



UNIVERSIDAD APEC

**DECANATO DE INGENIERÍA E INFORMÁTICA ESCUELA DE
INFORMÁTICA**

PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:
INGENIERO(A) EN SISTEMAS DE COMPUTACIÓN
INGENIERO(A) DE SOFTWARE

Tema:

Análisis y diseño de un sistema para la gestión
del recogido de la basura en el D.N. 2019

SUSTENTANTES:

Miguel Díaz	2016-0384
Radjy Duran	2014-1436
Alix J. Javier	2015-2495

ASESOR:

Lic., MCE, MGP. Juan Pablo Valdez

PROYECTO DE TESIS 2019-1

Santo Domingo, D.N. Marzo 2019



UNIVERSIDAD APEC

**DECANATO DE INGENIERÍA E INFORMÁTICA ESCUELA DE
INFORMÁTICA**

PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:
INGENIERO(A) EN SISTEMAS DE COMPUTACIÓN
INGENIERO(A) DE SOFTWARE

Tema:

**Análisis y diseño de un sistema para la gestión
del recogido de la basura en el D.N. 2019**

SUSTENTANTES:

Miguel Díaz	2016-0384
Radjy Duran	2014-1436
Alix J. Javier	2015-2495

ASESOR:

Lic., MCE, MGP. Juan Pablo Valdez

PROYECTO DE TESIS 2019-1

Santo Domingo, D.N.

Marzo 2019

**Los conceptos expuestos en esta investigación son de la exclusiva
responsabilidad de sus autores.**

Análisis y diseño de un sistema para la gestión del recogido de la basura en el D.N. 2019

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, darle las Gracias a Dios por permitirme avanzar en mi vida hasta este punto, colmado de eventos que me han formado como profesional, pero más importante, como persona.

A mis padres, Miguel Díaz y Gelhen Polanco, y a mi hermana, Zelandia Díaz, quienes siempre me han servido de ejemplo como personas y profesionales, además de apoyarme tanto en los momentos buenos como en los malos, y ser una familia de la cual siempre me he sentido orgulloso, pero sobre todo un agradecimiento especial a mi padre que siempre me ha servido como ejemplo de superación, orgullo, rectitud, amor y una infinidad más de cosas que no cabrían en estas páginas.

A esos maestros, Doris Mullix, Indiana Contreras, Lisbett Jaquez, Leonardo Founder, Emin Rivera, Edward Báez, que se entregan con devoción para guiarme por el buen camino, y aportar su grano de arena, más allá de lo profesional, una formación en valores y experiencias de la vida.

A mi asesor Juan Pablo, por ser un maestro excelente y un asesor entregado, organizado, paciente y devoto.

Por último pero no menos importante, un agradecimiento a mis mejores amigos que son como una familia para mí, quienes siempre me han apoyado y no me han dejado caer,, Jorge Medina, Alberto Pimentel, Raynilda Ortega y especialmente a Radjy Durán, quien siempre fue mi ejemplo a seguir en el área de las TIC's y que sin importar los problemas y contratiempos que tuvo que enfrentar no se detuvo en ningún momento y continuó avanzando.

Miguel Angel Díaz Polanco

AGRADECIMIENTOS

Primero a Dios, que me ha permitido nuevamente cumplir con mis objetivos y sueños, dándome sabiduría y fortaleza para llevar a cabo esta meta que ha significado mucho para mí y mi familia. Sin la ayuda de Dios esta meta no se lograría.

Segundo agradezco a mis padres José Rafael Duran y Andrea María Delgado los cuales han confiado y creído en mí y en lo que puedo lograr, dándome su apoyo de manera incondicional siempre deseando lo mejor para mi futuro. Sus consejos, experiencias, y ánimos han sido el motor de la motivación que necesito cada día para no abandonar las metas que me he propuesto. Una vez mi Padre me dijo: “A los retos debes de hacerle frente”, estas palabras han servido de consejo desde la educación media y son las que he repetido en mi cabeza en momentos difíciles. Sin ustedes esto no fuera posible.

A mis hermanas que siempre han sido un ejemplo para mí, así como a mi esposa demostrando que lo que deseas lo puedes alcanzar, Mis metas las comparto con ustedes.

Así mismo a mis compañeros, por todo el apoyo y las amistades que hemos formado durante este periodo de convivencia. En especial a mis compañeros de tesis Alix Javier por compartir sus conocimientos, valores y esta línea de meta para cumplir este sueño compartido, a Miguel Ángel Díaz, siempre demostrando su amistad desde la infancia, convirtiéndose de este modo en un hermano menor para mí, quien ha impulsado todo lo que he hecho ya que siempre ha esperado mucho de mí, el tiempo de amistad ahora nos convierte también en colegas, sumando razones por la cual siempre fortalecer nuestra amistad.

A mi asesor de tesis y maestro Juan Pablo Valdez quien ha demostrado ser un profesional disciplinado, paciente y fielmente comprometido con sus estudiantes.

A la universidad APEC y sus profesores, por apoyarme y guiarme en esta etapa de adquirir los conocimientos para mi desarrollo moral y profesional. También agradecer a esos maestros que ha aportado en mi persona con sus ideologías y conocimiento, Indiana Contreras, Carmen Morillo, Edward Báez, gracias por todo el apoyo.

Radjy Duran Delgado

AGRADECIMIENTOS

Agradezco efusivamente y con todo mi corazón a Dios por no darse por vencido conmigo y por de alguna manera u otra levantarme y darme las fuerzas para seguir en los momentos más difíciles de mi vida, por corregirme cuando he estado mal, por amarme cuando nadie parecía hacerlo. Todo honor y gloria a mi mejor amigo y Señor Jesús.

A mi padre José Javier porque aunque no crecí a su lado siempre fue un ejemplo para mí, por la confianza brindada, por su soporte, porque aunque estuvo lejos se esforzó por mantenerse cerca y por su buen ejemplo. A mi abuela Nena con la cual crecí y por hacerse cargo de mí. A mis hermanas Rosy y Anny, a mis hermanos Belinyer, Joselo y Yeremy porque aunque no lo sepan han hecho que me esfuerce para darles un buen ejemplo. A mis tías Andrea y Marina por su enorme ayuda hacia mi persona. Gracias al resto de la familia que ha aportado de buena forma a mi vida.

También las gracias a esos buenos amigos y compañeros de clases que me han ayudado a ser mejor, a los profesores de primaria y secundaria que se preocuparon por mí por su estima y aportes. Gracias a los hermanos de la iglesia por sus grandes aportes a mi vida.

A mis compañeros de tesis Radjy y Miguel Ángel por hacer este trabajo conmigo. De igual forma, muchas gracias al profesor Juan Pablo por ser nuestro asesor y excelente maestro.

Gracias también a los que por cuestión de espacio y demás no he puesto en esta hoja pero que sin lugar a dudas se han ganado la gratitud de este servidor.

Alix José Javier Sánchez

DEDICATORIA

DEDICATORIA

En primer lugar dedico este trabajo a Dios quien me ha permitido estar presente en el desarrollo y entrega de este trabajo.

Dedico este trabajo a mi familia, quienes siempre han tenido confianza en mí y nunca han dejado de apoyarme para mejorar y superarme cada día, y que siempre se han esforzado para darme todos los recursos necesarios para cumplir con mis sueños y metas.

Miguel Angel Díaz Polanco

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado a Dios por haberme dado la sabiduría y optimismo de alcanzar esta gran etapa de mi vida.

A mis padres Andrea María Delgado y José Rafael Duran quienes me han apoyado toda la vida y han realizados esfuerzos extraordinarios para llevarme a donde estoy.

De modo especial a mi esposa Massiel Carmona quien con paciencia y apoyo me ha ayudado a superar esta etapa de mi vida que ahora la comparto con ella.

A Joanddry, Andreina, Jaddel, Iswary mis hermanas. Porque cada una de ustedes han servido de ejemplo, mis hermanas mayores quienes transmitían sus conocimientos de muchas maneras para que pudiera desarrollar mis conocimientos y habilidades cognitivas.

Radjy Duran Delgado

DEDICATORIA

A Dios por su amor incondicional y todas sus bondades a mi vida. A los de mi familia que me han apoyado y a todas esas personas que con sus consejos y acciones me instruyeron para ser mejor.

Alix José Javier Sánchez

Índice

AGRADECIMIENTOS	II
DEDICATORIA	VI
Índice de figuras	XV
Índice de tablas	XVIII
INTRODUCCIÓN	XXI
CAPÍTULO 1: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	1
Introducción	2
1.1 Planteamiento del problema	3
1.1.1 Situación Problemática	3
1.1.3 Objeto	4
1.1.4 Campo	4
1.2 Objetivos de Investigación	4
1.2.1 Objetivo general	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 Tipo de investigación	5
1.3.1 Investigación Cualitativa	5
1.3.2 Investigación Cuantitativa	5
1.3.3 Investigación Explicativa	5
1.3.4 Investigación Descriptiva	6
1.4 Método de Investigación	6
1.4.1 Método inductivo	6
1.4.2 Método de observación	6
1.4.3 Método de análisis	7
1.4.4 Método sistemático	7
1.5 Fuentes y Técnicas	7
1.5.1 Observación	7
1.5.2 Encuesta	8
1.5.3 Población de la Encuesta	8
1.6 Hipótesis	10
1.7 Conclusión	11
CAPÍTULO II: ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA REPÚBLICA DOMINICANA	12

Introducción	13
2.1 Definiciones	14
2.2 Análisis teórico de los sistemas de gestión de residuos sólidos	18
2.3 Tipos de sistemas gestión de residuos sólidos	22
2.4 Análisis de los sistemas de gestión de residuos sólidos implementados en Europa	23
2.4.1 Legislaciones de los residuos en Europa	25
2.4.2 España: Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados	27
2.4.3 Logística de la gestión de los residuos	28
2.6 Sistemas de gestión de residuos sólidos en los ayuntamientos de República Dominicana	31
2.6.1 Ayuntamiento del Distrito Nacional	31
2.6.2 Ayuntamiento de la República Dominicana	32
2.7 Conclusión	36
CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS D.N.	37
Introducción	38
3.1 Historia del ADN	39
3.2 Organización estructural	40
3.3 Estructura de Aseo Urbano	44
3.3.1 Estructura organizacional	44
3.3.2 Elementos del sistema de recogida de residuos sólidos	46
3.3.3 Rutas y horarios de la recogida de residuos	48
3.4 Sistema de gestión de residuos sólidos	54
3.5 Conclusión	56
CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE RECOGIDA DE RESIDUOS SÓLIDOS	57
Introducción	58
4.1 Antecedentes de la automatización de proceso	59
4.1.1 Proceso	59
4.1.2 Automatización	59
4.1.3 Antecedentes	60
4.2 Buenas prácticas en la automatización de proceso	61
4.3 Ventajas y riesgos de la automatización de procesos	62

4.4 Situación Actual	64
4.5 Estudio De Factibilidad	65
4.5.1 Innovación del producto propuesto	66
4.5.3 Análisis de Factibilidad técnica	67
4.5.4.1 Análisis de costo-beneficio	68
4.5.5 Análisis de Factibilidad Operativa	71
4.6 Aspectos Técnicos y Sociales	72
4.7 Encuesta	73
4.7.1 Presentación y análisis de los resultados	74
4.7.1.1 Consideración de mejoras y clasificación de residuos	75
4.7.1.2 Frecuencia recogida de basura y satisfacción de los residentes con el periodo de la recogida	77
4.7.1.3 Evaluación de un nuevo sistema	80
4.7.2 Análisis General	83
4.8 Beneficios	84
4.9 Conclusión	86
CAPÍTULO V: DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS UTILIZANDO CONTENEDORES INTELIGENTES.	87
Introducción	88
5.1 Información del proyecto	89
5.1.1 Propósito y Justificación del Proyecto	89
5.1.2 Alcance	90
5.1.3 Descripción del Proyecto y Entregables	90
5.1.4 Premisas y Restricciones	91
5.1.5 Riesgos iniciales de alto nivel	91
5.1.6 Personal y recursos preasignados	91
5.2 Diagrama BPM del Proceso de Gestión	93
5.2.1 Definición de Diagrama BPM	93
5.2.2 Diagrama de Proceso de la recogida y monitoreo de basura	94
5.3 Sección de Requerimientos	94
5.3.1 Requisitos funcionales	94
5.3.2 Requisitos no funcionales	96
5.4 Documento de Visión y Alcance	99
Introducción	99
5.4.1 Propósito	99

5.4.2 Alcance	99
5.4.3 Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas	100
5.4.4 Referencias	101
5.4.5 Visión General	101
5.4.2. Posicionamiento	102
5.4.2.1 Oportunidad de negocio	102
5.4.2.2 Declaración del problema	102
5.4.2.3 Declaración de posición de producto	103
5.4.3 Descripciones de la parte interesada y del usuario	103
5.4.3.1 Resumen de la parte interesada	103
5.4.3.2 Resumen de usuario	103
5.4.4 Visión general del producto	105
5.4.4.1 Perspectiva del producto	105
5.4.4.2 Resumen de capacidades	106
5.4.4.3 Suposiciones y dependencias	107
5.4.5 Restricciones	107
5.4.6 Otros requisitos del producto	108
5.4.6.1 Estándares aplicables	108
5.4.7 Requisitos de documentación	108
5.4.7.1 Notas del release y archivo Léame	108
5.4.7.2 Ayuda en línea	109
5.4.7.3 Guías de instalación	109
5.5 Listado de Casos de Usos	110
5.6 Diseño de Alto Nivel	111
5.6.1 Diagrama de Arquitectura	111
5.6.2 Modelo de Caso de Uso	116
5.6.3 Detalle de Casos de Uso	117
5.6.3.1 Descripción de Actores	117
5.6.3.1.1 Administrador	117
5.6.3.1.2 Operador	117
5.6.3.1.3 Auxiliar	118
5.6.3.1.4 Monitor	118
5.6.3.2 Especificación de Casos de Uso	119
5.6.3.2.1 Control de acceso	120
5.6.3.2.2 Rastreo de contenedores	122

5.6.3.2.3 Control anti-robo de sensores	125
5.6.3.2.4 Generación de reportes	127
5.6.3.2.6 Generación automática de rutas	131
5.6.3.2.7 Generación de rutas	133
5.6.3.2.8 Resumen de estados e históricos	135
5.6.3.2.9 Configuración de parámetros	137
5.6.3.2.10 Registro de datos de sensores	140
5.6.3.2.11 Gestión de contenedores	142
5.6.3.2.12 Gestión de sensores	145
5.6.3.2.13 Exportación de reportes	148
5.6.4 Diseño de pantallas del sistema	150
5.6.4.1 Acceso al sistema	150
5.6.4.2 Dashboard	151
5.6.4.3 Rastreo	151
5.6.4.4 Alertas	152
5.6.4.5 Configuración	154
5.6.4.6 Reportes	155
5.6.5 Diagrama Arquitectónico de la Base de Datos	156
5.7 Diseño de Bajo Nivel	157
5.7.1 Diagrama Lógico y Físico de la Base de Datos	157
5.7.2 Diagrama de clases	158
5.7.3 Diagramas de secuencia	159
5.7.4 Diagramas de componentes	161
5.8 Conclusión	162
CONCLUSIONES	XX
RECOMENDACIONES	XXI
BIBLIOGRAFÍA	XXII
ANEXOS	XXVII
ANTEPROYECTO DE GRADO	XXXV

Índice de figuras

Figura 1.1 cálculo tamaño de la muestra (Fuente: https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/ en fecha 2019)	9
Figura 2.1 Fuente: Eurostat (Código de datos en línea: en00110).....	24
Figura 2.2 Jerarquía en la gestión de los residuos. Fuente: Upcommons.upc.edu	26
Figura 2.3. Equipos utilizados en la recogida de residuos (Fuente: Web).....	29
Figura 3.1. Organigrama estructural del ADN. Fuente: ADN	40
Figura 3.2. Organigrama estructural aseo urbano y equipos. Fuente: ADN.....	44
Figura 3.3. Elementos del sistema de gestión de residuos sólidos. (Construcción Propia)	46
Figura 3.4. Rutas y horarios del recogido en la circunscripción 1 del D.N. Fuente: ADN.	51
Figura 3.5. Rutas y horarios del recogido en la circunscripción 1 del D.N. Fuente: ADN.	52
Figura 3.6. Rutas y horarios del recogido en la circunscripción 3 del D.N. Fuente: ADN.	53
Figura 3.7. Flujo de residuos en el D.N. Fuente: ADN.	54
Figura 4.1. Representación gráfica de los resultados de la pregunta ¿Cómo podrías evaluar el sistema de recogida de basura en su sector? - encuesta de satisfacción (Construcción Propia).....	74
Figura 4.2. Representación gráfica de los resultados de la pregunta ¿Cree usted que se podría mejorar el sistema actual de la recogida de basura? - encuesta de satisfacción (Construcción Propia).....	75
Figura 4.3. Representación gráfica de los resultados de la pregunta ¿Cuál punto considera que debería mejorar el sistema? - encuesta de satisfacción (Construcción Propia)	76
Figura 4.4. Representación gráfica de los resultados de la pregunta ¿Estaría de acuerdo con clasificar la basura? - encuesta de satisfacción (Construcción Propia)	77
Figura 4.5. Representación gráfica de los resultados de la pregunta ¿Entiende usted que el sector de Naco recibe un buen servicio de aseo en comparacion con los demas sectores del Distrino Nacional? - encuesta de satisfacción (Construcción Propia)	78
Figura 4.6. Representación gráfica de los resultados de la pregunta ¿Con qué frecuencia recoge la basura el personal del ayuntamiento en el sector? - encuesta de satisfacción (Construcción Propia).....	79
Figura 4.7. Representación gráfica de los resultados de la pregunta ¿Desearía poder notificar a los encargados del aseo en el sector cuando los contenedores estén llenos? - encuesta de satisfacción (Construcción Propia).....	80
Figura 4.8. Representación gráfica de los resultados de la pregunta ¿Le gustaría que esta notificación sea automática, es decir sin intervención de los residentes? - encuesta de satisfacción (Construcción Propia)	81

Figura 4.9. Representación gráfica de los resultados de la pregunta ¿Le gustaría la implementación de un sistema automatizado utilizando contenedores inteligentes? - encuesta de satisfacción (Construcción Propia)	82
Figura 4.10. Representación gráfica de los resultados de la pregunta ¿Apoya la adopción de un sistema donde el DN tengan monitoreo del llenado de los contenedores? - encuesta de satisfacción (Construcción Propia)	82
Figura 5.1 Diagrama BPMN (Construcción Propia)	94
Figura 5.2 Perspectiva del producto (Construcción Propia)	105
Figura 5.3 Diagrama de Arquitectura - vista lógica (Construcción Propia)	113
Figura 5.4 Diagrama de Arquitectura - vista física (Construcción Propia)	115
Figura 5.5 Diagrama general de casos de uso (Construcción Propia	116
Figura 5.6 Diagrama de caso de uso - Control de acceso (Construcción Propia)	120
Figura 5.7 Diagrama de caso de uso - Rastreo de contenedores (Construcción Propia)	122
Figura 5.8 Diagrama de caso de uso - Control anti-robo de sensores (Construcción Propia)	125
Figura 5.17 Diagrama de caso de uso - Generación de reportes (Construcción Propia)	127
Figura 5.9 Diagrama de caso de uso - Generación automática de alertas (Construcción Propia)	129
Figura 5.10 Diagrama de caso de uso - Generación automática de rutas (Construcción Propia)	131
Figura 5.11 Diagrama de caso de uso - Generación de rutas (Construcción Propia).133	
Figura 5.12 Diagrama de caso de uso - Resumen de estados e históricos (Construcción Propia)	135
Figura 5.13 Diagrama de caso de uso - Configuración de parámetros (Construcción Propia)	137
Figura 5.14 Diagrama de caso de uso - Registro de datos de sensores (Construcción Propia)	140
Figura 5.15 Diagrama de caso de uso - Gestión de contenedores (Construcción Propia)	142
Figura 5.16 Diagrama de caso de uso - Gestión de sensores (Construcción Propia) 145	
Figura 5.17 Diagrama de caso de uso - Exportación de reportes (Construcción Propia)	148
Figura 5.18 Pantalla de acceso al sistema (Construcción propia).....	150
Figura 5.19 Pantalla dashboard del sistema - (Construcción Propia)	151
Figura 5.20 Pantalla de rastreo de contenedores (Construcción Propia)	151
Figura 5.21 Pantalla de lista alertas - (Construcción Propia)	152

Figura 5.22 Pantalla de detalle de alerta - (Construcción Propia)	153
Figura 5.23 Pantalla de configuración para alertas automáticas - (Construcción Propia)	154
Figura 5.24 Pantalla de visualizar reporte - (Construcción Propia)	155
Figura 5.25 Diagrama arquitectónico de la base de datos - (Construcción Propia)....	156
Figura 5.27 Diagrama lógico y físico de la base de datos - (Construcción Propia)	157
Figura 5.27 Diagrama de clases - (Construcción Propia).....	158
Figura 5.28 Diagrama de secuencia - Iniciar sesión en el sistema (Construcción Propia)	159
Figura 5.29 Diagrama de secuencia - Flujo de datos de sensores (Construcción Propia)	159
Figura 5.30 Diagrama de secuencia - Generación de reportes (Construcción Propia)	160
Figura 5.31 Diagrama de secuencia - Verificación anti-robo de sensores (Construcción Propia)	160
Figura 5.32 Diagrama de componentes (Construcción Propia)	161

Índice de tablas

Tabla 3.1. Acumulación de basura por sector en el D.N. Fuente: ADN.	50
Tabla 4.1 Gastos de recursos humanos (Construcción propia)	69
Tabla 4.2 Cotización equipos y herramientas (Construcción propia)	70
Tabla 4.3 Costo total del desarrollo del proyecto (Construcción propia)	70
Tabla 5.1. Personal y recursos pre-asignado (Construcción Propia)	92
Tabla 5.2. Requerimientos funcionales (Construcción Propia)	96
Tabla 5.3. Requerimientos no funcionales (Construcción Propia)	98
Tabla 5.4. Historial de revisiones (Construcción Propia)	99
Tabla 5.5. Resumen de interesados - documento de visión (Construcción Propia)	103
Tabla 5.6. Resumen de usuarios - documento de visión (Construcción Propia)	104
Tabla 5.8 Resumen de beneficios - documento de visión (Construcción Propia)	107
Tabla 5.9 Listado de Casos de Usos (Construcción Propia)	111
Tabla 5.10 Descripción de actores - Administrador (Construcción Propia)	117
Tabla 5.11 Descripción de actores - Operador (Construcción Propia)	118
Tabla 5.12 Descripción de actores - Auxiliar (Construcción Propia)	118
Tabla 5.13 Descripción de actores - Administrador (Construcción Propia)	118
Tabla 5.14 Control de acceso - Caso de uso (Construcción Propia)	120
Tabla 5.15 Flujo básico de Control de acceso - Caso de uso (Construcción Propia)	121
Tabla 5.16 Flujos alternos de Control de acceso - Caso de uso (Construcción Propia)	122
Tabla 5.17 Rastreo de contenedores - Caso de uso (Construcción Propia)	123
Tabla 5.18 Flujo básico de Rastreo de contenedores - Caso de uso (Construcción Propia)	123
Tabla 5.19 Flujos alternos de Rastreo de contenedores - Caso de uso (Construcción Propia)	124
Tabla 5.20 Control anti-robo de sensores - Caso de uso (Construcción Propia)	125
Tabla 5.21 Flujo básico de Control anti-robo de sensores - Caso de uso (Construcción Propia)	126
Tabla 5.22 Flujos alternos de Control anti-robo de sensores - Caso de uso (Construcción Propia)	127
Tabla 5.23 Generación de reportes - Caso de uso (Construcción Propia)	128
Tabla 5.24 Flujo básico de Generación de reportes - Caso de uso (Construcción Propia)	128
Tabla 5.25 Flujos alternos de Generación de reportes - Caso de uso (Construcción Propia)	129

Tabla 5.26 Generación automática de alertas - Caso de uso (Construcción Propia) .	130
Tabla 5.27 Flujo básico de Generación automática de alertas - Caso de uso (Construcción Propia).....	131
Tabla 5.28 Flujos alternos de Generación automática de alertas - Caso de uso (Construcción Propia).....	131
Tabla 5.29 Generación automática de rutas - Caso de uso (Construcción Propia)	132
Tabla 5.30 Flujo básico de Generación automática de rutas - Caso de uso (Construcción Propia)	132
Tabla 5.31 Flujos alternos de Generación automática de rutas - Caso de uso (Construcción Propia).....	133
Tabla 5.32 Generación de rutas - Caso de uso (Construcción Propia)	134
Tabla 5.33 Flujo básico de Generación de rutas - Caso de uso (Construcción Propia)	134
Tabla 5.34 Flujos alternos de Generación de rutas - Caso de uso (Construcción Propia)	135
Tabla 5.35 Resumen de estados e históricos - Caso de uso (Construcción Propia) ..	136
Tabla 5.36 Flujo básico de Resumen de estados e históricos - Caso de uso (Construcción Propia).....	136
Tabla 5.37 Flujos alternos de Resumen de estados e históricos - Caso de uso (Construcción Propia).....	137
Tabla 5.38 Configuración de parámetros - Caso de uso (Construcción Propia).....	138
Tabla 5.39 Flujo básico de Configuración de parámetros - Caso de uso (Construcción Propia)	139
Tabla 5.40 Flujos alternos de Configuración de parámetros - Caso de uso (Construcción Propia)	139
Tabla 5.40 Registro de datos de sensores - Caso de uso (Construcción Propia)	140
Tabla 5.41 Flujo básico de Registro de datos de sensores - Caso de uso (Construcción Propia)	141
Tabla 5.42 Flujos alternos de Registro de datos de sensores - Caso de uso (Construcción Propia).....	141
Tabla 5.43 Gestión de contenedores - Caso de uso (Construcción Propia).....	143
Tabla 5.44 Flujo básico de Gestión de contenedores - Caso de uso (Construcción Propia)	143
Tabla 5.45 Flujos alternos de Gestión de contenedores - Caso de uso (Construcción Propia)	144
Tabla 5.46 Gestión de sensores - Caso de uso (Construcción Propia).....	146
Tabla 5.47 Flujo básico de Gestión de sensores - Caso de uso (Construcción Propia)	146

Tabla 5.48 Flujos alternos de Gestión de sensores - Caso de uso (Construcción Propia)	147
Tabla 5.49 Exportación de reportes - Caso de uso (Construcción Propia)	148
Tabla 5.50 Flujo básico de Exportación de reportes - Caso de uso (Construcción Propia)	149
Tabla 5.51 Flujos alternos de Exportación de reportes - Caso de uso (Construcción Propia)	149

INTRODUCCIÓN

Los ayuntamientos tienen a su cargo las diversas comisiones de la administración pública municipal, según el artículo 60 de la ley 176-07 del Distrito Nacional y los Municipios en consecuencia de la ley de “Organización del Distrito Nacional”, el Alcalde posee unas 29 atribuciones entre las cuales se incluyen el aseo urbano.

A medida que se desarrolla la República Dominicana la población del país parece crecer exponencialmente, teniendo una población de aproximadamente 10,77 millones para el año 2017. Este crecimiento constante de la población acarrea consigo el aumento de la generación de residuos sólidos, problemática que debe de tener soluciones que sean sostenibles con la evolución y cambio constante de la tecnología y los tiempos. Para lograr esto se deben de evaluar las acciones que se están tomando actualmente para la recogida de residuos sólidos y el sistema que tienen para la gestión y tratamiento de residuos.

El sistema utiliza rutas las cuales son el recorrido que se le ha preestablecido a un personal para la ejecución de su actividad de recolección, también el sistema tiene establecida unas frecuencias las cuales determinan el número de veces que los residuos son recolectados por un periodo de tiempo. Actualmente las rutas y frecuencias que tiene el ayuntamiento del Distrito Nacional fueron diseñadas bajo un “Plan Maestro de Manejo de Residuos Sólidos” y establecidas en el 2007, efectivamente en un diseño que no ha cambiado en 12 años es evidente que no se está haciendo uso óptimo de los recursos.

En este trabajo de investigación se hace propuesta del diseño de un sistema para gestión de residuos sólidos usando contenedores inteligentes, el cual tiene ventajas y novedades en cuanto al sistema actual. Entre los beneficios se encuentran la realización de rutas mediante el compartimiento del llenado de los contenedores, así como el tratamiento de datos y análisis que se pueden obtener por el sistema, dando oportunidades de uso para cubrir necesidades.

Esta investigación consta de cinco capítulos, el primero consiste en el marco metodológico de investigación, el segundo y tercer capítulo consisten en el análisis de los sistemas de gestión de residuos sólidos en un enfoque general y en la República Dominicana, el cuarto capítulo consiste en el análisis de la factibilidad del proyecto, y el quinto capítulo que consiste en el diseño de un sistema de gestión de residuos sólidos utilizando contenedores inteligentes.

CAPÍTULO 1: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Introducción

Seguir disciplinadamente una trayectoria metódica durante toda la investigación ayuda a un investigador a no distraerse en elementos sin importancia para su objeto, sino que se dirige con vehemencia en dirección a su propósito evitando los descuidos y las improvisaciones. Para esto usamos la metodología de la investigación, que no es más que una disciplina que nos ofrece un sin números de técnicas y procedimientos cuya finalidad es guiar en los procesos de investigación y la implementación de procesos que nos ayuden a la recolecta, depuración, validación y presentación de información que ofrezca un nuevo conocer científico.

De manera que, en el presente capítulo presentamos la metodología de la investigación a usar, dígame los tipos de investigación, las fuentes de documentación y técnicas que nos permitirán de manera ordenada y sistemática recolectar, depurar, procesar, validar y presentar la información que obtengamos y/o produzcamos en el propósito de este estudio.

1.1 Planteamiento del problema

1.1.1 Situación Problemática

La contaminación por la inadecuada recogida de basura, los ciudadanos se ven expuestos a contraer una serie de enfermedades infectocontagiosas tan graves como la leptospirosis.

Actualmente, el sistema de recogida de basura que se utiliza en el Distrito Nacional no conlleva ningún proceso automatizado; todo se hace de manera manual, lo que hace que el mismo sea menos eficiente, tampoco se utiliza ningún tipo de tecnología inteligente que clasifique y ordene la basura de manera que su recogida sea más rápida, así que en ocasiones puede ser una tarea tediosa. Esto se debe a la falta de contenedores o recipientes inteligentes que optimicen y faciliten este proceso.

Este proyecto de tesis procura dar como resultado una propuesta de análisis y diseño de un sistema de gestión del recogido de la basura utilizando contenedores inteligentes que permitirán mejorar el método que se utiliza para la recogida de basura, reducir costos que se generan y tener un control de este proceso.

1.1.2 Problema

La deficiencia en el sistema actual del recogido de los residuos sólidos.

1.1.3 Objeto

El proceso de recogida y almacenamiento de la basura en el Distrito Nacional.

1.1.4 Campo

El Sistema automatizado que controlará los contenedores de basuras ubicados en el sector Naco del Distrito Nacional, Santo Domingo, República Dominicana.

1.2 Objetivos de Investigación

1.2.1 Objetivo general

Analizar y diseñar un sistema de gestión de residuos sólidos utilizando contenedores inteligentes en el sector Naco de la provincia Distrito Nacional, República Dominicana.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analizar teóricamente los sistemas de gestión de residuos sólidos implementados por el Ayuntamiento del Distrito Nacional en el sector Naco.
- Elaborar un diagnóstico del recogido de los desechos en el sector Naco del D.N.
- Analizar la factibilidad de implementar un sistema que automatice la gestión de residuos sólidos en el DN.
- Formular una propuesta de Análisis y Diseño de un Sistema de gestión de residuos sólidos utilizando contenedores inteligentes para el Distrito Nacional.

1.3 Tipo de investigación

1.3.1 Investigación Cualitativa

El tipo de investigación será cualitativa, se hará un análisis en base a los resultados obtenidos mediante el método de observación e información de encuestas, como pueden ser: los vertederos improvisados, los contenedores que no son recogidos, la educación de la población de estudio.

1.3.2 Investigación Cuantitativa

Se identifican datos estadísticos sobre la cantidad de basura depositada en el Vertedero de Duquesa, cantidad de camiones disponibles, el costo anual de operación, el presupuesto dedicado para el recogido de los desechos, el monto recuperado, entre otros; que permiten hacer un mejor análisis sobre los requisitos y necesidades de un sistema de gestión de residuos sólidos.

1.3.3 Investigación Explicativa

Se define la manera en que se realiza el proceso actual del recogido de los residuos sólidos, denotando las debilidades y fortalezas de este, y se establece también la definición de lo que consideramos será una mejora a este proceso para asegurar que la solución propuesta complazca los requerimientos del Ayuntamiento del Distrito Nacional (ADN) y los objetivos planteados en esta investigación.

1.3.4 Investigación Descriptiva

Se describen las características de los componentes que se requieren para diseñar un sistema eficiente de recogida y monitoreo de basura que más convenga a la realidad social, geográfica y económica del campo de estudio seleccionado.

1.4 Método de Investigación

1.4.1 Método inductivo

Con el objeto de obtener resultados apegados a nuestra realidad, haremos un análisis de los sistemas de gestión de residuos sólidos en la República Dominicana y luego nos enfocaremos con el mismo objetivo en el Distrito Nacional. Todo eso, para lograr un diseño más adecuado que responda de una manera flexible y escalable a la realidad dominicana.

1.4.2 Método de observación

Se define para los fines de esta investigación, la observación de los procesos actuales de gestión de residuos sólidos en la ciudad de Santo Domingo. Observando cuidadosamente el almacenamiento y recogida de los mismos con la finalidad de identificar la ineficiencia de los procesos actuales y finalmente diseñar una solución que efficientice el proceso del recogido de la basura.

1.4.3 Método de análisis

Toda la información generada o recopilada en cada proceso de la investigación, se someterá a un intenso análisis que nos permita depurar la información obtenida para de esta manera tener los puntos más importantes de manera más clara y con la menor ambigüedad posible. Posteriormente, esta información nos permitirá tener requerimientos más precisos que nos permitan diseñar un sistema eficiente para resolver la problemática de la basura en el sector Naco del Distrito Nacional.

1.4.4 Método sistemático

Se combinan los distintos resultados de las investigaciones realizadas, así también como la propuesta de solución a desarrollar para resolver la problemática, las cuales se presentarán contundentemente de forma gráfica. Para esto, se partirá desde los resultados obtenidos en los métodos definidos anteriormente, lo que nos permitirá tener un diseño macro y una solución sistemática a un problema multifactorial.

1.5 Fuentes y Técnicas

1.5.1 Observación

Con la finalidad de comprender toda la problemática en la gestión de residuos sólidos en Santo Domingo, observaremos con minuciosidad los procesos actuales, la falta de organización en las calles con respecto a los contenedores de basura, el comportamiento de los ciudadanos en relación a los mismos, así como el comportamiento del personal responsable de su recogida.

1.5.2 Encuesta

Por medio de una encuesta evaluaremos el interés tomando una muestra de la ciudadanía sobre la gestión de residuos sólidos, cuantos días la basura es recogida por su sector, si hay contenedores de basura públicos, si estarían dispuestos a clasificar la basura para reciclaje y el sobre el congestionamiento del tráfico causado por estos.

La encuesta busca identificar los principales problemas que aquejan a los ciudadanos residentes del sector Naco en el campo de estudio con la gestión de residuos sólidos, para identificar las deficiencias causantes de las mismas. Para esto se utilizaron preguntas específicas para obtener respuestas cerradas por parte de la población, así de este modo medir de forma más precisa la aceptación que tendrá el sistema propuesto en esta investigación.

Dicha encuesta podrá ser contestada a través de sistemas electrónicos por parte de la ciudadanía y la misma deberá ser posible de contestar en un máximo de 10 minutos.

1.5.3 Población de la Encuesta

En la investigación se definió como población a las personas residentes en el sector Naco del Distrito Nacional con total de encuestados de 53 personas. De este modo también se le solicitó información a la **Oficina de Acceso a la Información del ADN**.

El total de encuestados, es decir la muestra se determinó mediante un tamaño de población de 150 familias con un margen de error 11%, obteniendo como tamaño de la muestra un total de 53 encuestados aleatoriamente, por tal razón se considera una parte representativa del grupo objetivo.

La fórmula utilizada para el cálculo de la muestra es la siguiente:

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)}$$

Figura 1.1 cálculo tamaño de la muestra (Fuente: <https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/> en fecha 2019)

- Tamaño de la población o universo a tomar = N
- Margen de error = e
- Proporción que se espera como resultado = p
- Desviación del valor aceptado para el nivel de confianza = z donde “e” es un porcentaje.

El tamaño de la población que fue propuesta para esta investigación fue de 150 familias del sector Naco, considerando un nivel de confianza entre los encuestados de 95%, y un margen de error de un 11%, obteniendo como tamaño de muestra para el trabajo de investigación de 53 personas a encuestar.

Las preguntas fueron contestadas por la **Oficina de Acceso a la Información** (OAI) interno del Ayuntamiento del Distrito Nacional y por los residentes del sector Naco de manera voluntaria y sin ningún tipo de incentivo o remuneración a cambio de sus respuestas. Lo que nos aseguró integridad en los resultados obtenidos en los cuestionarios utilizados en ambos casos.

1.6 Hipótesis

- A. La sustitución de los contenedores de residuos sólidos convencionales por contenedores inteligentes utilizando un sistema de gestión permitirá eficientizar el servicio de recogida de los residuos sólidos en el sector Naco del D.N.

- B. La instalación de contenedores inteligentes y el entrenamiento para su uso, promete avances importantes en el proceso de recogida de los residuos sólidos.

- C. La implementación de un sistema informático utilizando contenedores inteligentes para la gestión de los residuos sólidos generaría información que podría ser utilizada para generar datos estadísticos para la toma de decisiones en los planes y proyectos de la Dirección de Aseo Urbano y Equipo del ADN.

1.7 Conclusión

En este capítulo presentamos de una manera detallada las metodologías y técnicas de investigación que utilizaremos en nuestro estudio. Resaltamos la importancia de las mismas para evitar las improvisaciones mientras seguimos un proceso investigativo estructurado y sistemático gracias a las mismas.

Es de vital importancia seguir el marco trazado con las herramientas y técnicas expuestas en este capítulo. De modo que, obtengamos informaciones íntegras y depuradas en cada etapa de nuestro estudio. Esto con el objeto de realizar una investigación lo más adecuada posible conforme a la realidad de nuestro campo y objeto de estudio.

Por último, mantener las investigaciones bajo los lineamientos planteados con las diferentes metodologías y técnicas de investigación expuestas en este capítulo nos facilitará realizar gráficos que muestren de una manera más intuitiva, resumida pero informativa los datos recolectados y procesados mediante las distintas etapas de este estudio.

CAPÍTULO II: ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

Introducción

Comprender los sistemas de gestión de residuos sólidos junto al conjunto de elementos que los definen, es uno de los principales pasos requeridos para desarrollar una propuesta, un análisis, y un diseño del sistema propuesto en este trabajo de investigación. Entendiendo de forma minuciosa las connotaciones históricas de los sistemas gestores de residuos sólidos, nombrando sus principales actores y su historia, para así de este modo entender su evolución. Conociendo todo esto, se puede iniciar una propuesta identificando las necesidades actuales del sistema de gestión de los residuos en el sector Naco.

El objetivo principal de este capítulo es explorar los conceptos teóricos y prácticos de la gestión de residuos sólidos, así como conocer los tipos de gestiones de residuos sólidos que se han implementado en la actualidad, no solo en la Republicana Dominicana, sino en Europa y Latinoamérica. Permitiendo proponer un sistema automatizado que vaya de la mano con las novedades aplicadas en los demás países, para que de este modo se pueda cubrir las necesidades y oportunidades de mejora del sistema de gestión de residuos aplicado actualmente.

2.1 Definiciones

Sistema: Grupo de componentes interrelacionados que funcionan juntos para lograr un resultado deseado. **(Whitten y Bentley, 2008)**

Residuo: *“Los residuos sólidos son todas aquellas sustancias o productos en estado sólido que ya no necesitas, pero que pueden ser reaprovechados”.*
(Ministerio del Ambiente, s.f.)

Tipos de residuos: Un residuo puede ser caracterizado por sus características de generación y composición.

1. Por su fuente de generación:

- **Residuo Sólido Comercial:** residuo generado en establecimientos comerciales y mercantiles, tales como almacenes, depósitos, hoteles, restaurantes, cafeterías y plazas de mercado.
- **Residuo Sólido Domiciliario:** residuo que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento similar.
- **Residuos Agrícolas:** aquellos generados por la crianza de animales y la producción, cosecha y segado de cultivos y árboles, que no se utilizan para fertilizar los suelos.

- Residuos Biomédicos: aquellos generados durante el diagnóstico, tratamiento, prestación de servicios médicos o inmunización de seres humanos o animales, en la investigación relacionada con la producción de estos o en los ensayos con productos biomédicos.
- Residuos de Construcción o Demolición: aquellos que resultan de la construcción, remodelación y reparación de edificios o de la demolición de pavimentos, casas, edificios comerciales y otras estructuras.
- Residuo Industrial: residuo generado en actividades industriales, como resultado de los procesos de producción, mantenimiento de equipo e instalaciones y tratamiento y control de la contaminación.
- Residuo Sólido Especial: residuo sólido que por su calidad, cantidad, magnitud, volumen o peso puede presentar peligros y, por lo tanto, requiere un manejo especial. Incluye a los residuos con plazos de consumo expirados, desechos de establecimientos que utilizan sustancias peligrosas, lodos, residuos voluminosos o pesados que, con autorización o ilícitamente, son manejados conjuntamente con los residuos sólidos municipales.
- Residuo Sólido Municipal: residuo sólido o semisólido proveniente de las actividades urbanas en general. Puede tener origen residencial o doméstico, comercial, institucional, de la pequeña

industria o del barrido y limpieza de calles, mercados, áreas públicas y otros. Su gestión es responsabilidad de la municipalidad o de otra autoridad del gobierno. Sinónimo de basura y de desecho sólido.

- Residuos Biodegradables: todos los residuos que puedan descomponerse de forma aerobia o anaerobia, tales como residuos de alimentos y de jardín.
- Residuos Voluminosos: son aquellos materiales de origen doméstico que por su forma, tamaño o peso, son difíciles de ser recogidos o transportados por los servicios de recogida convencionales.

2. Por su composición:

- Residuo peligroso: Son residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos de manejar y/o disponer y pueden causar muerte, enfermedad; o que son peligrosos para la salud o el medio ambiente cuando son manejados en forma inapropiada.
- Residuo Sólido Hospitalarios: residuo que por sus características y composición puede ser reservorio o vehículo de infección a los seres humano.

- **Residuo Sólido Tóxico:** residuo que por sus características físicas o químicas, dependiendo de su concentración y tiempo de exposición, puede causar daño y aun la muerte a los seres vivos o puede provocar contaminación ambiental
- **Residuo inerte:** Residuo estable en el tiempo, el cual no producirá efectos ambientales apreciables al interactuar en el medio ambiente.
- **Residuo no peligroso:** Ninguno de los anteriores. Se considera un residuo sólido NO PELIGROSO a aquellos provenientes de casas habitación, sitios de servicio privado y público, demoliciones y construcciones, establecimientos comerciales y de servicios que no tengan efectos nocivos sobre la salud humana. **(Universidad Santo Tomás, s.f.)**

Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS): *“Es el instrumento de planeación municipal o regional que contiene un conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos, actividades y recursos definidos por uno o más entes territoriales para el manejo de los residuos sólidos, fundamentado en la política de gestión integral de los mismos, el cual se ejecutará durante un período determinado, basándose en un diagnóstico inicial, en su proyección hacia el futuro y en un plan financiero viable que permita garantizar el mejoramiento continuo del manejo de residuos sólidos y la prestación del servicio*

de aseo a nivel municipal o regional, evaluado a través de la medición permanente de resultados” (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2015).

Ciudades inteligentes: *“Una ciudad inteligente se define como una ciudad que involucra a sus ciudadanos y conecta su infraestructura de manera electrónica. Una ciudad inteligente tiene la capacidad de integrar múltiples soluciones tecnológicas, de manera segura, para administrar los activos de la ciudad; los activos de la ciudad incluyen, entre otros, sistemas de información de los departamentos locales, escuelas, bibliotecas, sistemas de transporte, hospitales, centrales eléctricas, Aplicación de la ley, y otros servicios comunitarios” (Traducido de: Musa, S., 2016).*

2.2 Análisis teórico de los sistemas de gestión de residuos sólidos

Un sistema de gestión de residuos sólidos no es más que un conjunto de elementos y procesos mediante los cuales se gestiona la generación, el recogido, la transferencia, el tratamiento, el transporte, y las disposiciones iniciales y finales de los residuos sólidos.

Todos estos procesos son definidos por La **Ley 25.916** de la Gestión de Residuos Domiciliarios de Argentina, que establece que *“La gestión integral de residuos domiciliarios comprende de las siguientes etapas: generación, disposición inicial, recogida, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final.*

a) Generación: es la actividad que comprende la producción de residuos domiciliarios.

b) Disposición inicial: es la acción por la cual se depositan o abandonan los residuos; es efectuada por el generador, y debe realizarse en la forma que determinen las distintas jurisdicciones.

La disposición inicial podrá ser:

- 1. General: sin clasificación y separación de residuos.*
- 2. Selectiva: con clasificación y separación de residuos a cargo del generador.*

c) Recogida: es el conjunto de acciones que comprende el acopio y carga de los residuos en los vehículos recolectores. La recogida podrá ser:

- 1. General: sin discriminar los distintos tipos de residuo.*
- 2. Diferenciada: discriminando por tipo de residuo en función de su tratamiento y valoración posterior.*

d) Transferencia: comprende las actividades de almacenamiento transitorio y/o acondicionamiento de residuos para su transporte.

e) Transporte: comprende los viajes de traslado de los residuos entre los diferentes sitios comprendidos en la gestión integral.

f) Tratamiento: comprende el conjunto de operaciones tendientes al acondicionamiento y valorización de los residuos.

Se entiende por acondicionamiento a las operaciones realizadas a fin de adecuar los residuos para su valorización o disposición final.

Se entiende por valorización a todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos, mediante el reciclaje en sus formas física, química, mecánica o biológica, y la reutilización.

g) Disposición final: comprende al conjunto de operaciones destinadas a lograr el depósito permanente de los residuos domiciliarios, así como de las fracciones de rechazo inevitables resultantes de los métodos de tratamiento adoptados. Asimismo, quedan comprendidas en esta etapa las actividades propias de la clausura y postclausura de los centros de disposición final.”

Todos estos procedimientos a excepción del tratamiento (que puede estar o no incluido dependiendo del plan y la infraestructura del país) deben estar incluidos en un sistema de gestión de residuos sólidos.

Un sistema de gestión de residuos sólidos debe estar integrado a un plan de gestión integral de residuos sólidos, para el cual el **Ministerio del Ambiente** de Perú estipula que “Cada una tiene un proyecto de inversión pública que considera la Gestión Integral de los Residuos Sólidos que comprende:

1. Almacenamiento de residuos sólidos de manera oportuna y barrido adecuado de calles de las ciudades.
2. Eficiente recogida y transporte de residuos sólidos.
3. Reaprovechamiento del material valioso de los residuos sólidos (reciclaje, reuso y aprovechamiento de residuos).
4. Construcción de un relleno sanitario con controles ambientales que eviten daños a la población, fauna, flora y medio ambiente.
5. Mejora administrativa en la gestión de residuos sólidos y adecuado manejo de recursos económicos.
6. Fortalecer capacidades a la población para mejorar su calidad de vida en temas relacionados con residuos sólidos.”

2.3 Tipos de sistemas gestión de residuos sólidos

No hay una clasificación establecida para los tipos de sistema de gestión de residuos sólidos, pero aplicando los conceptos de los tipos de controles y la automatización podemos dividir estos sistemas en 2 grupos, los que implementan las TICs y los que no (sistemas manuales).

Los sistemas de gestión de residuos sólidos manuales:

Son aquellos en donde todos los procesos principales son llevados a cabo de forma manual, sin ningún tipo de automatización en ellos, por ejemplo, el cálculo de la frecuencia y las rutas de los camiones se realiza en base a estadísticas generadas en un periodo de tiempo.

Los sistemas de gestión de residuos sólidos automatizados:

En esta categoría clasificamos 2 grupos de sistemas, los que utilizan contenedores convencionales y los que utilizan contenedores inteligentes:

Utilizando contenedores convencionales

- Los sistemas de gestión de residuos sólidos geolocalizados: en este tipo de sistemas los camiones se encuentran localizados por un GPS, de esta forma se verifica que el camión tome la ruta establecida e identificar cuáles sectores aún no han sido recogidos.

Utilizando contenedores inteligentes

En esta clasificación nos encontramos con 2 tipos:

- Los sistemas de gestión de residuos sólidos detectivos: estos informan en tiempo real su estado.
- Los sistemas de gestión de residuos sólidos correctivos: este tipo de sistema contiene la misma función que el detectivo, añadiendo la funcionalidad de presionar la basura cuando el contenedor está lleno.

2.4 Análisis de los sistemas de gestión de residuos sólidos implementados en Europa

Los residuos son un problema global, por lo tanto Europa no es la excepción de la lucha por la gestión de los mismo. La principal causa de la producción de los residuos son las poblaciones, cada día son más las poblaciones que consumen más productos, esto es algo que es provocado directamente por la economía de un país, creando de esta manera un impacto ambiental negativo.

Los ayuntamientos y ministerios de medio ambiente abarcan todas las actividades que conlleven a la mejora y manutención del medio ambiente, dentro de ellas existe la gestión de residuos, que ayuda a las comunidades a saber cómo desvanecer materiales que son dañinos al medio ambiente sin dañar este o que el impacto de daño sea menor.

La contaminación por residuos sólidos es algo que preocupa grandemente en la actualidad, la gran producción de residuos ya sea industrial o domésticos obliga

a crear alternativas especiales para la recogida y el tratamiento de estos, aun así un gran número de desechos siguen siendo depositados en ríos y espacios no habitados creando vertederos improvisados difíciles de controlar. En Europa actualmente emplean distintas maneras para la trata de residuos, esto lo podemos ver en la figura 2.4.1 en la cual se refleja la generación de residuos por casa y por países europeos.

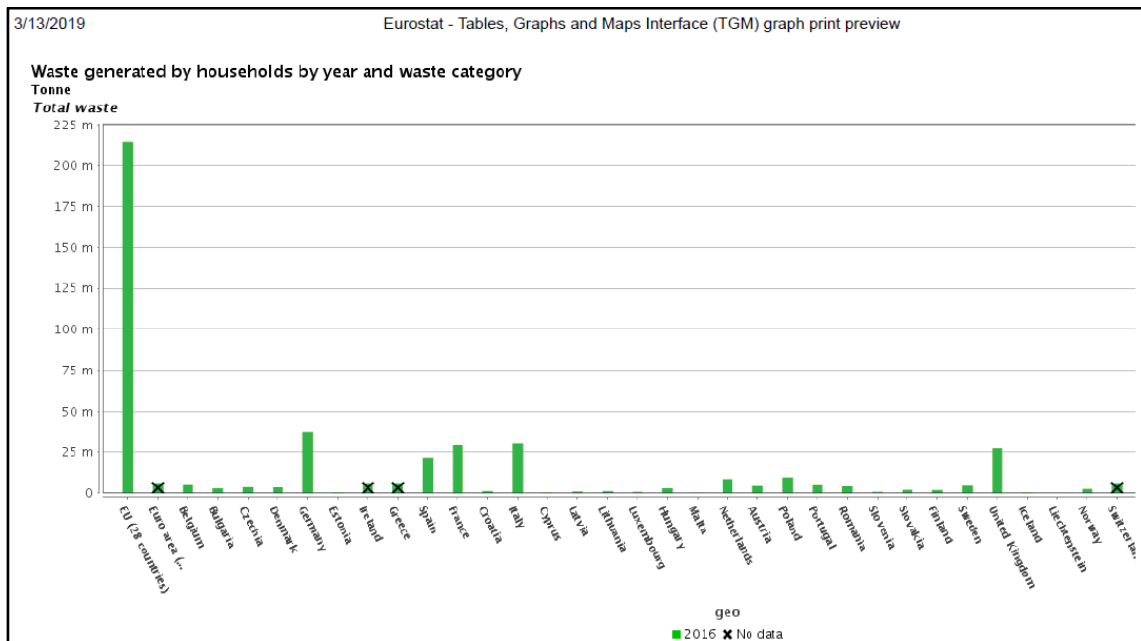


Figura 2.1 Fuente: Eurostat (Código de datos en línea: en00110)

Este gráfico muestra para el año 2016 la cantidad de desechos generados para los países de Europa, teniendo solo para los países de la Unión Europea más 200 millones de desperdicios generados por hogar, lo que evidencia que los mismo deben de hacer un gran esfuerzo para la gestión de los residuos.

Entre varios países europeos se tomarán como objeto de estudios para ver cuál es su logística de organización y sistemas que utilizan para tratar los residuos generados.

2.4.1 Legislaciones de los residuos en Europa

Actualmente existen una variedad de directivas europeas que se encargan de definir las pautas para la gestión y tratamiento que se deben de tomar con los residuos. Una de las principales directivas es la “Directiva marco 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos”.

Esta directiva establece medidas que son destinadas a la protección del medio ambiente y la salud humana, mediante la mitigación de los efectos provocados por los residuos. La directiva explica que los residuos deben ser ordenados de manera que la prevención este primero, luego el reciclado, valorización y por último eliminación.

Norma que se extiende a ser una jerarquía política que tiene como fin reducir el impacto sobre el medio ambiente y la salud, de esta manera directamente mejora el uso de los recursos de la Unión Europea. Por tanto a largo plazo se reduciría la cantidad de residuos generados, promoviendo los residuos como recurso logrando niveles más elevados de reciclado y supresión segura de los residuos.



Figura 2.2 Jerarquía en la gestión de los residuos. Fuente: Upcommons.upc.edu

Los estados que pertenecen a la Unión Europea están comprometidos con adoptar las medidas necesarias para garantizar que los residuos se le aplique el tratamiento necesario para que no afecte el medio ambiente para cumplir con la Directiva, por esto deben de seguir estas pautas:

1. Los Estados miembros cumplirán con las medidas necesarias para garantizar que cualquier generador de residuos deben de realizar el tratamiento de residuos por cuenta propia, ya sea a través de una empresa o contratista de recolectores de residuos que se rijan por los artículos 4 y 13.
2. Como norma general cuando los residuos sean asignados desde el generador principal a la persona o empresa ya mencionada en el apartado anterior, tendrá la responsabilidad de realizar su operación de eliminación completa o de valorización.

3. Los Estados miembros tienen la potestad de elegir tomando en cuenta el artículo 8, que la responsabilidad de la entidad que gestione los residuos estará a cargos parcial o totalmente, y que podrán compartir esta responsabilidad con los productores de los residuos.
4. Los Estados miembros asumirán las medidas necesarias para garantizar que las empresas que recogen los residuos y transportan los mismos, lo hagan a instalaciones adecuadas de tratamiento para así respetar la disposición del artículo 13.

2.4.2 España: Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados

España como miembro de la Unión Europea se ha regido por esta directiva para crear la ley nacional de residuos. En este trabajo de investigación tocaremos el artículo 2, ámbitos en la que se aplica esta ley.

Esta ley es aplicada a todo tipo de residuos, con algunas exclusiones tales como: las emisiones a la atmósfera, los suelos no excavados durante las actividades de construcción, los residuos radiactivos, los explosivos desclasificados, materiales orgánicos agrícolas no peligroso.

Esta ley no es aplicable a los residuos citados a continuación, o son ya regulados por otras normas: aguas residuales, cadáveres de animales que hayan muerto

de forma distinta al sacrificio, residuos resultantes de la extracción, tratamiento o almacenamiento de recursos minerales. Los suelos contaminados se registrarán por el título V de los suelos contaminados.

2.4.3 Logística de la gestión de los residuos

La labor de la gestión de residuos se divide en cuatro etapas, estas son: la recogida y transporte, tratamiento de los residuos, reciclaje, eliminación. Este trabajo de investigación está centrado en la recogida y transporte para fines de comparación. Para la recogida de los residuos se debe tener en cuenta los factores tales como la frecuencia de la recogida, las capacidades de los camiones, capacidades de los contenedores, los horarios de recogida, cantidad de contenedores que se deben utilizar para cubrir la población de la zona.

Las novedades de la recogida de basura de Barcelona es el “BCNeta”, que son empresas que se han unido para gestionar los residuos de la zona metropolitana, estos disponen de 890 vehículos, con más de 26,500 contenedores. Todos los vehículos de recogida de residuos están controlados por un sistema GPS el cual provee a los encargados localización en tiempo real de los mismos; También de este mismo modo el sistema GPS les permite validar que los itinerarios asignados se cumplan.



Figura 2.3 Equipos utilizados en la recogida de residuos (Fuente: Web)

Barcelona, París, Hamburgo y Praga cumplen con los criterios de la jerarquía de residuos, emplean sistema de recogida por separado para la recogida de basura, teniendo en cuenta la clasificación de los residuos papel, residuos orgánicos, plásticos y metales. A este sistema le llaman las Cuatro-T empleando desde el 2011 aproximadamente.

2.5 Análisis de los sistemas de gestión de residuos sólidos implementados en América Latina

En la actualidad, la mayoría de los países latinoamericanos implementan el mismo tipo de sistema manual o geolocalizado, es decir, rutas y horarios ya establecidos para los diferentes sectores, regiones, provincias y estados. En este ámbito, se pueden apreciar diferencias en las maneras en que ejecutan sus procesos o las tecnologías que implementan para eficientizar, como pueden ser la implementación de GPS en los vehículos, plantas de reciclaje, educación ciudadana, entre otros.

Según el índice de ciudades en movimiento, los países de Latinoamérica más avanzados en la tendencia de las ciudades inteligentes son Argentina, México, Chile, Colombia, Costa Rica, Panamá, Guatemala, Ecuador, Brasil, Uruguay, Venezuela y República Dominicana que han incursionado en las tendencias de las smart cities en cualquiera de sus ámbitos (educación, economía, capital humano, gestión pública, movilidad y transporte, medio ambiente, planificación urbana, entre otros). Añadiendo en sus PGIRS las TIC's, entre estos encontramos los siguientes:

Argentina

Un ejemplo clásico para pensar las smart cities es el de la basura: la tecnología puede ofrecer una herramienta inmediatamente útil para mejorar su recogida. La firma argentina QuadMinds, por ejemplo, tiene un servicio de optimización de rutas de recogida de basura, que usa sensores instalados en los tachos para determinar si están llenos o no, y define el recorrido del camión para agilizar su ruta. **Sametband, Ricardo. (2017). Smart City Expo.**

Buenos Aires, Argentina, ha implementado el sistema detectivo utilizado en el proyecto de smart city implementado en Madrid, España.

Chile

Los sistemas integrados de identificación por radiofrecuencia se han potenciado en el sector del manejo de la basura. La identificación por radiofrecuencia trabaja con etiquetas que se colocan en los tachos de basura y un lector de RFID que

va en el camión de residuos, de manera que pueden ser rastreadas. De este modo, se puede saber cuándo y dónde se está recolectando la basura.

Este sistema permite trazar una ruta con el recorrido y conocer cuánta basura produce cada sector de la ciudad. A su vez, se instalan contenedores diferenciados de basura entre los que son destinados para material reciclable y los que no, permitiendo un avanzado control sobre las áreas que reciclan. **(Serrano, J.,2016).**

Chile optó por un sistema detectivo geolocalizado, que detecta y pronostica la producción de basura en diversas áreas, además de una separación manual realizada por las personas.

Colombia

Dos ciudades de Colombia, Ibagué y Santa Marta han recibido 130 contenedores inteligentes, que permiten una recogida de basura más eficiente. Funcionan de tal manera que avisan cuando están llenos y deben ser vaciados. Además, tienen una pantalla LED y ofrecen señal wifi. **(Sánchez, J., 2016).**

Colombia en su proyecto de smart city optó por utilizar un sistema detectivo, además de añadir una característica como brindar wi-fi a sus ciudadanos.

2.6 Sistemas de gestión de residuos sólidos en los ayuntamientos de República Dominicana

2.6.1 Ayuntamiento del Distrito Nacional

Considerando que la ley general de medio ambiente y recursos naturales (64-00) dice que los sistemas de recogida, tratamiento y limpieza, transporte y estado

final de los residuos sólidos no peligrosos es responsabilidad de los ayuntamientos, así como la normalización, manejo y prevención de la contaminación en relación a los residuos sólidos, dentro de sus territorios.

En el Distrito Nacional el sistema de aseo urbano tiene como meta la recogida, transporte, y estado final de los residuos sólidos no peligrosos tal como se estipula en la ley, los mismo generados por los residentes del Distrito Nacional. Los propósitos del manejo integral de residuos sólidos son:

La preservación de la salud pública evitando que se genere potenciales transmisores de enfermedades, el cuidado del medio ambiente entre esto la protección de las aguas, suelo y aire, evitar la contaminación visual, es decir residuos sólidos aglomerados de manera inadecuada afectando la imagen de la zona.

En el Distrito Nacional diariamente se recogen aproximadamente unas 2,100 toneladas de residuos sólidos efectuado por compañías privadas, empresas autorizadas, unidades propias del ayuntamiento y microempresas comunitarias, las cuales utilizan camiones compactadores y otros equipos.

2.6.2 Ayuntamiento de la República Dominicana

Considerando que el Artículo No. 199 de las Constitución de la República Dominicana establece que los municipios y los distritos municipales constituyen la base del sistema político administrativo local, son responsables de sus actuaciones, gozan de autonomía presupuestaria. Por esta razón los

ayuntamientos tienen la responsabilidad de promover el desarrollo sostenible de sus municipios, todo esto planificando sus acciones para lograr uso efectivo y eficiente de los recursos, evidentemente con la finalidad de incrementar la calidad de vida de los municipios.

Los municipios que constan con su ayuntamiento son los siguientes:

1. Ayuntamiento del Distrito Nacional. Su misión es “Ciudad de puertas abiertas, capital económica y cultural del Caribe, insertada en la sociedad del conocimiento, facilitadora de la equidad, la calidad de vida y el desarrollo humano”.
2. Ayuntamiento de Santo Domingo Este. Su misión es “Impulsar el desarrollo integral y la calidad de vida en el Municipio, gestionando la satisfacción de las necesidades básicas de la población mediante la administración racional y austera en el manejo de los recursos públicos y la gobernabilidad democrática en Santo Domingo Este”.
3. Ayuntamiento de Santo Domingo Norte. Su misión es “Convertir al Municipio Santo Domingo Norte en una ciudad ordenada y limpia, donde se promueva la cultura y el ecoturismo, en convivencia con el medio ambiente y el desarrollo humano sostenible”.

Otros ayuntamientos: Ayuntamiento de Moca, Ayuntamiento de Baní, Ayuntamiento Municipal Los Alcarrizos, Junta Municipal de Pantoja,

Ayuntamiento de Villa Tapia, Ayuntamiento Municipal de Barahona, Ayuntamiento de Salcedo, Ayuntamiento Municipal de Navarrete, Ayuntamiento Municipal de Cotuí, Ayuntamiento de Loma de Cabrera, Ayuntamiento de Castillo, Ayuntamiento Municipal de Yaguatero, Ayuntamiento de La Vega, Ayuntamiento de San José de las Matas, Ayuntamiento Municipio de Santiago, Ayuntamiento de San Juan de la Maguana, Ayuntamiento San Pedro de Macorís, Ayuntamiento de Sosúa, Ayuntamiento Municipal de San Francisco de Macorís, Ayuntamiento de Los Botados, Ayuntamiento de Sánchez, Ayuntamiento Municipal de Jaragua, Ayuntamiento Municipal de Castañuelas, Ayuntamiento de Cambita el Pueblecito, Ayuntamiento La Romana, Ayuntamiento de Puerto Plata, Ayuntamiento de Nagua, Ayuntamiento Municipal de Dajabón, Ayuntamiento Municipal de Villa González, Ayuntamiento Municipal Polo, Ayuntamiento Municipal de Boca Chica, Ayuntamiento Municipal de Pedernales, Ayuntamiento de Montecristi, Ayuntamiento Municipal de San Cristóbal, Ayuntamiento Municipal de Licey al Medio, Ayuntamiento Municipal de Hato Mayor del Rey, Ayuntamiento Municipal de Cabrera, Ayuntamiento Municipal de Bonao, Ayuntamiento de Samaná, Ayuntamiento Municipal de Guaymate, Ayuntamiento Municipal de Nizao, Ayuntamiento Municipal de Miches, Ayuntamiento Municipal de Neyba, Ayuntamiento Municipal Comendador, Ayuntamiento Municipal de Monte Plata, Ayuntamiento de San Gregorio de Nigua, Ayuntamiento Municipal de Jánico, Ayuntamiento Municipal de Puñal, Ayuntamiento Municipal de San Ignacio de Sabaneta, Ayuntamiento Municipal de Los Hidalgos, Ayuntamiento Municipal Gaspar Hernández, Ayuntamiento Municipal de Azua, Ayuntamiento Municipal de Duvergé, Ayuntamiento Municipal de La Ciénaga, Ayuntamiento Municipal de Partido, Ayuntamiento Municipal de

Cayetano Germosén, Ayuntamiento Municipal de Jimaní, Ayuntamiento Municipal de Constanza, Ayuntamiento Municipal Jima Abajo, Ayuntamiento de Las Matas de Santa Cruz, Ayuntamiento Municipal de Baitoa, Ayuntamiento Municipal de Tamboril, Ayuntamiento Municipal de Tamayo, Ayuntamiento Municipal de Los Bajos de Haina, Ayuntamiento Municipal de Tenares, Ayuntamiento Municipal de Laguna Salada, Ayuntamiento Municipal de Mella, Ayuntamiento Municipal de Jarabacoa, Ayuntamiento Municipal de Río San Juan, Ayuntamiento Municipal de Sabana Grande de Boyá, Ayuntamiento Municipal Villa Altagracia, Ayuntamiento Municipal de Bánica y Ayuntamiento de Hato del Yaque.

Estos municipios tienen el mismo tipo de gestión con variantes en las frecuencias, con rutas estáticas y que no se tienen conocimiento de si son óptimas o no; El sistema de la gestión es similar al del Distrito Nacional.

2.7 Conclusión

Al conocer los conceptos de lo que son los sistemas para la gestión de los residuos sólidos, es notoria la importancia que tiene realizar el análisis teórico de los sistemas de gestión de residuos sólidos, así como también conocer los tipos de sistemas que pueden ser aplicados para la gestión de residuos sólidos.

Analizando y estudiando los sistemas que se han implementado en Europa, y las legislaciones por la que se rigen, se ha realizado una comparativa de lo que se puede alcanzar a implementar en nuestro país, viendo sus facilidades, ventajas y factibilidad en República Dominicana específicamente sector Naco. A través de esto se puede entender la logística del sistema de gestión de residuos que se ha propuesto en este trabajo de investigación.

Por otro lado se ha presentado en este capítulo los ayuntamientos de las distintas provincias y los sistemas que tienen implementados en la actualidad, mostrando que los mismos tienen muchos puntos de mejorar para ser optimizados, en comparación con el del Distrito Nacional los sistemas que utilizan para la gestión de los residuos son muy similares, algunos con propuestas interesantes para alcanzar un avance en el tratamiento de los residuos. Sin embargo la propuesta presentada en esta investigación aporta avances significativos en el sistema de gestión de residuos.

CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS D.N.

Introducción

Para desarrollar y proponer un sistema para la gestión de residuos es mandatorio conocer los orígenes e historia del ayuntamiento del Distrito Nacional para conocer si el sistema ha madurado desde sus inicios viendo su organización y lo que ha cambiado a través de los años.

En este capítulo se presenta la organización estructural del aseo urbano, también los elementos que componen el sistema de recogida de residuos sólidos en el Distrito Nacional. Se evalúa también las rutas y las frecuencias en que se realiza la recogida de los residuos y el aseo urbano, para de este modo ver el sistema en general que es utilizado en el sector Naco.

3.1 Historia del ADN

El 26 de julio del 1801 se realizan unas votaciones para establecer una ley que regule la administración municipal, esta votación fue llevada a cabo por la Asamblea Central. En dicha ley se dispuso que en cada municipio existiese un ayuntamiento compuesto por un alcalde y 4 regidores.

Al proclamarse la Independencia de la República dominicana el 27 de febrero de 1844 y elaborarse la primera constitución inmediatamente los Trinitarios establecen la división del gobierno en Poder Legislativo, Poder Judicial, Poder Municipal y Poder Ejecutivo.

En el 1960 se genera una nueva reforma constitucional en la cual en su artículo 81 dictó que el Gobierno del Distrito Nacional y los municipios estarán a cargo de un ayuntamiento, por lo que el Consejo Administrativo del D.N. fue eliminado.

En el 1961 se dictó mediante la ley No. 5622 sobre autonomía municipal, mediante la cual los ayuntamientos comenzaron a trabajar realmente como gobiernos locales sin ser necesaria la intervención del presidente de la República o cualquier otro funcionario para realizar sus actividades.

El Ayuntamiento está considerado como una división Política Administrativa. Es un organismo de gobierno, integrado en la actualidad por 37 regidores, que constituyen el Concejo Municipal, que es el cuerpo legislativo y de fiscalización;

por el Síndico/a y el Vice síndico/a. El Síndico o Alcalde es el ejecutivo del gobierno local. (ADN, s.f)

3.2 Organización estructural

Organigrama Estructural del Ayuntamiento del Distrito Nacional

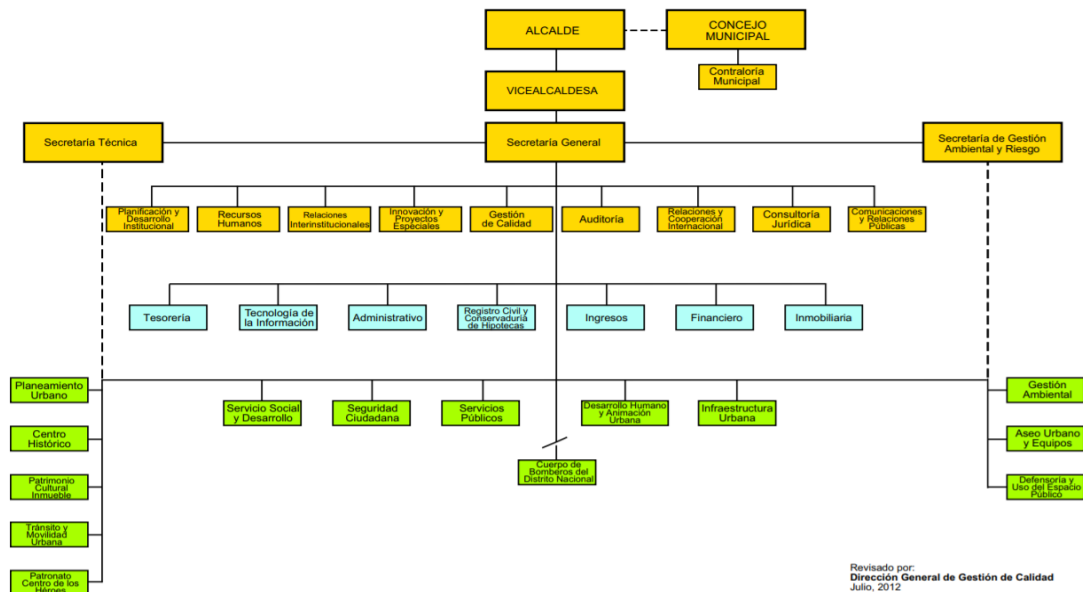


Figura 3.1. Organigrama estructural del ADN. Fuente: ADN

El Ayuntamiento del Distrito Nacional cuenta con 3 Secretarías, cada una con diferentes funciones:

- **Secretaría General:** Responsable de asistir a la Alcaldía en sus relaciones Político-Administrativas.
- **Secretaría Técnica:** Responsable de apoyar a la Alcaldía en los aspectos técnicos de sus funciones.
- **Secretaria de Gestión Ambiental y Riesgo:** Asistir al Alcalde en los aspectos relativos al medio ambiente y acciones en todos sus componentes y funciones.

Bajo la supervisión de estas 3 Secretarías se encuentran 26 direcciones institucionales que conjuntas desempeñan las funciones de cada Secretaría.

Cada dirección cumple con una o varias funciones específicas:

1. **Administrativa:** Responsable de organizar y programar las actividades administrativas del ADN, también se encarga de la conservación y control de los bienes de la Alcaldía.
2. **Dirección General Aseo Urbano y Equipos:** Responsable del mantenimiento del aseo y la limpieza de la ciudad.
3. **Auditoría:** Responsable de la verificación y control de las actividades económicas y financieras del ADN.
4. **Comunicación y Relaciones Públicas:** Responsable de la creación y seguimiento de campañas, propagandas, la difusión de informaciones, entre otras funciones.
5. **Consultoría Jurídica:** Responsable del asesoramiento Jurídico-Legal del ADN.
6. **Defensoría y Uso de Espacios Públicos:** Responsable de dar apoyo a la Alcaldía en la aplicación de normas sobre la defensa de los espacios públicos, áreas verdes, entre otros.
7. **Desarrollo Comunitario:** Responsable de la gestión de las juntas de vecinos y organizaciones base.
8. **Desarrollo Humano y Animación Urbana:** Responsable de promover actividades de educación ciudadana, animación urbana, solidaridad ciudadana, entre otros.

9. **Dirección de Gestión Ambiental:** Responsable de fomentar, crear programas y políticas públicas para mejorar la capacidad de planificación ambiental.
10. **Gestión de Calidad:** Responsable de dirigir, elaborar y coordinar políticas, programas, reglamentos, indicadores, normas, entre otros, para el control de la calidad para lograr cumplir con los objetivos de la Institución.
11. **Financiera:** Responsable de programar y asignar los recursos para la ejecución presupuestaria del ADN.
12. **Infraestructura Urbana:** Responsable de la auditoría de las construcciones y mantenimiento de las obras públicas, entre otras funciones.
13. **Ingresos:** Responsable del cobro de impuestos, rentas y toda clase de ingresos pertenecientes al ADN.
14. **Innovación y Proyectos Especiales:** Responsable de formular y evaluar proyectos innovadores de alto interés para la Institución.
15. **Mantenimiento y Obras Comunitarias:** Responsable del mantenimiento de las obras públicas, el drenaje pluvial, calles y aceras, señalizaciones y ordenamiento del tránsito, entre otras.
16. **Dirección de Patrimonio Cultural Inmueble:** Responsable de promover, asegurar y aplicar políticas para la protección del patrimonio cultural inmueble del D.N.
17. **Planeamiento Urbano:** Responsable del ordenamiento y control del territorio del D.N.

18. **Planificación y Desarrollo Institucional:** Responsable de la modernización del ADN.
19. **Recursos Humanos:** Responsable de la contratación, orientación, evaluación y entrenamiento del personal.
20. **Registro Civil y Conservaduría de Hipotecas:** Responsable del registro de ventas condicionales conforme a la Ley 483 sobre venta condicional de bienes muebles.
21. **Relaciones y Cooperación Internacional:** Responsable de asesorar a la Alcaldía sobre las normas en proyectos de cooperación y relaciones internacionales.
22. **Dirección de Seguridad Ciudadana:** Responsable de mantener la seguridad de los bienes y servicios del ADN.
23. **Servicios Públicos:** Responsable principalmente de la administración de mercados, cementerios y funerarias municipales, además del desarrollo de actividades relacionadas a los servicios públicos.
24. **Servicio Social y Desarrollo:** Responsable de la organización y ejecución de programas de bienestar social y el desarrollo del capital humano a través de cursos técnicos para la capacitación de los ciudadanos.
25. **Dirección de Tecnología de la Información:** Responsable de la gestión y desarrollo de la plataforma tecnológica del ADN.
26. **Tránsito y Movilidad Urbana:** Responsable de la organización vial en el D.N. (creación de rutas, señalizaciones, creación de programas para la regulación del tránsito, etc.).

Las funciones mencionadas anteriormente son algunas de las funciones principales de todas las direcciones.

3.3 Estructura de Aseo Urbano

3.3.1 Estructura organizacional

Como mencionamos anteriormente la Dirección de aseo urbano y equipos es la encargada de la limpieza y recogido de los residuos en el D.N. Este consta de 5 departamentos para realizar sus operaciones.

ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL ASEO URBANO Y EQUIPOS

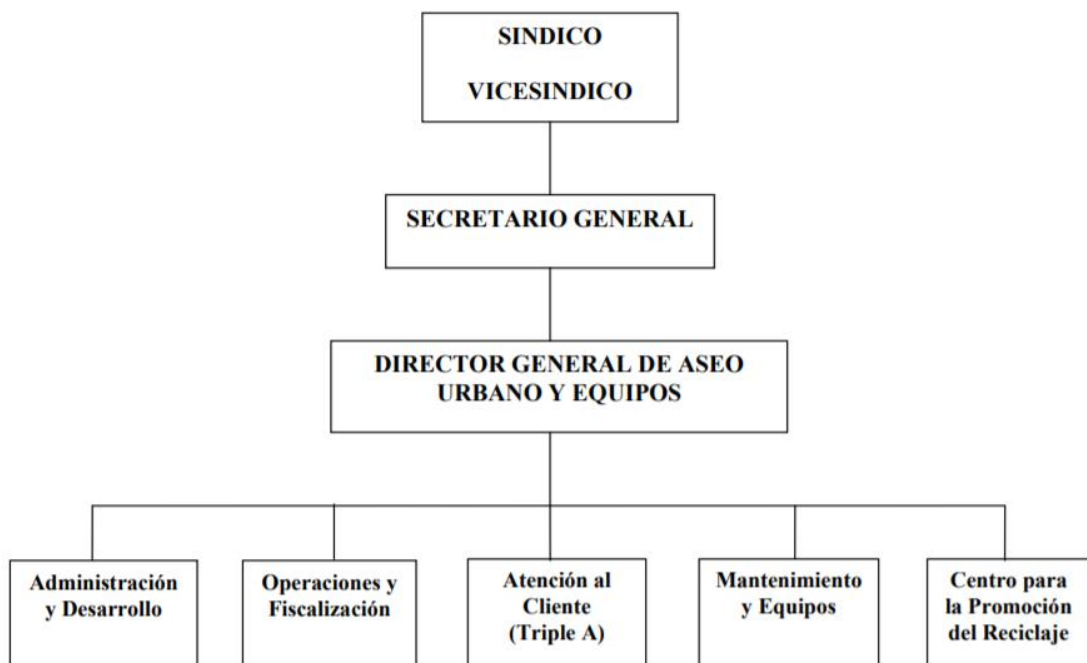


Figura 3.2. Organigrama estructural aseo urbano y equipos. Fuente: ADN.

El departamento de Administración y Desarrollo: se encarga la gestión, coordinación, planificación de las actividades del aseo de la ciudad y el recogido de residuos sólidos en el D.N.

Operaciones y Fiscalización: Se encarga de realizar las operaciones de aseo de la ciudad y el recogido de residuos sólidos en el D.N.

Atención al Cliente (Triple A): Este departamento brinda asistencia para el recogido de residuos sólidos de grandes empresas, que pagan una cuota al ADN para que este recoja los residuos generados por estas empresas.

Mantenimiento y Equipos: Este departamento se encarga de gestionar los vehículos, contenedores, entre otros equipos, y su respectivo mantenimiento.

Centro para la promoción del Reciclaje: Este departamento se encarga de la promoción y motivación para el reciclaje.

3.3.2 Elementos del sistema de recogida de residuos sólidos

Todo sistema consta de elementos de entradas y salida, y procesos, los que les permite categorizarse como un sistema. Los elementos del sistema de recogida de residuos sólidos en el D.N. se pueden apreciar en la siguiente figura.

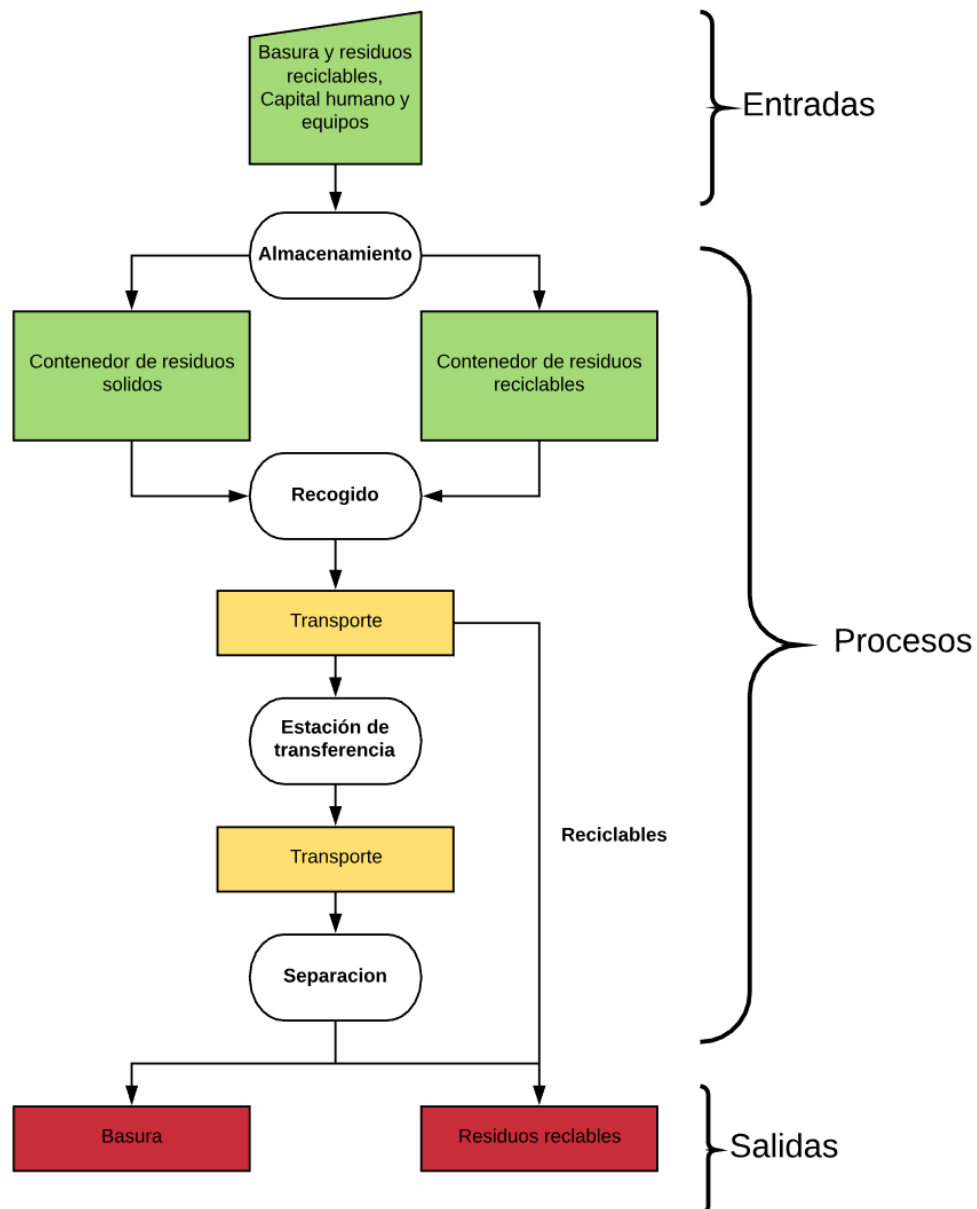


Figura 3.3. Elementos del sistema de gestión de residuos sólidos. (Construcción Propia)

Como se puede apreciar en la figura 3.3, los elementos de entrada del sistema de gestión de residuos sólidos son:

- **Basura y los residuos reciclables:** estos son generados por los domicilios y los mismos empleados del ADN encargados de la limpieza de las calles, aceras, parques, etc.
- **Capital humano:** en esta entrada se encuentra el personal responsable de realizar las labores de recogido y limpieza, conductores, recogedores, limpiadores, entre otros.
- **Equipos:** Los camiones y herramientas utilizadas para llevar a cabo el recogido, limpieza y almacenamiento.

Los elementos del proceso son:

- **Contenedor:** lugar en donde son depositados los residuos para su posterior recogida.
- **Almacenamiento:** en esto los residuos sólidos son depositados en 2 tipos de contenedores, los clasificados y los no clasificados.
- **Recogido:** Los camiones y recogedores recogen los residuos de los contenedores y los cargan en el camión.
- **Transporte:** el camión lleva los residuos a una estación de transferencia y de ahí otro camión lleva los residuos a la disposición final. Si los residuos ya están clasificados el camión procede a llevar estos a las diversas plantas de reciclaje de cada tipo de residuo (papel, plástico, metal, etc.).
- **Separación:** al llegar a la disposición final estos residuos son separados entre los que no tienen utilidad (basura) y reciclables.

Los elementos de salida son:

- Basura: estos residuos no tienen ninguna utilidad y se quedan en la disposición final (vertederos).
- Residuos reciclables: estos son los residuos aprovechables que se pudieron sacar de todo el proceso del sistema, estos son trasladados a las estaciones de reciclaje.

3.3.3 Rutas y horarios de la recogida de residuos

El siguiente cuadro muestra el porciento de la acumulación de basura en los distintos sectores del D.N. en base a este y otros datos estadísticos más se han establecido las rutas y las frecuencias de los recogidos.

Sector	Acumulación de basura
VILLA CONSUELO	79.20%
LA JULIA	74.30%
CIUDAD UNIVERSITARIA	72.50%
LOS PERALEJOS	7.40%
ALTOS DE ARROYO HONDO	7.40%
LOS RESTAURADORES	69.10%
HONDURAS DEL OESTE	68.10%
SAN CARLOS	63.90%
VILLA FRANCISCA	63.30%
LA ZURZA	62.60%
MIRAFLORES	58.90%
CRISTO REY	56.80%
VILLA JUANA	56.70%
GUALEY	56.50%
GENERAL ANTONIO DUVERGE	55.60%
ENSANCHE CAPOTILLO	51.30%

24 DE ABRIL	50.20%
PALMA REAL	49.50%
LOS RIOS	49.40%
NUESTRA SEÑORA DE LA PAZ	45.20%
NUEVO ARROYO HONDO	43.00%
MARIA AUXILIADORA	42.70%
EL MILLON	41.80%
RENACIMIENTO	4.50%
ENSANCHE ESPAILLAT	39.60%
DOMINGO SAVIO	39.20%
ARROYO MANZANO	37.00%
MATA HAMBRE	33.70%
ENSANCHE LUPERON	32.90%
30 DE MAYO	32.70%
JULIETA MORALES	32.60%
ENSANCHE LA FE	31.10%
CIUDAD COLONIAL	30.90%
HONDURAS DEL NORTE	30.40%
VILLA AGRICOLAS	30.40%
ENSANCHE NACO	3.40%
BUENOS AIRES (INDEPENDENCIA)	29.30%
LOS JARDINES	28.60%
SAN GERONIMO	28.20%
VIEJO ARROYO HONDO	25.40%
MEJORAMIENTO SOCIAL	24.60%
GAZCUE	24.20%
SIMON BOLIVAR	22.30%
LA ISABELA	20.70%
MIRADOR SUR	20.30%
PIANTINI	2.90%
LOS CACICAZGOS	2.70%
LOS PRADOS	19.90%
BELLA VISTA	15.30%
CACIQUE	14.90%
LA AGUSTINA	14.90%

MIRADOR NORTE	12.70%
ENSANCHE QUISQUEYA	11.50%
LA ESPERILLA	11.20%
PUERTO ISABELA	0.00%
PASEO DE LOS INDIOS	0.00%
JARDIN BOTANICO	0.00%
CERROS DE ARROYO HONDO	0.00%
PARAISO	0.00%
MIRAMAR	0.00%
TROPICAL METALDOM	0.00%
JARDINES DEL SUR	0.00%
ATALA	0.00%
CENTRO DE LOS HEROES	0.00%
CENTRO OLIMPICO	0.00%
JARDIN ZOOLOGICO	0.00%
SAN JUAN BOSCO	0.00%
CIUDAD NUEVA	0.00%
LA HONDONADA	0.00%
SAN DIEGO	0.00%

Tabla 3.1. Acumulación de basura por sector en el D.N. Fuente: ADN.

El Distrito Nacional se encuentra dividido en 3 circunscripciones, las rutas y horarios se encuentran establecidas.



¡AYÚDANOS A DERROTAR LA BASURA!

Conoce el **horario** en que
te toca **sacar la basura**



Sector	Días de sacar la basura	Horario
Sector Milloncito	Martes, Jueves y Sábados	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector Manganagua	Lunes, Miércoles y Viernes	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector Gerónimo	Lunes, Miércoles y Viernes	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector Restauradores	Martes, Jueves y Sábados	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector Naco Abajo	De Lunes a Sábados	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector Naco Arriba	De Lunes a Sábados	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector Paraíso	De Lunes a Sábados	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector Plantini	De Lunes a Sábados	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector Serralles	De Lunes a Sábados	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector El Vergel-La Esperilla	De Lunes a Sábados	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector Bella Vista Sur	De Lunes a Sábados	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector Bella Vista Norte	De Lunes a Sábados	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector El Manguito	De Lunes a Sábados	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector Ciudad Colonial	De Lunes a Domingos	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector San Miguel, San Lorenzo, Atarazana	De Lunes a Domingos	6:00 p.m./9:00 p.m.
Sector Ciudad Nueva-Gazcue Norte	De Lunes a Sábados	6:00 p.m./9:00 p.m.
Sector La Paz-Feria-Semillero-Bella Vista	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m.
Sector La Paz 2	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m.
Sector Centro de Los Héroes	De Lunes a Sábados	5:00 p.m.
Sector La Castellana	Martes, Jueves y Sábados	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector Julieta Morales	Lunes, Miércoles y Viernes	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector Ciudad Moderna	Lunes, Miércoles y Viernes	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector Las Praderas	De Lunes a Sábados	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector Ens. Quisqueya	De Lunes a Sábados	8:00 p.m.
Sector La Jabilla-Manguito-Los Praditos	De Lunes a Sábados	8:00 p.m.
Sector Los Prados	Lunes, Miércoles y Viernes	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector El Millón	De Lunes a Sábados	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector Fernández	Martes, Jueves y Sábados	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector Evaristo Morales	De Lunes a Sábados	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector El Millón Arriba	De Lunes a Sábados	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector Gazcue Sur	De Lunes a Sábados	8:00 p.m.
Sector Gazcue Norte	De Lunes a Sábados	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector Miraflores-Don Bosco	De Lunes a Sábados	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector San Carlos Sur	De Lunes a Sábados	5:00 p.m./8:00 p.m.
Sector San Carlos Arriba	De Lunes a Sábados	8:00 p.m.
Sector Renacimiento	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m.
Sector Mirador Sur	Martes, Jueves y Sábados	5:00 p.m.
Sector Mirador Norte	Martes, Jueves y Sábados	5:00 p.m.
Sector Los Cacicazgos- Oeste	Martes, Jueves y Sábados	5:00 p.m.
Sector Los Cacicazgos- Este	Lunes, Miércoles y Viernes	5:00 p.m.
Sector Ciudad Real	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m.
Sector Miramar	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m.
Sector AESA	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m.
Sector Praderas Verdes	Martes, Jueves y Sábados	8:00 p.m.
Sector Los Vientos-Buenos Aire del Mirador- Km 9 1/2	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m.
Sector Velazcasa	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m.
Sector Gacela	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m.
Sector José Contreras	De Lunes a Sábados	8:00 p.m.
Sector Roca Mar-Mata Hambre-Mar Caribe	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m.
Sector Residencial Doña Dilia	Martes, Jueves y Sábados	8:00 p.m.
Sector Sauce, Coral y Villa Alexandra	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m.
Sector Sandra I y II	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m.
Sector Mar Azul	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m.
Sector Marien Ofelia- Km. 8 1/2	Martes, Jueves y Sábados	8:00 p.m.
Sector Honduras	Martes, Jueves y Sábados	8:00 p.m.
Sector Costa Criolla-Km. 9 1/2	Martes, Jueves y Sábados	8:00 p.m.
Sector Los Jardines Del Sur	Martes, Jueves y Sábados	8:00 p.m.
Sector Tropical-Dominicanos Ausente	Martes, Jueves y Sábados	8:00 p.m.
Sector Nordesa	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m.
Sector Atala	Martes, Jueves y Sábados	8:00 p.m.
Sector Costa Caribe	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m.
Sector Atlántida	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m.
Sector Km. 8	De Lunes a Sábados	8:00 p.m.
Sector El Pedregal-Manreza	Martes, Jueves y Sábados	8:00 p.m.
Sector 30 de Mayo-Jardines del Caribe	Martes, Jueves y Sábados	8:00 p.m.
Sector San Miguel	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m.
Sector San José	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m.
Sector Cacique I-II-III	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m.
Sector Cacique IV	Martes, Jueves y Sábados	8:00 p.m.
Sector Invi	Martes, Jueves y Sábados	8:00 p.m.
Sector Alfimar-Las Acacias-Velazcasa	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m.
Sector Zona Universitaria	De Lunes a Sábados	8:00 p.m.

Figura 3.4. Rutas y horarios del recogido en la circunscripción 1 del D.N. Fuente: ADN.



¡AYÚDANOS A DERROTAR LA BASURA!

Conoce el **horario** en que
te toca **sacar la basura**



Sector	Días de sacar la basura	Horario
Sector La Esperanza	Lunes, Miércoles y Viernes	7:00 a.m./ 9:00 a.m.
Sector La Esperanza 2	Martes, Jueves y Sábados	7:00 a.m./ 9:00 a.m.
Sector Los Pinos De Los Ríos	Lunes, Miércoles y Viernes	6:00 a.m./ 8:00 a.m.
Barrio Azul de Los Ríos	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector La Agustinita	Lunes a Sábados	7:00 a.m./ 9:00 a.m.
Sector Perantuem	Miércoles y Sábados	6:00 a.m./ 8:00 a.m.
Sector La Yuca de Los Ríos	Lunes a Sábados	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Av. Circunvalación	Lunes a Domingos	7:00 a.m./ 9:00 a.m.
Sector Cristo Rey 1	Domingos a Viernes	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector Cristo Rey 2	Domingo a Viernes	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector Los Girasoles	Lunes a Sábados	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector Yaguita	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector Ensanche Kennedy	Lunes a Sábados	7:00 a.m./ 9:00 a.m.
Sector Puerto Isabela	Martes, Jueves y Sábados	7:00 a.m./ 9:00 a.m.
Sector Palma Real y Don Panchito	Lunes y Jueves	7:00 a.m./ 9:00 a.m.
Sector Los Jardines	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector Los Peralejos	Domingos a Viernes	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector La Fe 1	Domingos a Viernes	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector La Fe 2	Domingos a Viernes	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector El Claret	Lunes a Sábados	7:00 a.m./ 9:00 a.m.
Sector Fundación	Lunes a Sábados	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Urbanización Los Ríos	Martes, Jueves y Sábados	6:00 a.m./ 8:00 a.m.
Sector Arroyo Manzano	Miércoles y Sábados	7:00 a.m./ 9:00 a.m.
Sectores Los Rosas y Villa María	Lunes a Sábados	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector Villa Marina	Lunes, Miércoles y Viernes	6:00 a.m./ 8:00 a.m.
Sector La Hondonada	Lunes a Sábados	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector Carmen María	Martes, Jueves y Sábados	6:00 a.m./ 8:00 a.m.
Sector Cuesta Hermosa 3	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector Cuesta Brava 2	Miércoles y Sábados	7:00 a.m./ 9:00 a.m.
Sectores Los Caminos, Las Auroras y Apolo 1	Lunes, Miércoles y Viernes	7:00 a.m./ 9:00 a.m.
Sector Nuevo Arroyo Hondo	Martes, Jueves y Sábados	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector Villa Amanda	Miércoles y Sábados	6:00 a.m./ 8:00 a.m.
Sector Villa Claudia La Ceiba	Martes y Viernes	7:00 a.m./ 9:00 a.m.
Sector Puerta de Hierro	Martes y Sábados	7:00 a.m./ 9:00 a.m.
Sector Cuesta Hermosa 1	Lunes, Miércoles y Viernes	6:00 a.m./ 8:00 a.m.
Sector Arroyo Hondo 2	Domingos, Martes y Jueves	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector Don Honorio	Domingos y Miércoles	7:00 a.m./ 9:00 a.m.
Sector Coplan 1 y 2	Lunes, Miércoles y Viernes	7:00 a.m./ 9:00 a.m.
Sector Colinas del Seminario	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector Colinas de los Ríos	Domingos a Viernes	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector Ciudad Real 2	Domingos a Viernes	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector Ciudad Real 1	Lunes, Miércoles y Viernes	6:00 a.m./ 8:00 a.m.
Sector Brisas del Norte	Martes y Sábados	6:00 a.m./ 8:00 a.m.
Sector Cerros de Arroyo Hondo	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector Arroyo Hondo Viejo	Domingos a Viernes	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector Arroyo Hondo 3	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector Altos de Arroyo Hondo	Martes, Jueves y Sábados	7:00 a.m./ 9:00 a.m.
Sector Cuesta Hermosa 2	Martes, Jueves y Sábados	6:00 a.m./ 8:00 a.m.
Sector La Agustina	Lunes a Sábados	7:00 a.m./ 9:00 a.m.
Sector Gala-Constelación	Domingos, Martes y Jueves	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector La Meseta, Proyecto 1 y 2	Miércoles y Sábados	6:00 a.m./ 8:00 a.m.
Sector Santa Rita-La 40 Cristo Rey	Domingos y Viernes	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector El Caliche, Cristo Rey	Lunes a Sábados	7:00 a.m./ 9:00 a.m.
Sector La Ceiba	Lunes y Jueves	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector El Condado	Lunes y Jueves	7:00 a.m./ 9:00 a.m.
Sector La Aldaba	Martes, Jueves y Sábados	6:00 a.m./ 8:00 a.m.
Sector Los Pinos de Arroyo Hondo	Lunes, Miércoles y Viernes	6:00 a.m./ 8:00 a.m.

Figura 3.5. Rutas y horarios del recogido en la circunscripción 1 del D.N. Fuente: ADN.



¡AYÚDANOS A DERROTAR LA BASURA!

Conoce el **horario** en que
te toca **sacar la basura**



Sector	Días de sacar la basura	Horario
Sector Villa Francisca	Lunes a Sábados	8:00 p.m.
Sector Ensache Luperón Oeste	Lunes, Miércoles y Viernes	8:00 p.m.
Sector Ensache Luperón Este	Martes, Jueves y Sábados	8:00 p.m.
Sector Ensache Espaillat	Lunes a Sábados	8:00 p.m.
Sector Simón Bolívar	Lunes a Sábados	8:00 p.m.
Sector Villa María	Lunes a Sábados	8:00 p.m.
Sector Capotillo	Lunes a Sábados	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector Ensanche Capotillo	Lunes a Sábados	8:00 p.m.
Sector Villas Agrícolas Sur	Lunes a Sábados	8:00 p.m.
Sector Villas Agrícolas Norte	Lunes a Sábados	8:00 p.m.
Sector La Zurza	Lunes a Sábados	8:00 p.m.
Sector Los Guandules	Lunes a Sábados	8:00 p.m./ 10:00 p.m.
Sector La Ciénaga	Lunes a Sábados	8:00 p.m.
Sector Villa Consuelo Norte	Lunes a Sábados	8:00 p.m.
Sector Villa Consuelo Sur	Lunes a Sábados	8:00 p.m.
Sector Mejoramiento Social-Villa María	Lunes a Sábados	8:00 p.m.
Sector María Auxiliadora-27 de Febrero	Lunes a Sábados	8:00 p.m.
Sector 27 de Febrero	Lunes a Sábados	8:00 p.m.
Sector Villa Juana 1	Lunes a Sábados	8:00 p.m.
Sector Villa Juana 2	Lunes a Sábados	8:00 p.m.
Sector 24 de Abril-Simón Bolívar-Gualey	Lunes a Sábados	8:00 p.m.

Figura 3.6. Rutas y horarios del recogido en la circunscripción 3 del D.N. Fuente: ADN.

Como podemos apreciar hay sectores en los cuales aunque tienen un recogido diario como Villa Consuelo, tienen una acumulación de basura superior al 70%, lo que nos quiere decir que las rutas y horarios establecidos no son óptimos y requieren un cambio urgente.

3.4 Sistema de gestión de residuos sólidos

El sistema de gestión de residuos sólidos del D.N. es un sistema de gestión de residuos sólidos geolocalizados, es decir sus camiones tienen instalados un GPS para asegurarse de que estos cumplen con las rutas establecidas. Su forma de trabajo se muestra en la siguiente figura:

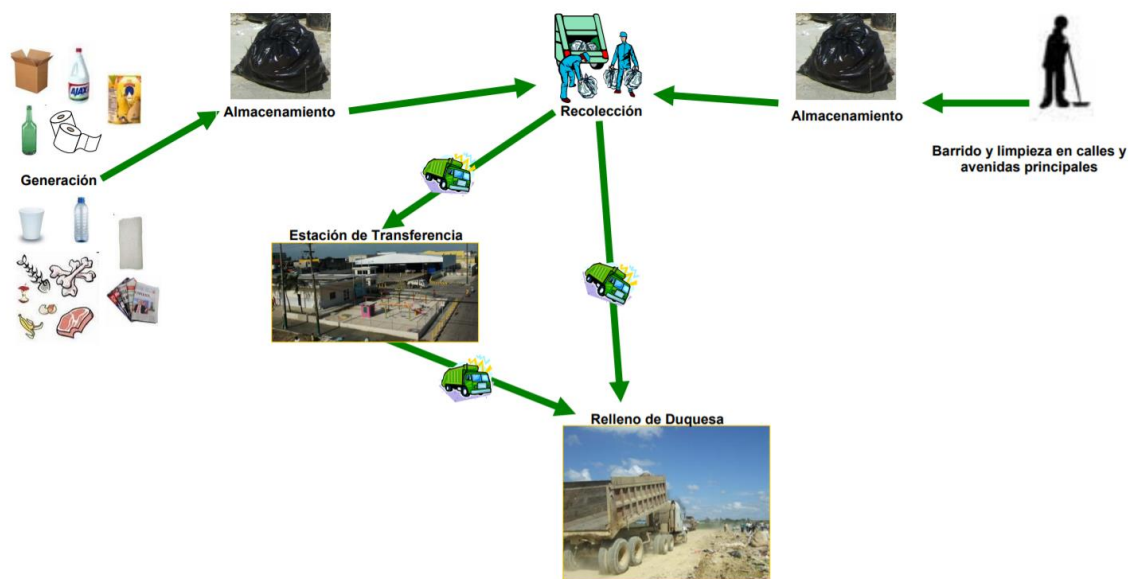


Figura 3.7. Flujo de residuos en el D.N. Fuente: ADN.

El sistema de recogido del D.N. cumple con todos los requisitos que un PGIRS debe tener, además de cumplir con las normas estipuladas en la Ley 64-00 sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Fiscalización

“El servicio de recogida está subcontratado en más de un 90%, como pudimos observar en el cuadro de los actores de aseo, por tanto, la operación de un sistema de fiscalización, garantiza un mejor servicio de recogida y la identificación de oportunidades de mejoras del mismo.

La Dirección General de Aseo Urbano y Equipos cuenta con 20 fiscalizadores de aseo, que día a día recorren las calles del Distrito Nacional, con el fin de verificar en el terreno que las empresas estén cumpliendo sus responsabilidades contractuales en las rutas asignadas.

En apoyo a los fiscalizadores, se estableció un sistema para rastrear las unidades de recogida vía GPS, que nos sirve para ver la ubicación exacta y rastreo de recorridos de los camiones, el monitoreo de la velocidad, aviso por exceso de velocidad, aviso por traspaso de zonas predeterminadas, reportes detallados de hasta 6 (seis) meses, entre otros reportes importantes que nos brinda esta herramienta.” (ADN, 2019).

3.5 Conclusión

Al finalizar este capítulo se dan a conocer el trasfondo de la estructura del aseo urbano en el Distrito Nacional, se definen las razones por la cual se establece la estructura como se tiene en la actualidad en el Distrito Nacional. Se muestra la estructura organizacional del ayuntamiento, los elementos del sistema de recogida, las rutas y horarios establecidos, por lo que se tiene una visión amplia de la frecuencia en la recogida de basura.

Gracias a la información recolectada en este capítulo, podemos justificar las necesidades y oportunidades de mejora que tiene el sistema de gestión de residuos del Distrito Nacional, el sistema actual es un geolocalizado por lo que lo más novedoso que tienen es ver la ubicación de los camiones por los GPS, para suponer un cumplimiento de las rutas; Por otro lado el sistema que se propone en este trabajo de investigación realiza análisis y determina las rutas óptimas por la que debería de pasar el camión según el llenado de los contenedores.

CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE RECOGIDA DE RESIDUOS SÓLIDOS

Introducción

Por naturaleza humana las personas suelen resistirse a los cambios y esto es una afirmación en la que no quedan exentas las instituciones, ya sea de origen privadas o públicas. por tal razón es mandatorio presentar las ventajas, conceptos y beneficios los cuales hacen factible la automatización del proceso de recogida de residuos sólidos en el Distrito Nacional.

Para cumplir con la motivación de asumir nuevos conceptos y cambios, en este capítulo se evidencian las ventajas y riesgos de la automatización, así como las buenas prácticas de la automatización de procesos, todo esto haciendo comparaciones a lo que se tiene en el sistema actual. Se expone las características innovadoras que se adquieren al adoptar el producto propuesto, los costos que conllevan y la reducción de costo que se alcanzaría mediante la puesta en marcha del sistema presentado.

Este capítulo tiene enfoque en el análisis de la factibilidad ya sea en el área técnica y operativa. Además de contener los resultados analizados de la encuesta realizada a los residentes del sector a investigar, de este modo se puede conocer la necesidad del sistema propuesto en este trabajo de investigación. Además de la evaluación del nuevo sistema, las consideraciones de mejorar del sistema actual, se ha recopilado informaciones tales como la frecuencia de la recogida de basura y la satisfacción de los residentes respecto al periodo en que se recoge los residuos en el sector Naco.

4.1 Antecedentes de la automatización de proceso

4.1.1 Proceso

Debido a que los procesos son una serie de pasos secuenciales llevando un orden lógico para así lograr ejecutar una acción de manera correcta, el hombre siempre ha buscado la manera de realizar atajos para reducir los pasos de esta secuencia con el fin de optimizar recursos tales como el tiempo.

Esto ha llevado incluso a desarrollar una rama que gestione los procesos en el ámbito administrativo, afectando de manera indirecta a las demás áreas.

Según (Ponjuán 2005) un proceso es: “Un Conjunto de actividades interrelacionadas que transforman elementos de entrada en los elementos de salida. Los recursos pueden incluir personal, instalaciones, equipos, técnicas, métodos, información y otros.” Sin embargo (Pall 1987), define un proceso como: “Organización racional de personas, materiales, energía, equipos y procedimientos en actividades concebidas para producir un resultado final específico.”

4.1.2 Automatización

La automatización de un proceso se entiende por la ejecución de una tarea ya sea de cualquier ámbito, en hacerlas más sencillas y en su defecto más rápida, todo esto con la finalidad de hacer las cosas más sencillas para el hombre. El día a día el ingenio y la creatividad del ser humano han hecho que se evolucionen el automatismo para facilitar las cosas, obteniendo así los beneficios de esto en distintos ámbitos de la vida.

Merriam Webster (2005) afirma una interesante definición de automatización: “método de controlar automáticamente la operación de un aparato/artefacto, proceso o sistema integrado por diversos componentes a través de medios mecatrónicos/electrónicos y computacionales que sustituyen los órganos sensitivos y la capacidad de decisión del ser humano” (ST Derby, pp. 8).

La automatización es la reducción de mano de obra, y utilizar los recursos necesarios sin desperdiciarlos. Y la aplicación de sistemas mecánicos y electrónicos y de bases computacionales para operar y controlar la producción. (Carrillo, Vázquez, 2008:13).

En análisis de los conceptos anteriores podemos determinar que la automatización es un método de realizar una tarea reduciendo los esfuerzo e intervenciones humanas a través de medios mecánicos o electrónicos con la finalidad de optimizar los recursos tiempos, humanos y monetarios.

4.1.3 Antecedentes

Desde los inicios el hombre ha intentado reducir los esfuerzos, entre esto la construcción de máquinas inteligentes con la idea de que puedan realizar los trabajos con cierto grado dificultad, simplificando y haciendo sus vidas más simples.

A lo largo de este proceso de aprendizaje sobre el desarrollo de máquinas inteligentes en la historia se pueden destacar dos hechos específicos donde se ven marcada la automatización. Estos son:

En el 1805 el suizo Henri Maillardet creó una muñeca mecánica capaz de hacer dibujos, utilizando una serie de enganches o levas los cuales eran utilizados para el proceso de escribir y dibujar de la muñeca.

En los años 1990 y 2000 La compañía Ford logró automatizar el proceso de producción mediante el uso de la división de tareas, la especialización del trabajo y la inclusión de las máquinas, esto provocó que los tiempos de producción de un automóvil fueran menor al igual que el costo y las personas involucradas en su producción.

En algún punto de la historia el hombre se percató que la automatización de tareas no solo hacía fácil actividades en el ámbito individual, sino que también podía ser aplicado para mejorar la producción en el ámbito industrial y tecnológico; A partir de ese punto se inician los estudios de la automatización, es uno de los campos de ingeniería con mayor desarrollo y mejores tecnologías aplicables al mismo, todo esto sin perder de vista el objetivo primordial que ha movido a la automatización, el cual es reducir el trabajo del hombre y producir mayores ganancias en la industria.

4.2 Buenas prácticas en la automatización de proceso

La automatización de procesos toma una tarea específica mejorándola hasta el punto de convertirla en una actividad totalmente automatizada o semi automática combinada con una intervención mínima del ser humano, para alcanzar efectividad en estas tareas automatizadas se crean una serie de pasos a seguir denominados “Buenas prácticas de la automatización”. Entre estos pasos se destacan los siguientes:

Se debe definir metas específicas de automatización para medir el ROI (Retorno de Inversión).

Elegir el proceso correcto para automatización de un proceso.

Se debe involucrar a todo el personal responsable de la tarea en el proceso de automatización. Todo proceso que involucre automatización es un cambio drástico en la organización, en algunos casos esto provoca una resistencia por parte de los empleados.

Asegurarse de establecer los roles y las jerarquías.

Se debe escoger la herramienta adecuada. La herramienta para utilizar es de gran importancia ya que la misma representa el primer peldaño para obtener resultados que satisfagan el o los procesos automatizados.

4.3 Ventajas y riesgos de la automatización de procesos

La automatización de procesos se aplica para crear ventajas en el campo que se esté aplicando, ya sea en el empresarial, industrial o personal. El proceso de automatización brinda una gran cantidad de ventajas para asegurar la satisfacción de quienes la aplican en el sector empresarial, entre estas ventajas podemos enumerar las siguientes:

- Optimización de recursos. Automatizar los procesos reduce significativamente los costes operativos de una empresa, la producción automatizada puede prescindir de la operatividad de personal humano y los costes de materia prima también reducen.

- Aporta agilidad a las tareas. La automatización de procesos se traduce en reducción de los tiempos de producción, gestión y administración.
- Reducción de errores. Los procesos automatizados no son afectados por los errores humanos, aumentando exponencialmente la eficiencia y la productividad, todo esto ejecutado con el mínimo esfuerzo y reducción el tiempo.
- Mayor visibilidad y análisis. La automatización de procesos apalanca la recogida de datos y el tratamiento de los mismos. Los datos obtenidos de los flujos de trabajos automatizados pueden ser utilizados para analizar y observar lo que se puede mejorar de los resultados obtenidos, este tratamiento puede ser llevado al nivel de “minería de datos” y ser usados para tomar decisiones.
- Ventaja Competitiva. Las empresas que aplican procesos automatizados son capaces de adaptarse a las demandas del mercado de forma mucho más sencilla, por consecuencia lógica cubren sus objetivos en tiempos más reducidos.

Aun teniendo un sin número de ventajas la adopción de procesos automatizados, existen algunos riesgos o desventajas que pueden ser encontrados en la automatización de procesos de las empresas. Por naturaleza humana todos nos resistimos al cambio ya sea por costumbre, o por qué se entiende que lo que funciona ya no puede mejorar, las empresas no quedan exentas de estos paradigmas. Entre los riesgos que se pueden identificar en la automatización de una empresa son:

- Costos de inversión. La implementación de sistemas que automaticen procesos implica de una inversión inicial considerable, lo que obliga a los interesados a evaluar los beneficios que se generan al automatizar un proceso.
- Exclusión de recursos humanos. La automatización sin duda reduce la necesidad del uso de algunos colaboradores, por lo que ocasiona despido y estos despidos trae descontento a los recursos humanos que quedan en las empresas; No obstante existe la necesidad de entrenar el personal para la adopción de un sistema automatizado.
- Fallos en la implementación. Como todo proceso de actualización es necesario realizar análisis previos de la estructura actual y de la estructura que se quiere lograr al aplicar automatización de procesos. Existen casos donde el cambio se convierte en cosas dolorosas por no evaluar el sistema y tener una estrategia de acción.

En esta investigación se presenta un sistema automatizado para la recogida de basura en el sector Naco del Distrito Nacional, cuyo sistema pretende agilizar y efficientizar el aseo de dicho sector.

4.4 Situación Actual

El ayuntamiento del Distrito Nacional actualmente no cuenta con un sistema en el cual puedan automatizar el aseo urbano, por lo que deben de regirse por las pautas establecidas del macro análisis que han establecido a través de las experiencias del día a día.

Los recorridos o rutas que tiene establecidas el ADN en el sector Naco fueron diseñadas en el año 2007, estas rutas se obtuvieron del “Plan Maestros de Manejos de Residuos Sólidos”, y bajo estas rutas es que los responsables de la recogida de residuos actúan. Es decir que no se ha tomado en cuenta las variaciones que se pudieron efectuar en este periodo de tiempo en el sector Naco en cuanto a la producción de residuos, lo que evidencia que en la actualidad se podrá percibir deficiencia en el aseo del sector.

Es claro que para optimizar la recogida de residuos en el Sector Naco el ADN debe de tener un control de las frecuencias con las que se llenan los contenedores, las rutas que debería de actualizar con el fin de optimizar las misma, de este modo el aseo podrá ser controlado y en base a los resultados obtenidos tomar decisiones. Este control lo pueden lograr adoptando un sistema en el que se pueda monitorear los contenedores del sector, los cuales notificará y suministrarán datos para mantener actualizadas las rutas óptimas para los encargados de la recogida; Todo esto sin mencionar las ventajas que traen consigo la automatización de una empresa.

4.5 Estudio De Factibilidad

En la actualidad los ayuntamientos de la República Dominicana no cuentan con un sistema informático automatizado que ayude al personal en las labores del proceso de recogida de residuos sólidos, por esta razón se propone en esta investigación el análisis y diseño de un sistema para la gestión de residuos sólidos utilizando contenedores inteligentes que permitan automatizar dicho proceso. El desarrollo e implementación de esta propuesta mencionada en la investigación pretende abarcar las necesidades de gestión, coordinación y

administración de la recogida, las rutas y los camiones, ofreciendo una herramienta que permite al ADN y posteriormente a los demás ayuntamientos velar por la correcta implementación, validación y mantenimiento de este sistema.

Hoy por hoy, el proceso de recogida se realiza de forma manual por el personal de los ayuntamientos, esta forma de realizar el proceso puede producir errores en la generación de datos estadísticos, deficiencia en las rutas, contaminación, aumento de los costos, entre otros, los cuales pueden generar pérdidas monetarias, de información y de tiempo.

4.5.1 Innovación del producto propuesto

Los sistemas de gestión de residuos sólidos existentes en la República Dominicana hasta el momento siguen trabajando de manera manual, diseñando las rutas y la asignación de camiones (cantidad y frecuencia con que pasan) en base a datos estadísticos sobre generación de residuos en los diversos sectores, estos datos al no ser datos en vivo suelen eficientizar el proceso ya que puede haber una variante en los nuevos datos que se están recolectando pero no son utilizados hasta que se saca una estadística después de un periodo de tiempo o se suelen modificar las rutas o aumentar la frecuencia de los camiones por quejas de las asociaciones de vecinos de los diferentes sectores.

La implementación de un sistema informático en conjunto a los contenedores inteligentes permite a los ayuntamientos eficientizar el proceso de recogida permitiéndoles ver los datos en tiempo real, de esta manera se pueden estudiar

los comportamientos de generación de residuos en las diferentes fechas del año, y asignar una cantidad de vehículos para estas, además de que las rutas son establecidas por el sistema optimizando estas para que el recorrido del camión sea el más rápido, además de ahorrar el pasar por zonas que no han desechado residuos. Esta innovación tecnológica permite avanzar en la tendencia de las Smart Cities, aumentando en gran medida la puntuación en el aspecto de los servicios públicos, lo que le daría un reconocimiento a la República Dominicana.

4.5.2 Reducción de costos

Al automatizar el proceso de la recogida de los residuos sólidos utilizando contenedores inteligentes logrará reducir los costos de realizar esta operación por cálculos manuales (el sistema indicará las rutas y horarios óptimos), se reducirán los costos de mantenimiento vehicular, transporte y limpieza de calles y aceras.

4.5.3 Análisis de Factibilidad técnica

La implementación de un sistema de gestión de residuos sólidos utilizando contenedores inteligentes es técnicamente factible por las siguientes razones:

- La implementación de este sistema permitirá a todo el personal autorizado y entrenado de La Dirección de Aseo Urbano y Equipos analizar los datos en tiempo real desde cualquier dispositivo con internet y desde cualquier lugar donde se encuentren.
- Gracias a los programas **Santo Domingo soy yo** y **Cuido mi barrio** la integración de contenedores inteligentes es más sencilla para los ciudadanos.

- Se pueden adaptar los contenedores actuales con un kit de sensores.
- Todos los actores del sistema cuentan con personal capacitado para ejecutar estos procesos, este mismo personal actualmente realiza los procesos de manera manual.
- El ADN ya cuenta con un departamento de tecnología el cual podría fungir como administrador del sistema propuesto.

4.5.4 Análisis de Factibilidad económica

La implementación de un sistema de gestión de residuos sólidos se califica como factible en términos económicos, ya que:

- Disminuye los costos de mantenimiento de los camiones.
- Reduce los costos de transporte.
- Disminuye los costos de limpieza de las calles y aceras.
- Disminuye el costo de contratación de personal temporal como ayuda en el proceso de la recogida de residuos sólidos.
- Disminuye el costo de personal responsable de gestionar las rutas de los camiones.

4.5.4.1 Análisis de costo-beneficio

La implementación del sistema propuesto requiere una inversión inicial por parte del ADN para el pago de los equipos, servidores, herramientas y recursos humanos, a continuación se muestra la inversión inicial.

Recursos humanos			
Cantidad	Posición	Costo mensual	Costo total

1	Administrador del proyecto	RD\$90.000,00	RD\$360.000,00
1	Diseñador Gráfico	RD\$40.000,00	RD\$160.000,00
1	Ingeniero de Software I	RD\$60.000,00	RD\$240.000,00
1	Ingeniero de Software II	RD\$70.000,00	RD\$280.000,00
1	Ingeniero de Software III	RD\$80.000,00	RD\$320.000,00
1	Ingeniero de Calidad I	RD\$70.000,00	RD\$280.000,00
1	Ingeniero de Calidad II	RD\$80.000,00	RD\$320.000,00
1	Administrador de base de datos	RD\$80.000,00	RD\$320.000,00
1	Ingeniero de Sistemas	RD\$50.000,00	RD\$200.000,00
2	Ingeniero Electrónico	RD\$50.000,00	RD\$400.000,00
4	Técnico de instalación	RD\$24.000,00	RD\$384.000,00
Totales		RD\$694.000,00	RD\$3.264.000,00

Tabla 4.1 Gastos de recursos humanos (Construcción propia)

El tiempo estimado para el desarrollo e implementación del proyecto propuesto en esta investigación es de 4 meses, lo que genera un costo total de RD\$6.528.000,00 para el pago de los recursos humanos.

Cotización de equipos y herramientas			
Descripción	Cantidad	Precio/unidad	Precio total
SERVIDOR HP PROLIANT DL120 G9 1U RACK, XEON E5-2603 V3 1.60GHZ, 16GB DDR4, NO INCLUYE DISCOS, 6GB/S SAS RAID, SUPPORTED.	1	RD\$65.456,58	RD\$65.456,58
2019 Dell Inspiron 15 5000 5570 15.6" Full HD Touchscreen (1920x1080) Laptop (8th Gen Intel Quad-Core i5-8250U, HDMI, Wi-Fi AC, RJ-45, Windows 10)12GB RAM DDR4, 256GB SSD	12	RD\$37.460,98	RD\$449.531,76
Microsoft Visual Studio Community 2017	3	RD\$0,00	RD\$0,00

Contenedores 4 Ruedas 660 Litros Medidas: 784x1370x1215 mm	50	RD\$10.893,50	RD\$544.675,00
Quatro sensor GPRS	50	RD\$13.126,64	RD\$656.332,00
Plan postpago internet 5GB + navegación ilimitada @512Kbps Altice (chip)	50	RD\$539,00	RD\$323.400,00
Creative Cloud (Photoshop e Illustrator)	1	RD\$3.441,49	RD\$13.765,96
Project Online Essentials	1	RD\$354,38	RD\$1.417,52
Totales	168	RD\$131.272,57	RD\$2.054.578,82

Tabla 4.2 Cotización equipos y herramientas (Construcción propia)

El costo del plan postpago de internet está cotizado para un año (tiempo del plan piloto), los planes de creative cloud y Microsoft project están cotizados para 4 meses (tiempo del desarrollo del sistema), la cantidad de contenedores es un estimado para un plan piloto y está sujeta a los cambios que decida el ADN en su implementación.

Costo total del desarrollo del proyecto	
Concepto	Costo
Gastos de equipos y herramientas	RD\$2.054.578,82
Gastos de personal	RD\$3.264.000,00
Contingencia (10%)	RD\$531.857,88
Total	RD\$5.850.436,70

Tabla 4.3 Costo total del desarrollo del proyecto (Construcción propia)

El costo planteado en la tabla 4.3 para el proyecto no contempla el presupuesto del ADN, por lo tanto, los costos de desarrollo e implementación pueden variar de acuerdo los recursos disponibles en la empresa.

4.5.5 Análisis de Factibilidad Operativa

La implementación de un sistema de gestión de residuos sólidos es operativamente factible el ADN ya que:

- Los datos de generación de residuos sólidos serían más claros, mejor definidos y conocidos por todo el personal involucrado en el proceso de la recogida de desechos.
- Se facilitará el proceso de asignación de camiones a las rutas de acuerdo a los datos de producción de residuos sólidos de la zona.
- El tiempo empleado en la planificación de rutas y horarios se reducirá debido a que el sistema proporcionará los datos e identificará las rutas óptimas para el recogido.

4.5.6 Estudio De Mercado

Actualmente en la República Dominicana no existe ningún sistema de gestión de residuos sólidos que utilice contenedores inteligentes y permita a los ayuntamientos la automatización de este proceso, esta situación trae como consecuencia que el proceso de la recogida de los residuos sólidos y los procesos que lo apoyan se sigan realizando de manera manual.

Este es un mercado sin explorar en la República Dominicana por lo cual algunas empresas y el ADN podrían motivarse a invertir en esta área de tecnología de punta.

4.6 Aspectos Técnicos y Sociales

La implementación de un sistema para la gestión de residuos sólidos mediante la aplicación y uso de contenedores inteligentes con el fin de optimizar las rutas que se realizan para la recogida de basura en el sector Naco, esto realizan un aporte significativo en el aseo urbano, por lo que este sistema pretendo contribuir a nivel social colocando al ADN entre la provincia con el mejor proceso y gestión de los residuos sólidos, así como también coloca a la República Dominicana como uno de los países que aporta con mejor proceso tecnológico en el tema del aseo urbano.

Por otro lado para la sociedad dominicana el implementar este proyecto, representa la adquisición de una nueva herramienta por la cual se pueda gestionar las rutas y analizar las factibilidades de las rutas que se utilizan diariamente, lo que se traduce en optimización de recursos humanos, recursos de tiempo, recursos de herramientas y entre otros recursos indirectos; Esto aporta al desarrollo de las tecnologías del país, y coopera a la tendencia que la digitalización de los servicios públicos de la República Dominicana.

4.7 Encuesta

En este estudio el tipo de investigación que se ha utilizado es mixta, pues se utiliza investigación explicativa y descriptiva. Sin embargo el método de investigación que se utilizaran es:

- Estadístico: Debido a que se necesita recopilar información y basado en las estadísticas de estas conocer el nivel de aceptación por parte de la población con respecto al sistema que gestione la recogida de basura.
- Análisis y síntesis: Se analizarán los datos obtenidos de la población seleccionada del Distrito Nacional en el sector Naco, subsiguiente a esto sintetizar los datos obtenidos para conseguir las conclusiones.

La población seleccionada para este estudio, son personas residentes en el sector Naco de Distrito Nacional de la República Dominicana entre los 20 y 70 años de edad, distribuidos en clases sociales medias y alta. Se ha tomado una muestra de 53 personas de forma aleatoria para la encuesta.

La encuesta se desarrolló con finalidad de obtener respuestas cerradas por parte de la población seleccionada, para poder medir de forma evidente la aceptación que tendrá el sistema propuesto en este estudio; Con esto también obteniendo la factibilidad de la implementación y las necesidades que se habían encontrado.

4.7.1 Presentación y análisis de los resultados

Tomando y tratando los datos obtenidos en la encuesta, se ha identificado mediante análisis de los mismo las necesidades que expresan los residentes del sector Naco en cuanto al aseo urbano de la zona y de los contenedores utilizados para el depósito de la basura.

A continuación se detallan los resultados obtenidos en la encuesta, mostrando la percepción actual de la muestra que se ha seleccionado en esta investigación:

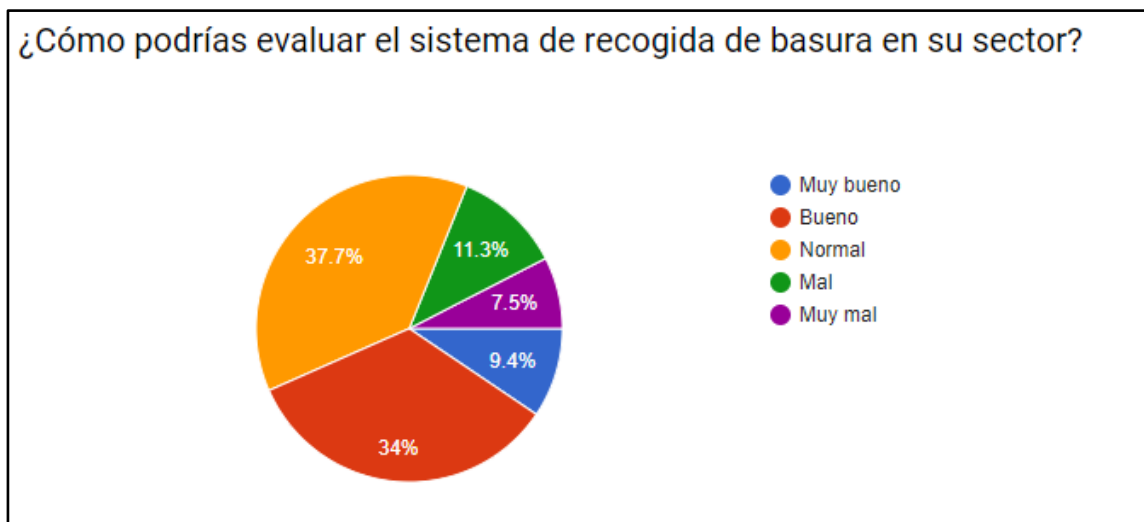


Figura 4.1. Representación gráfica de los resultados de la pregunta ¿Cómo podrías evaluar el sistema de recogida de basura en su sector? - encuesta de satisfacción (Construcción Propia)

Podemos evidenciar en la gráfica que la mayoría de los encuestados entienden que la recogida de basura en el sector es “normal”, es decir que se siente neutros en cuanto al aseo del sector, confirmando que 20 encuestados para un total de 37.7% asientan con esta idea.

Para la respuesta “bueno” podemos observar que el 34% de los encuestados lo que significa que 18 personas votaron por esta opción, entienden que el sistema

no está mal comparado con otros sectores. Lo que resulta como dato curioso, ya que 98.1% de los encuestados afirmaron que creen que el sistema actual puede ser mejorado, expresando que a pesar de calificar el sistema como bueno puede ser mejorado mediante distintas propuestas, tal como podría ser un sistema innovador.

Resultados mostrados en la figura 2.



Figura 4.2. Representación gráfica de los resultados de la pregunta ¿Cree usted que se podría mejorar el sistema actual de la recogida de basura? - encuesta de satisfacción (Construcción Propia)

4.7.1.1 Consideración de mejoras y clasificación de residuos

Conocer las oportunidades de mejoras que identifican como prioritarias los encuestados, nos permite evaluar el cumplimiento con la satisfacción de las necesidades expuestas en esta investigación; Además de poder afirmar el compromiso de los ciudadanos del sector con la clasificación de basura, ya que suele ser producto de pereza para los ciudadanos en general de la República Dominicana.

Podemos observar en la figura que el 45.3% de los encuestados sienten que el sistema tiene deficiencia en el horario de la recogida, es decir que 24 personas de la muestra tomada ven este punto de mejora en el sistema actual; Beneficio que sería logrado con la adopción del sistema propuesto en esta investigación.

Por otra parte la figura 3 nos muestra que la frecuencia en la recogida de basura es el 35.8% que los encuestados consideran que debería de mejorar; Oportunidad de mejora que es nuestro foco principal al implementar un sistema monitoreado en el que se envíen notificaciones e identifiquen patrones en el llenado de los contenedores, donde los encargados de la planificación de rutas podrán optimizar las mismas con datos verdaderos.



Figura 4.3. Representación gráfica de los resultados de la pregunta ¿Cuál punto considera que debería mejorar el sistema? - encuesta de satisfacción (Construcción Propia)

En la actualidad la sociedad tiene enfoque en el reciclaje de los residuos pero es algo que no suelen aplicar a sus vidas, existen un sin número de instituciones que impulsan las costumbres del reciclado, sin embargo el ADN no emplea un sistema formal del reciclaje en el Distrito Nacional.

En la figura 4 podemos observar que el 96.2% de los encuestados están de acuerdo o saben que es importante reciclar, dejando espacio solo para 2 votantes los cuales no reciclarían. Es importante resaltar que 51 de 53 participantes conocen la importancia de reciclar y es socialmente satisfactorio que estas personas pueden ser conscientes y expresen con acción este pensamiento.



Figura 4.4. Representación gráfica de los resultados de la pregunta ¿Estaría de acuerdo con clasificar la basura? - encuesta de satisfacción (Construcción Propia)

4.7.1.2 Frecuencia recogida de basura y satisfacción de los residentes con el periodo de la recogida

Debido a los objetivos del sistema propuesto en esta investigación, se propusieron preguntas en las cuales se pudieran determinar la satisfacción y cómo evalúan los residentes del sector Naco el aseo en la zona.

En la figura 5. se refleja que el 75.5% de los residentes del sector, entienden que en comparación con los demás sectores del Distrito Nacional, sin embargo 13 de los encuestados los cuales representan 24.5% de la muestra dicen que no

reciben un buen servicio de aseo en comparación a los demás sector del Distrito Nacional.

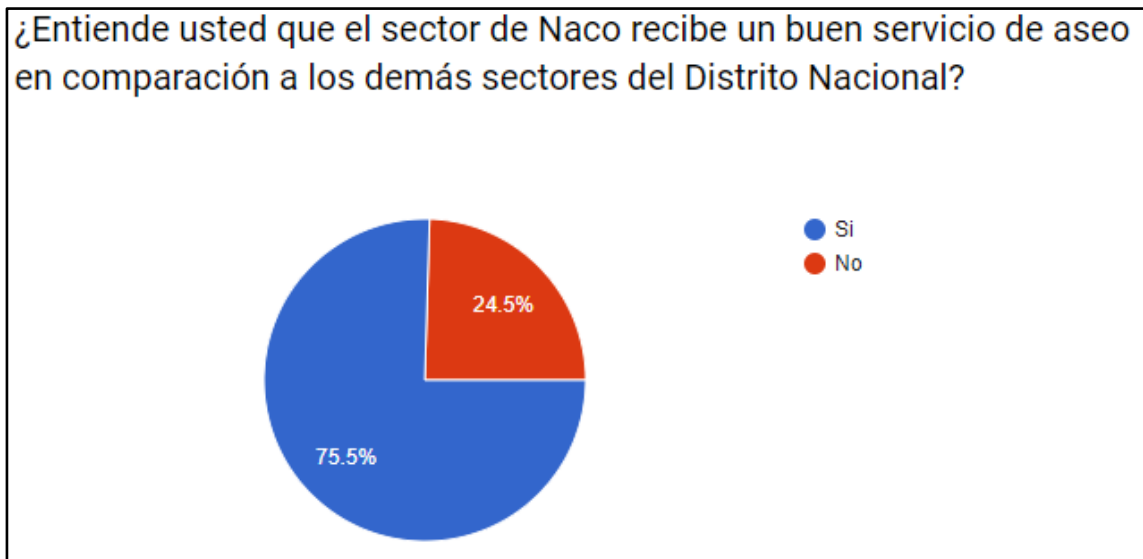


Figura 4.5. Representación gráfica de los resultados de la pregunta ¿Entiende usted que el sector de Naco recibe un buen servicio de aseo en comparacion con los demas sectores del Distrino Nacional? - encuesta de satisfacción (Construcción Propia)

No obstante a estos resultados de satisfacción con $\frac{1}{4}$ de residentes no satisfechos, la figura 6 nos muestra las frecuencias con la que el ADN del distrito nacional recoge la basura en el sector; Según el 43.4% de los encuestados es muy frecuente la recogida de basura en la zona, seleccionado que la basura es recogida 2 o 3 veces a la semana. La segunda respuesta con el porcentaje más alto afirma aún más que la recogida de basura es muy frecuente en el sector, ya que el 26.4% expresan que la basura la recogen diariamente en Naco.

Es evidente que existen varios agentes en los cuales el sistema no está funcionando de la manera correcta, debido a que es discrepante que la frecuencia en la que se recoge la basura es alta, sin embargo el 35.8% de los encuestados afirman que la frecuencia en la que se recoge la basura es un punto

a mejorar, también se puede observar que en la misma pregunta el 45.3% dice que el punto a mejorar es el horario de la recogida.

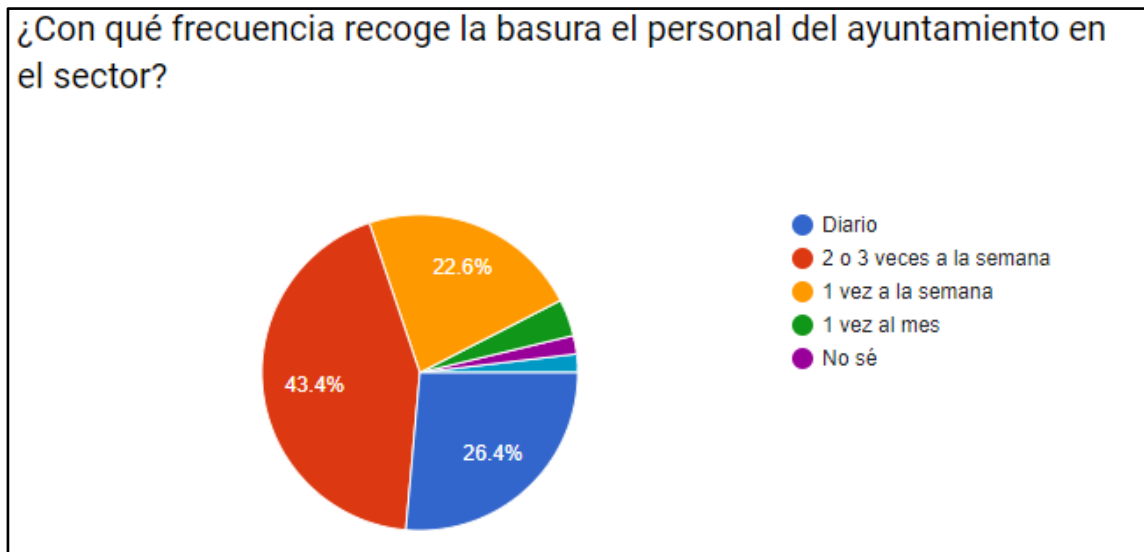


Figura 4.6. Representación gráfica de los resultados de la pregunta ¿Con qué frecuencia recoge la basura el personal del ayuntamiento en el sector? - encuesta de satisfacción (Construcción Propia)

Esto muestra un claro indicativo de que las rutas y la frecuencia del ayuntamiento del Distrito Nacional deben de ser mejoradas, debido a que los resultados obtenidos nos dicen que los residentes desearían mejorar la frecuencia pero también dicen que es muy frecuente la recogida de basura; Lo que la da a sobreentender que esta alta frecuencia es algo que incomoda a los residentes.

Mediante la adopción del sistema que se muestra en esta investigación estos puntos serían mejorados, debido a que el mismo aprovecha la recogida de datos del llenado de los contenedores, logrando hacer que la recogida solo se haga cuando sea necesario, más el estudio del comportamiento que se realizaría mediante la minería de los datos.

4.7.1.3 Evaluación de un nuevo sistema



Figura 4.7. Representación gráfica de los resultados de la pregunta ¿Desearía poder notificar a los encargados del aseo en el sector cuando los contenedores estén llenos? - encuesta de satisfacción (Construcción Propia)

Según se observa en la gráfica de la figura 7 el 90.6% del público encuestado expresa que le gustaría poder notificar a los encargados del aseo en el sector cuando los contenedores estén llenos, esto muestra lo que ya se ha evaluado previamente, y esto es que la recogida de basura la realizan con demasiada frecuencia incluso aun estando los contenedores vacíos.

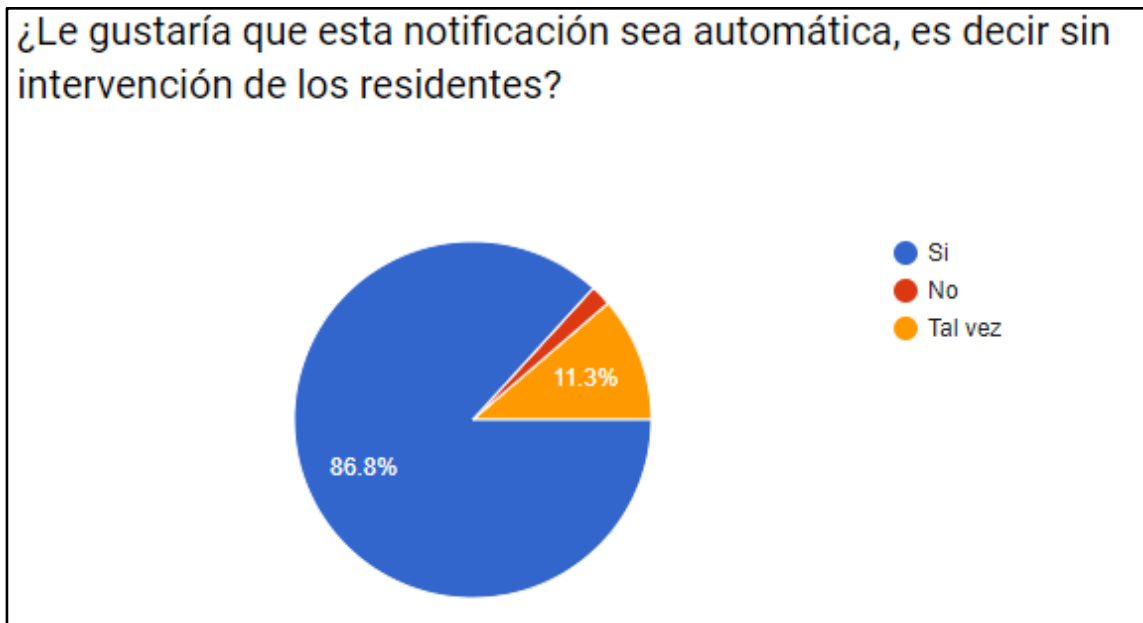


Figura 4.8. Representación gráfica de los resultados de la pregunta ¿Le gustaría que esta notificación sea automática, es decir sin intervención de los residentes? - encuesta de satisfacción (Construcción Propia)

Por otro lado la gráfica de la figura 8 muestra que de ese 90.6% de las personas que le gustaría notificar cuando los contenedores estén llenos el 86.8% le agrada la idea de que esta notificación se haga automáticamente, es decir sin intervención de ellos mismo.

Todo esto se reafirma en la figura 9 donde 51 personas de los encuestados representado por el 96.2% responden que “sí” a la pregunta donde dice que le gustaría la implementación de un sistema automatizado que utilizan contenedores inteligentes. Es palpable la aceptación de los residentes al sistema expuesto en este trabajo de investigación.

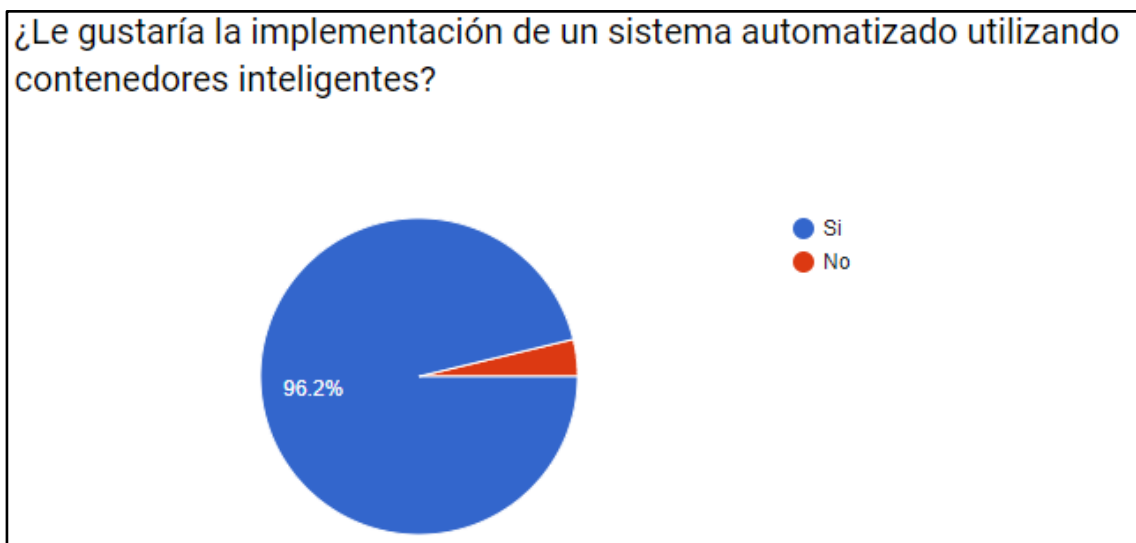


Figura 4.9. Representación gráfica de los resultados de la pregunta ¿Le gustaría la implementación de un sistema automatizado utilizando contenedores inteligentes? - encuesta de satisfacción (Construcción Propia)

La excepción no queda tampoco en que los residentes apoyan la adopción de un nuevo sistema donde el ayuntamiento del Distrito Nacional pueda monitorear los contenedores. Alcanzando el mismo porcentaje que la pregunta anterior de un 96.2% de aprobación por parte de los encuestados.

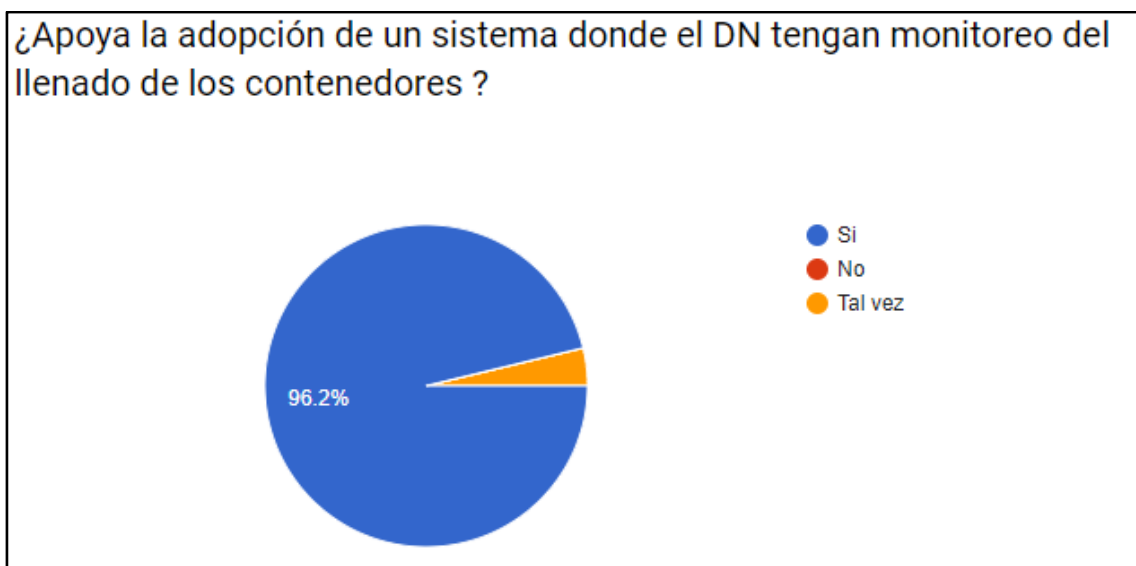


Figura 4.10. Representación gráfica de los resultados de la pregunta ¿Apoya la adopción de un sistema donde el DN tengan monitoreo del llenado de los contenedores? - encuesta de satisfacción (Construcción Propia)

4.7.2 Análisis General

Los resultados obtenidos de la muestra encuestadas muestran lo factible que sería la aplicación de un nuevo sistema tal y como se presenta en este trabajo de investigación, ya que de los 53 residentes del sector Naco encuestados piensan que el sistema actual de recogida de basura y aseo urbano es bueno o normal en comparación a otros sectores. Lo que evidencia una clara oportunidad de mejora en el sistema que actualmente experimentan los encuestados, tópico que es aclarado a los encuestados responden que sí a la pregunta: “cree usted que el sistema actual podría mejora?”.

Como se puede observar el sistema actual tiene bastantes puntos de mejora, pero los que más criticados por los encuestados fueron el horario de la recogida y la frecuencia en la se recoge la basura en el sector Naco, oportunidades que son cubiertas por los objetivos del sistema propuesto en el trabajo de investigación; Ya que la frecuencia en la que se recoge la basura según los encuestados es de dos a tres veces por semana, frecuencia que para cualquier persona podría ser excelente pero por lo que se puede determinar en los resultados obtenidos, esto incomoda a los residentes ya que frecuentan el sector sin que los contenedores estén llenos.

Esto es superado por el sistema propuesto en la investigación debido a que se mantiene un monitoreo constante de los contenedores de basura y se le notificará a los agentes encargado de la recogida cuando los mismo estén llenos y próximos al llenarse, lo que les permite en base a la data obtenida realizar rutas

óptimas para la recogida de basura. Por tal razón los encuestados contestaron que si tuvieran la oportunidad de notificar a los encargados del aseo del sector cuando los contenedores estén llenos lo harían, y con más énfasis asentaron que le gustaría que esta notificación se realizaría automáticamente, la respuesta a la última pregunta tuvo 96.2% la cual expresa que los encuestados apoyan la adopción de un sistema donde el ADN tenga monitoreo del llenado de los contenedores, tal cual están orientados los objetivos del sistema expuesto en este trabajo de investigación.

Por último, gracias a la información recolectada podemos afirmar que el sistema propuesto contaría con un nivel de aprobación por encima del 96% por parte de los residentes del sector Naco, los cuales son responsables indirectos y los afectados directos del aseo urbano y de la recogida de basura.

4.8 Beneficios

Para analizar la factibilidad del sistema propuesto, es necesario identificar y demostrar los beneficios que acarrea la adopción de un sistema que automatiza el control y monitoreo de los contenedores del ADN. En lo siguiente se listan algunos de los beneficios que obtendrá el Ayuntamiento del Distrito Nacional al implementar este sistema:

- Monitoreo de los contenedores de basura. El sistema permitirá mantener un control de llenado de los contenedores debido al monitoreo de estos, evitando que sean rebosado y que tiren basura alrededor de los mismo.
- Reduce gastos. Al tener visualización de los contenedores próximos a llenarse, permite que el ADN optimice las rutas y frecuencias de la

recogida de basura, lo que se traduce a solo hacer la ruta cuando es necesario, evitando realizar la ruta por calles que los contenedores no están próximo a llenarse o vacíos.

- Contribuye a reducir la contaminación. Ya que los contenedores no excederán su capacidad, se mitigaría significativamente la contaminación en las calles, aportando también a evitar la contaminación visual del sector.
- Evita congestión del tráfico. El sistema al ayudar a aprender patrones en el llenado de los contenedores, esto contribuirá a que las rutas sean reestructuradas y optimizadas, logrando así solo realizarlas cuando sea necesario; Esta optimización acarrea a que las frecuencias de los camiones recolectores puedan ser reducida.

Este sistema apoya grandemente a la innovación del sector público, aportando y demostrando el desarrolla del ayuntamiento en la automatización y manejo de datos, aprovechando también los beneficios indirectos que obtendrá las instituciones gubernamentales relacionadas y que trabajan conjunto al Ayuntamiento del Distrito Nacional.

4.9 Conclusión

Al culminar este capítulo se han comprendido que la automatización de cualquier elemento trasciende en el tiempo por naturaleza humana, y quienes no se adaptan a estos cambios quedan en desventajas frente a los que si se adoptan la automatización. Visualizando la situación actual del sistema para la recogida de residuos que tiene el ayuntamiento del Distrito Nacional y los resultados obtenidos en las encuestas realizadas a los residentes del sector Naco, se observa que el sistema no está mal, de hecho los residentes expresan que el aseo urbano es mejor a que el de otros sectores y que la frecuencia con la que recogen la basura es muy alta. Pero no obstante a esto los encuestados expresan que el sistema puede mejorar y que de los puntos que debe de mejorar el sistema de recogida de basura es la frecuencia de la recogida, ¿jirónico! no?

Esto se debe a que la frecuencia y las rutas que tiene actualmente el ayuntamiento no son efectivas y por lo tanto se están desperdiciando recursos. Es bueno destacar que las rutas del ayuntamiento del Distrito Nacional fueron establecidas en el año 2007 y desde entonces no se han modificado, estando muy claros de que desde ese año muchos factores indicativos de las rutas han variado. ¿Por qué pasa esto? Es evidente que la entidad no cuenta con un sistema donde puedan obtener los datos de manera automática y simple donde con esfuerzo mínimo pueden reestructurar las rutas, variando constantemente con el tiempo tomando en cuenta los comportamientos del llenado de los contenedores y siendo notificados, de este modo optimizarán las rutas y los recursos de la entidad.

CAPÍTULO V: DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS UTILIZANDO CONTENEDORES INTELIGENTES.

Introducción

El desarrollo y el diseño de un sistema para la gestión de residuos sólidos utilizando contenedores inteligentes requiere de un sin número de operaciones y herramientas con la que se ha de diseñar. Esto es lo que se muestra en el presente capítulo, las informaciones del proyecto tales como el propósito y la justificación del mismo, alcance del proyecto, se describe el proyecto y los entregables que este tiene, las restricciones, los riesgos iniciales, se muestra el diagrama de arquitectura general del proyecto y diagrama de procesos del monitoreo de la recogida de basura.

Este capítulo expone los requisitos tanto funcionales como no funcionales para la implementación de este proyecto, se documenta la visión y alcance para estar claros de lo que cubre el proyecto para la parte interesada como tal y ver los niveles de escalamiento del mismo. Se define el diseño de alto y bajo nivel, dando a conocer la interfaz del usuario, los controles de accesos, las opciones habilitadas y acciones que pueda tomar el usuario, para el bajo nivel se muestra el diagrama de clases de la estructura global, entre otros.

Aquí se encuentran los datos técnicos necesarios para la comprensión y afirmación de los alcances del sistema propuesto, el cual es el diseño de un sistema para la gestión de residuos sólidos utilizando contenedores inteligentes.

5.1 Información del proyecto

5.1.1 Propósito y Justificación del Proyecto

Diseñar un sistema de gestión del recogido de basura en el sector Naco del Distrito Nacional, que permita eficientizar el recogido de la basura y mantener un monitoreo constante de los volúmenes de desechos sólidos vertidos en los contenedores de basura distribuidos en el sector Naco. Con dicho sistema buscamos no solo eficientizar la recogida de la basura sino también abrir el sector, en cuanto a la basura se refiere, a las posibilidades que ofrecen las nuevas técnicas de recogidas de basura que han permitido a otros sectores en diversas partes del mundo pasar del déficit a la remuneración económica por medio del reciclaje de la basura que generan sus ciudadanos.

A continuación nombrados de forma resumida los puntos de justificación de este proyecto:

- Necesidad de reducir los gastos.
- Contribuir a reducir la contaminación visual y al embellecimiento de la ciudad.
- La necesidad de descubrir patrones en la generación de basura.
- La necesidad de descubrir patrones en materiales reciclables.
- Evitar congestiones en el tráfico optimizando rutas y horarios de recogida.

5.1.2 Alcance

Este proyecto está delimitado al análisis y diseño de un sistema para el recogido de basura en el sector Naco del Distrito Nacional, usando contenedores de basura inteligentes.

5.1.3 Descripción del Proyecto y Entregables

El proyecto “Análisis y diseño de un sistema para la gestión del recogido de la basura en el D.N.” consiste en la implementación de contenedores inteligentes que permitirán reducir costos en la recogida de basura. Esta implementación contará con una plataforma con diversas utilidades y reportes que ayudarán en la toma de decisiones del Ayuntamiento del Distrito Nacional (ADN) y que podrían sentar las bases para hacer de la basura un modelo de negocio rentable más que un costo.

A continuación los entregables del proyecto:

- Descripción del sistema
- Captura de los requisitos
- Diagrama de arquitectura del sistema y sus componentes
- Diagramas UML
- Diseños de interfaces
- Documento de visión y alcance
- Recomendaciones y sugerencias

5.1.4 Premisas y Restricciones

- El Ayuntamiento del Distrito Nacional (ADN) cuenta con una flotilla de camiones para el recogido de la basura.
- El Ayuntamiento del Distrito Nacional (ADN) cuenta con contenedores de basuras en el sector Naco del Distrito Nacional.
- La flotilla de camiones para el recogido de la basura del Ayuntamiento del Distrito Nacional (ADN) cuentan con dispositivo GPS.
- El Ayuntamiento del Distrito Nacional (ADN) debe tener Internet.
- La flotilla de camiones debe tener un teléfono inteligente o tableta con acceso a Internet para acceder al sistema cuando estén en ruta.
- Los sensores deben tener acceso a Internet.

5.1.5 Riesgos iniciales de alto nivel

- Altos costos de implementación
- Contenedores de basuras localizados en zonas que no son monitoreados por los sistemas del 911, por consiguiente, siendo vulnerables a robos de los sensores.
- Omisión de requerimientos importantes
- Diseño poco adaptable y escalable.

5.1.6 Personal y recursos preasignados

Recurso	Departamento / División	Rol
Administrador del proyecto	Desarrollo de Sistemas	Gerente del proyecto

Diseñador Gráfico	Desarrollo de Sistemas	Diseño de interfaz gráfica, imágenes y experiencia de usuarios
Ingeniero de Software I	Desarrollo de Sistemas	Programador Front-End
Ingeniero de Software II	Desarrollo de Sistemas	Programador Back-End
Ingeniero de Software III	Desarrollo de Sistemas	Programador Back-End y Team Lead de desarrollo
Ingeniero de Calidad I	Aseguramiento de la Calidad	Analista de pruebas funcionales
Ingeniero de Calidad II	Aseguramiento de la Calidad	Team Lead de calidad
Administrador de base de datos	Infraestructura	Encargado de administrar base de datos
Ingeniero de Sistemas	Infraestructura	Sysadmin, administrador de servicios y networking
Ingeniero Electrónico I y II	Implementación	Adaptar los sensores a los contenedores y verificar que los contenedores funcionan correctamente
Técnicos de instalación	Implementación	Instalar los contenedores, comprobar el estado de su funcionamiento y conexión a la red y el sistema

Tabla 5.1. Personal y recursos pre-asignado (Construcción Propia)

5.2 Diagrama BPM del Proceso de Gestión

5.2.1 Definición de Diagrama BPM

Puede ser definido como “una disciplina o enfoque disciplinado orientado a los procesos de negocio, pero realizando un enfoque integral entre procesos, personas y tecnologías de la información.” (Sánchez D., 2011).

A partir de la definición anterior y apoyados en la fuente de la misma, creemos importante resaltar que BPM no es una tecnología de software. Sin embargo, se apoya en esta tecnología para su implementación efectiva. BPM conjuga las personas, los procesos y la tecnología de la información. De manera que, nos proporciona una visión multidisciplinaria, en cierta manera, para mostrar los procesos de manera entendible a diferentes disciplinas.

Para construir aplicaciones BPM normalmente se usa una notación común, la cual se denomina Business Process Modeling Notation (BPMN). Esta último es una notación estándar desarrollada por Business Process Management Initiative (BPMI). Haciendo uso de BPM con notación de BPMN podemos proporcionar diagramas que todos los usuarios involucrados en el negocio puedan entender de forma más concisa y sencilla.

5.2.2 Diagrama de Proceso de la recogida y monitoreo de basura

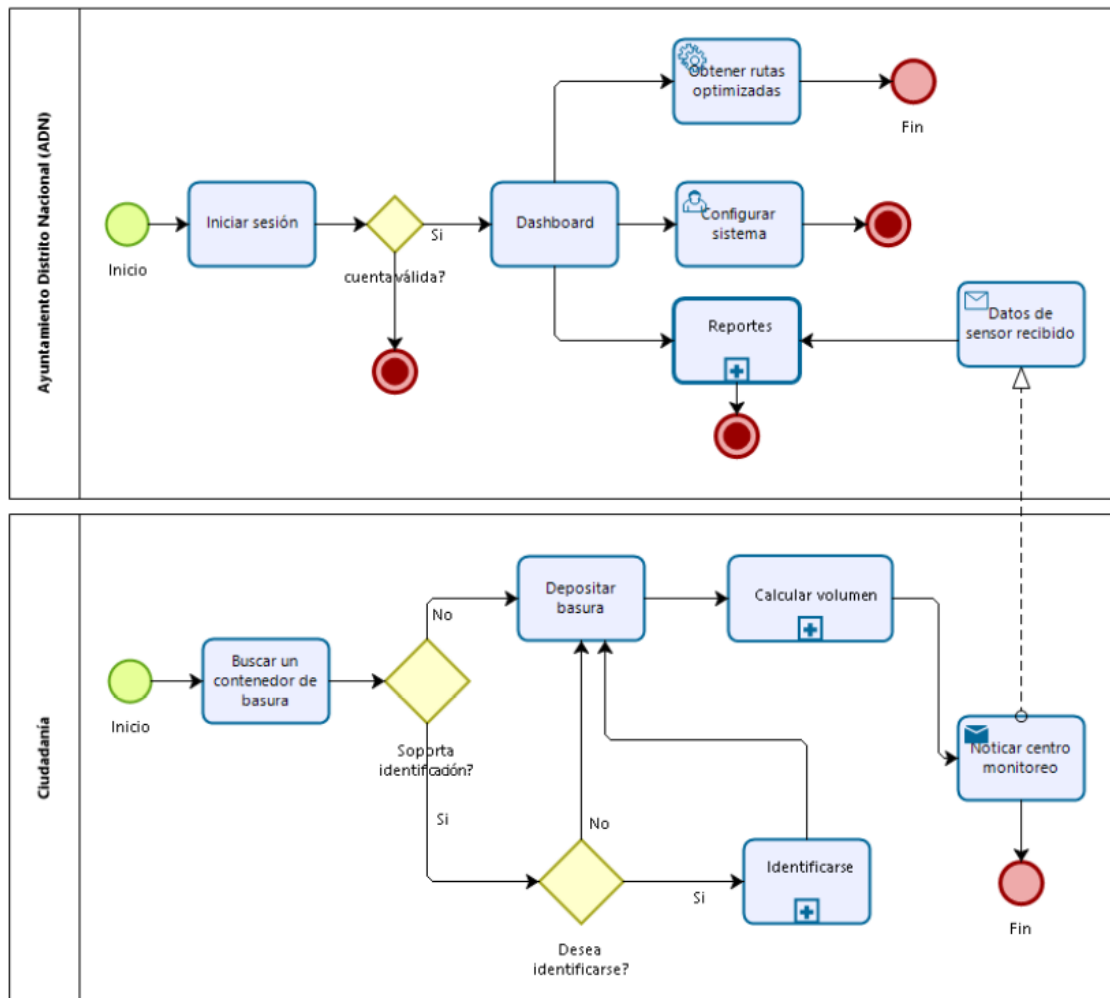


Figura 5.1 Diagrama BPMN (Construcción Propia)

5.3 Sección de Requerimientos

5.3.1 Requisitos funcionales

Id	Requerimiento funcional	Actores / Roles
REF-01	El sistema debe manejar autenticación de usuarios.	Administradores, Operadores, Auxiliares
REF-02	El sistema debe permitir ver en tiempo real la localización de los contenedores en el mapa.	Administradores, Operadores, Auxiliares

REF-03	El sistema debe generar una alerta de seguridad si un sensor se detecta lejos de su ubicación registrada en el sistema.	Administradores, Operadores, Auxiliares
REF-04	El sistema debe tener gestión de usuarios.	Administradores
REF-05	El sistema debe tener gestión de roles.	Administradores
REF-06	El sistema debe tener generación de reportes.	Administradores, Operadores
REF-07	El sistema debe generar alertas cuando un contenedor llegue o sobrepase cierto volumen.	Sistema
REF-08	El sistema debe generar automáticamente rutas para el recogido de la basura cuando contenedores alcancen cierto volumen.	Sistema
REF-09	El sistema debe permitir generar rutas para el recogido de la basura.	Administradores, Operadores
REF-10	El sistema debe mostrar un resumen con estado de sensores y contenedores así como un histórico de rutas en el Dashboard.	Sistema
REF-11	El sistema debe permitir la gestión de parámetros para la	Administradores, Operadores

	generación de alertas y estado de contenedores (Ver REF-07 y REF-10).	
REF-12	El sistema debe procesar y persistir los volúmenes de basura reportados por los sensores.	Sistema
REF-13	El sistema debe permitir la gestión de inventario de contenedores.	Administradores, Operadores
REF-14	El sistema debe permitir la gestión de inventario de sensores.	Administradores, Operadores
REF-15	El sistema debe permitir la exportación de reportes.	Administradores, Operadores, Auxiliares

Tabla 5.2. Requerimientos funcionales (Construcción Propia)

5.3.2 Requisitos no funcionales

ID	Requerimientos no funcionales
Usabilidad	
RENFU-01	El sistema debe tener un interfaz de usuario minimalista, que permite la rápida comprensión del usuario.
RENFU-02	El sistema debe tener un diseño responsivo que se vea bien en teléfonos móviles y en los principales navegadores web del mercado.

RENFU-03	El sistema debe incorporar en su interfaz de usuario tecnología de “asistencia” para personas con discapacidades que usen lectores de pantallas.
RENFU-04	El sistema de contener una sección de ayuda del mismo, la cual debe estar en un enlace accesible en todo tiempo siempre que el usuario esté logueado.
RENFU-05	El sistema debe retroalimentar el usuario en cada solicitud con mensajes, imagenes animadas de esperas o cualquier otro.
RENFU-06	El sistema debe proveer mensajes de errores amigables a usuarios con códigos que permitan a los desarrolladores de soporte encontrar la causa raíz de manera oportuna.
Confiabilidad	
RENFC-01	El sistema debe poder recuperarse de cualquier falla en un tiempo máximo de 2 horas.
RENFC-02	Se deben hacer copias de seguridad del sistema diariamente.
RENFC-03	El sistema debe contar con un proceso de auditoría que permita rastrear los cambios hechos en el mismo.
RENFC-04	El sistema debe asegurar que ningún recurso pueda ser accedido por usuarios no autenticados.
Rendimiento	
RENFR-01	El sistema debe tener la capacidad para procesar datos de 2000 sensores concurrentemente.

RENFR-02	El sistema debe tener una capacidad de respuesta de no más de 20 segundos.
RENFR-03	El sistema debe tener capacidad para unos 300 usuarios simultáneamente.
Soporte	
RENFS-01	El sistema debe contar con pruebas unitarias para cada funcionalidad.
RENFS-02	El sistema debe contar con un manual de implementación.
RENFS-03	El sistema debe persistir con detalle técnico cada excepción que se produzca en tiempo de ejecución del mismo.
RENFS-04	El sistema debe contar con scripts de instalación que faciliten su despliegue.

Tabla 5.3. Requerimientos no funcionales (Construcción Propia)

5.4 Documento de Visión y Alcance

Sistema de gestión del recogido de la basura con contenedores inteligentes

Documento de Visión

Versión 1.0

Fecha	Versión	Descripción	Autor/es
12/03/2019	1.0	Propuesta inicial del Documento de Visión	Alix J. Javier, Miguel Díaz y Radjy Duran

Tabla 5.4. Historial de revisiones (Construcción Propia)

Introducción

5.4.1 Propósito

Este documento tiene como propósito recopilar, analizar, evaluar y definir las necesidades de alto nivel junto con las características del sistema de recogida de basura. El mismo se centra en los requerimientos de alto nivel que hemos recopilados a través de la observación del proceso actual y el análisis arduo de toda la información obtenida sobre el mismo.

5.4.2 Alcance

El documento de visión ofrece al lector una vista macro del proyecto, a partir de los requerimientos y funcionalidades esenciales del sistema de recogida de basura con contenedores inteligentes. Por tanto, el mismo abarca desde la deposición de la basura del ciudadano en los contenedores inteligentes hasta su

envío y procesamiento en nuestro centro de monitoreo incluyendo la información estadística que se deriva de ello como valor adicional de nuestra solución.

5.4.3 Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas

Rational Unified Process (RUP): Proceso Unificado de Rational, es un proceso de ingeniería de software. Provee una perspectiva disciplinada a la asignación de tareas y responsabilidades dentro de una organización de desarrollo. (IBM, 2011)

Stakeholder: Hace referencia a una persona, organización o empresa que tiene interés en una empresa u organización dada. (“Parte interesada (empresas)”, s.f.)

Web API: Es una interfaz programática consistente en uno o más puntos finales (enlaces) expuestos a un sistema de mensaje solicitud-respuesta definido, típicamente expresado en formato JSON o XML, los cuales se exponen vía web. (Web API, s.f.)

Proceso: Es una colección de tareas y actividades interrelacionadas que son iniciadas en respuesta a un evento el cual ayuda a lograr un resultado específico para el consumidor del proceso. (von Rosing, M., Scheer, A., y von Scheel, H., 2015)

Sensor: Es un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular. (“QUÉ ES UN SENSOR”, s.f.)

Internet of Things (IoT): Es el concepto de objetos de todos los días - desde máquinas industriales hasta dispositivos de vestir (wearable devices) - mediante el uso de sensores integrados para recopilar datos y seguir una acción con esos datos a través de la red. (“¿Qué es internet de las Cosas (IoT)?”, s.f.)

5.4.4 Referencias

- Glosario
- Documento de especificación de casos de usos

5.4.5 Visión General

Este documento contiene las justificaciones y las características principales para un sistema de recogida de basura con contenedores inteligentes en el Distrito Nacional, sector Naco. En el mismo definimos los requerimientos y proveemos detalles de temas prioritarios como el costo para su posible implementación, entre otras informaciones que ayudan a tener una visión más clara y concisa de la problemática que existe y de la solución que proponemos.

5.4.2. Posicionamiento

5.4.2.1 Oportunidad de negocio

Nuestro sistema reduciría los gastos de operación evitando que los camiones salgan a recoger la basura en los contenedores cuando no haya suficiente como para justificar su recolecta y que cuando sí lo haya utilicen las rutas más eficientes. De esta manera, se reducirían los costos por combustibles, se evitaría congestionar el tráfico usando rutas alternas y en consecuencia se reduciría la emisión de dióxido de carbono.

Por otro lado, se estarían sentando las bases para pasar de un modelo deficitario a un modelo sostenible y lucrativo por medio del reciclaje de basura.

5.4.2.2 Declaración del problema

El problema de la recogida de la basura en el Distrito Nacional afecta a la ciudadanía, al Ayuntamiento del Distrito Nacional (ADN) y afecta la imagen de la ciudad por igual. Este problema ha sido constante a través de diferentes administraciones. El mismo impacta también en el congestionamiento del tráfico y contribuye a la proliferación de enfermedades y a la contaminación visual y ambiental.

Una solución eficaz podría ser tener un centro de monitoreo que permita saber el estado de los contenedores de basura en cuanto al volumen de estas en tiempo real y que en consecuencia de esto genere rutas óptimas que permitan hacer la recogida más eficaz y ocasionar menos congestionamiento de tráfico.

5.4.2.3 Declaración de posición de producto

Para el Ayuntamiento del Distrito Nacional (ADN) y la ciudadanía del sector Naco del Distrito Nacional, el saneamiento, la sostenibilidad de los costos y el embellecimiento público es una necesidad imperante. El sistema de recogida de basura con contenedores inteligentes que proponemos busca reducir los costos de operación y eficientizar el proceso. El proceso actual no cuenta con ningún tipo de monitoreo electrónico, nuestro producto propone tener en todo tiempo el estado de todos y cada uno de los contenedores en el sector, informando del volumen de basura de estos y proveyendo rutas optimizadas para su recogida.

5.4.3 Descripciones de la parte interesada y del usuario

5.4.3.1 Resumen de la parte interesada

Nombre	Representaciones	Rol
Ayuntamiento del Distrito Nacional (ADN)	Personal de limpieza del ayuntamiento, los que recogen la basura en los camiones y la parte administrativa.	Usarán el sistema para saber dónde deben recoger la basura y obtener informaciones estadísticas.
Habitantes del sector Naco	Los ciudadanos a los que les afectan directamente los grandes depósitos de basuras prolongados en su sector.	Depositan basura en los contenedores que tendrán los sensores que notificarán al sistema.

Tabla 5.5. Resumen de interesados - documento de visión (Construcción Propia)

5.4.3.2 Resumen de usuario

Nombre	Descripción	Parte interesada
Administradores	Es quien tiene permisos para agregar, eliminar y modificar usuarios y roles. También puede hacer las mismas funciones que los demás usuarios.	Ayuntamiento del Distrito Nacional (ADN)
Operadores	Monitorean el estado de los contenedores y la basura en el sistema y generan reportes y rutas. También pueden manejar la parametrización de alertas.	Ayuntamiento del Distrito Nacional (ADN)
Auxiliares	Visualizar reportes, consultar estado de los contenedores y rutas. No pueden modificar ni eliminar nada.	Ayuntamiento del Distrito Nacional (ADN)

Tabla 5.6. Resumen de usuarios - documento de visión (Construcción Propia)

5.4.4 Visión general del producto

5.4.4.1 Perspectiva del producto

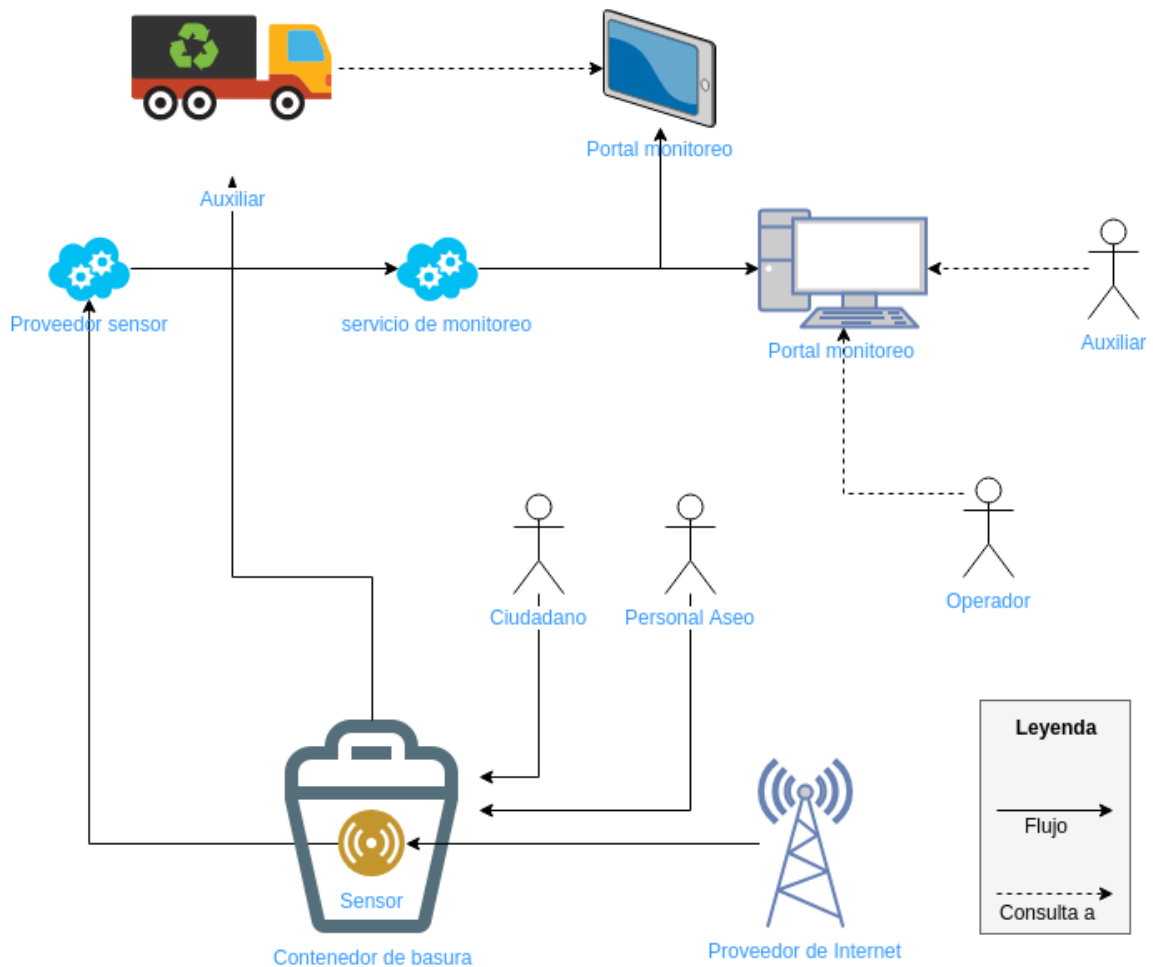


Figura 5.2 Perspectiva del producto (Construcción Propia)

La imagen arriba nos muestra de una forma simplificada la perspectiva de nuestro producto propuesto. También presentamos componentes externos tanto como internos de forma simplificada. Los sensores son componentes externos y requieren una conexión GSM/GPRS con acceso a Internet. De los usuarios arriba solo los operadores y los auxiliares interactúan directamente con el sistema.

En cuanto a los componentes internos del sistema se pueden ver un servicio web el cual interactúa con la API que ofrece el fabricante de los sensores y el portal de monitoreo. Arriba se muestran el portal en dos dispositivos diferentes en una computadora desktop y en Tablet. En ambos casos es el mismo portal que interactúa con el servicio.

5.4.4.2 Resumen de capacidades

Beneficio del cliente	Característica del sistema
Monitoreo de volúmenes de basura en tiempo real	Alertas, Dashboard, Contenedores, Rastreo
Gráficos estadísticos e historiales de recogida de basura	Dashboard
Estados de sensores en tiempo real	Dashboard, Contenedores
Rastreo de contenedores y geolocalización	Dashboard, Contenedores, Rastreo
Generación automática de rutas de recogida de basura optimizadas	Rastreo
Generación a demanda de rutas de recogida de basura	Rastreo
Cuantificación y métricas de volúmenes de basura	Dashboard, Rastreo
Gestión de roles	Roles
Gestión de usuarios	Usuarios
Gestión de parámetros para alertas	Alertas

Generación de reportes	Reportes
Gestión de inventario contenedores	Contenedores
Gestión de inventario de sensores	Sensores
Exportación de reportes a formatos: Word, Excel y PDF	Reportes

Tabla 5.8 Resumen de beneficios - documento de visión (Construcción Propia)

5.4.4.3 Suposiciones y dependencias

- El Ayuntamiento del Distrito Nacional (ADN) cuenta con suficientes contenedores propios en el sector Naco.
- Los choferes de los camiones de basura del ayuntamiento saben cómo usar una tablet o tienen la facilidad de aprender a usarla.
- Las autoridades competentes pueden garantizar la seguridad física de los contenedores y los sensores.
- Los sensores a utilizar pertenecen a un proveedor externo, pueden licitarse el contrato de los mismos.
- En consecuencia con lo anterior, se está en capacidad y en condiciones de rápidamente integrar cualquier marca de sensor al sistema.

5.4.5 Restricciones

- La implementación de este proyecto no debe variar mucho respecto a las especificaciones plasmada en este trabajo.

- El desarrollo y la etapa de pruebas debe tomar en consideración las mejores prácticas de seguridad de la información de la industria.
- El módulo de integración con la API del sensor y el sistema debe ser lo suficientemente flexible como para garantizar que se pueda usar con sensores de diferentes fabricantes, si fuera necesario.

5.4.6 Otros requisitos del producto

5.4.6.1 Estándares aplicables

- Se usará el Proceso Unificado de Rational o RUP (Rational Unified Process por sus siglas en inglés) de IBM, como metodología de desarrollo.
- Se desarrollará el producto con una perspectiva de Test-Driven Development (TDD).
- El equipo de programadores debe seguir las recomendaciones de seguridad de la Guía de Desarrollo del proyecto OWASP¹.
- El equipo de pruebas debe seguir las recomendaciones de pruebas de la Guía de Pruebas del proyecto OWASP².

5.4.7 Requisitos de documentación

5.4.7.1 Notas del release y archivo Léame

Cada nueva versión del sistema debe contener un resumen de los cambios incluidos tales como: agregados, borrados, cambiados. Este debe guardarse en un documento de históricos para estos fines en el mismo lugar dónde se encuentre alojado el código fuente del proyecto.

¹ www.owasp.org/index.php/Projects/OWASP_Development_Guide

² www.owasp.org/index.php/OWASP_Testing_Project

5.4.7.2 Ayuda en línea

Debe haber una página de ayuda del sistema, el enlace a esta página debe estar disponible en la barra de navegación principal del sistema. Esta documentación no es externa, sino que es parte del proyecto mismo. Por tanto, debe estar alojada en el mismo lugar del código fuente del proyecto.

5.4.7.3 Guías de instalación

Debe crearse un manual de instalación con todos los detalles posibles desde inicio a fin de que permita a cualquier personal no familiarizado con el sistema hacer una instalación de una versión del mismo. Esta guía debe estar contenida dónde se encuentre alojado el código fuente del proyecto.

5.5 Listado de Casos de Usos

Id	Caso de Uso	Descripción
CU-001	Control de acceso	Gestiona el control de acceso de usuarios al sistema.
CU-002	Rastreo de contenedores	Permite ver en el mapa la localización exacta de uno o más contenedores.
CU-003	Control anti-robo de sensores	Permite detectar si un sensor ha sido movido lejos de su ubicación registrada.
CU-004	Generación de reportes	Permite generar reportes estadísticos.
CU-005	Generación automática de alertas	Sucede cuando un contenedor alcanza un volumen de basura alto.
CU-006	Generación automática de rutas	Sucede cuando una determinada cantidad de contenedores ha alcanzado cierto volumen de basura.
CU-007	Generación de rutas	Permite generar una ruta para el recogido de la basura.
CU-008	Resumen de estado e históricos	Permite ver información resumida del estado de los contenedores y sensores. Además de histórico de rutas usadas.
CU-009	Configuración de parámetros	Permite la configuración de los valores mínimos para la generación de alertas.
CU-010	Registro de datos de sensores	Sucede cuando se reciben datos sobre el volumen de basura de los contenedores.
CU-011	Gestión de contenedores	Permite la gestión de inventario de contenedores de basura.
CU-012	Gestión de sensores	Permite la gestión de inventario de sensores para los contenedores.

CU-013	Exportación de reportes	Permite exportar reportes previamente generados en formatos: PDF, Excel y Word.
--------	-------------------------	---

Tabla 5.9 Listado de Casos de Usos (Construcción Propia)

5.6 Diseño de Alto Nivel

5.6.1 Diagrama de Arquitectura

La arquitectura de una aplicación describe cómo las piezas o componentes de estas se juntan a un alto nivel (Stephens, 2015). De otra manera, se podría decir que describe cómo las diferentes partes se comunican entre ellas tomando en cuenta que algunas de estas pueden ser componentes externos.

El diagrama de arquitectura ayuda a los diseñadores, programadores y otras partes interesadas a visualizar la estructura general de su sistema o aplicación. Con este propósito mostramos más abajo dos diagramas de arquitectura de alto nivel de nuestro sistema. Es importante explicar que hemos decidido mostrar dos vistas diferentes de la arquitectura del sistema porque cuando se usan varios servicios pequeños y componentes distribuidos en un sistema es importante hacer la diferenciación entre la arquitectura física y la arquitectura lógica del mismo porque ambas son bastante relevantes debido a las características de un sistema tal.

A continuación describimos brevemente los componentes que se ven en la figura 5.8 más abajo:

- **API Sensor (Proveedor):** Es un servicio web externo que provee el fabricante del sensor a usar en los contenedores. Este servicio nos permite obtener toda la información recopilada por el sensor.
- **Sensor:** Es el dispositivo instalado en los contenedores, en este diagrama podemos visualizarlo como una interfaz que recopila información de los contenedores y la envía a la plataforma de su fabricante.
- **Base de Datos:** Es dónde se almacena toda la información del sistema, exceptuando archivos de reportes y recursos estáticos.
- **Servicio Monitor:** Es un servicio que corre de manera desatendida y que retrae la información de los contenedores desde la plataforma de sus fabricantes. Luego la procesa y la inserta en nuestra base de datos.
- **Servicio Reportería:** Es un servicio que corre de forma desatendida y que nos permite generar reportes y exportar archivos de los mismos.
- **Reportes:** Son los archivos generados por el Servicio Reportería.
- **Web API:** Es la API web de nuestro sistema a través de la cual de cara a los usuarios se hacen todas las funciones del sistema.
- **Portal Web:** Es el sitio web de nuestro sistema, la interfaz gráfica con la que los usuarios del sistema interactúan.

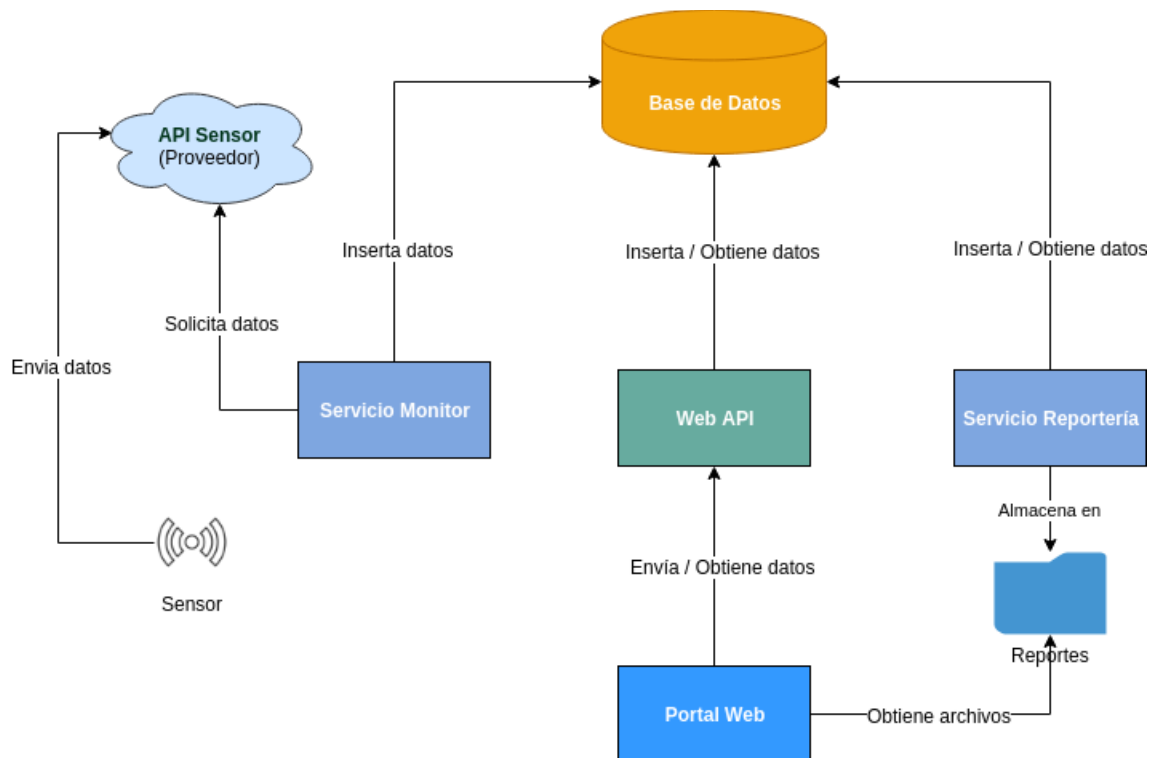


Figura 5.3 Diagrama de Arquitectura - vista lógica (Construcción Propia)

El diagrama anterior describe la arquitectura lógica del sistema, es decir, de sus componentes de software (externos e internos).

Ahora vamos a mostrar la arquitectura desde una perspectiva física del sistema. A continuación describimos los componentes que se verán en el próximo diagrama:

- **Servidor de Base de Datos:** Servidor dónde se almacenará la base de datos del sistema. Note que hay dos, uno es un espejo del otro.
- **Servidor de Aplicación:** Servidor donde se instalarán los servicios de aplicación del sistema.
- **Servidor Web:** Servidor donde se instalarán los componentes web del sistema.

- **Balanceador de Carga:** Dispositivo que balancea las solicitudes de clientes para asegurar tiempo de respuestas más rápido. Note que hay dos servidores para los componentes web y dos para las aplicaciones. El balanceador de carga usará el que este menos saturado en cada solicitud.
- **CDN (Content Delivery Network):** Red de Entrega de Contenido, es un servicio para garantizar la entrega rápida de contenido en cada solicitud de clientes. Esto es mayormente para que el contenido estático que se distribuye en el portal web sea obtenido más rápidamente. CDN ofrecería el recurso de más rápido acceso.
- **VPN (Virtual Private Network):** Red Privada Virtual, una VPN es una tecnología de red que nos permite extender y usar de forma segura una red de computadoras cifrando todos los datos que pasen por la misma.
- **VPC (Virtual Private Cloud):** Nube Virtual Privada, es una red tal cual como la que se tendría en una oficina o establecimiento físico, pero que en este caso se encuentra en la “nube” (Internet), en las infraestructuras de un proveedor de este tipo de servicios.
- **DNS (Domain Name Server):** Servidor de Nombre de Dominio, en nuestra arquitectura es un servicio que nos permite configurar las entradas DNS de nuestro sistema.

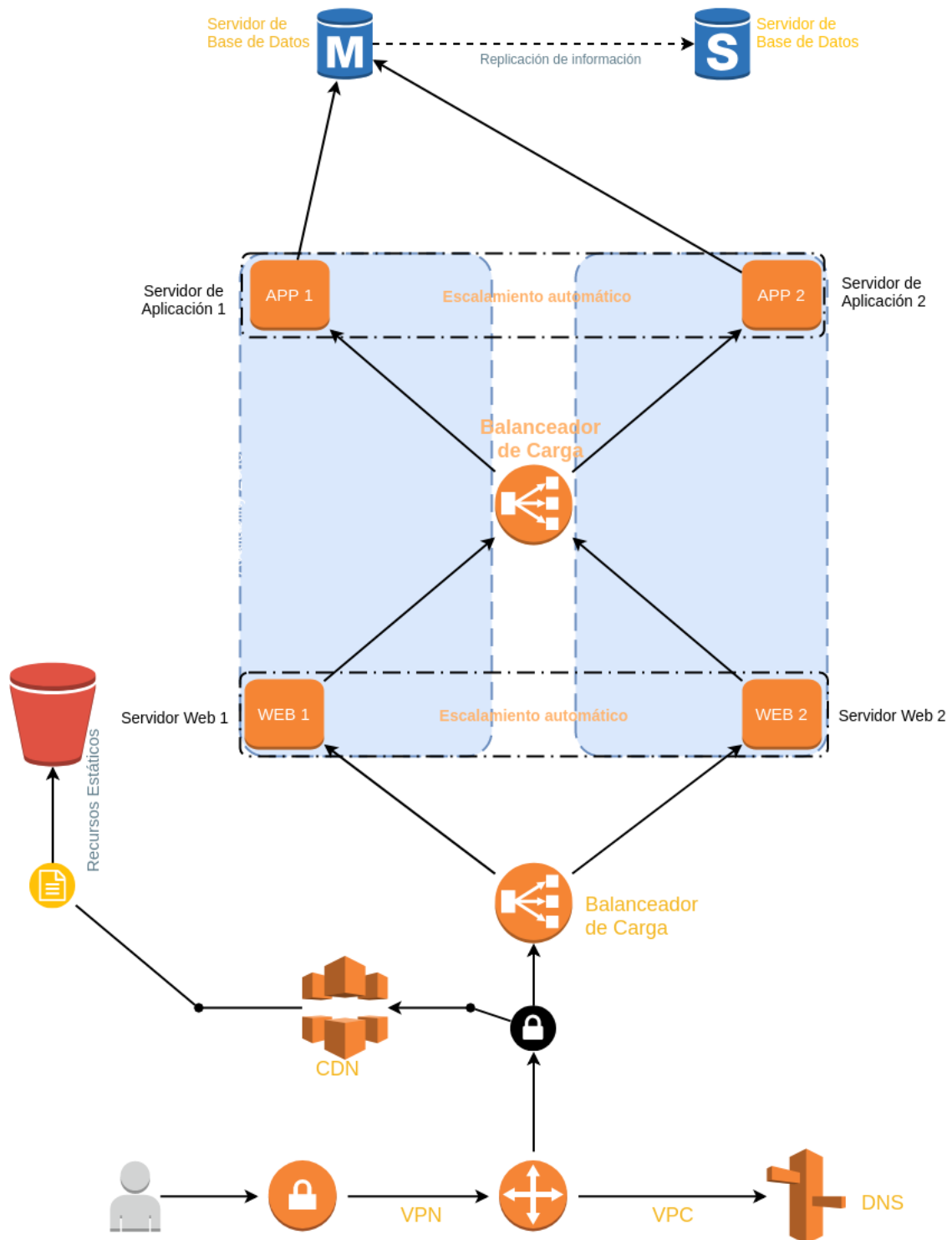


Figura 5.4 Diagrama de Arquitectura - vista física (Construcción Propia)

El diagrama de arriba se enfoca en la arquitectura física del sistema, es decir, los componentes de hardware y de red dónde el sistema estaría alojado. Nuestra arquitectura física está basada en componentes en las nubes, esto quiere decir

que estaríamos usando un proveedor de computación en la nube para la misma, lo cual nos permitiría tener gastos de operación e implementación mucho más baratos y nos garantiza mayor disponibilidad.

5.6.2 Modelo de Caso de Uso

Un caso de uso representa una interacción del usuario con el sistema (Stephens, 2015). La idea de un caso de uso es presentar el sistema desde el punto de vista de los usuarios. Por tanto, este nos permite entender con facilidad las funcionalidades que el sistema contiene sin indagar en las profundidades técnicas detrás de las mismas.

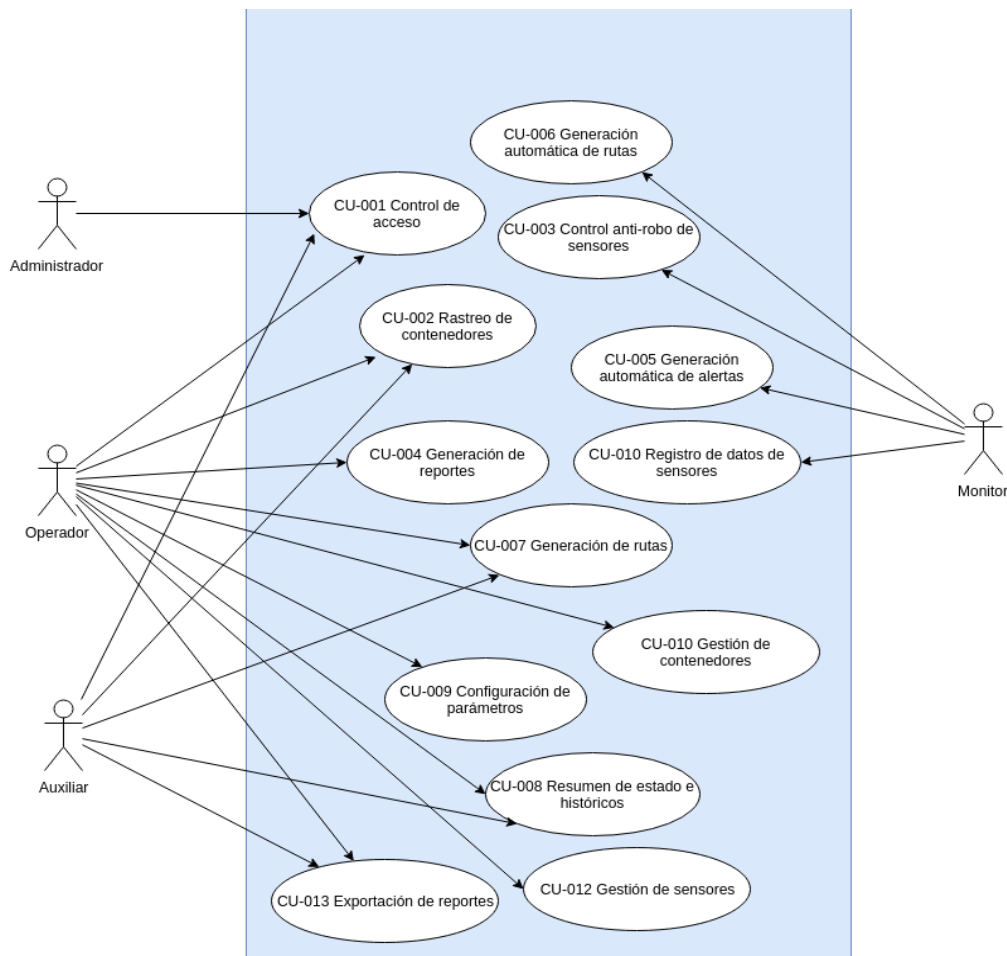


Figura 5.5 Diagrama general de casos de uso (Construcción Propia)

5.6.3 Detalle de Casos de Uso

5.6.3.1 Descripción de Actores

5.6.3.1.1 Administrador

Actor	ADMINISTRADOR	Identificador: AC-001
Descripción	Actor principal	
Características	Es el actor con más permisos del sistema y por tanto puede hacer todo lo que los demás actores principales pueden hacer. No obstante, su función principal es la de gestionar usuarios y roles, cuya función sólo recae en su rol.	
Relación	Es el actor que maneja los permisos y roles de los demás actores principales del sistema.	
Referencias	Creación de roles y usuarios.	

Tabla 5.10 Descripción de actores - Administrador (Construcción Propia)

5.6.3.1.2 Operador

Actor	OPERADOR	Identificador: AC-002
Descripción	Actor principal	
Características	Este actor usa el sistema para la generación de reportes, gestión de inventario, monitoreo en general y otras funciones. Es el actor ideal para manejar el sistema desde el punto de vista operativo. Sólo la gestión de usuarios y roles están fuera de sus responsabilidades.	
Relación	Genera los reportes y rutas que el actor principal Auxiliar pueda exportar.	

Referencias	Gestión de sensores y contenedores, generación de rutas y monitoreo de alertas.
-------------	---

Tabla 5.11 Descripción de actores - Operador (Construcción Propia)

5.6.3.1.3 Auxiliar

Actor	AUXILIAR	Identificador: AC-003
Descripción	Actor principal	
Características	Este actor puede usar el sistema para exportar y ver reportes previamente generados, así como monitorear alertas. También puede ver y generar rutas.	
Relación	Usa reportes generados por el actor Operador.	
Referencias	Monitoreo de alertas y seguimiento de rutas.	

Tabla 5.12 Descripción de actores - Auxiliar (Construcción Propia)

5.6.3.1.4 Monitor

Actor	MONITOR	Identificador: AC-004
Descripción	Actor secundario	
Características	Es el actor encargado de procesar la información de los volúmenes de basura reportados por los sensores de los contenedores y generar alertas.	
Relación	Crea las alertas y rutas que los actores principales Administrador, Operador y Auxiliar monitorean.	
Referencias	Generación de alertas de volúmenes de basura y procesamiento de datos de sensores.	

Tabla 5.13 Descripción de actores - Administrador (Construcción Propia)

5.6.3.2 Especificación de Casos de Uso

A continuación se encuentran las especificaciones de los diferentes casos de usos del sistema, los cuales fueron enumerados en la tabla 5.9. Antes, es bueno recalcar que un sistema de este tipo puede contener muchos flujos en cuanto al funcionamiento del mismo y por tal razón elaborar todas las especificaciones de casos de usos sería una tarea enorme que produciría cientos de páginas.

Por consiguiente, nos hemos concentrado sólo en los aspectos neurálgicos y esenciales del sistema que proponemos y hemos obviado no sólo casos de usos sino también detalles en los que tenemos aquí por considerarlos triviales al menos en esta etapa de análisis. No obstante, algunos de esos casos de usos o detalles están especificados de otra manera en los diagramas de diseño y pantallas del sistema en secciones posteriores, porque resulta más sutil expresarlo de ese modo.

Por consiguiente, procesos como los de “Crear, Leer, Actualizar y Borrar”, “CRUD” (Create, Read, Update y Delete por sus siglas en inglés), los hemos dejado a un lado en la mayor parte de esta especificación, con algunas posibles excepciones donde uno o más de estos procesos pueda ser relevante conforme a las funcionalidades más importante de nuestra solución propuesta en esta tesis.

5.6.3.2.1 Control de acceso

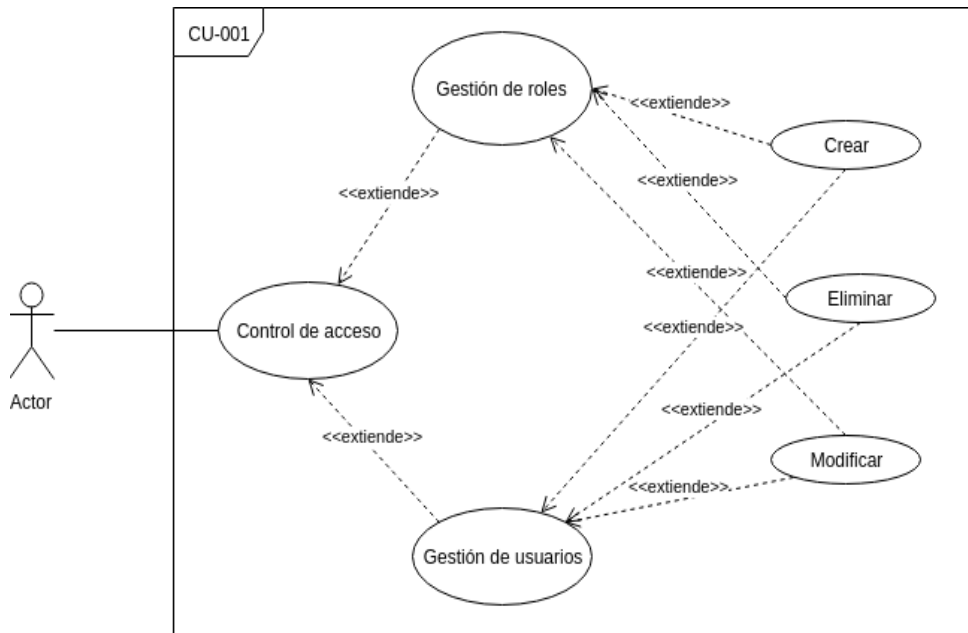


Figura 5.6 Diagrama de caso de uso - Control de acceso (Construcción Propia)

Título	Control de acceso	Identificador: CU-001
Actores	Administrador	
Referencias	Ningunas	
Precondición	Ningunas	
Postcondición	El usuario debe poder iniciar sesión en el sistema y tener acceso conforme al rol asignado.	
Resumen	Permite gestionar roles y usuarios del sistema.	

Tabla 5.14 Control de acceso - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujo Básico		
Paso	Actor(es)	Sistema
FB1	El administrador quiere gestionar el acceso a un usuario.	
FB2		El sistema muestra en la

		pantalla las opciones disponibles: • Roles • Usuarios
FB3	El administrador selecciona la opción conforme sus necesidades.	
FB4		El sistema muestra la pantalla conforme a la opción seleccionada.
FB5	El administrador inserta los datos correspondientes en el aplicativo.	
FB6		El sistema verifica que los datos requeridos hayan sido introducidos.
FB7		El sistema verifica que los datos cumplan con las reglas de negocio y validaciones requeridas.
FB8		El sistema redirige a la pantalla de detalle del elemento agregado o modificado y muestra el mensaje de que la operación fue exitosa.

Tabla 5.15 Flujo básico de Control de acceso - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujos Alternos		
Paso	Actor(es)	Sistema
FA1 en FB6: Hay campos requeridos sin completar		
FA1.1	El administrador llena los campos requeridos.	
FA1.2		El sistema procede desde el flujo FB6.
FA2 en FB7: El administrador ha ingresado datos erróneos		
FA2.1	El administrador corrige los datos.	
FA2.2		El sistema procede desde el flujo FB6.

Tabla 5.16 Flujos alternos de Control de acceso - Caso de uso (Construcción Propia)

5.6.3.2 Rastreo de contenedores

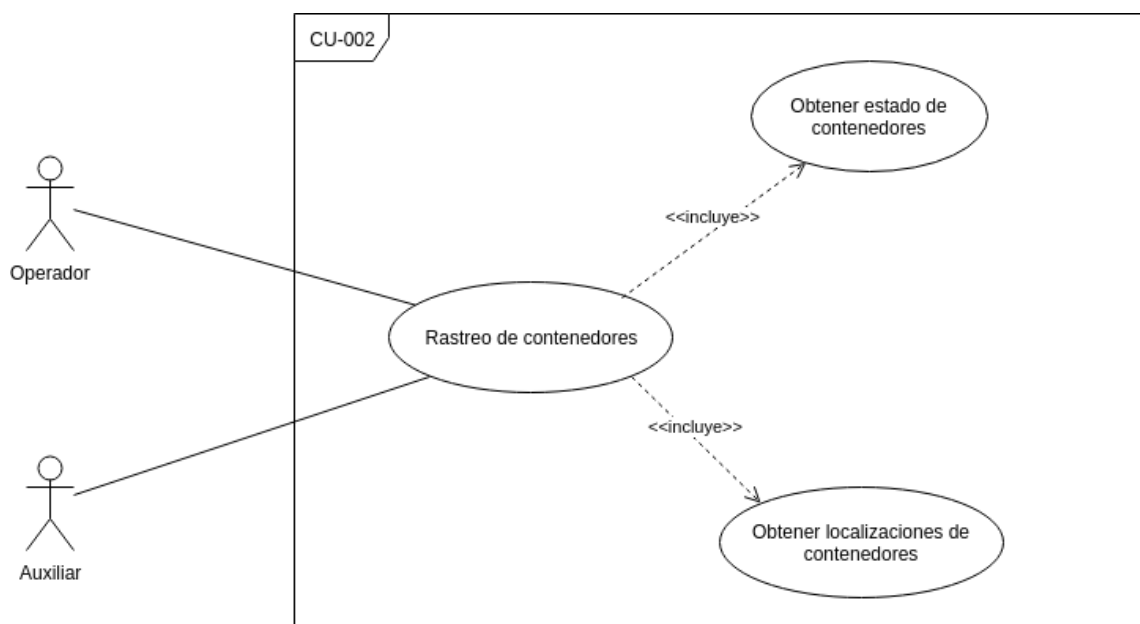


Figura 5.7 Diagrama de caso de uso - Rastreo de contenedores (Construcción Propia)

Título	Rastreo de contenedores	Identificador: CU-002
Actores	Operador, Auxiliar	
Referencias	CU-001	
Precondición	El usuario debe estar autenticado en el sistema.	
Postcondición	Contenedores se muestran en el mapa en su localización actual y con su estado.	
Resumen	Este proceso permite ver en el mapa con la ubicación real y exacta los contenedores de basura del sistema con sus estados de volúmenes actuales.	

Tabla 5.17 Rastreo de contenedores - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujo Básico		
Paso	Actor(es)	Sistema
FB1	El Operador o Auxiliar accede a la página de rastreo.	
FB2		El sistema muestra el mapa.
FB3		El sistema obtiene los contenedores registrados en el sistema.
FB3		El sistema obtiene las ubicaciones de los contenedores y los muestra en el mapa.
FB4		El sistema muestra el estado de los contenedores donde se encuentran en el mapa.

Tabla 5.18 Flujo básico de Rastreo de contenedores - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujos Alternos		
Paso	Actor(es)	Sistema
FA1 en FB2: El sistema no puede cargar el mapa		
FA1.1		El sistema muestra un error al usuario de que hubo un problema al intentar cargar el mapa.
FA1.2		El sistema guarda el error con detalles técnicos en la base de datos.
FA2 en FB3: El sistema no tiene contenedores registrados		
FA2.1		El sistema muestra al usuario el mensaje de que no existen dispositivos registrados.
FA3 en FB4: No se obtuvieron datos de estados		
FA3.1		El sistema muestra al usuario mensaje de que no se obtuvieron datos de los sensores.

Tabla 5.19 Flujos alternos de Rastreo de contenedores - Caso de uso (Construcción Propia)

5.6.3.2.3 Control anti-robo de sensores

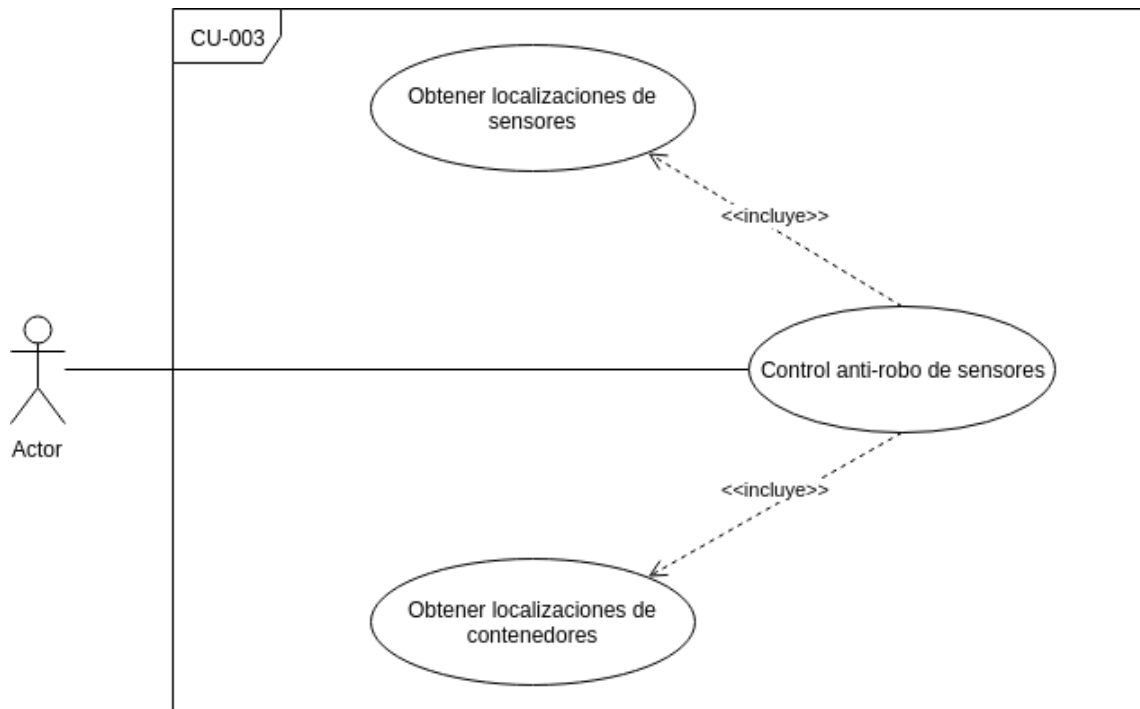


Figura 5.8 Diagrama de caso de uso - Control anti-robo de sensores (Construcción Propia)

Título	Control anti-robo de sensores	Identificador: CU-003
Actores	Monitor	
Referencias	CU-002	
Precondición	Debe haber sensores asignados a contenedores registrados en el sistema.	
Postcondición	Una alerta a todos los usuarios se crea en el sistema si un sensor es detectado como robado.	
Resumen	Se detecta si un sensor ha sido robado al comparar la última ubicación de este con la ubicación del contenedor al que está asignado. Si hay una distancia marcada entre ambos entonces se crea en el sistema una alarma como robado.	

Tabla 5.20 Control anti-robo de sensores - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujo Básico		
Paso	Actor(es)	Sistema
FB1	Monitor solicita las ubicaciones de los contenedores registrados en el sistema.	
FB2		El sistema provee las ubicaciones de los contenedores.
FB3	Monitor solicita las ubicaciones de los sensores.	
FB4		El sistema provee las ubicaciones de los sensores (a través del proveedor).
FB4	Monitor compara las ubicaciones de los sensores y sus contenedores asignados.	
FB5	Si Monitor determina las distancias son muy diferentes, entonces crea una alerta de robo en el sistema.	

Tabla 5.21 Flujo básico de Control anti-robo de sensores - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujos Alternos		
Paso	Actor(es)	Sistema
FA1 en FB2: No contenedores de basura en el sistema		
FA1.1	Monitor detiene la verificación de robos, dado que no hay datos para verificar.	

FA2 en FB4: No se retornaron datos de ubicaciones de los sensores		
FA2.1	Monitor crea igualmente una alerta anti-robo porque el sensor ya registrado parece estar fuera de línea.	

Tabla 5.22 Flujos alternos de Control anti-robo de sensores - Caso de uso (Construcción Propia)

5.6.3.2.4 Generación de reportes

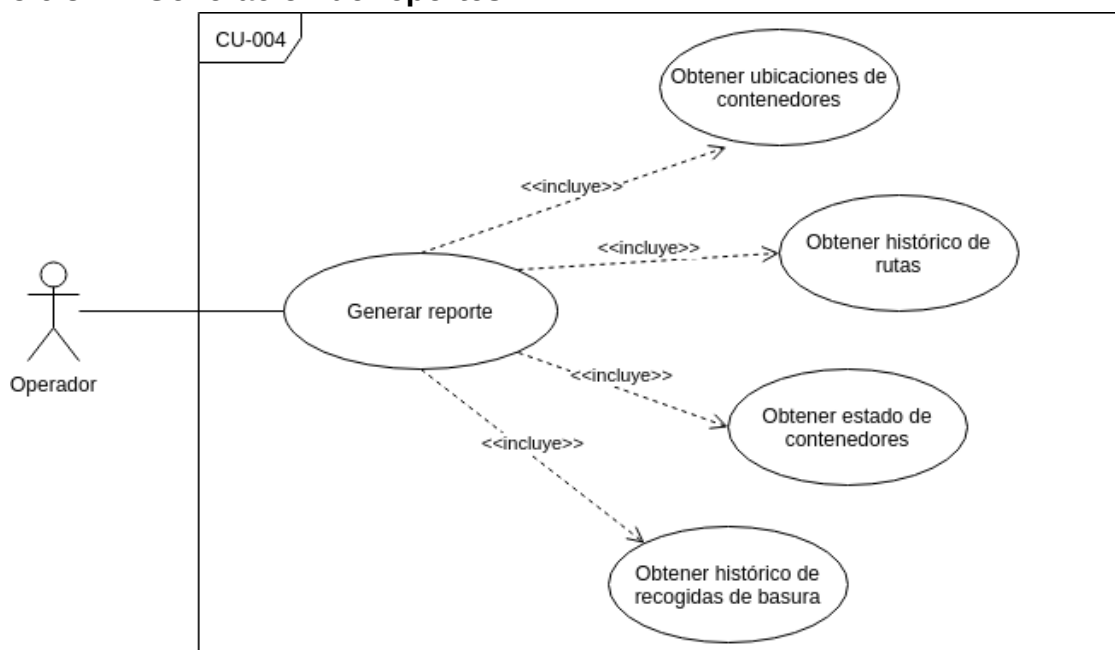


Figura 5.9 Diagrama de caso de uso - Generación de reportes (Construcción Propia)

Título	Generación de reportes	Identificador: CU-004
Actores	Operador	
Referencias	Ningunas	
Precondición	- El usuario debe estar autenticado en el sistema. - Debe haber contenedores y sensores registrados en el sistema.	
Postcondición	El reporte se puede visualizar en la pantalla una vez	

	generado.
Resumen	Este proceso ocurre cuando un Operador solicita al sistema generar un reporte, el reporte se genera en un proceso desatendido y una vez terminado se puede visualizar en la pantalla del aplicativo para estos fines.

Tabla 5.23 Generación de reportes - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujo Básico		
Paso	Actor(es)	Sistema
FB1	El Operador solicita al sistema la generación de un reporte.	
FB2		El sistema empieza a generar de manera desatendida el reporte.
FB3		El sistema notifica al usuario cuando el reporte ha sido generado.
FB4		El sistema muestra en pantalla el reporte generado.

Tabla 5.24 Flujo básico de Generación de reportes - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujos Alternos		
Paso	Actor(es)	Sistema
FA1 en FB3: El reporte no pudo ser generado		
FA1.1		El sistema crea una alerta de error para el usuario.
FA1.2		El sistema guarda en la base de datos todo el detalle técnico del

		error.
FA2 en FB4: El usuario salió de la pantalla de reportes		
FA2.1		El sistema envía una alerta al usuario de que su reporte está listo y provee un enlace directo.
FB2.1	El usuario hace click en el enlace y va directo a la pantalla del reporte.	
		El sistema muestra el reporte en pantalla.

Tabla 5.25 Flujos alternos de Generación de reportes - Caso de uso (Construcción Propia)

5.6.3.2.5 Generación automática de alertas

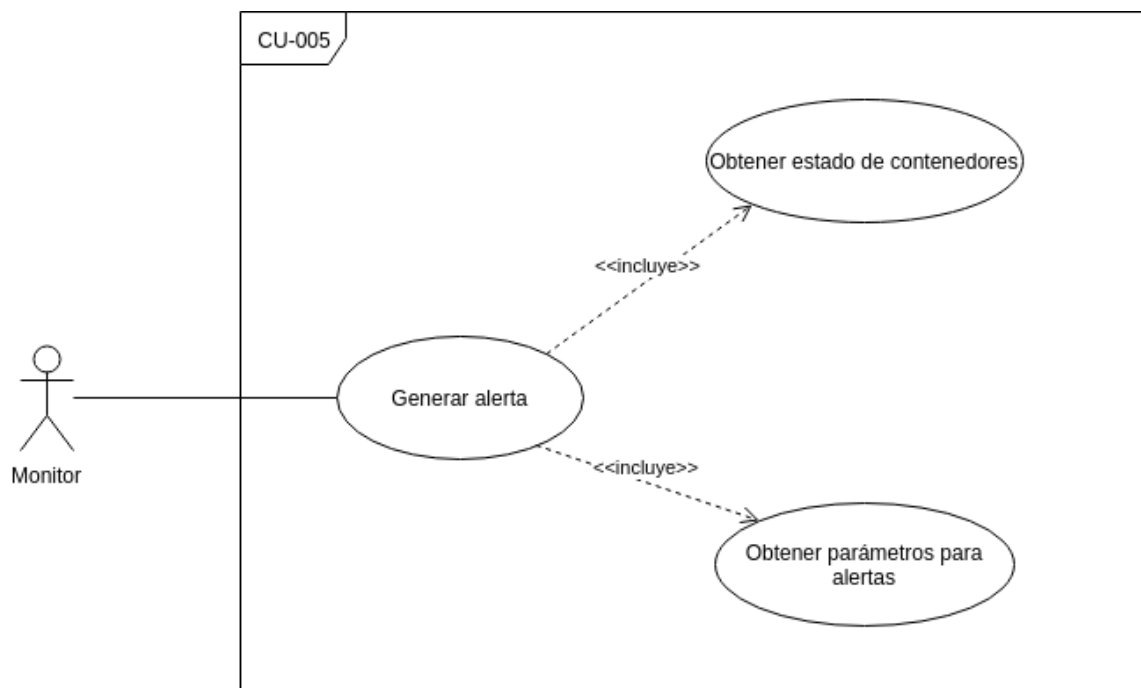


Figura 5.10 Diagrama de caso de uso - Generación automática de alertas (Construcción Propia)

Título	Generación automática de alertas	Identificador: CU-005
Actores	Monitor	

Referencias	CU-006, CU-009
Precondición	Debe haber sensores y contenedores registrados en el sistema.
Postcondición	Los usuarios pueden ver la alerta en el sistema con un enlace directo a una ruta de recogida auto-generada.
Resumen	Hay varios tipos de alertas en este sistema, pero está en particular se refiere a las alertas principales de cuando cierta cantidad de contenedores ha alcanzado un nivel determinado de volumen de basura. Estas cantidades son parámetros configurables en el sistema.

Tabla 5.26 Generación automática de alertas - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujo Básico		
Paso	Actor(es)	Sistema
FB1	Monitor solicita los estados de los contenedores.	
FB2		El sistema provee los estados de los contenedores reportados por los sensores (a través del proveedor).
FB3	Monitor obtiene los parámetros para generar alertas de la base de datos.	
FB4	Monitor procesa el estado de los contenedores y lo compara con los parámetros.	
FB5	Monitor genera la alerta en el sistema si la comparación de los parámetros fue verdadera.	

FB6	Monitor genera una ruta de recogida de la basura si el flujo FB5 fue verdadero	
-----	--	--

Tabla 5.27 Flujo básico de Generación automática de alertas - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujos Alternos		
Paso	Actor(es)	Sistema
FA1 en FB2: El sistema no retornó estados de los contenedores		
FA1.1	Monitor guarda esto con todos los detalles posible como un error en el sistema y no continua el flujo.	

Tabla 5.28 Flujos alternos de Generación automática de alertas - Caso de uso (Construcción Propia)

5.6.3.2.6 Generación automática de rutas

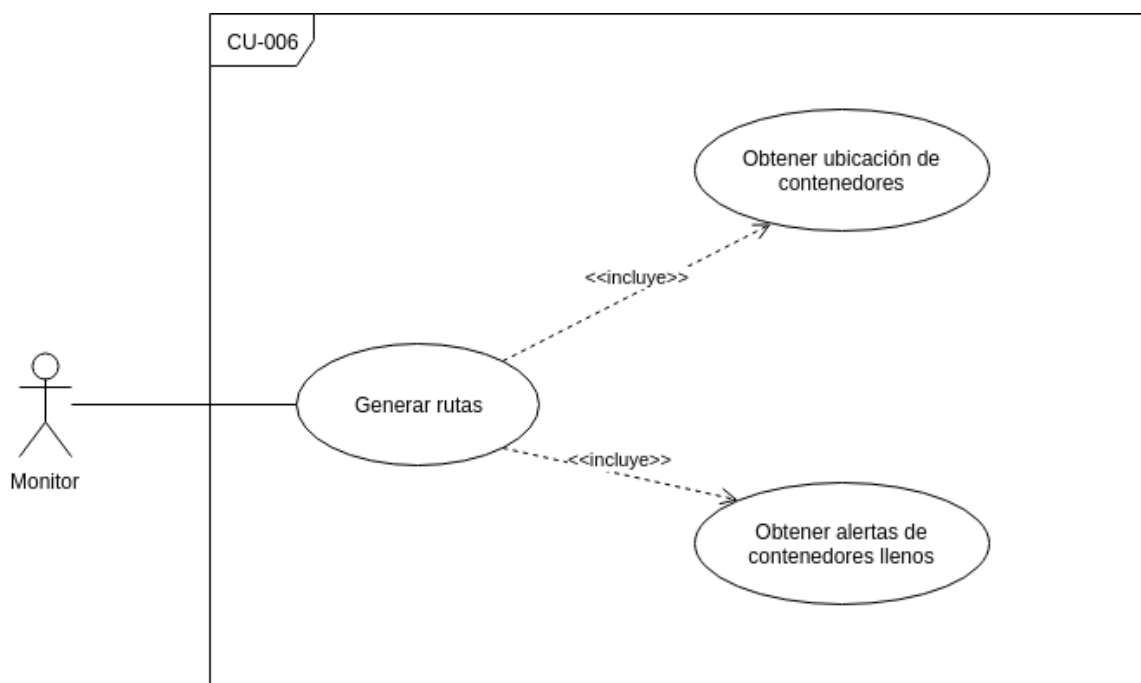


Figura 5.11 Diagrama de caso de uso - Generación automática de rutas (Construcción Propia)

Título	Generación automática de rutas	Identificador: CU-006
---------------	--------------------------------	-----------------------

Actores	Monitor
Referencias	CU-005, CU-007
Precondición	Tienen que haber alertas de contenedores llenos activas en el sistema.
Postcondición	Los usuarios podrán ver las rutas en el aplicativo.
Resumen	Este proceso se encarga de auto-generar rutas de recogida de basura una vez se hayan creado en el sistema alertas de que hay contenedores llenos.

Tabla 5.29 Generación automática de rutas - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujo Básico		
Paso	Actor(es)	Sistema
FB1	Monitor obtiene alertas de contenedores de basura llenos de la base de datos.	
FB2	Monitor obtiene ubicación de los contenedores de la base de datos	
FB3	Monitor genera la ruta y la guarda en la base de datos.	
FB4		Sistema muestra la ruta en el aplicativo.

Tabla 5.30 Flujo básico de Generación automática de rutas - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujos Alternos		
Paso	Actor(es)	Sistema
FA1 en FB1: No se encontraron alertas de contenedores llenos		
FA1.1	Monitor aborta el proceso.	
FA2 en FB3: Error al generar la ruta		
FA2.1	Monitor guarda en detalle el error en la base de datos.	
FA2.2	Monitor crea una alerta a los Operadores y Administradores sobre el error.	

Tabla 5.31 Flujos alternos de Generación automática de rutas - Caso de uso (Construcción Propia)

5.6.3.2.7 Generación de rutas

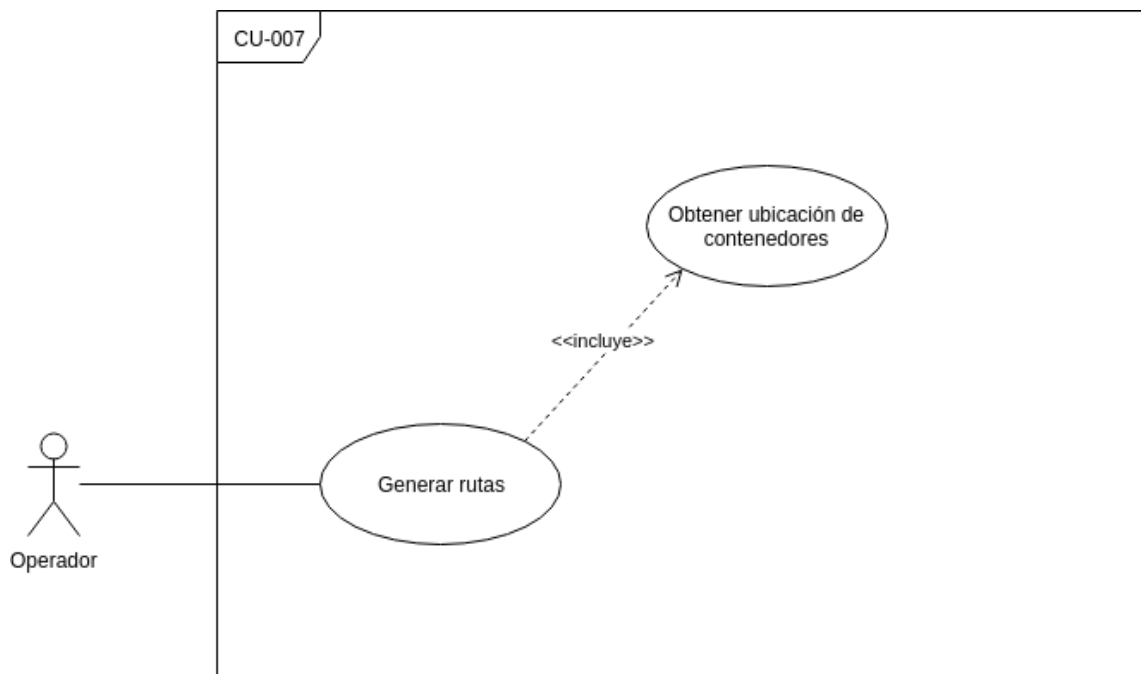


Figura 5.12 Diagrama de caso de uso - Generación de rutas (Construcción Propia)

Título	Generación de rutas	Identificador: CU-007
Actores	Operador	
Referencias	Ningunas	
Precondición	El usuario debe estar autenticado en el sistema.	
Postcondición	Las rutas se presentan en la pantalla.	
Resumen	Este proceso permite generar rutas optimizadas para la recogida de la basura.	

Tabla 5.32 Generación de rutas - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujo Básico		
Paso	Actor(es)	Sistema
FB1	Operador solicita la generación de una ruta de recogida de la basura.	
FB2		El sistema genera la ruta.
FB3		El sistema presenta la ruta en la pantalla.

Tabla 5.33 Flujo básico de Generación de rutas - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujos Alternos		
Paso	Actor(es)	Sistema
FA1 en FB2: La ruta no pudo ser generada.		
FA1.1		El sistema guarda los detalles del problema en la base de datos
FA1.2		El sistema presenta al usuario el

		error simplificado en pantalla.
--	--	---------------------------------

Tabla 5.34 Flujos alternos de Generación de rutas - Caso de uso (Construcción Propia)

5.6.3.2.8 Resumen de estados e históricos

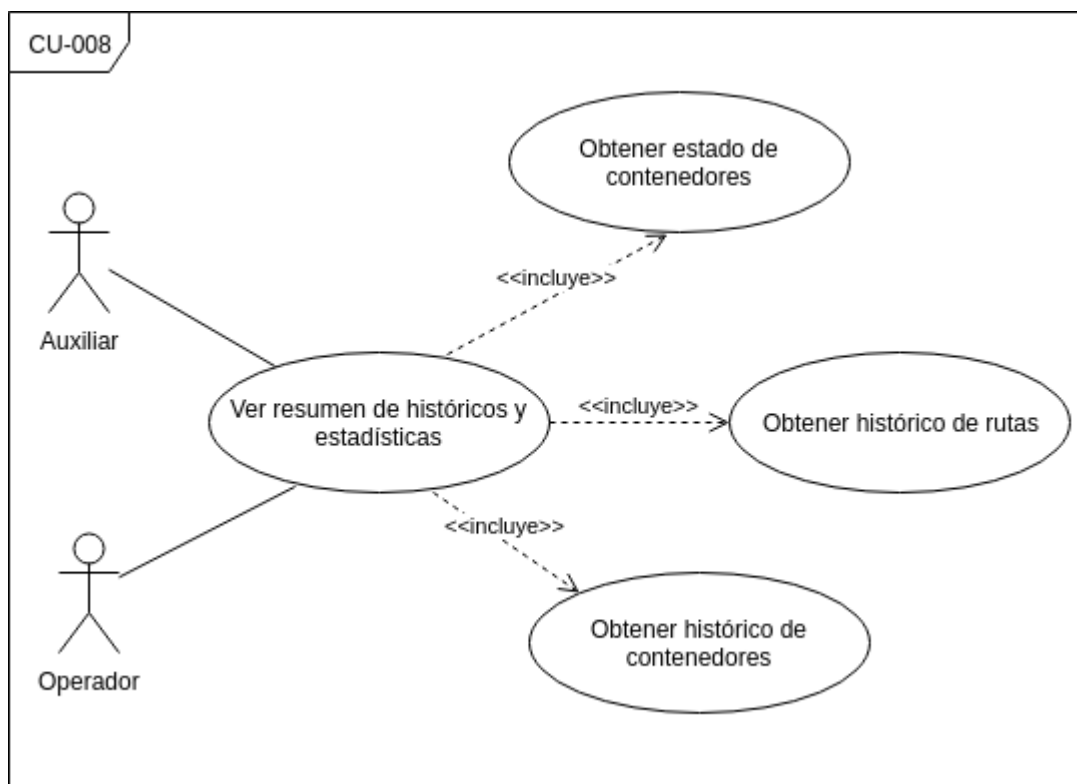


Figura 5.13 Diagrama de caso de uso - Resumen de estados e históricos (Construcción Propia)

Título	Resumen de estados e históricos	Identificador: CU-008
Actores	Auxiliar, Operador	
Referencias	CU-003, CU-005	
Precondición	- El usuario tiene que estar autenticado en el sistema. - Tienen que haber dispositivos registrados en el sistema.	
Postcondición	El sistema muestra los resúmenes y estadísticas en la pantalla del dashboard del sistema.	
Resumen	Permite ver un resumen de las rutas de recogidas del	

	sistema, estados de dispositivos y basura registrada de forma estadística.
--	--

Tabla 5.35 Resumen de estados e históricos - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujo Básico		
Paso	Actor(es)	Sistema
FB1	El usuario entra a la pantalla del dashboard del sistema.	
FB2		El sistema obtiene las rutas de recogidas usadas.
FB3		El sistema obtiene el estado de los contenedores.
FB4		El sistema obtiene datos históricos del sistema sobre basura recogida.
FB5		El sistema genera gráficos y tablas con la información recolectada.
FB6		El sistema muestra las tablas y gráficos en la pantalla.

Tabla 5.36 Flujo básico de Resumen de estados e históricos - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujos Alternos		
Paso	Actor(es)	Sistema
FA1 en FB2: No rutas de recogidas encontradas		
FA1.1		El sistema obvia datos de recogidas y continua el flujo en FB3.

FA2 en FB3: No estados de contenedores encontrados		
FA2.1		El sistema obvia datos de estados de contenedores y continua el flujo en FB4.
FA3 en FB4: No datos históricos de rutas encontrados		
FA3.1		El sistema obvia información sobre rutas y continua el flujo en FB5.

Tabla 5.37 Flujos alternos de Resumen de estados e históricos - Caso de uso (Construcción Propia)

5.6.3.2.9 Configuración de parámetros

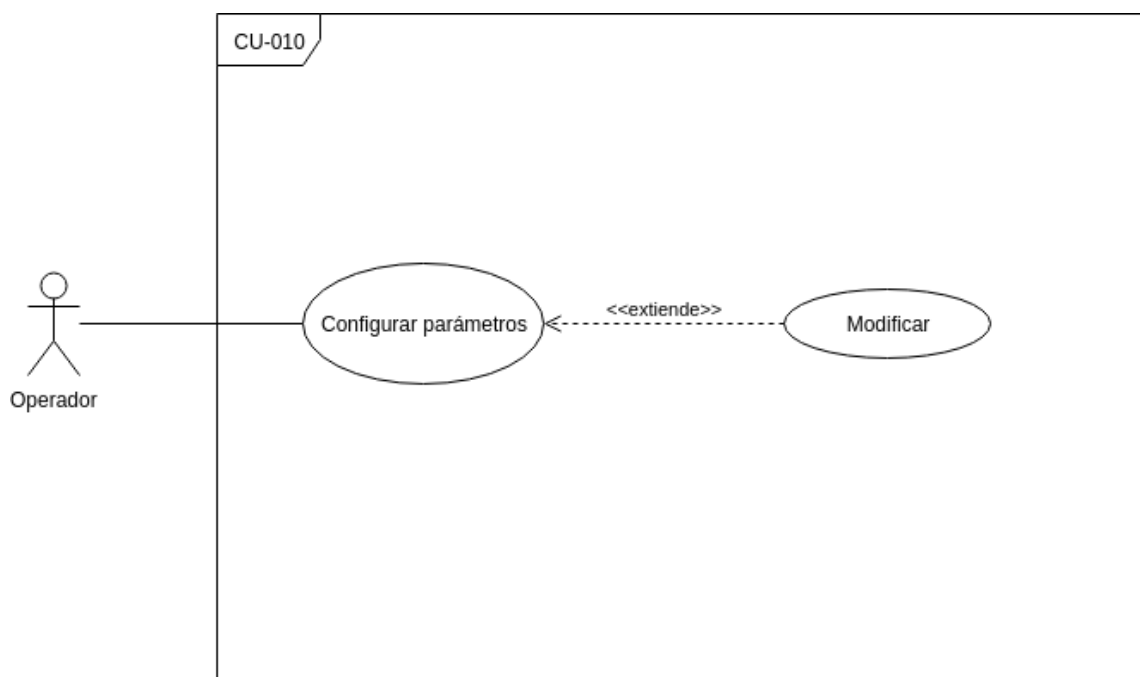


Figura 5.14 Diagrama de caso de uso - Configuración de parámetros (Construcción Propia)

Título	Configuración de parámetros	Identificador: CU-009
Actores	Operador	
Referencias	CU-003, CU-005	

Precondición	• El usuario debe estar autenticado en el sistema. • Los parámetros deben existir ya en el sistema.
Postcondición	El sistema muestra que los datos fueron guardados exitosamente.
Resumen	Permite configurar los parámetros para la generación de alertas de contenedores llenos y alertas de robo. El sistema necesita valores para saber cuando disparar una alerta. Por ejemplo, el sistema necesita saber a qué distancia mínima específica un contenedor y su sensor pueden estar para disparar una alerta de robo.

Tabla 5.38 Configuración de parámetros - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujo Básico		
Paso	Actor(es)	Sistema
FB1	El usuario accede a configurar los parámetros del sistema.	
FB2		El sistema presenta en pantalla la lista de parámetros con un botón de editar al lado.
FB3	El usuario da click a editar un parámetro.	
FB4		El sistema presenta la pantalla de edición.
FB5	El usuario hace los cambios correspondientes.	
FB6		El sistema valida que los datos insertados sean válidos.

FB7		El sistema guarda los datos, redirige a la pantalla principal de configuración y muestra un mensaje de operación exitosa.
-----	--	---

Tabla 5.39 Flujo básico de Configuración de parámetros - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujos Alternos		
Paso	Actor(es)	Sistema
FA1 en FB5: El usuario cancela la edición		
FA1.1		El sistema redirige el usuario al flujo FB2.
FA2 en FB6: Los datos introducidos no son válidos		
FA2.1		El sistema señala al usuario los campos con datos erróneos y muestra un error apropiado.
FA2.2	El flujo continúa en FB5.	

Tabla 5.40 Flujos alternos de Configuración de parámetros - Caso de uso (Construcción Propia)

5.6.3.2.10 Registro de datos de sensores

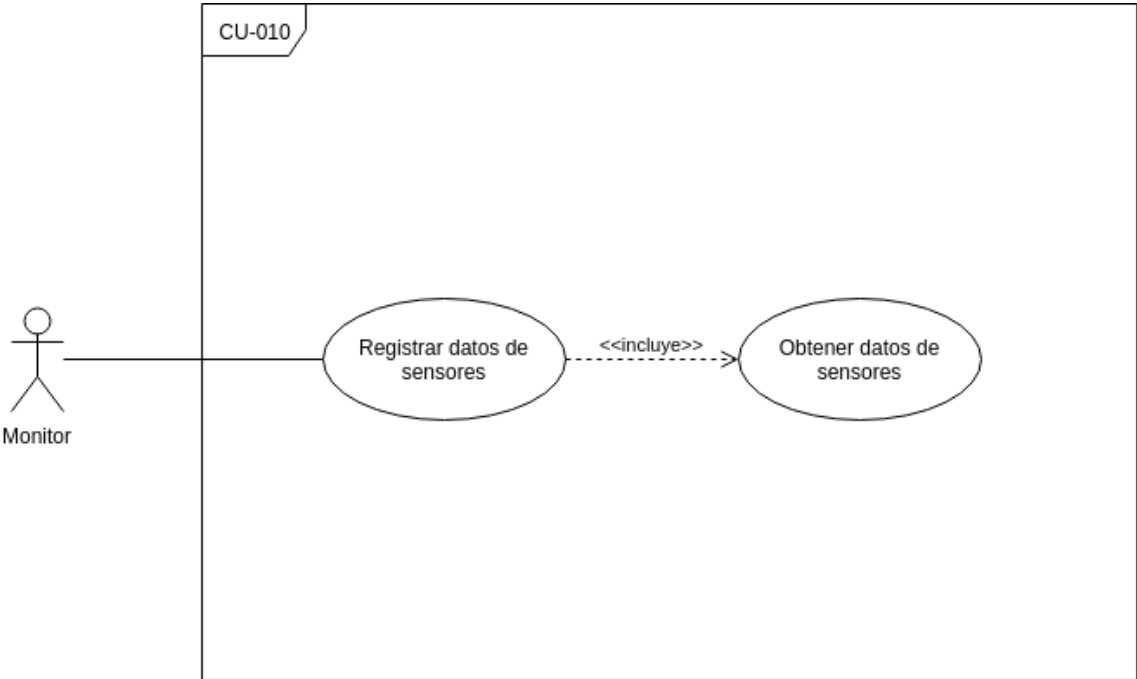


Figura 5.15 Diagrama de caso de uso - Registro de datos de sensores (Construcción Propia)

Título	Registro de datos de sensores	Identificador: CU-010
Actores	Monitor	
Referencias	CU-005, CU-012	
Precondición	Los sensores deben estar registrados en el sistema.	
Postcondición	Los datos son almacenados en la base de datos y se reflejan en la pantalla del dashboard del sistema.	
Resumen	Procesa los datos enviados por los sensores de los contenedores de basura y los almacena en la base de datos. Estos son evaluados para la generación de alertas y reportes del sistema.	

Tabla 5.40 Registro de datos de sensores - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujo Básico		
Paso	Actor(es)	Sistema
FB1	El usuario solicita los datos de sensores al sistema.	
FB2		El sistema a través de un proveedor externo provee los datos de los sensores.
FB3	El usuario registra los datos en la base de datos del sistema.	

Tabla 5.41 Flujo básico de Registro de datos de sensores - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujos Alternos		
Paso	Actor(es)	Sistema
FA1 en FB2: No datos de sensores encontrados		
FA1.1	El usuario aborta el proceso.	
FA2 en FB3: Error en tiempo de ejecución al intentar guardar los datos		
FA2.1	El usuario guarda el error con detalle técnico en la base de datos.	

Tabla 5.42 Flujos alternos de Registro de datos de sensores - Caso de uso (Construcción Propia)

5.6.3.2.11 Gestión de contenedores

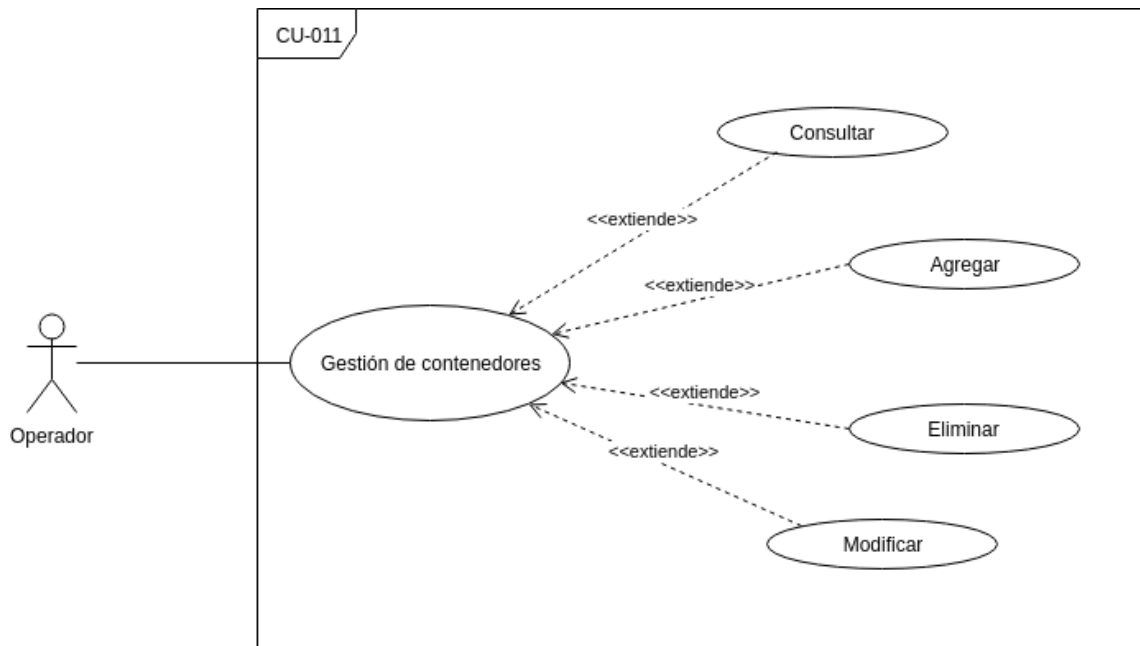


Figura 5.16 Diagrama de caso de uso - Gestión de contenedores (Construcción Propia)

Título	Gestión de contenedores	Identificador: CU-011
Actores	Operador	
Referencias	CU-001, CU-012	
Precondición	El usuario debe estar autenticado en el sistema.	
Postcondición	El sistema muestra la lista de contenedores luego de la operación y un mensaje descriptivo. Es decir, que si fue una adición el nuevo contenedor estará ahí, si fue una eliminación habrá uno menos. Si fue una consulta mostrará la lista de contenedores encontrados.	
Resumen	Permite a un usuario manejar el inventario de contenedores. Aquí se especifican la ubicación física del contenedor y se le asigna un sensor (opcional). Las consultas en la lógica de negocio deben hacerse por: sector, código de sensor, código de contenedor, por coordenadas geográficas.	

Tabla 5.43 Gestión de contenedores - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujo Básico		
Paso	Actor(es)	Sistema
FB1	El usuario accede a la página de gestión de contenedores.	
FB2		El sistema muestra la lista de contenedores agregados y en un lado de la pantalla las opciones: • Consultar • Eliminar • Modificar • Agregar
FB3	El usuario selecciona una de las opciones.	
FB4	El usuario introduce la información necesaria.	
FB5		El sistema verifica que los datos requeridos hayan sido introducidos.
FB6		El sistema verifica si la acción cumple con las reglas de negocios requeridas.
FB7		El sistema presenta la pantalla de lista de contenedores con un mensaje de que la operación fue exitosa.

Tabla 5.44 Flujo básico de Gestión de contenedores - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujos Alternos

Paso	Actor(es)	Sistema
FA1 en FB5: Datos erróneos fueron introducidos		
FA1.1		El sistema señala los campos con datos erróneos.
FA1.2		El sistema muestra un mensaje al usuario de que hay datos incorrectos en su entrada.
FA1.3	El usuario continúa el flujo en FB4.	
FA2 en FB6: Los datos introducidos no están bien en cuanto a la reglas de negocio		
FA2.1		El sistema muestra un mensaje descriptivo al usuario sobre el error de validación.
FA2.2	El usuario continúa el flujo en FB4.	
FB3 en FB7: El sistema no encontró el contenedor en una consulta		
FB3.1		El sistema muestra el mensaje al usuario de que no se encontró el contenedor.

Tabla 5.45 Flujos alternos de Gestión de contenedores - Caso de uso (Construcción Propia)

5.6.3.2.12 Gestión de sensores

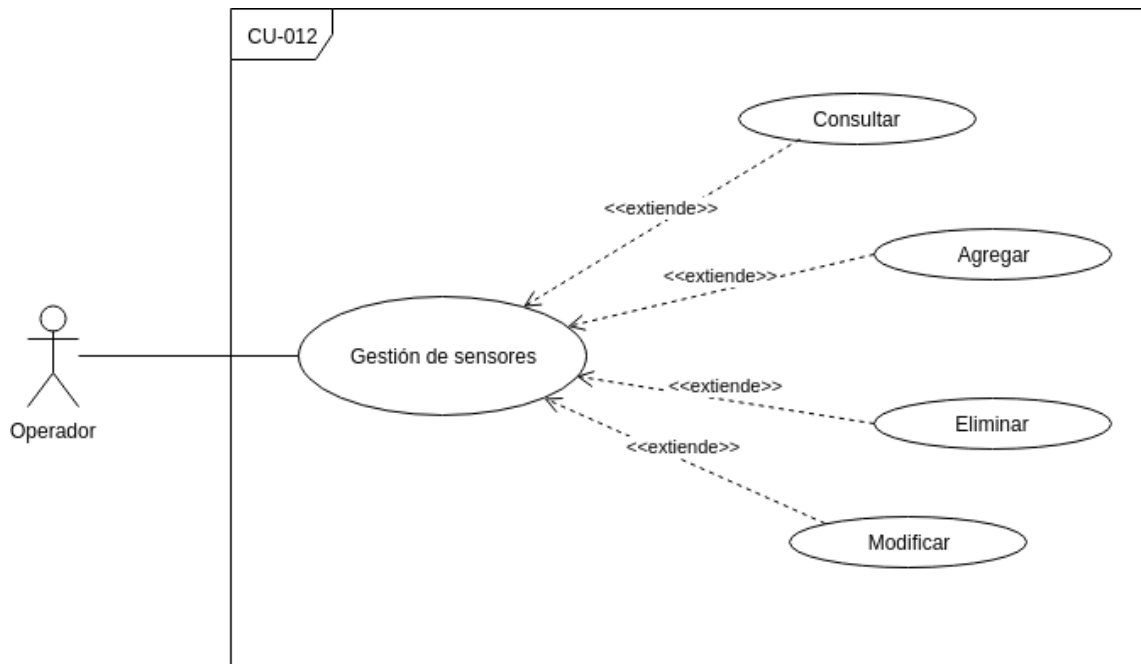


Figura 5.17 Diagrama de caso de uso - Gestión de sensores (Construcción Propia)

Título	Gestión de sensores	Identificador: CU-012
Actores	Operador	
Referencias	CU-001, CU-011	
Precondición	El usuario debe estar autenticado en el sistema.	
Postcondición	El sistema muestra la lista de sensores luego de la operación y un mensaje descriptivo. Es decir, que si fue una adición el nuevo sensor estará ahí, si fue una eliminación habrá uno menos. Si fue una consulta mostrará la lista de sensores encontrados.	
Resumen	Permite a un usuario manejar el inventario de sensores. Aquí se puede asignar un sensor a un contenedor. Las consultas en la lógica de negocio deben hacerse por: código de sensor, código de contenedor.	

--	--

Tabla 5.46 Gestión de sensores - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujo Básico		
Paso	Actor(es)	Sistema
FB1	El usuario accede a la página de gestión de sensores.	
FB2		El sistema muestra la lista de sensores agregados y en un lado de la pantalla las opciones: • Consultar • Eliminar • Modificar • Agregar
FB3	El usuario selecciona una de las opciones.	
FB4	El usuario introduce la información necesaria.	
FB5		El sistema verifica que los datos requeridos hayan sido introducidos.
FB6		El sistema verifica si la acción cumple con las reglas de negocios requeridas.
FB7		El sistema presenta la pantalla de lista de sensores con un mensaje de que la operación fue exitosa.

Tabla 5.47 Flujo básico de Gestión de sensores - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujos Alternos		
Paso	Actor(es)	Sistema
FA1 en FB5: Datos erróneos fueron introducidos		
FA1.1		El sistema señala los campos con datos erróneos.
FA1.2		El sistema muestra un mensaje al usuario de que hay datos incorrectos en su entrada.
FA1.3	El usuario continúa el flujo en FB4.	
FA2 en FB6: Los datos introducidos no están bien en cuanto a la reglas de negocio		
FA2.1		El sistema muestra un mensaje descriptivo al usuario sobre el error de validación.
FA2.2	El usuario continúa el flujo en FB4.	
FA3 en FB7: El sistema no encontró el sensor en una consulta		
FA3.1		El sistema muestra el mensaje al usuario de que no se encontró el sensor.

Tabla 5.48 Flujos alternos de Gestión de sensores - Caso de uso (Construcción Propia)

5.6.3.2.13 Exportación de reportes

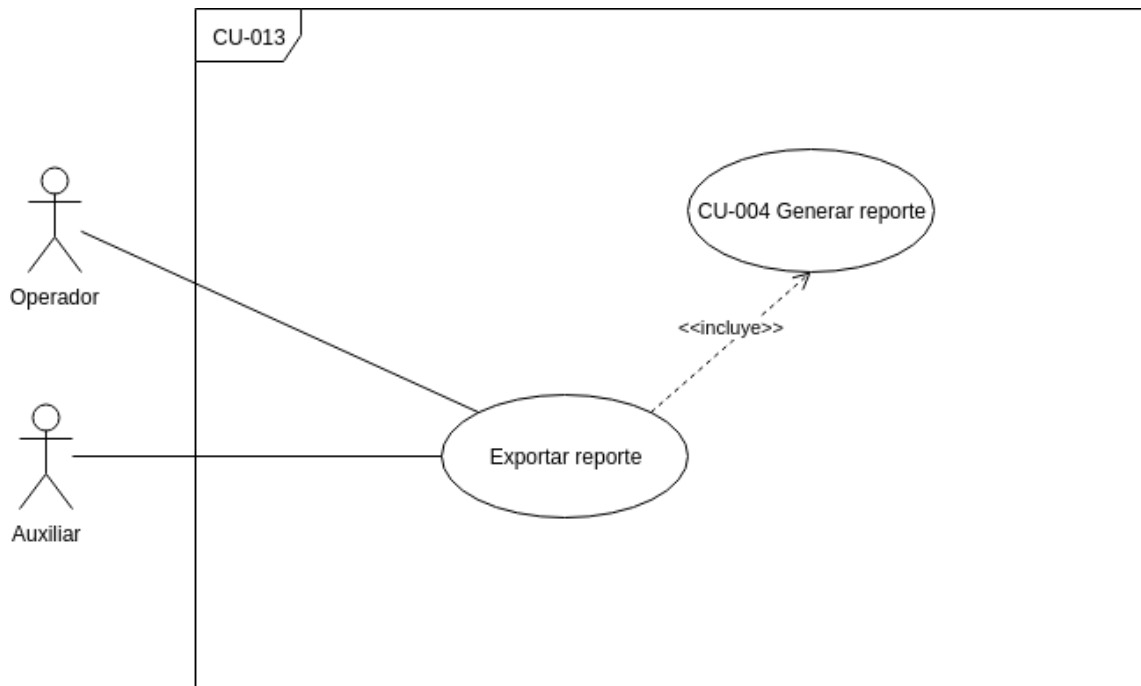


Figura 5.18 Diagrama de caso de uso - Exportación de reportes (Construcción Propia)

Título	Exportación de reportes	Identificador: CU-013
Actores	Operador, Auxiliar	
Referencias	CU-001, CU-004	
Precondición	• El usuario debe estar autenticado en el sistema. • El reporte debe haber sido previamente generado.	
Postcondición	El reporte se descarga a la computadora del usuario.	
Resumen	Permite a un usuario descargar reportes previamente generados. Los formatos para los reportes pueden ser de tres tipo: Word, PDF, Excel.	

Tabla 5.49 Exportación de reportes - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujo Básico		
Paso	Actor(es)	Sistema
FB1	El usuario accede a la pantalla de reportes.	
FB2		El sistema muestra los reportes previamente generados.
FB3	El usuario hace click en el reporte de su interés.	
FB4		El sistema muestra el reporte.
FB5	El usuario hace click para descargar el reporte.	
FB5		El sistema descarga el reporte en la máquina del usuario.

Tabla 5.50 Flujo básico de Exportación de reportes - Caso de uso (Construcción Propia)

Flujos Alternos		
Paso	Actor(es)	Sistema
FA1 en FB2: No hay reportes previamente generados.		
FA1.1	El usuario sale de la pantalla de reportes.	
FA2 en FB2: No hay reportes previamente generados.		
FA2.1	El usuario procede a generar un reporte (CU-004). Luego, el flujo vuelve a FB1.	

Tabla 5.51 Flujos alternos de Exportación de reportes - Caso de uso (Construcción Propia)

5.6.4 Diseño de pantallas del sistema

En esta sección presentamos las pantallas más importantes del sistema. En una implementación del mismo muchas otras pantallas y elementos gráficos podrían existir. No obstante, en este trabajo nos limitaremos a las pantallas principales y esenciales del sistema propuesto.

5.6.4.1 Acceso al sistema



The image shows a web browser window with a single tab labeled 'ADN'. The address bar contains the URL 'https://www.smart.adn.gob.do'. The main content area displays the title 'Sistema inteligente de gestión de residuos sólidos' in a green font. Below the title is a login form with the heading 'Iniciar sesión'. The form includes a 'Usuario:' label and a text input field, a 'Contraseña' label and a password input field with masked characters, and a grey 'ENTRAR' button. At the bottom of the page, there is a horizontal line with three dots in the center.

Figura 5.19 Pantalla de acceso al sistema (Construcción propia)

5.6.4.2 Dashboard

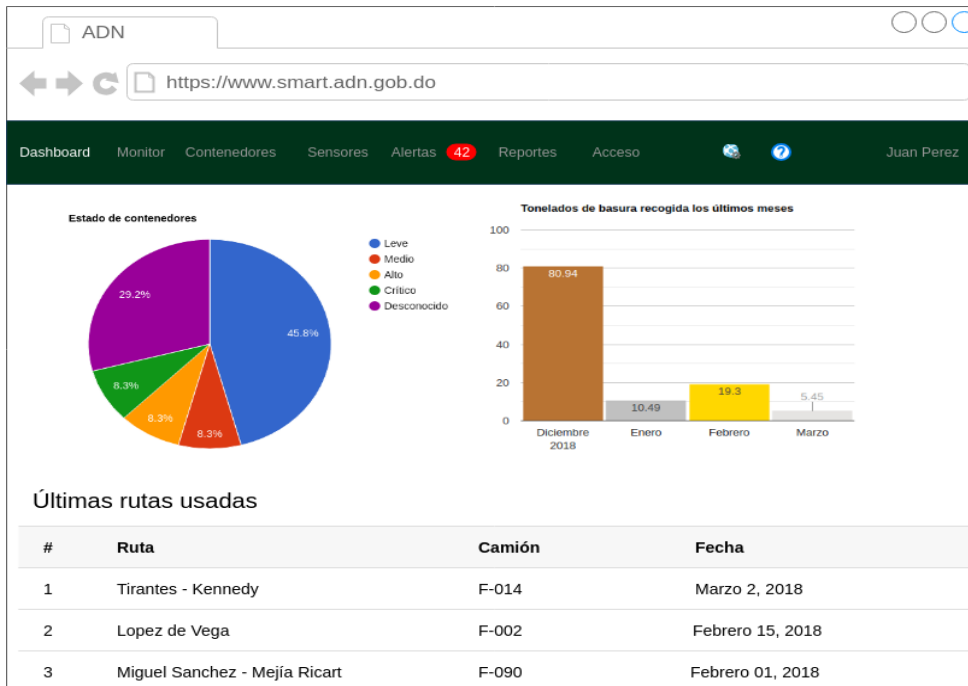


Figura 5.20 Pantalla dashboard del sistema - (Construcción Propia)

5.6.4.3 Rastreo

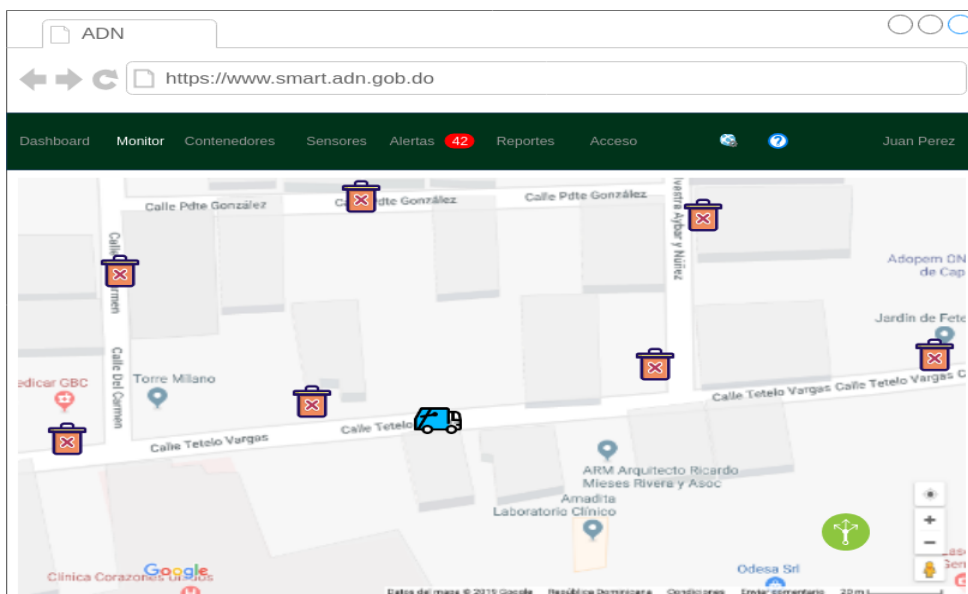


Figura 5.21 Pantalla de rastreo de contenedores (Construcción Propia)

Las rutas generadas (ver CU-006 y CU-007) también se pueden ver en una pantalla similar, lo cual no está incluida en este documento.

5.6.4.4 Alertas

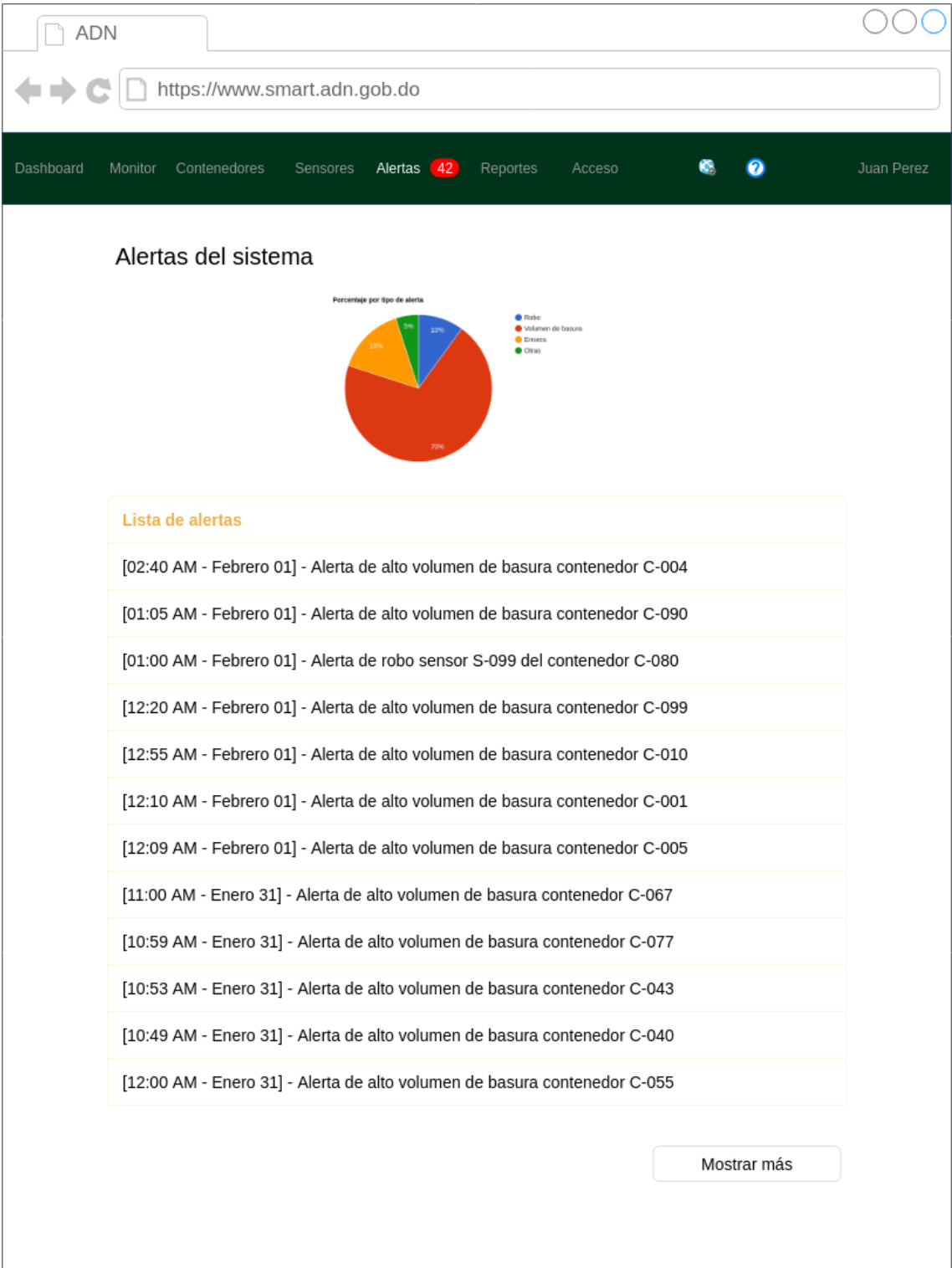


Figura 5.22 Pantalla de lista alertas - (Construcción Propia)

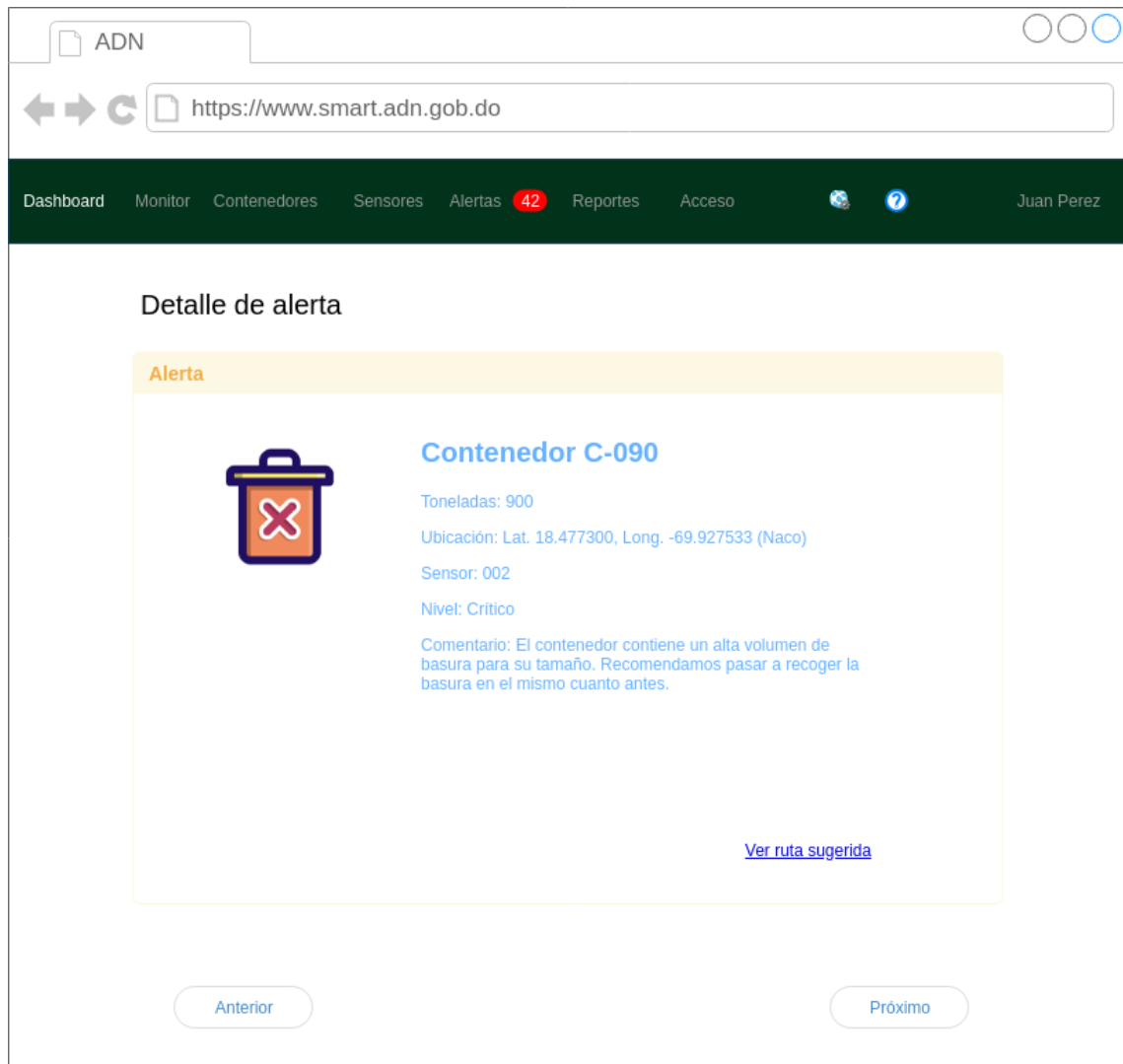


Figura 5.23 Pantalla de detalle de alerta - (Construcción Propia)

5.6.4.5 Configuración

The screenshot shows a web browser window with the URL `https://www.smart.adn.gob.do`. The browser tab is labeled 'ADN'. The page has a dark green navigation bar with the following menu items: Dashboard, Monitor, Contenedores, Sensores, Alertas (with a red badge showing '42'), Reportes, and Acceso. The user's name 'Juan Perez' is displayed on the right. The main content area is titled 'Configuración' and contains a section 'Configuración de cantidades' with three input fields: 'Toneladas para alerta' (500), 'Contenedores para rutas' (10), and 'Metros de distancia sensor' (1). Each field has a decimal part set to '.00'. A blue 'Guardar' button is located at the bottom right of the configuration section, and a blue link 'Necesitas ayuda?' is at the bottom left.

Configuración de cantidades	
Toneladas para alerta:	500 .00
Contenedores para rutas:	10 .00
Metros de distancia sensor:	1 .00

[Necesitas ayuda?](#) Guardar

Figura 5.24 Pantalla de configuración para alertas automáticas - (Construcción Propia)

Esta información no está supuesta a variar mucho en el sistema. El sistema tiene valores predefinidos. El enlace de ayuda de la imagen redirige el usuario a la documentación donde explica qué son y para qué son cada parámetro.

5.6.4.6 Reportes

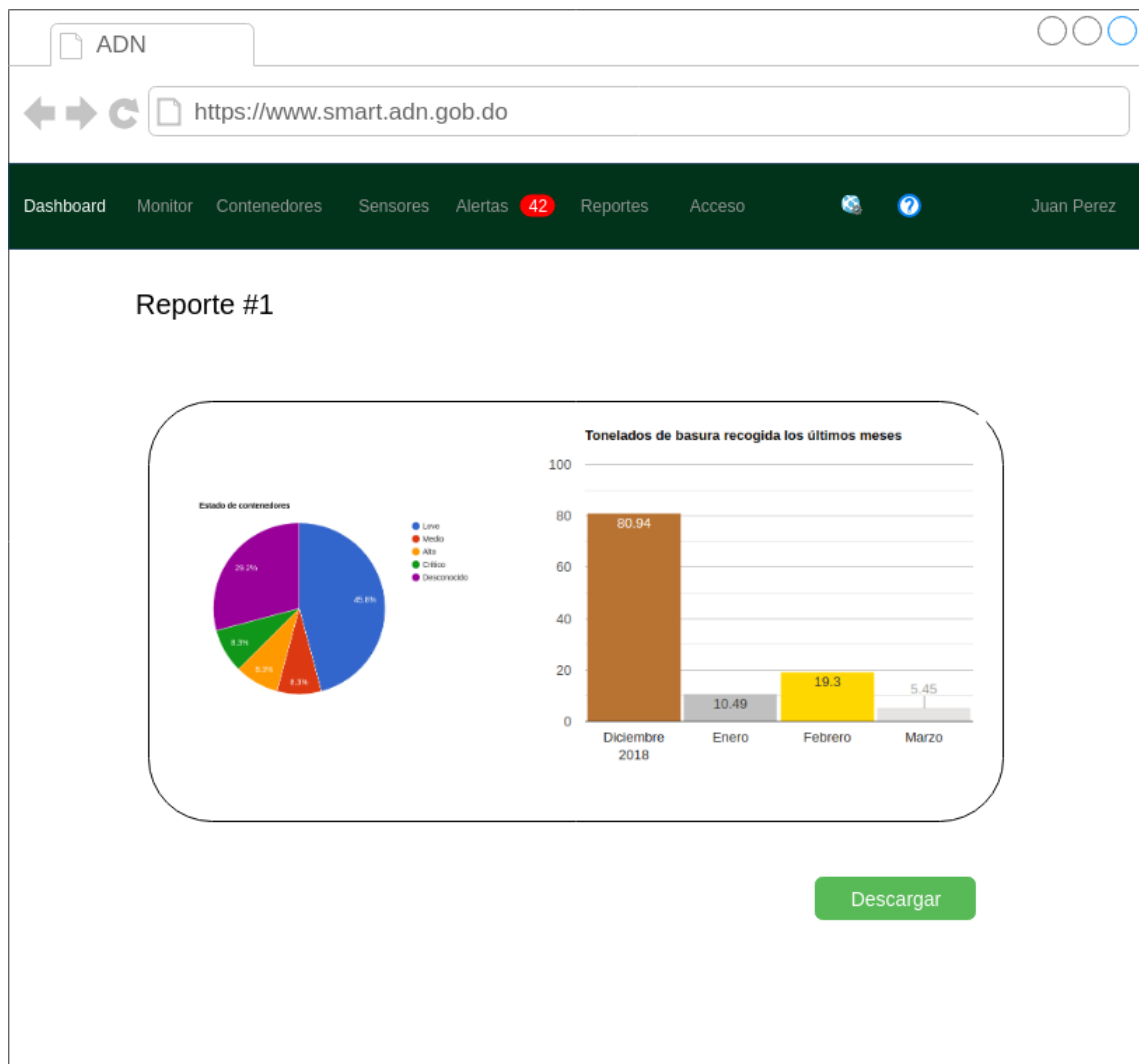


Figura 5.25 Pantalla de visualizar reporte - (Construcción Propia)

Estos reportes tienen más detalle de lo que se puede ver en el dashboard del sistema. En la imagen de arriba está simplificado.

5.6.5 Diagrama Arquitectónico de la Base de Datos

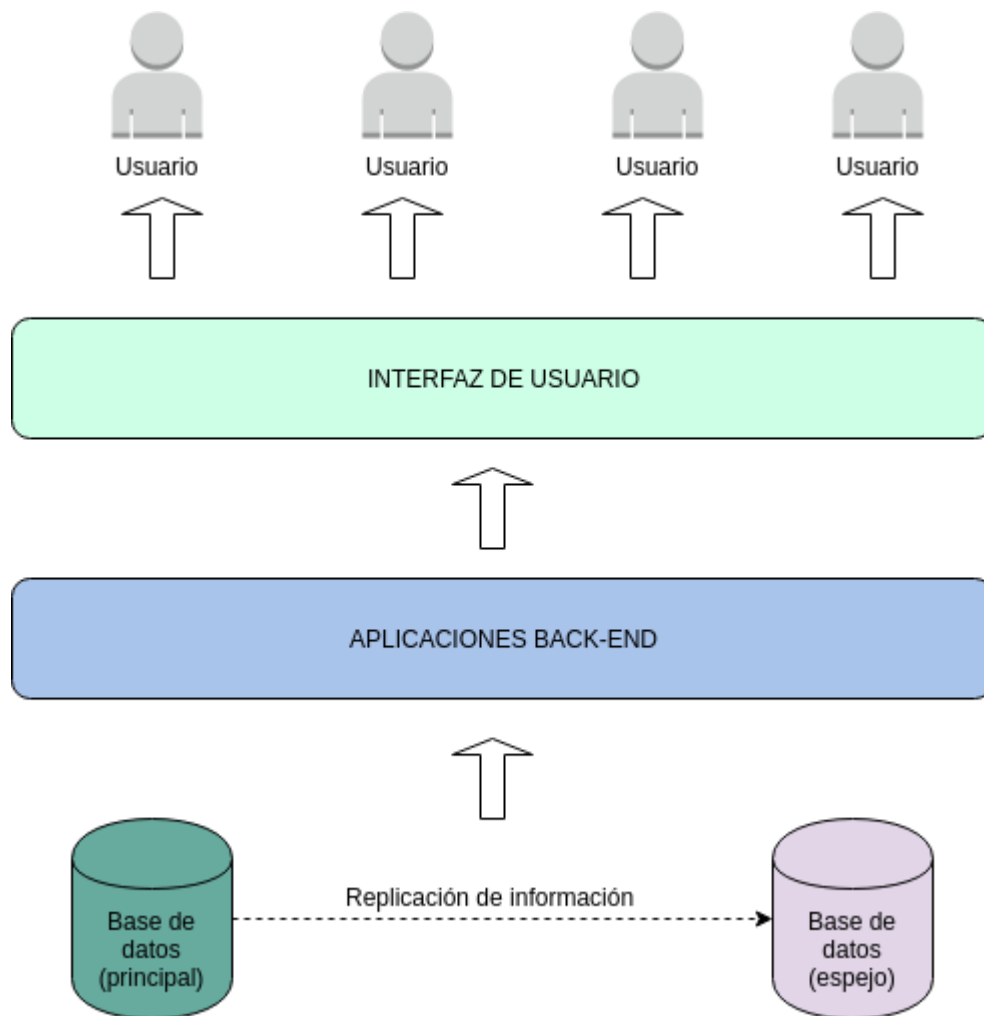


Figura 5.26 Diagrama arquitectónico de la base de datos - (Construcción Propia)

5.7 Diseño de Bajo Nivel

5.7.1 Diagrama Lógico y Físico de la Base de Datos

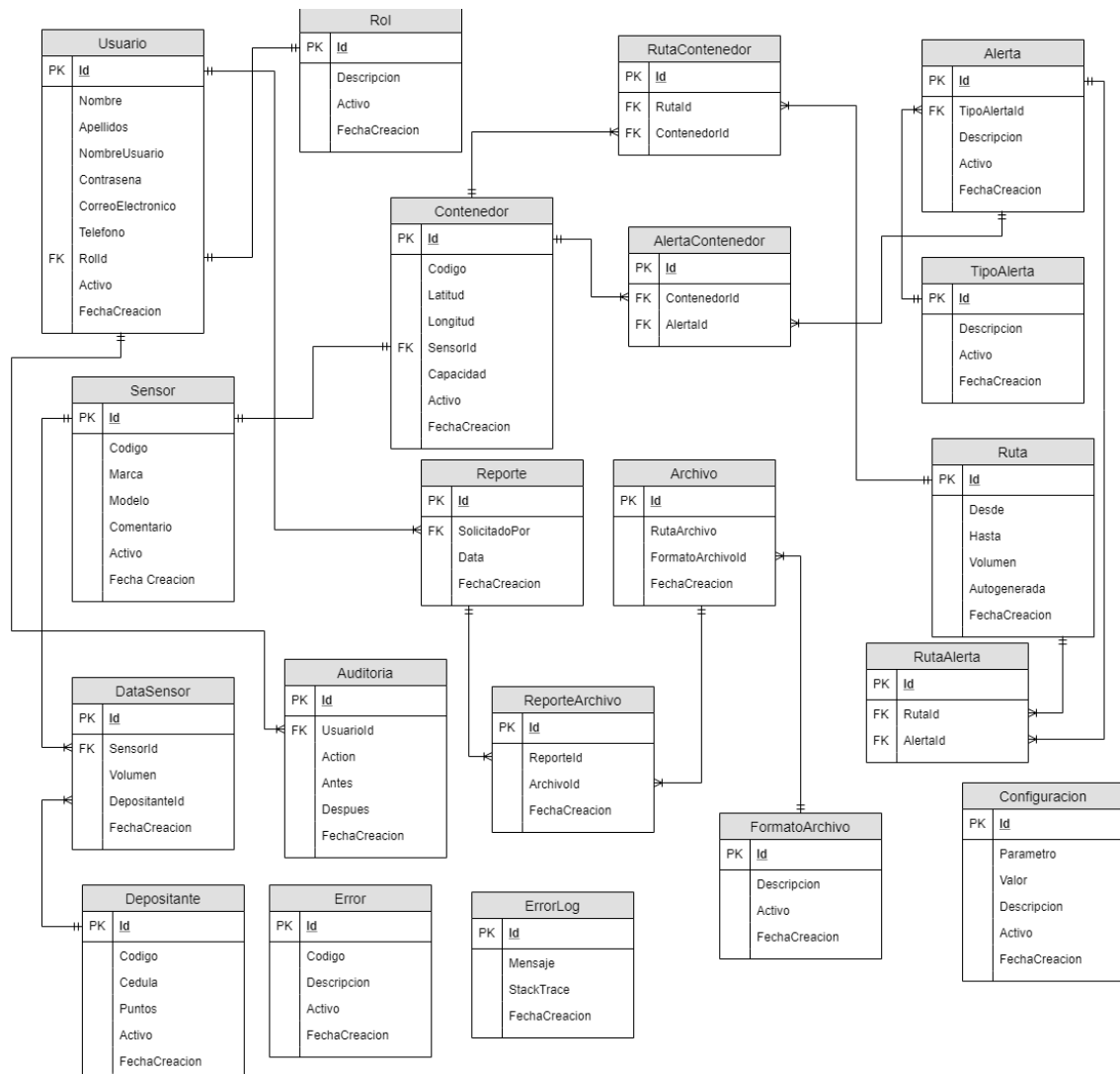


Figura 5.27 Diagrama lógico y físico de la base de datos - (Construcción Propia)

5.7.2 Diagrama de clases

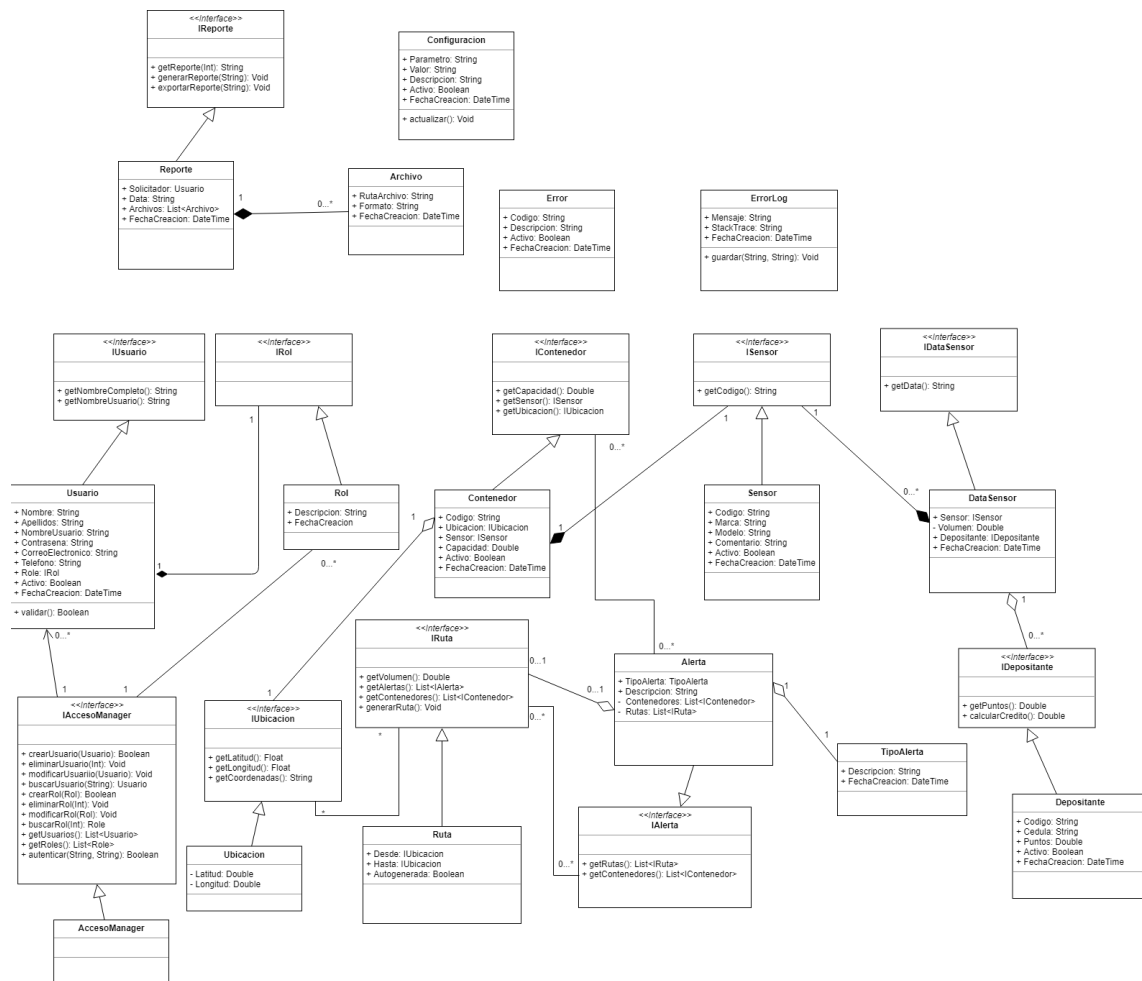


Figura 5.28 Diagrama de clases - (Construcción Propia)

5.7.3 Diagramas de secuencia

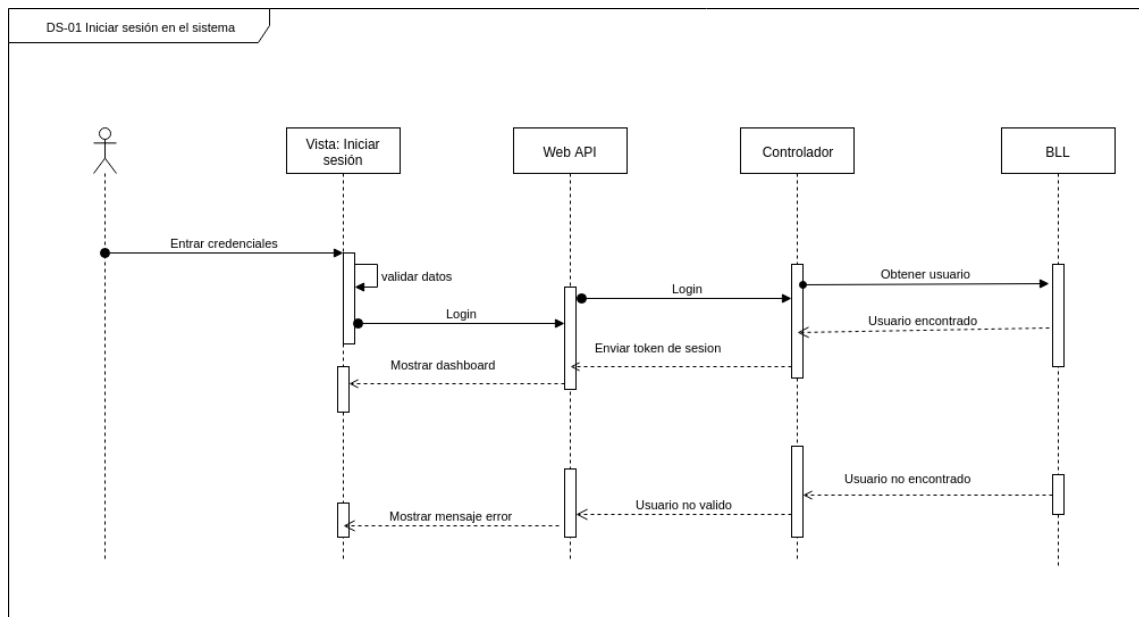


Figura 5.29 Diagrama de secuencia - Iniciar sesión en el sistema (Construcción Propia)

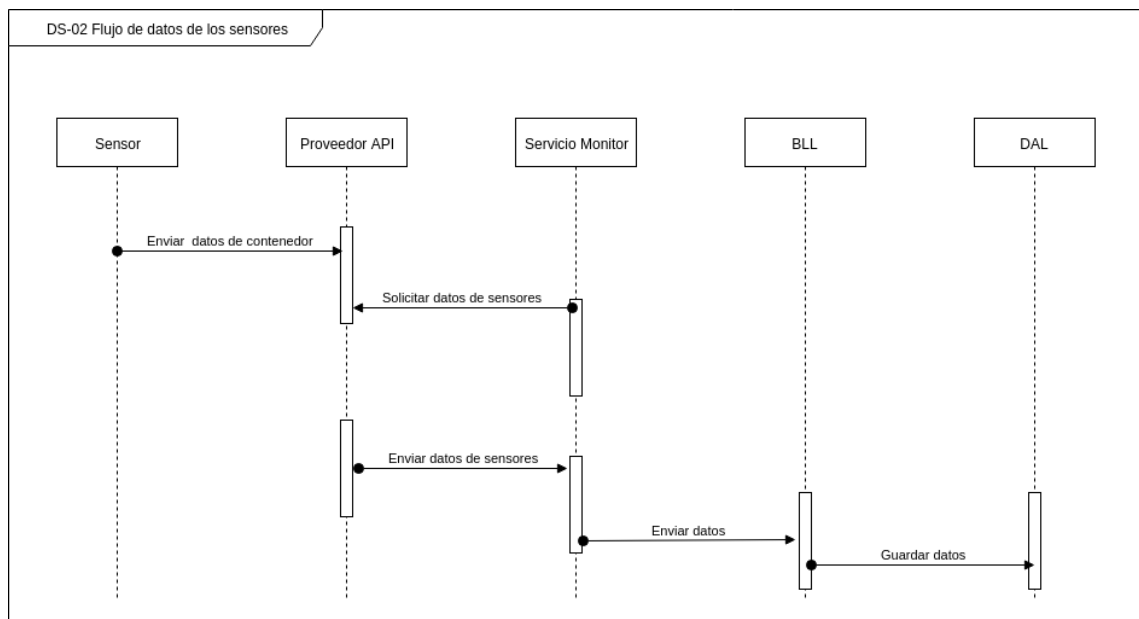


Figura 5.30 Diagrama de secuencia - Flujo de datos de sensores (Construcción Propia)

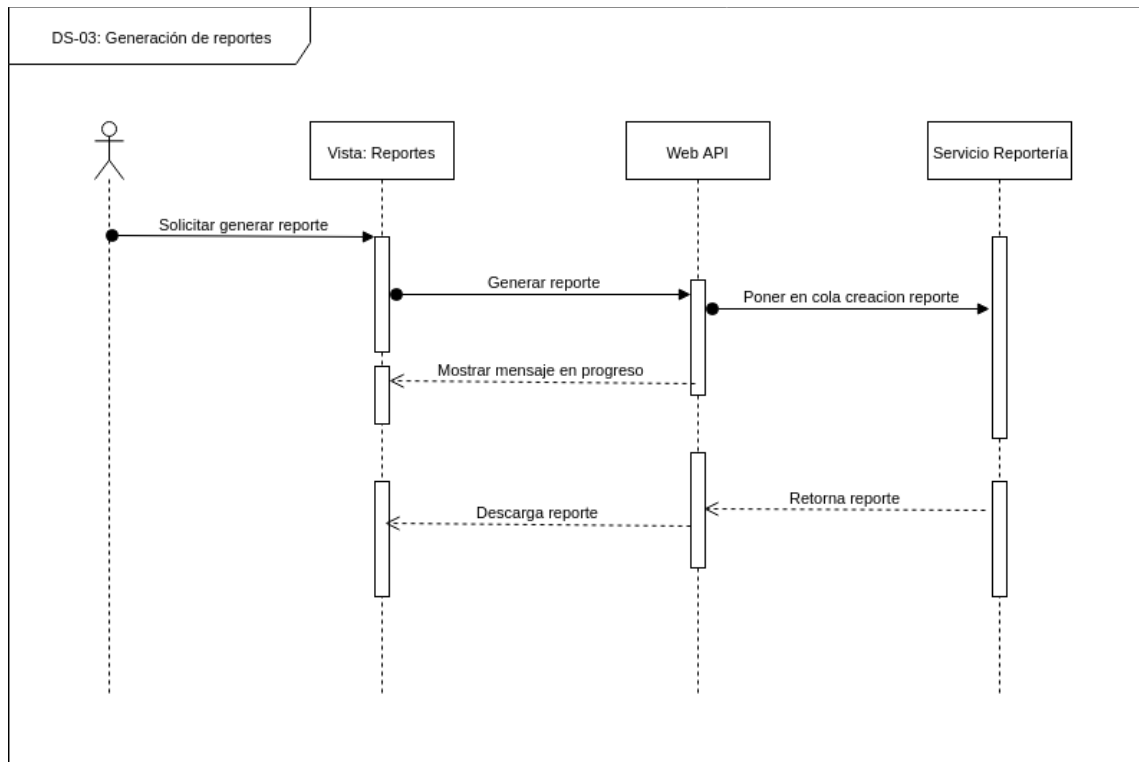


Figura 5.31 Diagrama de secuencia - Generación de reportes (Construcción Propia)

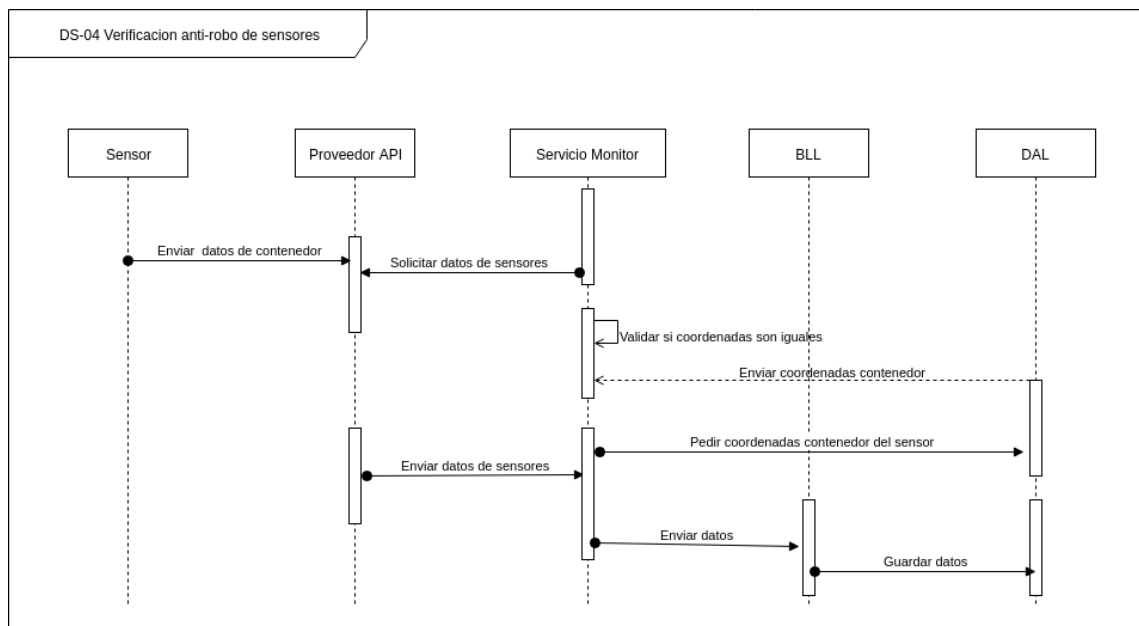


Figura 5.32 Diagrama de secuencia - Verificación anti-robo de sensores (Construcción Propia)

5.7.4 Diagramas de componentes

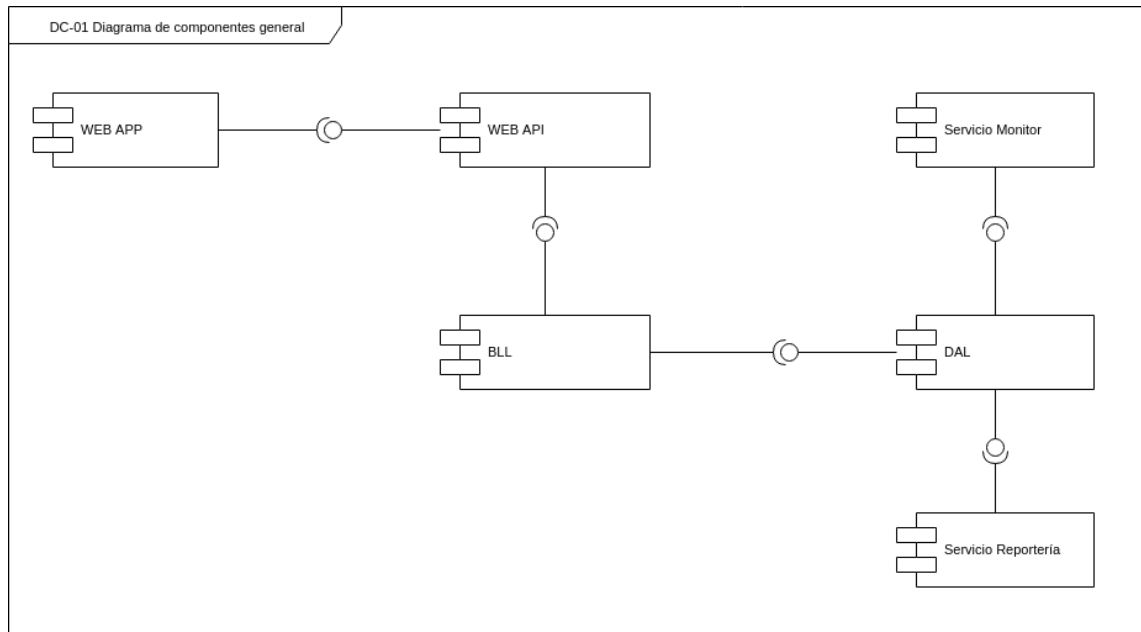


Figura 5.33 Diagrama de componentes (Construcción Propia)

5.8 Conclusión

Este capítulo brinda una visión general del análisis y diseño del sistema propuesto en este trabajo de investigación el cual consiste en el diseño de un sistema para la recogida de basura utilizando contenedores inteligentes para el sector Naco, a través del desarrollo de este capítulo se obtienen todos los documentos tales como la descripción del sistema, casos de uso, esquema de la base de datos, diagrama de caso de usos, así como los elementos a tomar en consideración según las mencionadas en los capítulos previos.

Desde otro enfoque este capítulo sirve no solo de exposición, sino también de guía para el desarrollo e implementación del sistema, en él se demuestra la forma de gestionar cada proceso relacionado a la recogida de basura como se pudieron observar en los diagramas de alto y bajo nivel, en el de alto nivel se observa el funcionamiento del sistema desde su estructura base (parte aplicativa), mientras que en el de bajo nivel el flujo de información por parte de los actores del sistema.

Debido a la naturaleza de este proyecto y a los entregables que él mismo sugiere, recomendamos utilizar como metodología de desarrollo el modelo Rational Unified Process de IBM.

CONCLUSIONES

Un sistema de gestión de residuos sólidos implica variantes de factores externos e internos que deben de ser evaluadas por los encargados de la recolección de residuos. Entre estas variantes se pueden destacar la generación de residuos en un sector, tipos de residuos, llenado de los contenedores, cantidad de residentes en una zona, entre otros factores. Para la construcción de una ruta y la frecuencia de la recogida se debe de realizar un plan de acuerdo a la característica de la zona.

Mediante el sistema propuesto en este trabajo de investigación, se aplican contenedores que monitorean el llenado de los mismo, monitoreo de los camiones para validar cumplimiento de las rutas asignadas, a través del análisis de los datos que recopila el sistema. En la actualidad los datos son el foco para la automatización de sistema y para la toma de decisiones a nivel de negocios. Aplicando técnicas que permiten encontrar patrones ocultos en los datos, los cuales pueden ser utilizados para predecir comportamientos futuros, esto en tecnología es llamado minería de datos. Este enfoque es el que se quiere adoptar mediante la aplicación del sistema propuesto, abriendo la oportunidad de poder tomar decisiones en base a datos transformados en conocimientos proactivos.

RECOMENDACIONES

Los autores de este trabajo recomendamos al Ayuntamiento del Distrito Nacional (ADN) implementar nuestra propuesta de manera oportuna y siguiendo los lineamientos que aquí se han descrito. Aunque hemos limitado el alcance de este proyecto a sólo el sector de Naco recomendamos su pronta expansión desde allí al resto del municipio para un mayor impacto en la sociedad tanto económico como social.

Es importante que durante el desarrollo de este se tomen en cuenta los estándares de software, de seguridad y pruebas que hemos mencionado en el capítulo 5 para realizar un proyecto más mantenible, seguro y confiable. El desarrollo de las pruebas unitarias debería iniciarse tan pronto como comience la codificación del sistema.

Nos hemos esforzado por realizar un diseño que no esté atado a lenguajes de programación ni frameworks específicos para la codificación del sistema. No obstante, recomendamos usar Microsoft .Net para desarrollar los dos servicios en nuestra arquitectura del sistema y ASP.NET Core para el desarrollo de la API Web. En tanto que para el front-end recomendamos usar Angular y seguir las mejores prácticas de usabilidad de diseño para garantizar una mejor experiencia de usuario.

Por último, recomendamos la infraestructura que presentamos en la arquitectura del sistema para mantener la escalabilidad del mismo, para tales fines se puede usar la plataforma de computación en la nube Amazon AWS.

BIBLIOGRAFÍA

Jaimovich, D.J. (2018). *Infobae*. Recuperado desde: <https://www.infobae.com/america/tecno/2018/08/15/cuales-son-las-30-ciudades-mas-inteligentes-del-mundo/>

Berrone, P.B., Ricart, J.E.R. (2017). *Indice IESE Cities in Motion*. Recuperado desde: <https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0442.pdf>

Eurostat. (2018). *Waste generated by households by year and waste category*. Recuperado desde: <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/graph.do?tab=graph&plugin=1&language=en&pcode=ten00110&toolbox=type>

Baez, N.M.B.A. (2014). *Comparación de la gestión de residuos entre varias ciudades europeas (Barcelona, Paris, Hamburgo y Praga) y propuesta de mejora en la logística de recolección*. Europea, Catalogo Europeo de Residuos CER. Recuperado desde: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/96594/TFMBaez3.pdf>

ADN (2019). *Ordenanza municipal para la gestión de residuos sólidos no peligrosos producidos por grandes generadores*. Recuperado desde: <http://www.adn.gob.do/joomlatools-files/docman-files/Norma%20Grandes%20Generadores.pdf>

ADN (2019). *Manejo de residuos sólidos en el Distrito Nacional*. Recuperado desde: http://www.adn.gob.do/index.php?option=com_content&view=article&id=216&Itemid=694

DIGEPEP, Comunicaciones. (2018). *Dominicana limpia avanza hacia transformación de la gestión integral de residuos sólidos*. Recuperado desde:

<http://www.digepep.gob.do/institucional/dominicana-limpia-avanza-hacia-transformacion-de-la-gestion-integral-de-los-residuos-solidos/>

Livio. (2019). *Ayuntamientos de República Dominicana*. Recuperado desde: <https://www.livio.com/directorio/gobierno/ayuntamientos/>

Mansur. G.L.M., Penido. J.H.P.M (2006). *Manual de gestión integrada de residuos sólidos municipales en ciudades de América Latina y el Caribe*. CDD 628.4. Recuperado desde: http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/girs_esp.pdf

Santana. RSV. (2010). *El municipio en la República Dominicana*. Recuperado desde: http://atlasflacma.weebly.com/uploads/5/0/5/0/5050016/elmunicipio_en_la_republica_dominicana.pdf

Ley 64-00, *LEY GENERAL SOBRE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES*, Santo Domingo, República Dominicana, 2000.

Whitten y Bentley (2008). *Análisis de sistemas: diseño y métodos*.

Universidad Santo Tomás (s.f.) *Origen, composición y propiedades de los residuos sólidos*.

Decreto 1077 de 2015 expedido por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Bogotá, Colombia.

Sánchez, J. (2016). *Contenedores inteligentes en Colombia indican cuándo están llenos*. Recuperado de: <https://smart-lighting.es/contenedores-inteligentes-colombia-indican-cuando-estan-llenos/>

Serrano, J. (2016). *Smart Waste: el manejo inteligente de la basura que Valparaíso necesita*. Recuperado de: <http://www.chrysalis.cl/sin-categoria/smart-waste-el-manejo-inteligente-de-la-basura-que-valparaiso-necesita/>

Sametband, R. (2017). *Smart City Expo*. Recuperado de: <https://www.lanacion.com.ar/2066965-smart-city-expo-por-3-dias-buenos-aires-sera-una-ciudad-mas-inteligente>

Universidad de Navarra (2017). *Índice IESE Cities in Motion*. Recuperado de: <https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0442.pdf>

Sam Musa (2016) *Smart Cities – A Roadmap for Development*.

Definición MX. (2015). *Proceso Productivo*. Editorial Definición MX. Ciudad de México. Recuperado desde: <https://definicion.mx/proceso-productivo/>.

González. M.M.G.M (2011). Biblioteca Digital Unison. *Factores de análisis para el cambio de un proceso manual a la automatización*. Recuperado desde: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/21319/capitulo1.pdf>

Córdoba. E.C.N (2006). SCIELO. *Manufactura y Automatización*. Creative Common License. Recuperado desde: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092006000300014

Nubit (2018). Horus: *Automatización de procesos en una empresa: ventajas y desventajas*. Recuperado desde: <https://www.horusgestion.com/blog/automatizacion-de-procesos-ventajas-desventajas/>

Ojeda. M.O. (2017). *Automatización de Procesos: Ventajas y desventajas*. Recuperado desde: <https://www.gb-advisors.com/es/automatizacion-de-procesos/>

ADN (2019). *Dirección General Aseo Urbano y Equipos*. Recuperado desde: http://adn.gob.do/index.php?option=com_content&view=article&id=114&Itemid=503

Sánchez, D. (29 de Abril de 2011). *Introducción a Business Process Management (BPM)*. Recuperado desde: <https://www.ibm.com/developerworks/ssa/local/websphere/introduccion-bpm/index.html>

Rational Unified Process: Best Practices for Software Development Teams. (2011). IBM. Rev 11/01, 1.

QUÉ ES UN SENSOR. (s.f.). Recuperado desde: http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/que_es.htm

“Qué es Internet de las Cosas (IoT)?”. (s.f.). Recuperado desde: https://www.sas.com/es_mx/insights/big-data/internet-of-things.html

Von Rosing, M., Scheer, A., y von Scheel, H. (2015). *The Complete Business Process Handbook: Body of Knowledge from Process Modeling to BPM, Volume 1*. Massachusetts, United States: Elsevier Inc.

Web API. (Sin fecha). En Wikipedia. Recuperado el 10 de Marzo de 2019 de https://en.wikipedia.org/wiki/Web_API

Parte interesada (empresas). (Sin fecha). En Wikipedia. Recuperado el 10 de Marzo de 2019 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Parte_interesada_\(empresas\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Parte_interesada_(empresas))

Stephens, R. (2015). *Beginning Software Engineering*, Indiana, Estados Unidos: John Wiley & Sons, Inc.

IBM. (Sin fecha). Documento de visión. Recuperado desde:

https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSWMEQ_4.0.6/com.ibm.rational.rrm.help.doc/topics/r_vision_doc.html

ANEXOS

Aprobación del tema

UNIVERSIDAD ACCIÓN PRO EDUCACIÓN Y CULTURA
(UNAPEC)



UNIVERSIDAD APEC

Decanato

Ingeniería e Informática (Escuela de Informática)

Anteproyecto de trabajo de grado

Tema

Análisis y diseño de un sistema para la gestión
del recogido de la basura en el D.N. 2019

Asesor

Juan Pablo Valdez

Sustentantes

Miguel Díaz 2016-0384

Radjy Duran 2014-1436

Alix J. Javier 2015-2495

2 de Noviembre, 2018

Santo Domingo, D.N.

República Dominicana



GLOSARIO

ADN	Ayuntamiento/Alcaldía del Distrito Nacional de la República Dominicana.
API	Application Programming Language por sus siglas en inglés, es una interfaz que permite usar las funcionalidades de un componente de software desconociendo sus implementaciones internas.
Auxiliar	Es un usuario del sistema que puede usarlo y ver todo pero no puede hacer cambios en el mismo.
Back-End	Es la parte que procesa la entrada de de datos d los usuarios desde la interfaz de usuario.
BLL	Business Logic Layer por sus siglas en inglés, componente que contiene toda la lógica de negocio del proyecto como generar reporte, generar rutas, determinar si un sensor ha sido robado entre otras.
BPM	Business Process Management por sus siglas en inglés, disciplina de gestión de procesos de negocio para la optimización de los procesos de una entidad organizativa.
BPMN	Business Process Model and Notation por sus siglas en inglés, notación gráfica estandarizada que permite diagramar flujos de trabajo de procesos.
DAL	Data Access Layer por sus siglas en inglés, capa de acceso a datos para manejar la conexión y acciones en la Base de Datos del sistema.
Dashboard	Es la página principal del sistema que permite ver datos estadísticos e información general del sistema.
Depositante	Persona que deposita basura en un contenedor.
DN	Distrito Nacional de Santo Domingo, República Dominicana.
Front-End	Es la interfaz con la que el usuario interactúa directamente, normalmente la interfaz gráfica.
GPS	Global Positioning System por sus siglas en inglés, Sistema de Posicionamiento Global usado para rastrear cosas físicas, como un camión, en el mapa.
IoT	Internet of Things por sus siglas en inglés, es un concepto para describir la capacidad de conexión a la internet de las cosas comunes.
Monitor	Es el servicio responsable de tomar la información de los sensores desde la API del proveedor y aplicar ciertas reglas de negocio sobre esos datos para producir distintos resultados.
Operador	Usuario del sistema con permisos para hacer cambios relacionados a la parte operativa del mismo, no administrativa.

Proveedor	Es una entidad que provee un servicio externo al sistema o a su personal administrativo.
RUP	Rational Unified Process por sus siglas en inglés, es una metodología de desarrollo de software de IBM.
Sensor	Es un dispositivo que envía información de estado de los contenedores a un servicio en la nube.
UML	Unified Modeling Language por sus siglas en inglés, lenguaje de modelado unificado para realizar diagramas de software, sus comportamientos y sus relaciones.
Web API	Componente de software de enlace entre la interfaz de usuario y el back-end del sistema.
Web APP	Aplicación web que sirve de interfaz de entrada del usuario para el sistema.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Encuesta sobre el Aseo en el Sector Naco

* Required

¿Cómo podrías evaluar el sistema de recogida de basura en su sector? *

- ☐ Muy bueno
- ☐ Bueno
- ☐ Normal
- ☐ Mal
- ☐ Muy mal

¿Cree usted que se podría mejorar el sistema actual de la recogida de basura? *

- ☐ Si
- ☐ No

¿Cuál punto considera que debería mejorar el sistema? *

- ☐ Frecuencia en la que se recoge
- ☐ Horario de recogida
- ☐ Aseo de los contenedores

¿Estaría de acuerdo con clasificar la basura? *

- ☐ Si
- ☐ No

¿Entiende usted que el sector de Naco recibe un buen servicio de aseo en comparación a los demás sectores del Distrito Nacional? *

☐ Si

☐ No

¿Con qué frecuencia recoge la basura el personal del ayuntamiento en el sector? *

☐ Diario

☐ 2 o 3 veces a la semana

☐ 1 vez a la semana

☐ 1 vez al mes

☐ Other: _____

¿Desearía poder notificar a los encargados del aseo en el sector cuando los contenedores estén llenos? *

☐ Si

☐ No

¿Le gustaría que esta notificación sea automática, es decir sin intervención de los residentes? *

☐ Si

☐ No

☐ Tal vez

¿Le gustaría la implementación de un sistema automatizado utilizando contenedores inteligentes? *

☐ Si

☐ No

¿Apoya la adopción de un sistema donde el DN tengan monitoreo del llenado de los contenedores ? *

☐ Si

☐ No

☐ Tal vez

Solicitud de información, aseo urbano. Recibidos x



Miguel Angel Diaz Polanco <diaz.polanco.m@gmail.com>
para oaim, Radjy, stacknocode ▾

jue., 21 feb. 14:03 ☆ ↶ ⋮

Saludos,

Soy Miguel Angel Diaz Polanco, estudiante ingeniería en sistemas de computación en la universidad UNAPEC, matricula 2016-0384. Actualmente estoy desarrollando mi tesis con el tema de "Análisis y diseño de un sistema de gestión de residuos sólidos en el D.N." por lo cual deseo informarme sobre los siguientes aspectos:

- 1) Historia y evolución del recogido en el D.N.
- 2) Organización del sistema de recogida (Cantidad de camiones, infraestructuras, organigrama, etc).
- 3) Rutas, frecuencia del recogido y cantidad de camiones asignados en el sector Naco.
- 4) Problemas y deficiencias al recoger la basura.

Con atención a su respuesta, att: Miguel Diaz
Ced. 402-2581608-7



oaim
para Anel, mí ▾

jue., 21 feb. 15:00 ☆ ↶

Buenas tardes,

Luego de saludarle, tenemos a bien informarle que la informacion requerida al correo electronico de la OAIM se encuentra en siguiente link: http://adn.gob.do/index.php?option=com_content&view=article&id=114&Itemid=503 en nuestro portal web www.adn.gob.do

Quedamos a su orden para cualquier inquietud,

Atentamente,

Oficina de Libre Acceso a la Información Pública Municipal

OAIM (Ayuntamiento del Distrito Nacional)

Tel.: 809-535-1181 ext. 2061

Contenedor y sensores



Contenedor 660 L. 4 ruedas. Fuente: <https://www.todocontenedores.com/producto/contenedores-4-ruedas-660800-y-1100-lts.html>



Quatro sensor GPRS. Fuente: <https://sensoneo.com/starterkit/>

ANTEPROYECTO DE GRADO

UNIVERSIDAD ACCIÓN PRO EDUCACIÓN Y CULTURA
(UNAPEC)



UNIVERSIDAD APEC

Decanato

Ingeniería e Informática (Escuela de Informática)

Anteproyecto de trabajo de grado

Tema

Análisis y diseño de un sistema para la gestión
del recogido de la basura en el D.N. 2019

Asesor

Juan Pablo Valdez

Sustentantes

Miguel Díaz	2016-0384
Radjy Duran	2014-1436
Alix J. Javier	2015-2495

2 de Noviembre, 2018

Santo Domingo, D.N.

República Dominicana

Índice

1. Introducción	XL
2. Justificación	XLII
4. Planteamiento del problema y Delimitación del tema	XLII
4.1 Planteamiento del problema	XLII
4.2 Formulación del problema	XLII
4.2 Delimitación del tema	XLIII
4.2.1 Delimitación Espacial	XLIII
4.2.2 Delimitación Temporal	XLIII
5. Objetivos de la investigación	XLIV
5.1 Objetivo general	XLIV
5.2 Objetivos específicos	XLIV
6. Marco teórico referencial	XLV
7. Hipótesis	L
8. Diseño metodológico	L
8.1 Método	LI
8.2 Técnicas	LI
8.3 Fuentes de documentación	LI
9. Bibliografías	LII
10. Esquema preliminar del trabajo	LIV

Análisis y diseño de un sistema para la gestión del recogido de la basura en el D.N., 2019

1. Introducción

En la presente investigación se procura abordar el diseño de un sistema de monitoreo y control de basura con contenedores de basura inteligente en el Distrito Nacional.

En el mismo se presenta la justificación, el planteamiento del problema, la delimitación territorial y espacial que servirá de base para la investigación. Además, contiene los objetivos, estos se dividen a su vez en objetivo general y objetivos específicos, el marco metodológico y las fuentes que servirán de base para la presente investigación. También contiene un esquema preliminar de la estructura de la Tesis.

Esta investigación consta de cuatro capítulos, el primero consiste en el análisis teórico de los sistemas de control y monitoreo de desechos, el segundo capítulo consiste en el diagnóstico de los sistemas de control y monitoreo de desechos en la República Dominicana, el tercer capítulo que consiste en el Diagnóstico de los sistemas de control y monitoreo de desechos en el D.N. y el cuarto capítulo que consiste en el diseño del sistema de control y monitoreo con contenedores de basura inteligente.

2. Justificación

Frente al problema de la recogida de basura consideramos prudente y apropiado presentar una modalidad que contribuya a la solución de la recogida de los residuos sólidos en el ámbito geográfico establecido en la presente investigación.

Es dentro de este contexto en donde adquiere importancia y se justifica el estudio de la presente investigación en marcha.

Con esta propuesta se busca optimizar el recogido de los residuos sólidos de forma que se puedan generar planes y proyectos para el recogido de los desechos, así como el traslado de la basura de una zona a otra, la obstrucción del alcantarillado y la obstrucción del tránsito por huelgas debido a la no recolección de los desechos.

4. Planteamiento del problema y Delimitación del tema

4.1 Planteamiento del problema

La contaminación por la inadecuada recolección de basura, los ciudadanos se ven expuestos a contraer una serie de enfermedades infectocontagiosas tan graves como la leptospirosis.

Actualmente, el sistema de recolección de basura que se utiliza en el Distrito Nacional no conlleva ningún proceso automatizado; todo se hace de manera manual, lo que hace que el mismo sea menos eficiente, tampoco se utiliza ningún tipo de tecnología inteligente que clasifique y ordene la basura de manera que su recogida sea más rápida, así que en ocasiones puede ser una tarea tediosa. Esto se debe a la falta de contenedores o recipientes inteligentes que optimicen y faciliten este proceso.

La propuesta que este proyecto desea abarcar consiste en el análisis y diseño de un sistema de gestión del recogido de la basura utilizando contenedores inteligentes que permitirán mejorar el método que se utiliza para la recogida de basura, reducir costos que se generan y tener un control de este proceso.

4.2 Formulación del problema

El problema fundamental es la educación, pues la basura esta en primer término en la mente del ciudadano no educado para depositar en los contenedores los desperdicios, por ejemplo, podemos observarlo en las aulas de las universidades con el tirado de platos, botellas, chicles, papeles, y otros residuos.

¿Cómo inciden los contenedores inteligentes en la recolección de residuos y la preservación de la salud?

¿Es costo-efectivo el uso de contenedores inteligentes en la recolección de residuos?

¿Es sostenible el uso de contenedores inteligentes en la recolección de residuos?

4.2 Delimitación del tema

4.2.1 Delimitación Espacial

Esta investigación será realizada para el Distrito Nacional, tomando como modelo el sector Naco.

4.2.2 Delimitación Temporal

El estudio y diseño de esta propuesta se realizará en el período comprendido entre Enero y Agosto del año 2019.

5. Objetivos de la investigación

5.1 Objetivo general

Analizar y Diseñar un sistema de gestión de residuos sólidos utilizando contenedores inteligentes en el sector Naco de la provincia Distrito Nacional, República Dominicana.

5.2 Objetivos específicos

- A) Analizar teóricamente los sistemas de gestión de residuos sólidos implementados por el Ayuntamiento del Distrito Nacional en el sector Naco.
- B) Elaborar un diagnóstico del recogido de los desechos en el sector Naco del D.N.
- C) Implementar la instalación de contenedores inteligentes en el Sector Naco del D.N.
- D) Formular una propuesta de Análisis y Diseño de un Sistema de gestión de residuos sólidos utilizando contenedores inteligentes para el Distrito Nacional.

6. Marco teórico referencial

Residuos y su clasificación

“Los residuos sólidos son todas aquellas sustancias o productos en estado sólido que ya no necesitas, pero que pueden ser reaprovechados” (Ministerio del Ambiente, 2009).

La **Universidad Santo Tomás** considera que en general un residuo puede ser caracterizado por sus características de generación y composición.

1. Por su fuente de generación:

- **Residuo Sólido Comercial:** residuo generado en establecimientos comerciales y mercantiles, tales como almacenes, depósitos, hoteles, restaurantes, cafeterías y plazas de mercado.
- **Residuo Sólido Domiciliario:** residuo que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento similar.
- **Residuos Agrícolas:** aquellos generados por la crianza de animales y la producción, cosecha y segado de cultivos y árboles, que no se utilizan para fertilizar los suelos.
- **Residuos Biomédicos:** aquellos generados durante el diagnóstico, tratamiento, prestación de servicios médicos o inmunización de seres humanos o animales, en la investigación relacionada con la producción de estos o en los ensayos con productos biomédicos.
- **Residuos de Construcción o Demolición:** aquellos que resultan de la construcción, remodelación y reparación de edificios o de la demolición de pavimentos, casas, edificios comerciales y otras estructuras.
- **Residuo Industrial:** residuo generado en actividades industriales, como resultado de los procesos de producción, mantenimiento de equipo e instalaciones y tratamiento y control de la contaminación.
- **Residuo Sólido Especial:** residuo sólido que por su calidad, cantidad, magnitud, volumen o peso puede presentar peligros y, por lo tanto, requiere un manejo especial. Incluye a los residuos con plazos de consumo expirados, desechos de establecimientos

que utilizan sustancias peligrosas, lodos, residuos voluminosos o pesados que, con autorización o ilícitamente, son manejados conjuntamente con los residuos sólidos municipales.

- **Residuo Sólido Municipal:** residuo sólido o semisólido proveniente de las actividades urbanas en general. Puede tener origen residencial o doméstico, comercial, institucional, de la pequeña industria o del barrido y limpieza de calles, mercados, áreas públicas y otros. Su gestión es responsabilidad de la municipalidad o de otra autoridad del gobierno. Sinónimo de basura y de desecho sólido.
- **Residuos Biodegradables:** todos los residuos que puedan descomponerse de forma aerobia o anaerobia, tales como residuos de alimentos y de jardín.
- **Residuos Voluminosos:** son aquellos materiales de origen doméstico que por su forma, tamaño o peso, son difíciles de ser recogidos o transportados por los servicios de recogida convencionales.

2. Por su composición:

- **Residuo peligroso:** Son residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos de manejar y/o disponer y pueden causar muerte, enfermedad; o que son peligrosos para la salud o el medio ambiente cuando son manejados en forma inapropiada.
- **Residuo Sólido Hospitalarios:** residuo que por sus características y composición puede ser reservorio o vehículo de infección a los seres humano.
- **Residuo Sólido Tóxico:** residuo que por sus características físicas o químicas, dependiendo de su concentración y tiempo de exposición, puede causar daño y aun la muerte a los seres vivientes o puede provocar contaminación ambiental
- **Residuo inerte:** Residuo estable en el tiempo, el cual no producirá efectos ambientales apreciables al interactuar en el medio ambiente.
- **Residuo no peligroso:** Ninguno de los anteriores. Se considera un residuo sólido NO PELIGROSO a aquellos provenientes de casas

habitación, sitios de servicio privado y público, demoliciones y construcciones, establecimientos comerciales y de servicios que no tengan efectos nocivos sobre la salud humana.

Gestión de los residuos sólidos

“La gestión integral de residuos domiciliarios comprende de las siguientes etapas: generación, disposición inicial, recolección, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final.

a) Generación: es la actividad que comprende la producción de residuos domiciliarios.

b) Disposición inicial: es la acción por la cual se depositan o abandonan los residuos; es efectuada por el generador, y debe realizarse en la forma que determinen las distintas jurisdicciones.

La disposición inicial podrá ser:

- 1. General: sin clasificación y separación de residuos.*
- 2. Selectiva: con clasificación y separación de residuos a cargo del generador.*

c) Recolección: es el conjunto de acciones que comprende el acopio y carga de los residuos en

los vehículos recolectores. La recolección podrá ser:

- 1. General: sin discriminar los distintos tipos de residuo.*
- 2. Diferenciada: discriminando por tipo de residuo en función de su tratamiento y valoración posterior.*

d) Transferencia: comprende las actividades de almacenamiento transitorio y/o acondicionamiento de residuos para su transporte.

e) Transporte: comprende los viajes de traslado de los residuos entre los diferentes sitios comprendidos en la gestión integral.

f) Tratamiento: comprende el conjunto de operaciones tendientes al acondicionamiento y valorización de los residuos.

Se entiende por acondicionamiento a las operaciones realizadas a fin de adecuar los residuos para su valorización o disposición final.

Se entiende por valorización a todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos, mediante el reciclaje en sus formas física, química, mecánica o biológica, y la reutilización.

g) Disposición final: comprende al conjunto de operaciones destinadas a lograr el depósito permanente de los residuos domiciliarios, así como de las fracciones de rechazo inevitables resultantes de los métodos de tratamiento adoptados. Asimismo, quedan comprendidas en esta etapa las actividades propias de la clausura y postclausura de los centros de disposición final.” (Ley 25.916, 2004).

“Los ayuntamientos municipales operarán sistemas de recolección, tratamiento, transporte y disposición final de desechos sólidos no peligrosos dentro del municipio, observando las normas oficiales emitidas por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, conjuntamente con la Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social, para la protección del medio ambiente y la salud.” (Ley 64-00, 2000).

Un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS “Es el instrumento de planeación municipal o regional que contiene un conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos, actividades y recursos definidos por uno o más entes territoriales para el manejo de los residuos sólidos, fundamentado en la política de gestión integral de los mismos, el cual se ejecutará durante un período determinado, basándose en un diagnóstico inicial, en su proyección hacia el futuro y en un plan financiero viable que permita garantizar el mejoramiento continuo del manejo de residuos sólidos y la prestación del servicio de aseo a nivel municipal o regional, evaluado a través de la medición permanente de resultados” (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2015).

“Un proyecto de inversión pública que considera la Gestión Integral de los Residuos Sólidos comprende:

- 1. Almacenamiento de residuos sólidos de manera oportuna y barrido adecuado de calles de las ciudades.*
- 2. Eficiente recolección y transporte de residuos sólidos.*
- 3. Reaprovechamiento del material valioso de los residuos sólidos (reciclaje, reúso y aprovechamiento de residuos).*
- 4. Construcción de un relleno sanitario con controles ambientales que eviten daños a la población, fauna, flora y medio ambiente.*
- 5. Mejora administrativa en la gestión de residuos sólidos y adecuado manejo de recursos económicos.*

6. *Fortalecer capacidades a la población para mejorar su calidad de vida en temas relacionados con residuos sólidos.* (Ministerio del Ambiente, 2009).

“Se prohíbe la colocación, lanzamiento y disposición final de desechos sólidos o líquidos, tóxicos o no, en lugares no establecidos para ello por la autoridad competente.” (Ley 64-00, 2000).

Contenedor inteligente y sus ventajas

“El principio operativo es simple y utiliza una tecnología que está disponible y ya probada, pero constituye un sistema original e innovador. Baoss ofrece a los ayuntamientos e instituciones una solución integral (software y hardware) que utiliza sensores inalámbricos instalados en los contenedores de basura, permitiendo crear un plan de recolección inteligente con horarios y rutas eficientes, ahorrando recursos tales como combustibles, neumáticos, utilizando menor cantidad de vehículos, menor tiempo de recursos humanos, menos costo de limpieza y mantenimiento, menor recambio de contenedores, todo ello ayudando a mantener las calles más limpias y ahorrando dinero al ayuntamiento y por tanto al contribuyente. El ahorro de camiones y tiempo de conductores puede llegar hasta el 50% en costes ya que los conductores ya no tienen que hacer paradas innecesarias o hacer rutas ineficientes” (Baoss).

Ciudades inteligentes

“Una ciudad inteligente se define como una ciudad que involucra a sus ciudadanos y conecta su infraestructura de manera electrónica. Una ciudad inteligente tiene la capacidad de integrar múltiples soluciones tecnológicas, de manera segura, para administrar los activos de la ciudad; los activos de la ciudad incluyen, entre otros, sistemas de información de los departamentos locales, escuelas, bibliotecas, sistemas de transporte, hospitales, centrales eléctricas, Aplicación de la ley, y otros servicios comunitarios” (Traducido de: Musa, S., 2016).

7. Hipótesis

- A. La sustitución de los contenedores de residuos sólidos convencionales por contenedores inteligentes utilizando un sistema de gestión permitirá eficientar el servicio de recogida de los residuos sólidos en el sector Naco del D.N.
- B. La instalación de contenedores inteligentes y el entrenamiento para su uso, promete avances importantes en el proceso de recolección de los residuos sólidos.

8. Diseño metodológico

8.1 Método

Se hará uso de la investigación de campo, visitando el ayuntamiento del D.N. y el ayuntamiento de Santiago de Los Caballeros con el fin de entender las necesidades y el problema desde el contexto de sus actividades diarias. Por otra parte, también se hará uso de la investigación documental, analizando documentos oficiales de diversos ayuntamientos del Gran Santo Domingo.

8.2 Técnicas

Durante la investigación de campo se realizarán encuestas y entrevistas, tanto a los ciudadanos como al personal competente de los ayuntamientos. Durante la investigación documental se realizarán resúmenes de las informaciones relevantes.

8.3 Fuentes de documentación

- Observación del proceso de la recogida en diversos sectores del D.N. y el Gran Santo Domingo.
- Entrevistas y encuestas al personal de los ayuntamientos de Santo Domingo.
- Estadísticas e informes oficiales de los ayuntamientos del Gran Santo Domingo, el Ministerio de Medio Ambiente y profesionales del área.

9. Bibliografías

- [1] Ley 64-00, LEY GENERAL SOBRE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, Santo Domingo, República Dominicana, 2000.
- [2] Whitten y Bentley (2008). Análisis de sistemas: diseño y métodos.
- [3] Ewaschuk (2017). Site Reliability Engineering.
- [4] Universidad Santo Tomás (s.f.) Origen, composición y propiedades de los residuos sólidos.
- [5] Decreto 1077 de 2015 expedido por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Bogotá, Colombia.
- [6] Ley 25.916, GESTIÓN DE RESIDUOS DOMICILIARIOS, Buenos Aires, Argentina, 3 de septiembre del 2004.
- [7] Zeta, Zapata, Madrid, Abadié, Villalta (2013). DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA UDEP-CAMPUS PIURA. 10- Marzo- 2018, de Universidad de Piura. Recuperado de: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1715/PYT__Informe_Final__DSGRS.pdf
- [8] Martínez (2016). PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO SANTO DOMINGO NORTE. 2016, de Ayuntamiento de Santo Domingo Norte Sitio web: <http://www.sismap.gob.do/Municipal/uploads/evidencias/636129275528905885-PMD-STO.-DGO.-NORTE.pdf>
- [9] Observatorio de Políticas Sociales y Desarrollo (2017). *RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN REPÚBLICA DOMINICANA: DESAFÍO Y OPORTUNIDAD PARA UNA GESTIÓN DE DESECHOS AMBIENTALMENTE SOSTENIBLE*
- [10] Roque (2014). Análisis e impacto de la contaminación por residuos sólidos en la provincia de Haina.
- [11] RAE (2015). *Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española*.
- [12] Chávez, Alemán, Alcantar (2015). *Innovación de un contenedor de basura inteligente. 2015, de Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez*. Recuperado de: <http://citt.itsm.edu.mx/ingeniantes/articulos/ingeniantes1/Innovaci%C3%B3n%20de%20un%20contenedor%20de%20basura%20inteligente.pdf>

[13] Baoss (s.f.) *SENSORIZED WASTES: CONTENEDORES INTELIGENTES*. Recuperado de: <https://www.baoss.es/sensorized-wastes-contenedores-inteligentes/>

[14] Sam Musa (2016) *Smart Cities – A Roadmap for Development*.

[15] La Nación (2017) *Smart City Expo: por 3 días, Buenos Aires será una ciudad más inteligente*. Recuperado de: <https://www.lanacion.com.ar/2066965-smart-city-expo-por-3-dias-buenos-aires-sera-una-ciudad-mas-inteligente>

[16] Sánchez, M. (2016) *Contenedores inteligentes en Colombia indican cuándo están llenos*. Recuperado de: <https://smart-lighting.es/contenedores-inteligentes-colombia-indican-cuando-estan-llenos/>

[17] Logitek y Wonderware (2013) *Creating Smart Cities*. Recuperado de: <http://www.creatingsmartcities.es/ambitosmart-waste.php>

[18] Zemsania (2015) *Cómo es la gestión de residuos en una Smart City*. Recuperado de: <https://www.zemsania.com/gestion-de-residuos-en-una-smart-city/#>

10. Esquema preliminar del trabajo

Índice

Dedicatorias y agradecimientos

Introducción

Capítulo I: Diseño Metodológico

1.1 Tipo de Tesis

1.2 Métodos

1.3 Herramientas y Técnicas de recolección de datos.

Capítulo II: Análisis de los sistemas de gestión de residuos sólidos en la República Dominicana.

2.1 Definiciones

2.2 Análisis teórico de los sistemas de gestión de residuos sólidos

2.3 Tipos de sistemas gestión de residuos sólidos

2.4 Análisis de los sistemas de gestión de residuos sólidos implementados en América Latina

2.5 Historia

2.6 Sistemas de gestión de residuos sólidos en los ayuntamientos de República Dominicana.

Capítulo III: Análisis de los sistemas de gestión de residuos sólidos D.N.

3.1 Historia

3.2 Evolución de los sistemas de gestión de residuos sólidos en el D.N.

Capítulo IV: Diseño del sistema de gestión de residuos sólidos utilizando contenedores inteligentes.

4.1 Esquema

4.2 Arquitectura del sistema

4.2.1 Diseño de alto nivel

4.2.2 Diseño de bajo nivel

Diagrama de casos de uso para la estructura del proceso tecnológico

Diagrama de clase de la estructura global

Conclusiones y recomendaciones

Bibliografía

Anexos