integral de los residuos sólidos urbanos.



## Antecedentes

Año 1998: “Recolección y Disposición Final de los Desechos Sólidos en la Ciudad de San Francisco de Macorís, Rep. Dom.”. (UCNE)

En agosto de 2011: “Diseño de un Relleno Sanitario como Sistema de Disposición Final de los Residuos Sólidos Urbanos en la ciudad de San Francisco de Macorís”. (UCNE)

Agosto de 2011: “Potencial de Reciclado de Residuos Sólidos Urbanos Generados por Comercios en la Ciudad de San Francisco de Macorís”. (UCNE)

En el año 2012 se realizó una investigación tipo descriptiva en donde se analizó la calidad de los servicios de recolección de desechos sólidos por parte del ayuntamiento de San Francisco de Macorís. (UCNE)

En la investigación se manifestaron las deficiencias con las que se manejaban los residuos sólidos urbanos

Según el estudio la disposición final de los residuos sólidos no estaba siendo manejada correctamente

Los comercios corresponden a 0.07 kg/hab./día donde más del 50% es generado por el mercado municipal

Sólo el 27 por ciento de la muestra calificó como bueno el servicio de recolección de residuos

## Objetivos

### **OBJETIVO GENERAL**

Diagnosticar la situación de la gestión de residuos sólidos del municipio de San Francisco de Macorís.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la cantidad de residuos sólidos urbanos generados per cápita.
- Analizar la composición de los residuos sólidos urbanos.
- Describir los puntos críticos de la gestión de residuos sólidos.

## Marco Contextual

El municipio cuenta con un gobierno local, ayuntamiento, que es quien gestiona la recolección de residuos sólidos en el municipio, a través de una empresa privada, para lo cual emplea camiones compactadores y volteos.

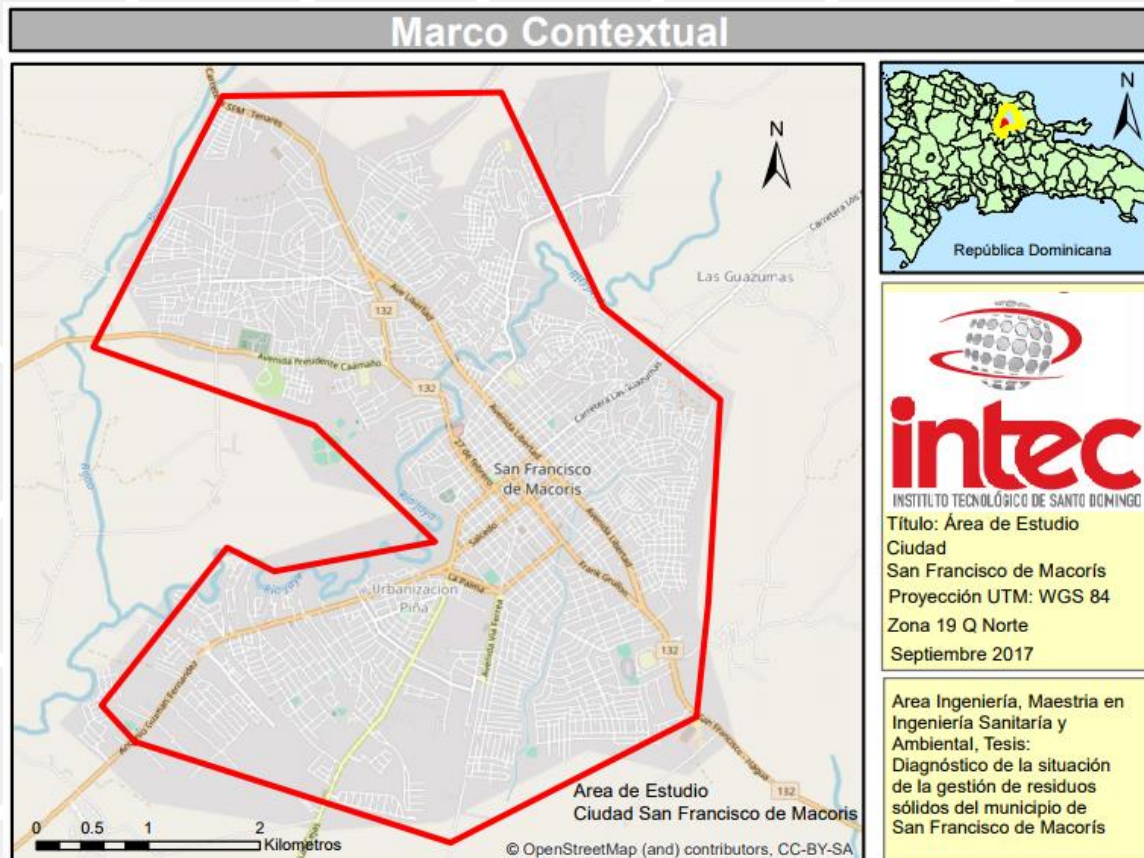
El ayuntamiento en el año 2017 realizó un contrato con la empresa Móvil Soluciones Ambientales SRL, que es quien actualmente realiza la recolección, transporte y manejo de la disposición final de los residuos sólidos, de modo que el ayuntamiento se encarga solo del barrido de calles y cobro del servicio. La empresa recibe un pago por parte del ayuntamiento.

Esta investigación surge en el contexto del desarrollo del plan “Dominicana Limpia”, lanzado por el poder ejecutivo en el mes de junio del año 2017, como respuesta a la problemática de los residuos sólidos en la República Dominicana.



## Marco Contextual

Dentro del plan para el mejoramiento de la gestión de los residuos sólidos se encuentra realizar un diagnóstico de la situación actual en los municipios involucrados, como es el caso de San Francisco de Macorís, en donde se estará considerando para fines de esta investigación toda la población del área urbana.



Alberga según datos del censo nacional de población y vivienda del año 2010 una población urbana de **132,725** habitantes, de los cuales un 8% corresponde a población de altos ingresos, 69% medio y 23% bajo según datos del censo ONE 2002. El municipio se caracteriza por estar rodeado de zonas agrícolas productoras principalmente de arroz y cacao.



## Metodología

La investigación por consiguiente contempló el diagnóstico de la gestión de residuos sólidos en la ciudad de San Francisco de Macorís, por lo que el problema de investigación fue estudiado como un caso específico de estudio.

### Instrumentos

- ✓ Recorrido por la ciudad y sus alrededores
- ✓ Revisión de información como rutas y controles de vehículos en el ayuntamiento
- ✓ Entrevistas con empleados del Ayuntamiento Municipal de San Francisco de Macorís y Móvil Soluciones Ambientales SRL
- ✓ Revisión bibliográfica
- ✓ Encuestas a ciudadanos
- ✓ Recolección de muestras de residuos
- ✓ Notas de Campo
- ✓ Monitoreo: medición peso y volumen
- ✓ Recorrido por el vertedero
- ✓ Análisis de documentos
- ✓ Cuestionarios
- ✓ Fotografías



## Metodología

### Población

Población 2017 estimada aplicando el método de regresión lineal de los mínimos cuadrados: 155,303 habitantes, considerando una densidad promedio de 3 hab. / vivienda (censo one 2010), arroja un total de 50,842 viviendas.

### Muestra

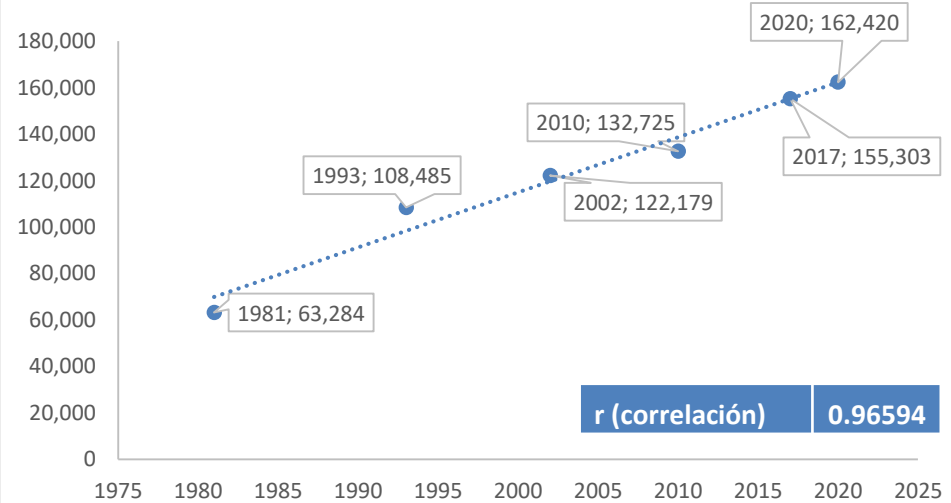
Aplicando la fórmula propuesta por el método de la Organización Panamericana de la Salud, con un nivel de confianza de 97.5%, un de error de estimación 0.05 kg/hab./día y un valor de variación 0.2 kg/hab./día, la muestra teórica sería de 62 viviendas. A fin de garantizar una representación de todos los extractos sociales, la muestra fue dividida de la siguiente manera:

N=	50842
Z <sub>1 - α/2</sub>	1.96
E=	0.05
σ=	0.2

$$n = \frac{Z^2_{1-\alpha/2} N \sigma^2}{(N-1)E^2 + Z^2_{1-\alpha/2} \sigma^2}$$

- 15 ingreso bajo
- 43 ingreso medio
- 6 ingreso alto

Modelo Matemático Población Urbana vs Tiempo  
SFM



## Metodología

La metodología de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) fue la utilizada para determinar el PPC, composición y densidad.

### DETERMINACIÓN DE LA PRODUCCION PER CÁPITA PPC



Ilustración 2: Pesaje de residuos para determinar PPC

Se **pesó diariamente** la totalidad de residuos en las viviendas seleccionadas y previamente entrevistadas durante los días que duró el muestreo. Posteriormente se dividió el peso total entre el **número total de personas**, para obtener la generación per cápita diaria promedio. (kg/hab/día). Este estudio se realizó entre los días lunes 24 al domingo 30 de julio 2017.



## Metodología

### DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN

Los residuos recolectados diariamente, separados de acuerdo a sus características y posteriormente pesados. Con el propósito de tener muestra mas manejable y a la vez representativa se aplica el método de cuarteo.



Ilustración 5: Segregación

### DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD SUELTA



Ilustración 6: Obtención de la densidad

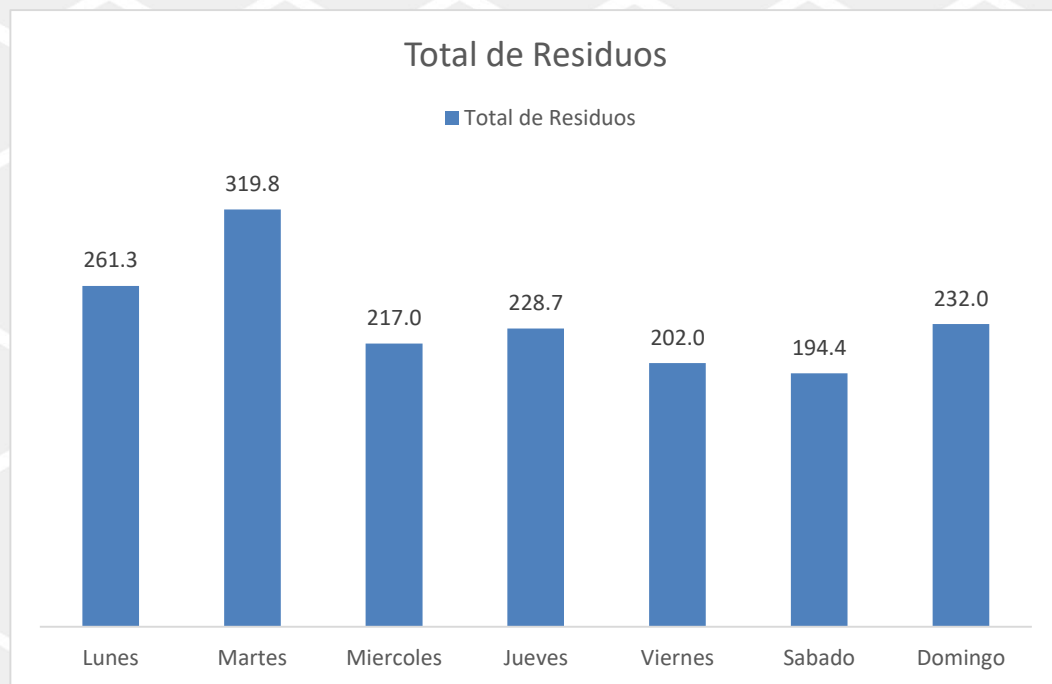
Se tiene un recipiente de unos 220 litros, que sirvió como depósito estándar. Se obtiene el peso de una mezcla de residuos homogénea y representativa de cada día de muestreo y posteriormente se vierte en el recipiente de volumen conocido.



## Resultados

### CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS GENERADOS PER CÁPITA

Según el levantamiento de campo realizado entre los días 23 de julio y 30 de julio de 2017, la generación de residuos para residencias en la zona urbana de San Francisco de Macorís corresponde a 0.95 kg/hab./día en promedio.



Datos obtenidos a partir de las mediciones en las 64 viviendas, las cuales contaban con 249 personas y generaron un total de 1655.1 kg de residuos en los 7 días de estudio.



## Resultados

# COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Grafico 2: Composición de Residuos

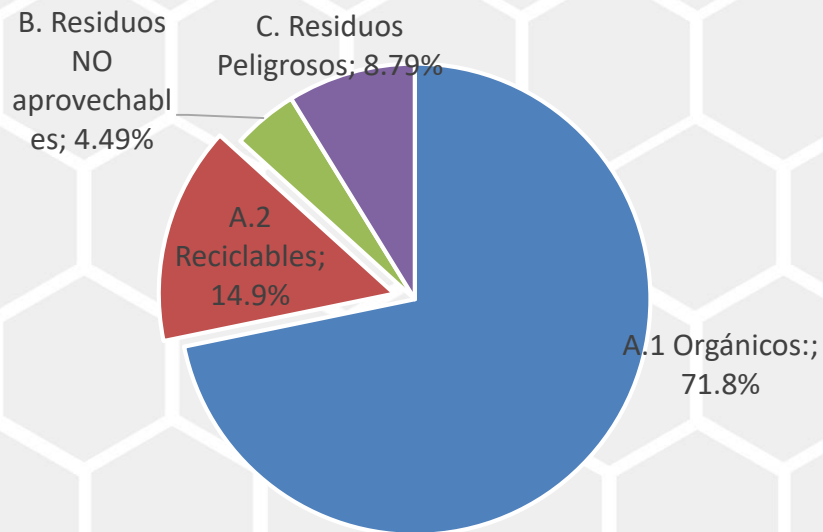
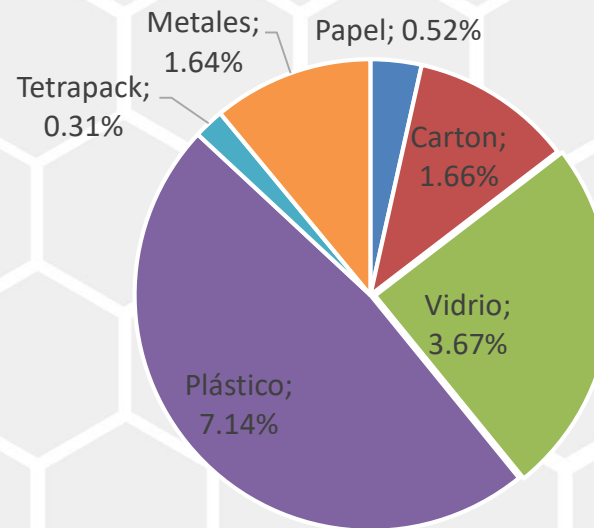


Grafico 3: Composición de Residuos Reciclables



Fuente: Análisis de campo

**Orgánicos:** Residuos de alimentos y jardín

**Reciclables:** Papel, cartón, vidrio, plástico, tetra pack y metales

**Residuos Peligrosos:** Papel higiénico, bombillos, baterías, aceites

**Residuos no aprovechables:** Envoltura de golosinas, textiles, material inerte y otros



## Resultados

### DENSIDAD SUELTA

Tabla 4: Resultados de las estimaciones de densidad realizados durante la caracterización.

Día	Peso en Barrica [kg]	Altura Libre [m]	Altura Barrica [m]	Diámetro [m]	Vol. Neto [m <sup>3</sup> ]	Densidad Suelta [kg/m <sup>3</sup> ]
1	No se realizó caracterización					
2	32.25	0.533	0.889	0.570	0.091	355.4
3	31.5	0.483	0.889	0.570	0.104	303.8
4	30	0.470	0.889	0.570	0.107	280.5
5	25.15	0.279	0.889	0.570	0.156	161.7
6	27.5	0.465	0.889	0.570	0.108	254.1
7	23.02	0.445	0.889	0.570	0.113	203.0
8	25.55	0.470	0.889	0.570	0.107	238.9
	194.97				0.786	248.2

Fuente: Análisis de campo

Densidad=  $194.97 \text{ kg} / 0.786 \text{ m}^3 = 248.19 \text{ kg/m}^3$   
 densidad suelta promedio de los residuos estudiados.



# Resultados

## ENCUESTAS A LA POBLACIÓN

Gráfico 4: Uso de las sobras de alimentos

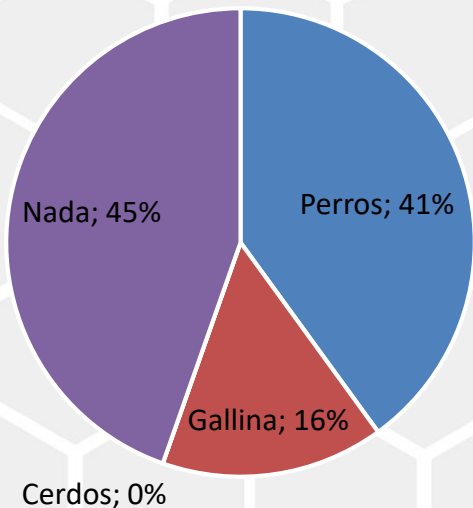


Gráfico 5: Disposición a separar los residuos

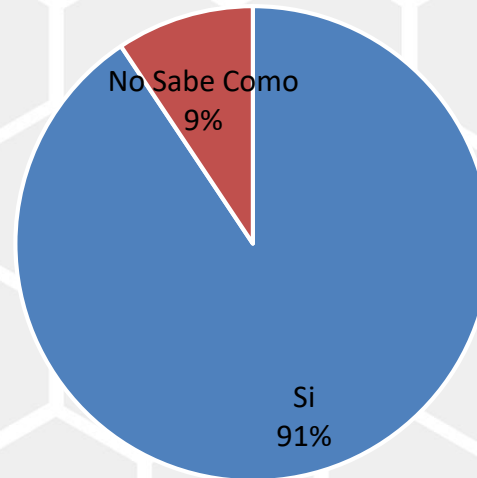
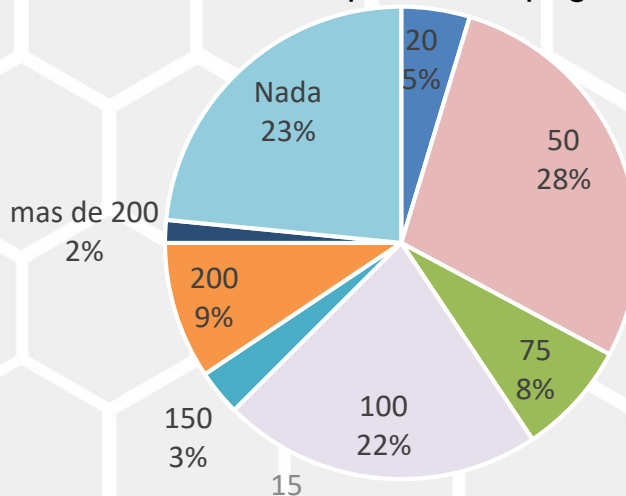


Gráfico 6: Disposición a pagar



## Resultados

### DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS

#### GENERACION:

La Villa Olímpica 6 to/día, Santa Ana 3 to/día y Olimpia 3 to/día. El sector la villa olímpica está compuesto por una serie de viviendas unifamiliares de 3 niveles para lo cual la empresa encargada de la recolección de residuos destinó 6 contenedores 2.6 m<sup>3</sup> como forma de recolectar más eficientemente estos residuos.



Ilustración 7: Foto Contenedor Almacenamiento



Anexo 9: Acumulación de Residuos Sector San Martín





## Resultados

### DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS

#### RECOLECCION Y TRANSPORTE:

La empresa Móvil Soluciones, quien realiza la recolección, transporte y disposición final de los residuos cuenta con 5 clasificaciones de rutas, esta clasificación es la que rige la frecuencia de recolección y se repite cada semana, ninguna de las rutas es de recolección diaria, 3 son recolección al tercer día y 2 son de recolección al segundo día.

El transporte es realizado casi en su totalidad por camiones compactadores de dos ejes, estos vehículos son utilizados debido a su gran capacidad de carga. Un total de 18 camiones, de los cuales 13 son compactadores marca Mack de 14.6 m<sup>3</sup>, 1 Isuzu compactador de 2.2 m<sup>3</sup> y 2 camiones Ford compactadores de 7.3 m<sup>3</sup>, los dos camiones restantes corresponden a 2 camiones Ford abiertos de 4.4 m<sup>3</sup>. El año de fabricación de estos vehículos oscila entre 1995 y 2005.

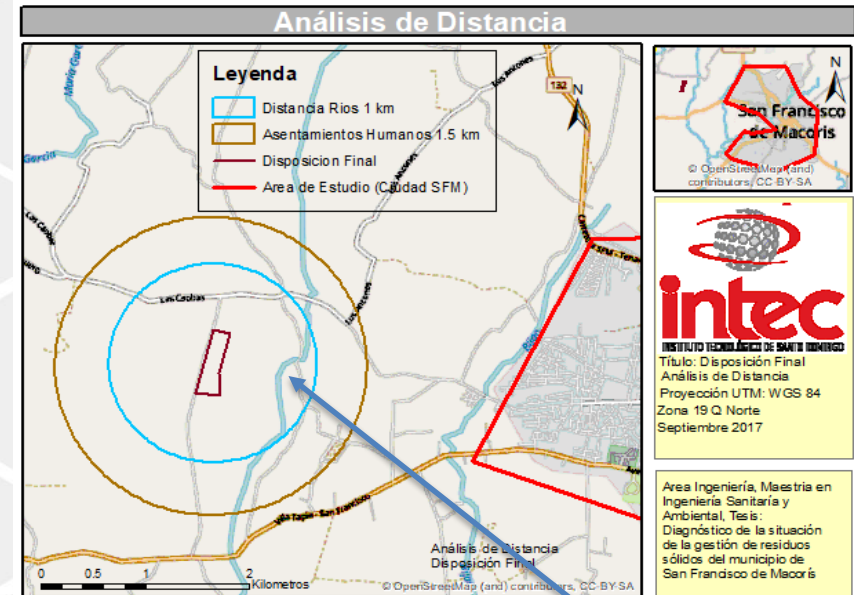


## Resultados

### DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS

#### DISPOSICIÓN FINAL:

En lo referente a la situación del lugar de disposición final, se evidenció la utilización de equipos especializados para compactación de residuos, más carece de la mayoría de elementos requeridos para entrar dentro de la clasificación de relleno sanitario, entre los que destacan, la delimitación perimetral con control de objetos voladores, control de plagas, efectivo control de acceso, control de lixiviado, control de escorrentía, entre otros



Existencia de un riachuelo a 600m “Nona”, que es un afluente del río Jaya.

**intec**

### **DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS**

#### **COBRO POR EL SERVICIO:**

El cobro es realizado por el ayuntamiento, el cual recauda un total de RD\$ 976,811 por mes. Las tarifas mensuales establecidas están en RD\$ 175 para viviendas, RD\$ 1,000 Comercios, RD\$ 1,500 industrias y RD\$ 350 para Instituciones. El total de clientes atendidos con facturación está situado en los 5,250 de los cuales 4,250 (81%) paga puntualmente.

La gestión de residuos le cuesta al ayuntamiento por concepto de pago a la empresa Móvil Soluciones la suma mensual de RD\$ 5,300,000.

#### **PERSONAL ENCARGADO DEL ASEO:**

La empresa Móvil Soluciones cuenta con un total de 16 choferes, 52 obreros, 7 supervisores y 1 Administrador de recolección. Estos obreros forman parte de la empresa responsable de la recolección de residuos en San Francisco de Macorís.



## Resultados

# DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS

## MANEJO DE RESIDUOS INFECCIOSOS

Ilustración 8: Residuos infecciosos junto a residuos domésticos



Ilustración 10: Jeringa cauterizada encontrada en el lugar de disposición final de residuos sólidos urbanos.



La disposición final de estos residuos tiene una debilidad que se evidenció en la visita al lugar de disposición final, en donde se pudo notar gran cantidad de bolsas rojas provenientes de los diferentes centros de salud.



## Conclusiones

San Francisco de Macorís tiene una generación de residuos sólidos significativa 0.95 kg/hab./día., esto combinado con una población urbana estimada en 155,303, representa 147,500 kg unos 32,500 kg menos que las señaladas por las estimaciones del ayuntamiento.

Los residuos reciclables constituyen el 14.9% del total de residuos, aprovecharlos representa además una manera de disminuir el ya elevado impacto que tienen los residuos en su lugar de disposición final.

Entre los puntos más críticos de la gestión de residuos sólidos en el municipio destaca, la utilización en su mayoría de camiones compactadores de gran tamaño que dificulta las maniobras en las calles angostas de la ciudad. En lo referente a la situación del lugar de disposición final, se evidencia la utilización de equipos especializados para compactación de residuos, más carece de la mayoría de elementos requeridos para entrar dentro de la clasificación de relleno sanitario.

En lo referente a los residuos provenientes de centros de salud no se tiene una disposición final adecuada ya que solo se tratan de forma independiente en la generación y almacenamiento.



## Recomendaciones

Entre las recomendaciones citadas en el presente trabajo de investigación destacan las siguientes:

- Establecer políticas y planes de reciclajes concretos.
- Evaluar la creación de un relleno sanitario mancomunado.
- Implementar un servicio certificado para la gestión de residuos infecciosos.
- Capacitar y adiestrar al personal involucrado en todo el proceso de la gestión de residuos sólidos.
- Integrar los municipios, distritos municipales y parajes cercanos.
- Implementar un plan para disminuir los puntos de acumulación.
- Realizar estudios de generación y composición de los residuos de manera periódica.

# Gracias

The logo for 'intec' is a red hexagon with the word 'intec' written in white lowercase letters inside it.

intec