



Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero de Sistemas

**Desarrollo de una aplicación web responsiva para apoyar el
manejo integral de los residuos químicos en los laboratorios de la
Universidad del Valle**

Modalidad: Proyecto de Ingeniería

Por:

Bryan Stiven Tabarez Mestra

Código: 1131782

bryan.tabarez@correounivalle.edu.co

Directora:

Beatriz Eugenia Florián Gaviria, Ph.D.

beatriz.florian@correounivalle.edu.co

Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación

Co-Director:

Juan Fernando Sánchez Sánchez

Sección de Salud Ocupacional.

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación

Programa Académico de Ingeniería de Sistemas

Cali, Enero de 2016l

AGRADECIMIENTOS

Inicialmente quiero extender mi agradecimiento a la Universidad del Valle y su comunidad por brindarme la oportunidad de estudiar y contribuir en mi desarrollo personal y profesional.

Expreso mi más sincero agradecimiento a mis directores de tesis, Beatriz Florian y Juan F. Sanchez, quienes con sus conocimientos y experiencia me guiaron y acompañaron en todo el proceso de desarrollo del proyecto.

Agradezco a mis compañeros de DFRQ, Luis Guillermo Rodriguez, Juan David Perdomo, Nazly Chate, Guillermo Arciniegas y Katherin Ochoa que me brindaron su valiosa colaboración.

Gracias a Sergio Cardona, Jefe de servicios varios, quien me familiarizó inicialmente con la problemática.

También gracias a las personas de la Universidad que mostraron interés en el proyecto e hicieron posible continuar su desarrollo.

Y por último un agradecimiento muy especial a mis padres, Indira Mestra y Leonardo Tabarez, por creen en mí, por apoyarme y siempre motivarme en mi formación académica.

TABLA DE CONTENIDO

Agradecimientos	II
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo general	3
1.2.2 Objetivos específicos	3
1.2.3 Resultados del trabajo de grado	4
1.3 Alcance	5
2 MARCO REFERENCIAL	6
2.1 Marco normativo	6
2.1.1 Normatividad Institucional	6
2.1.2 Legislación Nacional	6
2.2 Marco teórico	7
2.2.1 Tecnologías para el Desarrollo Web Responsive	7
2.2.2 Lenguaje de programación Python	9
2.2.3 Entorno de desarrollo web Django	11
2.2.4 Visualización de Datos	11
2.2.5 Metodología de Desarrollo de Software	15
3 ESTADO DEL ARTE	20
3.1 Instrumentos en la Universidad del Valle	20
3.2 Instrumentos en el ámbito nacional	21
3.3 Instrumentos en el ámbito internacional	23
4 ANÁLISIS DEL DESARROLLO DE SOFTWARE	26
4.1 Desarrollo de la metodología	27
4.1.1 Prácticas ágiles utilizadas durante este proyecto	27

4.1.2	Roles de la metodología	28
4.1.3	Bitácora de reuniones.....	29
4.2	Requerimientos del sistema.....	29
4.2.1	Roles de la aplicación.....	29
4.2.2	Listado de historias de usuario	30
4.2.3	Detalle historias de usuario.....	32
4.2.4	Plan de entregas	48
5	DISEÑO GENERAL.....	52
5.1	Modelo entidad-relación	53
5.2	Modelo de vistas 4+1.....	53
6	DETALLE EN EL DESARROLLO DE LOS MÓDULOS DE LA APLICACIÓN	61
6.1	Tecnologías usadas.....	61
6.2	Módulo gestión de usuarios	62
6.3	Módulo de reactivos, laboratorios, pruebas y ensayos.....	65
6.4	Módulo generador de residuos	68
6.5	Módulo seguimiento de residuos	69
6.6	Módulo de donación de reactivos	72
6.7	Módulo de reportes.....	73
7	PRUEBAS	75
7.1	Pruebas funcionales	75
7.1.1	Diseño	75
7.1.2	Reporte	80
7.2	Pruebas de usabilidad	81
8	CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.....	85
8.1	Trabajo futuro	86
9	Referencias y Bibliografía	I

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Resultados por objetivos.....	4
Tabla 2. Diferencias entre metodologías ágiles y no ágiles.....	16
Tabla 3 Informe de recolección UIS 2011.	22
Tabla 4. Aclaración módulos desarrollados.....	26
Tabla 5 Prácticas ágiles en el proyecto.....	27
Tabla 6. Roles de la aplicación	29
Tabla 7. Historias de Usuario.....	30
Tabla 8. HU-01 Iniciar sesión.....	32
Tabla 9. HU-03 Iniciar sesión con Google.....	32
Tabla 10. HU-07 Listar usuarios administrativos	33
Tabla 11. HU-08 Registrar usuario administrativo	34
Tabla 12. HU-10 Listar generadores	35
Tabla 13. HU-14 Asignar espacios a generador	36
Tabla 14. HU-20 Registrar reactivo	37
Tabla 15. HU-23 Eliminar reactivo.....	37
Tabla 16. HU-26 Editar prueba o ensayo	38
Tabla 17. HU-32 Cargar reactivos desde un archivo Excel.....	38
Tabla 18. HU-34 Consultar declaración de residuos.....	39
Tabla 19. HU-35 Crear declaración de residuos.....	40
Tabla 20. HU-42 Declaraciones agrupadas en bandejas de entrada.....	41
Tabla 21. HU-43 Agendar visita de verificación a una declaración	41
Tabla 22. HU-44 Verificar declaración.....	42
Tabla 23. HU-46 Recepción de residuos	44
Tabla 24. HU-48 Generar certificado de entrega	45
Tabla 25. HU-51 Retirar residuos	45
Tabla 26. HU-57 Listado de solicitudes de donación	45
Tabla 27. HU-58 Entregar donación	46
Tabla 28. HU-60 Reportes de texto	46
Tabla 29. HU-61 Reporte gráfico - Residuos por centros de costos y destinos de tratamiento	46

Tabla 30. HU-62 Reporte gráfico - Residuos por dependencias y destinos de tratamiento	47
Tabla 31. HU-63 Visualización de datos - Residuos por periodos	47
Tabla 32. Plan de entregas	48
Tabla 33. Selección de diagramas UML	53
Tabla 34. Resumen resultados pruebas funcionales	75
Tabla 35. Resumen de los casos de prueba Iniciar sesión.....	75
Tabla 36. Datos de los casos de prueba Iniciar sesión.....	76
Tabla 37. Resumen de los casos de prueba Editar prueba o ensayo	76
Tabla 38. Datos de los casos de prueba Editar prueba o ensayo	77
Tabla 39. Resumen de casos de prueba Eliminar prueba o ensayo.	78
Tabla 40. Datos de caso de prueba Eliminar prueba o ensayo.....	79
Tabla 41. Caso de prueba: Visualización de datos - Residuos por centros de costos y destinos de tratamiento.....	79
Tabla 42. Caso de prueba: Visualización de datos - Residuos por dependencias y destinos de tratamiento.....	79
Tabla 43. Caso de prueba: Visualización de datos - Residuos por periodos	80
Tabla 44. Resumen resultado evaluación de usabilidad.....	83

LISTADO DE FIGURAS

Ilustración 1.	Diseño web adaptativo.....	8
Ilustración 2.	Logo de Bootstrap.....	8
Ilustración 3.	Logo de Python.....	9
Ilustración 4.	Django logo.....	11
Ilustración 5.	Bar Chart	12
Ilustración 6.	Radar Chart	13
Ilustración 7.	Scatterplot.....	14
Ilustración 8.	Chord Diagram.....	14
Ilustración 9.	Ciclo de Vida XP.	18
Ilustración 10	Registro de residuo químico mezcla CHEMATIX.	25
Ilustración 11	Boceto HU-01 y HU-03 iniciar sesión	33
Ilustración 12.	Boceto HU-07 listar usuarios administrativos.....	34
Ilustración 13.	Boceto HU-08 Registrar usuario administrativo	35
Ilustración 14.	HU-10 Listar generadores	35
Ilustración 15.	HU-14 Asignar espacios a generador	36
Ilustración 16.	HU-20 Registrar reactivo	37
Ilustración 17.	Boceto de HU-23 Eliminar reactivo	38
Ilustración 18.	Boceto de HU-26 Editar prueba o ensayo	38
Ilustración 19.	Boceto de HU-34 Consultar declaración de residuos.....	40
Ilustración 20.	Boceto de HU-42 Declaraciones agrupadas en bandejas de entrada..	41
Ilustración 21.	HU-43 Agendar visita de verificación a una declaración	42
Ilustración 22.	Boceto 1 de HU-44 Verificar declaración	43
Ilustración 23.	Boceto 2 de HU-44 Verificar declaración	43
Ilustración 24.	Boceto 1 de HU-46 Recepción de residuos	44
Ilustración 25.	Boceto 2 de HU-46 Recepción de residuos	44
Ilustración 26.	HU-61 Reporte gráfico - Residuos por centros de costos y destinos de tratamiento	47
Ilustración 27.	Boceto de HU-63 Visualización de datos - Residuos por periodos	48
Ilustración 28.	Diagrama de HU Módulo de gestión de usuarios.....	54

Ilustración 29.	Diagrama de HU Módulo de reactivos, laboratorios, pruebas y ensayos	55
Ilustración 30.	Diagrama de HU Módulo generador de residuos	56
Ilustración 31.	Diagrama de HU Módulo seguimiento residuos	57
Ilustración 32.	Diagrama de HU Módulo donación de reactivos	58
Ilustración 33.	Diagrama de HU Módulo de reportes	58
Ilustración 34.	Vista física - Diagrama de despliegue.....	59
Ilustración 35.	Vista de procesos - Diagrama de actividades	60
Ilustración 36.	Preview AdminLTE.	61
Ilustración 37.	Logo QuiUV.....	62
Ilustración 38.	Interfaz inicio de sesión	63
Ilustración 39.	Interfaz listado de generadores	63
Ilustración 40.	Interfaz registro de usuario administrativo	64
Ilustración 41.	Interfaz asignar laboratorios	64
Ilustración 42.	Interfaz asignar responsable.....	64
Ilustración 43.	Interfaz editar reactivo	66
Ilustración 44.	Interfaz eliminar reactivo	66
Ilustración 45.	Interfaz editar laboratorio.....	67
Ilustración 46.	Interfaz editar prueba o ensayo	67
Ilustración 47.	Interfaz declaración de residuos	68
Ilustración 48.	Interfaz declarar residuo	69
Ilustración 49.	Interfaz gestionar declaraciones	70
Ilustración 50.	Agenda verificación	70
Ilustración 51.	Eventos en Google Calendar	71
Ilustración 52.	Eventos en calendario desde QuiUV	71
Ilustración 53.	Etapas de verificación	72
Ilustración 54.	Revisar residuo	72
Ilustración 55.	Listado de solicitudes de donación de reactivos	73
Ilustración 56.	Visualización de datos - residuos por centros de costos y destinos de tratamiento	74
Ilustración 57.	Visualización de datos – recolección de residuos en periodos de tiempo	74
Ilustración 58.	Evidencia de un caso de prueba Editar prueba o ensayo	78

Ilustración 59. Resultados de pruebas funcionales	81
Ilustración 60.Resultado revisión de experto usabilidad.....	84

GLOSARIO

DJANGO. Es un entorno de trabajo sobre Python que abstrae problemas comunes del desarrollo de aplicaciones web. Implementa una arquitectura MVC (modelo, vista, template).

DISPOSICIÓN FINAL. Es el proceso de aislar y confinar los residuos o desechos peligrosos, en especial los no aprovechables, en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente.

DOCKER. Es una plataforma de código abierto que automatiza el despliegue de aplicaciones dentro de contenedores. Proporciona un nivel de virtualización a nivel de sistema operativo en Linux.

GENERADOR DE RESIDUOS. Cualquier persona cuya actividad produzca residuos o desechos peligrosos. Si la persona es desconocida será la persona que está en posesión de estos residuos. El fabricante o importador de un producto o sustancia química con propiedad peligrosa, se equipara a un generador, en cuanto a la responsabilidad por el manejo de los embalajes y residuos del producto o sustancia.

GENERADOR DE RESIDUOS (O GENERADOR). Para efectos del presente documento y de la aplicación respectiva se define como “Responsable de uno o más laboratorios o espacios físicos”.

GESTIÓN INTEGRAL. Conjunto articulado e interrelacionado de acciones de política, normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de evaluación, seguimiento y monitoreo desde la prevención de la generación hasta la disposición final de los residuos o desechos peligrosos, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región.

MANEJO INTEGRAL. Es la adopción de todas las medidas necesarias en las actividades de prevención, reducción y separación en la fuente, acopio, almacenamiento, transporte, aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final, importación y

exportación de residuos o desechos peligrosos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para proteger la salud humana y el ambiente contra los efectos nocivos temporales y/o permanentes que puedan derivarse de tales residuos o desechos.

RECEPTOR DE RESIDUOS. El titular autorizado para realizar las actividades de almacenamiento, aprovechamiento y/o valorización (incluida la recuperación, el reciclado o la regeneración), el tratamiento y/o la disposición final de residuos o desechos peligrosos.

RESIDUO O DESECHO. Es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula.

RESIDUO O DESECHO PELIGROSO. Es aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.

RESIDUOS QUÍMICOS. Son los restos de sustancias químicas y sus empaques o cualquier otro residuo contaminado con estos, los cuales, dependiendo de su concentración y tiempo de exposición tienen el potencial para causar la muerte, lesiones graves o efectos adversos a la salud y el medio ambiente.

PRÁCTICA (PRUEBA O ENSAYO). Operación técnica que consiste en determinar una o más características o evaluar el comportamiento de un producto, material, equipo, organismo, fenómeno físico, proceso o servicio dado, de conformidad con un procedimiento especificado. (Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito [UNODC], 2012)

LABORATORIO (O ESPACIO FÍSICO). Toda unidad académica administrativa que como resultado de los procesos de investigación, docencia, extensión u otras actividades laborales produzca residuos químicos que puedan contaminar el ambiente.

DECLARACIÓN DE RESIDUOS. Documento o procedimiento que contiene la información del generador y de los residuos especiales que serán trasladados desde las instalaciones del laboratorio hasta la UTAR de la facultad correspondiente.

UTAR. Siglas de Unidad Técnica de Almacenamiento de Residuos.

1 INTRODUCCIÓN

La Universidad del Valle, consciente de la vital importancia del compromiso y la responsabilidad que se adquiere desde el ámbito académico, científico y administrativo con el adecuado manejo de residuos tanto peligrosos como comunes que permita una mejor gestión ambiental en su interior, ha establecido una Política Ambiental, y la necesidad de un conjunto de procesos para favorecer su implementación, entre las que se destacan: el Plan de Gestión de Residuos Sólidos (PGIRS) y el Plan de Condiciones Esenciales de los laboratorios (PCE).

Para contribuir a las buenas prácticas necesarias para una gestión ambiental adecuada y garantizar el acatamiento de la normatividad nacional, regional y local vigente, están las siguientes tareas: controlar, corregir y mejorar el desempeño ambiental de las diversas actividades generadoras de residuos peligrosos. De esta manera, es importante tener en cuenta a los diversos laboratorios de la Universidad que en sus actividades habituales utilizan reactivos químicos, que suelen generar residuos que son peligrosos para la salud y el medio ambiente.

La Sección de Salud Ocupacional de la Universidad (SSOUV), se encuentra adelantando el proyecto para la “disposición final de residuos químicos”, el cual consiste en identificar los generadores, recepcionarlos y finalmente realizar su disposición de manera adecuada. De esta manera, el presente trabajo de grado desarrolla una aplicación web que permite gestionar la información y el proceso mediante el cual se realiza la disposición final de los residuos químicos de los laboratorios u otros espacios de la Universidad del Valle.

Este capítulo 1 continúa con el planteamiento del problema, objetivos del trabajo de grado y posteriormente el alcance. El resto de este documento se estructura de la siguiente forma. El capítulo 2 presenta el marco referencial en el cual se detalla parte de la normatividad pertinente y los conceptos tecnológicos que son base para el desarrollo del proyecto. En el capítulo 3 se expone el estado del arte reuniendo algunos trabajos realizados en el ámbito institucional, nacional y extranjero. En el capítulo 4 se realiza el análisis del desarrollo de software presentando desde componentes de la metodología hasta los requerimientos en historias de usuario, bocetos de interfaces y el plan de entregas. En el capítulo 5 se muestra el diseño general del sistema a través de los diagramas entidad-relación y del modelo de

vistas 4+1. En el capítulo sexto se detalla el desarrollo de cada uno de los módulos, guiado con capturas de la aplicación. El capítulo 7 contiene el resumen de las pruebas realizadas. Y para finalizar el capítulo 8 presenta las conclusiones de este proyecto y menciona parte del trabajo futuro sobre la aplicación resultante.

1.1 Planteamiento del problema

La Universidad del Valle no cuenta con un sistema que le permita llevar una fácil y adecuada gestión de los residuos peligrosos, esto tiene mayor incidencia en los numerosos laboratorios de sus diferentes sedes que manejan sustancias químicas. Esta problemática se ve reflejada principalmente en su quehacer diario al acumular residuos en laboratorios, salones y depósitos que no han sido diseñados para ese fin, incrementando los riesgos debido a prácticas inseguras de almacenamiento y, en algunas ocasiones tienen lugar vertimientos accidentales sobre la red de alcantarillado público. Al no tener un control de los residuos que se generan, la cantidad en kilos por facultades y tipo de residuos, se incurre en gastos adicionales al disponer recursos de manera individual para solucionar casos puntuales.

Con el fin de promover una gestión integral de residuos, la Sección de Salud Ocupacional de la Universidad mediante el proyecto para la Disposición Final de Residuos Químicos, de ahora en adelante DFRQ, propone organizar la gestión interna del manejo de los residuos y la gestión externa con la empresa recolectora que sea elegida.

En vista de la problemática anteriormente mencionada, este trabajo plantea una herramienta que promueve el uso de las TIC en servicios de apoyo para el cumplimiento de los procesos misionales en concordancia con uno de los propósitos de la institución “promover una cultura de calidad y excelencia en todas las instancias y niveles de la organización, en la gestión académica, docente, investigativa y administrativa” (Plan de acción 2012 - 2015, Universidad del Valle), al facilitar la gestión de la información y el proceso de recolección de los residuos químicos mediante una aplicación web.

Se debe lograr con esta aplicación, entre otras cosas, desplegar información relevante y precisa que permita:

- Identificar los espacios que generan residuos, sus responsables y la dependencia administrativa a la cual pertenecen
- Conocer quiénes han sido capacitados en el manejo correcto de residuos especiales.
- Facilitar el proceso de inscripción y declaración de los residuos.
- Calcular y monitorear la cantidad de residuos generados por facultades, al igual que el costo en pesos calculados sobre los kilos entregados a la empresa recolectora.

El desarrollo de la aplicación se realiza en colaboración con el coordinador del proyecto y el profesional de apoyo.

Este trabajo de grado desea dar respuesta y solución a la pregunta ¿Cómo puede la Universidad del Valle a través de una herramienta tecnológica gestionar la información de los residuos químicos en sus laboratorios?

1.2 Objetivos

A continuación se presentan los objetivos que se plantearon para este trabajo de grado orientados a la construcción de la aplicación web.

1.2.1 Objetivo general

Desarrollar una aplicación web que permita gestionar la información y el proceso mediante el cual se realiza la recolección de los residuos químicos generados en los laboratorios de la Universidad del Valle.

1.2.2 Objetivos específicos

- A. Identificar y analizar los procedimientos de gestión de inventario y recolección de los residuos químicos generados por los laboratorios para identificar las necesidades de los usuarios en cuanto a la aplicación web.
- B. Diseñar el modelado de la aplicación, basándose en los requerimientos establecidos como producto del objetivo anterior.
- C. Realizar la construcción del sistema. Implementar módulos propuestos:
 - a. Gestión de generadores de residuos químicos.
 - b. Manejo de solicitudes de recolección de residuos químicos.

c. Manejo de agenda de recolección y disposición de residuos químicos.

d. Módulo de reportes de residuos con formatos de texto y de visualizaciones de datos

D. Diseñar y aplicar pruebas funcionales y de usabilidad mediante chequeo de heurísticas.

1.2.3 Resultados del trabajo de grado

El principal resultado fue el desarrollo de QuiUV, un prototipo funcional que cumple los requerimientos acordados con el cliente. En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos por cada objetivo específico. En el capítulo 4 de este documento se hace una aclaración respecto a los módulos especificados en los objetivos y los módulos obtenidos; fueron necesarios algunos cambios de nombre dado la adición de nuevas funcionalidades a los módulos inicialmente proyectados y también fue necesario adicionar dos (2) módulos que al inicio no se contemplaron.

Tabla 1 Resultados por objetivos

Objetivo	Resultado	Evidencia de cumplimiento en el documento
A	Historias de usuario priorizadas de la aplicación con los requerimientos del sistema. Bocetos de interfaces web/móviles	H.U en sección 4.2 y Anexo 1. Bocetos en sección 4.2.3 y Anexo 2
B	Diagrama de historias de usuario, diagrama de clases, diagrama entidad-relación de la base de datos, vistas arquitecturales del sistema.	Sección 5.1 Diagrama entidad relación Sección 5.2 Modelo de vistas 4+1 (Diagrama de historias de usuario y diagrama de clases se hicieron como vistas 4+1)
C	Código fuente de la aplicación, manuales de usuario, prototipos funcionales de la aplicación (entregas para Sección de Salud Ocupacional) instalados, base de datos operativa y con registros de los laboratorios seleccionados.	Capítulo 6 Detalle en el desarrollo de los módulos de la aplicación Anexo 6. Manual de usuario
D	Diseños de pruebas y reportes de resultados de las pruebas	Capítulo 7. Pruebas Anexo 7. Pruebas funcionales Anexo 8. Checklist de usabilidad

1.3 Alcance

Se desarrolló la aplicación acorde a los requerimientos que se definieron en el transcurso del proyecto, se entrega un manual de usuario y además el código fuente de la aplicación para permitir mantenimiento, correcciones o adiciones de nuevas funcionalidades. No se elaboró un manual de programador pero se tuvieron en cuenta buenas prácticas para la legibilidad del código.

La aplicación fue desplegada en la plataforma como servicio Heroku. Adicionalmente se configuró para ser utilizada sobre contenedores Docker con el fin de facilitar el despliegue en un servidor local.

La aplicación se probó con datos de la Facultad de Ingeniería y la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, pero se espera que sea de uso extensible.

Aunque se plantea un sistema institucional, la aplicación se entrega operativa para al menos tres laboratorios de la Universidad del Valle Sede Meléndez, no se compromete al estudiante que desarrolla este proyecto a entregar el sistema funcionando con la información de todos los laboratorios de la Universidad del Valle.

Se aplicaron pruebas funcionales y de usabilidad al sistema. Las pruebas de usabilidad se realizaron utilizando chequeo de heurísticas de usabilidad.

2 MARCO REFERENCIAL

En esta sección se definen algunos aspectos teóricos que permiten abordar la problemática, primero se presenta el marco normativo y posteriormente el marco teórico en el que se abordan elementos tecnológicos del desarrollo de software.

2.1 Marco normativo

En esta sección se mencionan algunas de las normas vigentes a nivel institucional y nacional que fueron consideradas en el desarrollo de este proyecto.

2.1.1 Normatividad Institucional

Estas son algunas de las normas a nivel institucional que regulan de manera directa o indirecta la problemática abordada en este trabajo de grado.

- RESOLUCIÓN No. 1.801 (Abril 23 de 2014). Por la cual se crea y conforma el Comité Institucional de Laboratorios. Rectoría
- RESOLUCIÓN No. 009 (Abril 4 de 2014). Por la cual se establece la Política Ambiental de la Universidad del Valle. Consejo Superior
- RESOLUCIÓN No. 1.940 (Junio 21 de 2005). Por la cual se adopta el Manual para el Manejo Integral de los Residuos Biológicos en la Universidad del Valle. Rectoría
- RESOLUCIÓN No. 213 (Enero 28 del 2005). Por medio de la cual se expide el reglamento del Servicio de Aseo, Recolección y Disposición de los Desechos en la Universidad del Valle. Rectoría

2.1.2 Legislación Nacional

Las normas nacionales que soportan y guían el trabajo realizado son:

- Resolución 0043 de 2007. Por la cual se establecen los estándares generales para el acopio de datos, procesamiento, transmisión y difusión de información para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

- Ley 1252 del 27 de Noviembre de 2008. Ley sobre RESPEL, por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental referentes a los residuos y desechos peligrosos.
- Decreto 4741 de 2005. Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Decreto 2676 de 2000. Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares. Ministerio del Medio Ambiente.
- Resolución 01164 de 2002. Por la cual se adopta el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los residuos hospitalarios y similares. Ministerio del Medio Ambiente.
- LEY 430 DE 1998. Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones. Congreso de la República.

2.2 Marco teórico

En esta sección se abordan elementos tecnológicos relacionados con el proyecto. En la primera parte se presenta el concepto de Diseño Web *Responsive* y se abordan las herramientas ampliamente utilizadas: Bootstrap, Python y Django, las cuales se utilizaron para la implementación de la aplicación. Posteriormente se explora la Visualización de Datos y se mencionan algunas de las herramientas.

2.2.1 Tecnologías para el Desarrollo Web Responsive

Las opciones para ofrecer una aplicación web a los usuarios que acceden desde dispositivos móviles son varias: web móvil, app nativa y web responsive. Cada una tiene sus pros y sus contras y a priori, la que más fuerza está cogiendo es la *web responsive* por ser económica y rápida de implementar.

2.2.1.1 Diseño web responsive



Ilustración 1. Diseño web adaptativo

El diseño web responsive consiste en aplicar una serie de técnicas y pautas para conseguir que un sitio web se adapte a la multiplicidad de dispositivos desde los cuales es posible acceder a Internet, ya sean dispositivos móviles o no. Este término es acuñado en el año 2010 por el diseñador web Ethan Marcotte. (González & Marcos, 2013)

2.2.1.2 Librería de Interfaz de usuario responsive Bootstrap

Bootstrap es un *framework front-end* libre y de código abierto para el diseño de sitios y aplicaciones web *responsive*. Contiene plantillas de diseño con tipografía, formularios, botones, tablas, modales, menús de navegación y otros elementos de diseño basado en HTML y CSS, así como *plugins* de JavaScript opcionales.



Ilustración 2. Logo de Bootstrap

Bootstrap fue desarrollado por Mark Otto y Jacob Thornton de Twitter, y lanzado como un producto de código abierto en agosto de 2011 en GitHub. Actualmente es el proyecto más popular en GitHub con más de 90 mil seguidores

A continuación se mencionan algunas de sus ventajas más destacables:

- Es una herramienta de uso ágil y sencillo: facilita enormemente el diseño de interfaces y además se consiguen plantillas de uso libre bastante optimizadas.
- Es mantenido y actualizado por Twitter.
- Optimizado para dispositivos móviles: se desarrolló con la idea de facilitar el proceso de adaptación web a todo tipo de dispositivos, provee las reglas CSS necesarias para hacer que un sitio se adapte dinámicamente a la gran mayoría de pantallas y resoluciones existentes en el mercado.
- Dispone de amplia documentación: este framework facilita mucha documentación para resolver dudas tanto a principiantes como a desarrolladores expertos.

2.2.2 Lenguaje de programación Python

La mejor forma de aproximarse a Python es mediante la definición que aparece en la página oficial de documentación:

“Python es un lenguaje de programación interpretado, funcional, orientado a objetos e interactivo; tiene la poderosa capacidad de contar con una sintaxis muy limpia y clara, es decir, altamente legible y comprensible para el ser humano. Cuenta con módulos, clases, excepciones, tipos de datos de muy alto nivel así como tipado dinámico. Existen interfaces para hacer llamadas al sistema y bibliotecas, así como diversos sistemas de ventanas.”



Ilustración 3. Logo de Python

En su libro “Python para todos” (Duque, 2016) recalca que Python es un lenguaje que todo el mundo debería conocer señalando que su sintaxis simple, clara y sencilla; el tipado dinámico, el gestor de memoria, la gran cantidad de bibliotecas disponibles y la potencia del lenguaje, entre otros, hacen que desarrollar una aplicación en Python sea sencillo y muy rápido. Algunos casos de éxito en el uso de Python son Google, Yahoo, la NASA, y todas

las distribuciones Linux, en las que Python cada vez representa un tanto por ciento mayor de los programas disponibles.

Algunas ventajas de Python, tomadas del tutorial de python (Rossum):

- Interpretado
- Conciso
- Modular
- Amplia Documentación

Frameworks

El proceso de creación de código para ejecutar sitios web implica la escritura de código para proporcionar varios servicios. El código para proporcionar un servicio particular a menudo funciona de la misma manera independientemente de la complejidad o el propósito del sitio web en cuestión. Haciendo abstracción de estas soluciones comunes en código reutilizable produce lo que se llama "frameworks" para el desarrollo web. Quizás el framework más conocido para el desarrollo web es Ruby on Rails, pero Python tiene sus propios frameworks. Algunos de ellos fueron inspirados en parte por los Rails, o ideas prestadas de Rails, pero algunos existen mucho antes de Rails.

Un framework (entorno de desarrollo) es un conjunto de bibliotecas, herramientas y normas que ayudan a desarrollar aplicaciones. Un framework está compuesto por varios segmentos/componentes que interactúan los unos con los otros. Las aplicaciones pueden escribirse de manera más eficaz si utilizamos un framework adaptado al proyecto en lugar de tener que volver a reinventar la rueda cada vez (Jerome, 2010). Entre los frameworks que existen para desarrollar aplicaciones web en Python se encuentran: CherryPy, Django, Pylons, Pyramid, TurboGears, WebPy, Web2Py, Zope.

2.2.3 Entorno de desarrollo web Django



Ilustración 4. Django logo

Django es un entorno de desarrollo web escrito en Python que fomenta el desarrollo rápido y el diseño limpio y pragmático. Nació en el otoño de 2003, cuando un equipo de desarrolladores web del diario Lawrence Journal-World, empezaron a utilizar Python para crear sus aplicaciones.

A continuación se mencionan algunas de las características principales de Django:

Django permite construir en profundidad, de forma dinámica, sitios interesantes en un tiempo extremadamente corto. Django está diseñado para hacer foco en la diversión, en las partes interesantes del trabajo, al mismo tiempo que alivia el dolor de las partes repetitivas. Al hacerlo, proporciona abstracciones de alto nivel a patrones comunes del desarrollo Web, agrega atajos para tareas frecuentes de programación y claras convenciones sobre cómo resolver problemas. Al mismo tiempo, intenta mantenerse fuera de tu camino, dejando que trabajes fuera del alcance del framework cuando sea necesario. (Holovaty & Kaplan-Moss, 2009)

2.2.4 Visualización de Datos

Los gráficos proporcionan un excelente enfoque para la exploración de datos y son esenciales para la presentación de resultados. El término visualización de datos expresa la idea de que se trata de algo más que la representación de datos en una forma gráfica (en lugar de usar una tabla). La información detrás de los datos también debe ser revelada en una buena representación; el gráfico debe ayudar al lector o espectador a ver la estructura de los datos. (Chen, Härdle, & Unwin, 2008)

“La visualización de datos dinámicos es, junto con la interfaz de usuario gráfico, las bases de datos, el espacio navegable y la simulación, una de las formas culturales

realmente nuevas que los ordenadores han hecho posible. Sin duda, los devotos de Edward Tufte recordarán que ya en el siglo dieciocho, se podían encontrar ejemplos de representación gráfica de datos cuantitativos, pero el uso del medio informático ha hecho que estas representaciones pasen de ser la excepción a convertirse en la norma. Asimismo, ha posibilitado toda una serie de nuevas técnicas de visualización y de usos para éstas. Por medio del ordenador podemos visualizar conjuntos de datos mucho mayores; crear visualizaciones dinámicas (es decir, animadas e interactivas), introducir datos en tiempo real y basar la representación gráfica de datos en su análisis matemático, utilizando toda una variedad de métodos, desde la estadística clásica a la minería de datos, para mapear un tipo de representación sobre otro.” (Manovich, 2002)

2.2.4.1 Ejemplos de diagramas usados para la visualización de datos

Existe una amplia variedad de diagramas utilizados para la visualización de datos, para algunos a continuación se presenta una breve descripción y un gráfico tomados de The Data Visualisation Catalogue:

- Gráfico de Barras (*Bar Chart*)

El gráfico de barras clásico utiliza barras horizontales o verticales para mostrar comparaciones numéricas discretas entre categorías. Uno de los ejes de la gráfica muestra las categorías específicas que se comparan, y el otro eje representa un valor discreto.

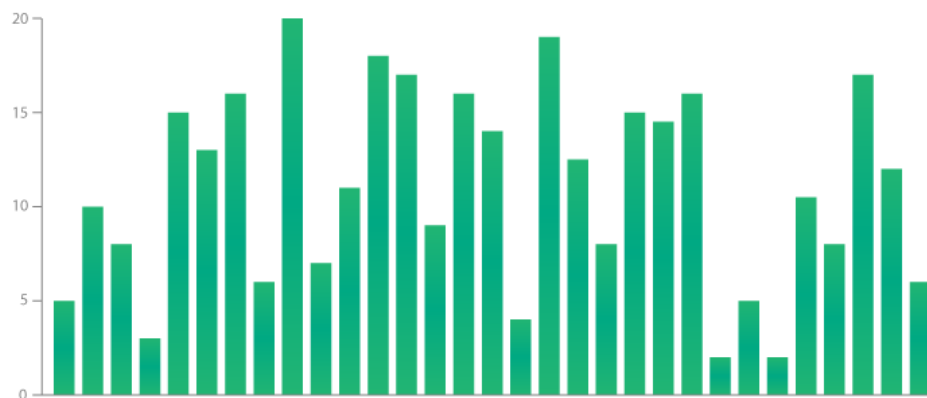


Ilustración 5. *Bar Chart*

- Gráfica de Radar (Radar Chart, Spider Chart, Web Chart, Polar Chart, Star Plots.)

Las gráficas de radar son una manera de comparar múltiples variables cuantitativas. Esto las hace útiles para ver qué variables tienen valores similares o si hay valores atípicos entre cada variable. Los gráficos radiales son útiles también para ver qué variables están obteniendo puntajes altos o bajos dentro de un conjunto de datos, haciéndolos ideales para la visualización de rendimiento.

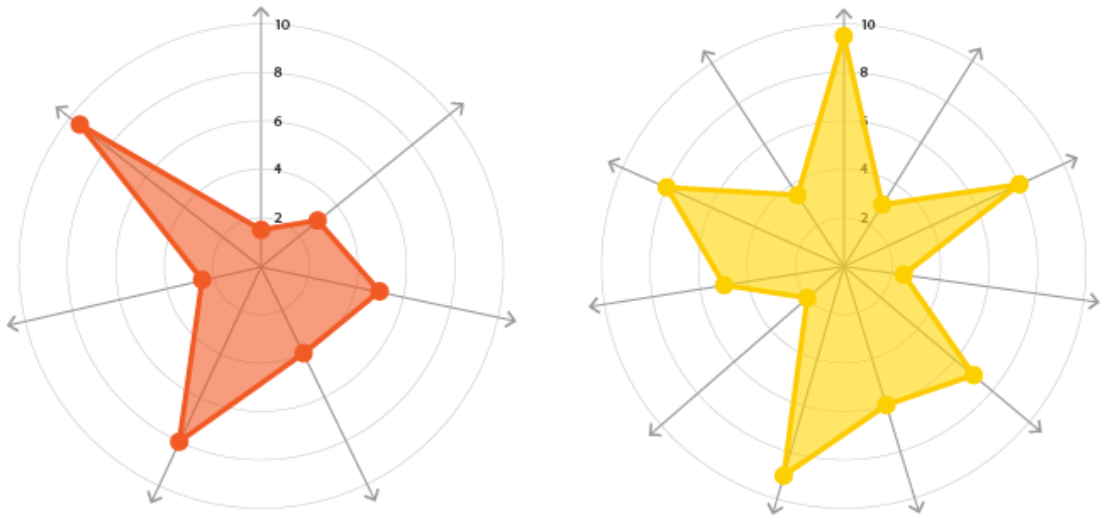


Ilustración 6. Radar Chart

- Diagrama de dispersión (Scatterplot, scatter graph, point graph, X-Y plot, scatter chart or scattergram)

Los diagramas de dispersión utilizan una colección de puntos colocados utilizando coordenadas cartesianas para mostrar los valores de dos variables. Al mostrar una variable en cada eje, se puede detectar si existe una relación o correlación entre las dos variables.

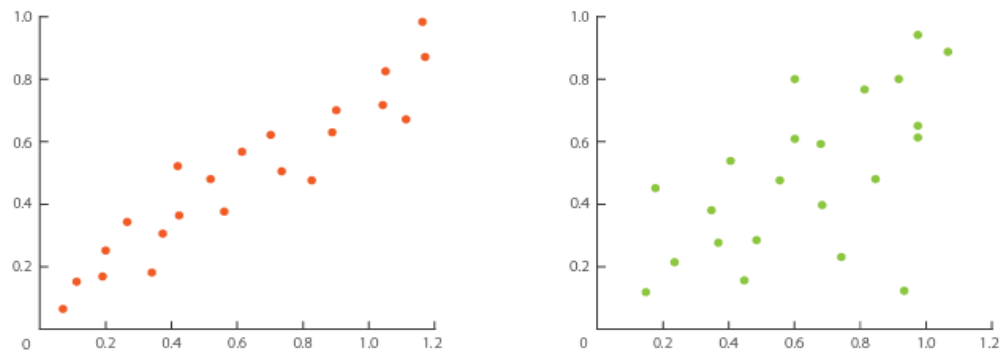


Ilustración 7. Scatterplot

- Diagrama de cuerdas (*Chord Diagram*)

Este tipo de diagrama visualiza las interrelaciones entre las entidades. Las conexiones entre las entidades muestra que comparten algo en común. Esto hace a los diagramas de cuerdas ideales para comparar las similitudes dentro de un conjunto de datos o entre los diferentes grupos de datos.

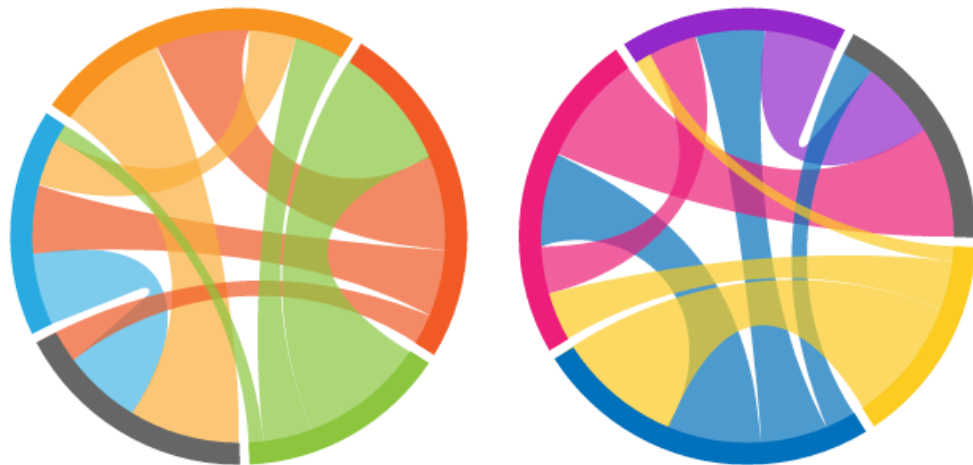


Ilustración 8. Chord Diagram

2.2.4.2 Herramientas de visualización de datos

Existe gran variedad de herramientas para la visualización de datos, algunas requieren codificación, orientadas para desarrolladores, y otras no requieren codificación. A continuación se presentan brevemente dos de las herramientas más populares:

2.2.4.2.1 D3.js (Data-Driven Documents)

Esta es una librería javascript para desarrolladores de código abierto. Esta herramienta es capaz de ofrecer visualizaciones interactivas online muy avanzadas con complejos conjuntos de datos. Usa HTML, SVG y CSS para crear las visualizaciones. Combina potentes componentes que permiten crear interacciones de manera sencilla y la integración con CSS hace que sea muy adaptable a cualquier proyecto web. El inconveniente que presenta D3 es el hecho de ser tan complejo que se necesita conocer programación y su lenguaje en concreto. Por tanto, su utilización no es tan sencilla como en otras.

2.2.5 Metodología de Desarrollo de Software

Para el desarrollo de este proyecto la metodología utilizada se basó en ágil *eXtreme Programming* (XP). A continuación se presenta el fundamento de ésta metodología y posteriormente se relaciona con el desarrollo del proyecto.

2.2.5.1 Metodologías Ágiles

Según (Letelier & Penadés, 2004) tras una reunión celebrada en febrero de 2001 en Utah-EEUU nace el concepto de “ágil” aplicado al desarrollo de software. De ésta reunión surge The Agile Alliance, una organización, sin ánimo de lucro, dedicada a promover los conceptos relacionados con el desarrollo ágil de software y ayudar a las organizaciones para que adopten dichos conceptos.

Los asistentes a la reunión resumieron los principios sobre los que se basan las metodologías ágiles en 4 postulados, que se denominó el manifiesto ágil:

“Estamos descubriendo formas mejores de desarrollar software tanto por nuestra propia experiencia como ayudando a terceros. A través de este trabajo hemos aprendido a valorar:

Individuos e interacciones sobre procesos y herramientas

Software funcionando sobre documentación extensiva

Colaboración con el cliente sobre negociación contractual

Respuesta ante el cambio sobre seguir un plan

Esto es, aunque valoramos los elementos de la derecha, valoramos más los de la izquierda.” (Beck, y otros, 2001)

En la siguiente tabla se presentan las principales diferencias entre las metodologías ágiles y las metodologías tradicionales.

Tabla 2. Diferencias entre metodologías ágiles y no ágiles.

Metodología Ágil	Metodología Tradicional
Pocos Artefactos. El modelado es prescindible, modelos desechables.	Más Artefactos. El modelado es esencial, mantenimiento de modelos
Pocos Roles, más genéricos y flexibles	Más Roles, más específicos
No existe un contrato tradicional, debe ser bastante flexible	Existe un contrato prefijado
Cliente es parte del equipo de desarrollo (además in-situ)	El cliente interactúa con el equipo de desarrollo mediante reuniones
Orientada a proyectos pequeños. Corta duración (o entregas frecuentes), equipos pequeños (< 10 integrantes) y trabajando en el mismo sitio	Aplicables a proyectos de cualquier tamaño, pero suelen ser especialmente efectivas/usadas en proyectos grandes y con equipos posiblemente dispersos
La arquitectura se va definiendo y mejorando a lo largo del proyecto	Se promueve que la arquitectura se defina tempranamente en el proyecto
Énfasis en los aspectos humanos: el individuo y el trabajo en equipo	Énfasis en la definición del proceso: roles, actividades y artefactos
Basadas en heurísticas provenientes de prácticas de producción de código	Basadas en normas provenientes de estándares seguidos por el entorno de desarrollo
Se esperan cambios durante el proyecto	Se espera que no ocurran cambios de gran impacto durante el proyecto

Nota: Tomado de (Letelier & Penadés, 2004)

2.2.5.2 Extreme Programming (XP)

XP es una metodología ágil centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima de trabajo. XP se basa en **realimentación** continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, **comunicación** fluida entre todos los participantes, **simplicidad** en las soluciones implementadas y **coraje** para enfrentar los cambios. XP se define como especialmente adecuada para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, y donde existe un alto riesgo técnico. (Letelier & Penadés, 2004)

A continuación se mencionan los valores, principios y prácticas en los que se fundamenta XP

Los cuatro **valores** de XP son:

1. comunicación,
2. simplicidad,
3. realimentación y
4. coraje

Los **principios** fundamentales se apoyan en los valores y también son cuatro. Se busca

1. realimentación veloz,
2. modificaciones incrementales,
3. trabajo de calidad y
4. asunción de simplicidad.

Por su parte, las prácticas son las siguientes:

1. El juego de la planificación (the planning game)
2. Pequeñas entregas (small releases)
3. Metáfora (metaphor)
4. Diseño simple (simple design)
5. Pruebas (testing)
6. Refactorización (refactoring)
7. Programación por parejas (pair programming)
8. Propiedad colectiva (collective ownership)
9. Integración continua (continuous integration)
10. 40 horas semanales (40-hour week)
11. Cliente en casa (on-site customer)
12. Estándares de codificación (coding standards)

El padre de la metodología XP, Kent Beck, señala que se debe conseguir aplicar las 12 prácticas de XP pues "si no las aplicas todas no estás haciendo eXtreme Programming" (Beck K. , 2000), por tanto, cabe señalar que en el desarrollo de este proyecto se usó una metodología basada en XP.

2.2.5.2.1 Ciclo de vida de un proyecto en XP

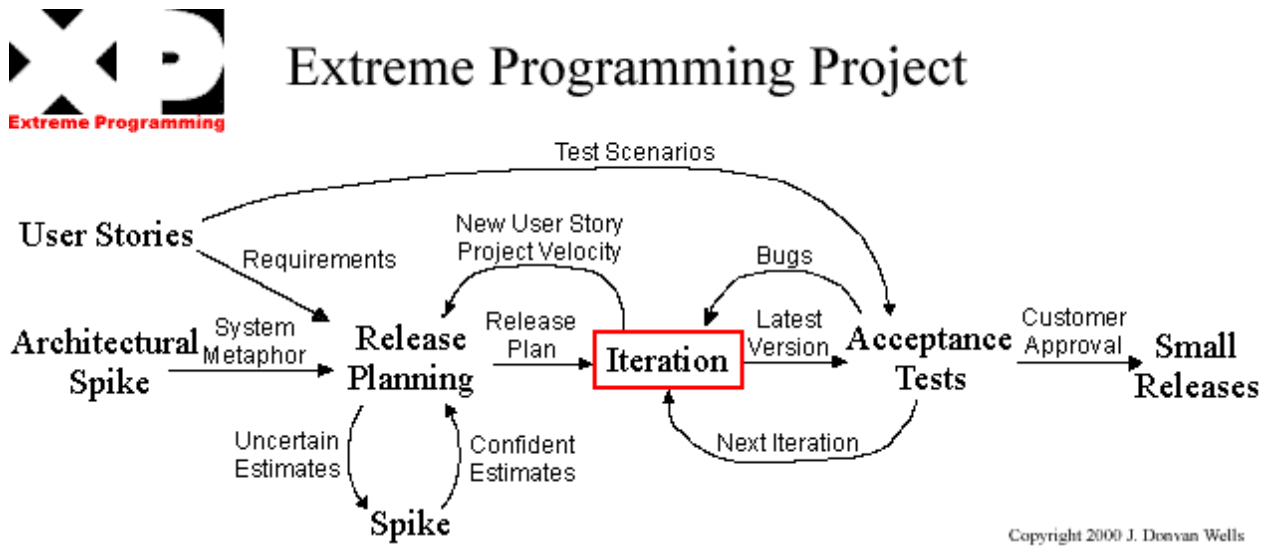


Ilustración 9. Ciclo de Vida XP.
Imagen tomada de (Wells, 1999)

El ciclo de vida ideal de XP consiste de seis fases (Letelier & Penadés, 2004):

Fase I: Exploración

En esta fase, los clientes plantean a grandes rasgos las historias de usuario que son de interés para la primera entrega del producto. Al mismo tiempo el equipo de desarrollo se familiariza con las herramientas, tecnologías y prácticas que se utilizarán en el proyecto.

Fase II: Planificación de la Entrega (Release)

En esta fase el cliente establece la prioridad de cada historia de usuario, y correspondientemente, los programadores realizan una estimación del esfuerzo necesario de cada una de ellas. Se toman acuerdos sobre el contenido de la primera entrega y se determina un cronograma en conjunto con el cliente.

Fase III: Iteraciones

Esta fase incluye varias iteraciones sobre el sistema antes de ser entregado. El Plan de Entrega está compuesto por iteraciones de no más de tres semanas. En la primera iteración se puede intentar establecer una arquitectura del sistema que pueda ser utilizada durante el resto del proyecto. Esto se logra escogiendo las historias que fuercen la creación de esta arquitectura, sin embargo, esto no siempre es posible ya que es el cliente quien decide qué

historias se implementarán en cada iteración (para maximizar el valor de negocio). Al final de la última iteración el sistema estará listo para entrar en producción.

Fase IV: Producción

La fase de producción requiere de pruebas adicionales y revisiones de rendimiento antes de que el sistema sea trasladado al entorno del cliente. Al mismo tiempo, se deben tomar decisiones sobre la inclusión de nuevas características a la versión actual, debido a cambios durante esta fase. Es posible que se rebaje el tiempo que toma cada iteración, de tres a una semana. Las ideas que han sido propuestas y las sugerencias son documentadas para su posterior implementación (por ejemplo, durante la fase de mantenimiento).

Fase V: Mantenimiento

Mientras la primera versión se encuentra en producción, el proyecto XP debe mantener el sistema en funcionamiento al mismo tiempo que desarrolla nuevas iteraciones. Para realizar esto se requiere de tareas de soporte para el cliente. De esta forma, la velocidad de desarrollo puede bajar después de la puesta del sistema en producción. La fase de mantenimiento puede requerir nuevo personal dentro del equipo y cambios en su estructura.

Fase VI: Muerte del Proyecto

Es cuando el cliente no tiene más historias para ser incluidas en el sistema. Esto requiere que se satisfagan las necesidades del cliente en otros aspectos como rendimiento y confiabilidad del sistema. Se genera la documentación final del sistema y no se realizan más cambios en la arquitectura. La muerte del proyecto también ocurre cuando el sistema no genera los beneficios esperados por el cliente o cuando no hay presupuesto para mantenerlo.

3 ESTADO DEL ARTE

Se consultaron trabajos relacionados con el tema del manejo y disposición final de residuos, y en la búsqueda se encontró que en el tema de residuos químicos existe mucha información general con diagnósticos y manuales, que contienen información útil y evidencian que el proceso de recolección de información se realiza de manera manual. La búsqueda y consulta de instrumentos para el manejo de residuos se hizo inicialmente en la institución, posteriormente a nivel nacional y debido a que no se encontró una aplicación para el manejo de la información de disposición de residuo se realizó la búsqueda en universidades extranjeras.

3.1 Instrumentos en la Universidad del Valle

La universidad consciente de la problemática del manejo de residuos, ha hecho grandes esfuerzos para resolver estos temas, para lo cual ha realizado: manuales, procedimientos, formatos, ha capacitado funcionarios, entre otras actividades.

Entre los documentos elaborados se encuentran:

- Manual para el manejo integral de los residuos biológicos en la universidad del valle (2005)
- Recepción, distribución y almacenamiento de sustancias químicas (2014)
- Manual de seguridad en los laboratorios en los que se manejan sustancias químicas
- Manejo y desecho de residuos en el laboratorio de electroquímica (2014)

En particular, en el manejo y disposición de residuos químicos el abordaje que ha hecho la institución ha sido tímido, dado que no se tiene un control en la identificación de generadores, tipo de residuos químicos, cantidad generada y almacenamiento en depósitos temporales; no se realiza el proceso de aprovechamiento y/o valorización del residuo que debería ser agotado antes de la disposición final efectuada por parte de una empresa externa. A esto se suma la no distinción del tipo de tratamiento que se debe aplicar a cada uno de los residuos, a causa de falta de personal capacitado, por ende la empresa termina realizando dicha identificación, cobrando la tarifa del tratamiento más costoso.

3.2 Instrumentos en el ámbito nacional

Se procedió a consultar en las páginas de algunas universidades nacionales, información relacionada con su gestión de residuos químicos. Se mencionan a continuación dos trabajos interesantes encontrados.

Protocolo para el manejo integral de residuos químicos, Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá

En este documento se tiene por objetivo “describir las actividades necesarias para garantizar la adecuada, segura y eficiente gestión de los residuos químicos generados en la Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá”. Ellos hacen un proceso manual del levantamiento de información con una alta dedicación en horas para la recolección de los residuos y con horarios rígidos de recolección. Después de la recolección de los residuos se realiza la digitalización de los formatos de recolección. (Universidad Nacional de Colombia, 2016)

Indicadores de Gestión, Universidad Industrial de Santander

Un aspecto a resaltar son los informes de disposición de residuos químicos presentados en la página de esta universidad. La Tabla 3 muestra el último informe publicado que corresponde al año 2011, en dicho informe se distingue la cantidad en kilogramos de residuos químicos que fue recolectada por cada laboratorio y por cada tipo de actividad. Sin embargo los informes expuestos no permiten conocer detalladamente el tipo de residuos que se están generando, ni es posible determinar en qué mes hay mayor o menor producción de residuos.

Tabla 3 Informe de recolección UIS 2011.

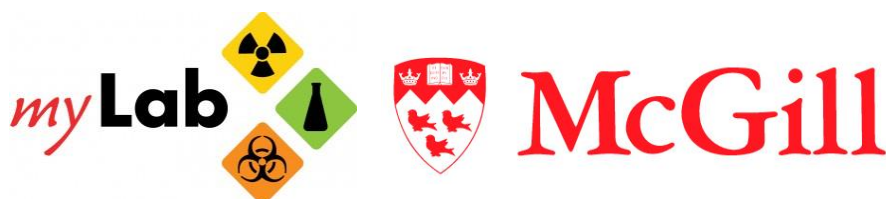
INFORME DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS QUÍMICOS 2011						
SEDE CENTRAL		KILOGRAMOS				
No	LABORATORIO	DOCENCIA	INVESTIGACIÓN	EXTENSIÓN		
1	Almacén de química	133	0	0		
2	Almacén de biología	412	0	0		
3	Biología reproductiva	0	76	0		
4	Bioprocesos	0	334	0		
5	Bioquímica	0	276	0		
7	Consultas Industriales	0	0	128		
8	Cerámicos	0	71	0		
9	Difracción de Rx	11	0	0		
10	Especialización CEIAM	0	105	0		
12	Gestión Documental	149	0	0		
13	Inmunología	0	8	0		
14	Instrumental	707	0	0		
15	Lab. procesos iq	57	0	0		
16	Lab suelos	0	0	194		
17	limnología	122	0	0		
18	Patología	16	0	0		
19	PGIR	30	0	0		
20	publicaciones	0	0	556		
21	Química estructural	0	10	0		
22	Química orgánica	0	149	0		
23	Química sostenible	0	33	0		
23	toxicología	228	0	0		
TOTAL		1865	1062	878	3805	TOTAL DISPUESTO

Tomado de <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/indicadoresGestion.html>

3.3 Instrumentos en el ámbito internacional

En este contexto la información existente para el manejo de disposición de residuos es amplia, detallada, y existen múltiples aplicaciones de software que se han desarrollado hace varios años. Algunas de las aplicaciones facilitan el manejo del inventario de sustancias químicas que es un control adicional en la gestión de sustancias y sus residuos. A continuación se mencionan tres herramientas universitarias en este sentido.

MyLab, Universidad de McGill



MyLab, es el componente web del Sistema de Gestión de Materiales Peligrosos de la universidad McGill, o con las siglas en inglés (HMMS) Hazardous Material Management System. Este sistema facilita la gestión de materiales radiactivos, químicos peligrosos y otras sustancias controladas, además de materiales biológicos peligrosos, desde su adquisición hasta su eliminación. MyLab permite a los investigadores, estudiantes, trabajadores de laboratorio y personal de servicios universitarios de McGill trabajar con inventarios electrónicos de materiales peligrosos en los laboratorios de McGill. (McGill University, 2016) (McGill University, 2017)

En el manual de usuario (McGill, 2016) se evidencian las siguientes funcionalidades:

- Recepción de materiales radioactivos (RAM), químicos peligrosos y otras sustancias controladas y la adquisición de materiales biológicos peligrosos.
- Registros de inventario y su disposición.
- Reportes
- Base de datos de búsqueda de hojas de seguridad
- Recolección de residuos.

ChemTracker Consortium – The higher education collaboration for chemical inventory management and regulatory reporting



El ChemTracker es una aplicación web desarrollada por la Universidad de Stanford para la gestión de información del inventario de sustancias químicas y el cumplimiento de la presentación de informes en todas sus operaciones de investigación y servicio de apoyo.

La aplicación puede ser usada por otras universidades con todas las ventajas que esta práctica otorga - entre ellas, ahorro del diseño de la aplicación y la definición del proceso - aprendiendo de la experiencia de las otras universidades y como resultado optimizando los recursos. Después de la implementación exitosa y el uso en Stanford, y un interés significativo y uso por otras organizaciones, la solución de gestión de sustancias químicas es ahora accesible a otras instituciones sin fines de lucro a través de un acuerdo de los miembros del consorcio. Este sistema proporciona potentes herramientas para que los usuarios controlen su inventario de sustancias químicas, mantener inventarios, revisar el cumplimiento y generar reportes regulatorios complejos. (Gibbs, 2005, traducido del inglés) (Stanford University, 2017)

CHEMATIX™, Universidad de Minnesota



CHEMATIX es el sistema que utiliza la Universidad de Minnesota para rastrear las sustancias químicas desde su entrada como inventario hasta el punto de salida como residuos, así como en todos los puntos intermedios. Pero cabe resaltar que este sistema es desarrollado por SIVCO Inc. y es adoptado también por otras universidades de América del Norte y de Europa. (SIVCO Inc., 2011)

El módulo de gestión de residuos permite al personal de laboratorio y de reglamentación gestionar todos los aspectos de la eliminación de sustancias químicas. Todos los residuos y su estado correspondiente se pueden rastrear en detalle en cualquier punto del sistema. La Ilustración 10 corresponde a una captura de pantalla de una funcionalidad del módulo de gestión residuos químicos

CHEMATIX Radiologicist
Home Waste Resources Help

Chemical Mixture by Quantity Waste Item

☒ **Activity Status: Success**
Information entered for generation of a Waste Item is valid, click Generate Waste Item to proceed.

Created By: WasteTest, One Phone Number: 612-555-1212
Department Name: 11098 CSENG CHEMISTRY ADMINISTRATION Laboratory: 112/125/125 WasteTest, One
Container Type: Polyethylene
Container Size: 5.0 / L
pH Level: Select
Physical State: Liquid

DDC	CAS Number	Compound Name	Quantity	
☐ 0885	67641A	ACETONE (DOT,PGII)	200.00	mL Change Compound
☐ 0885	67561A	METHANOL (DOT,PGII)	600.00	mL Change Compound
☐ NONE	7732185A	WATER	3000.00	mL Change Compound
☐			0.00	Select Select Compound
☐			0.00	Select Select Compound

Total Volume: 3.80 L
Total Mass: 0.00 kg

Customer Waste Stream Name:

Ilustración 10 Registro de residuo químico mezcla CHEMATIX.
Imagen tomada del manual de usuario (University of Minnesota, 2009)

4 ANÁLISIS DEL DESARROLLO DE SOFTWARE

En este capítulo se muestra el proceso de análisis del desarrollo de software. Se detallan las prácticas ágiles, roles y bitácora de reuniones de la metodología XP.

Antes de comenzar cabe hacer una aclaración respecto a los módulos definidos en los objetivos y los módulos implementados

Inicialmente se habían definido los siguientes 4 módulos:

- A. Gestión de generadores de residuos químicos.
- B. Manejo de solicitudes de recolección de residuos químicos.
- C. Manejo de agenda de recolección y disposición de residuos químicos.
- D. Módulo de reportes de residuos con formatos de texto y de visualizaciones de datos

Pero durante la implementación se decidió cambiar su nombre para hacerlo más acorde a lo que realmente se implementó, en la Tabla 4 explica los cambios de nombres.

Tabla 4. Aclaración módulos desarrollados

Módulo original	Módulo obtenido	Razón cambio
A.	Gestión de usuarios	No sólo fue necesario gestionar la información de los generadores de residuos sino también de los demás roles de la aplicación. También se agregó la opción de vincular la cuenta de Google a una cuenta en QuiUV
B.	Generador de residuos	Cambio de nombre
C.	Seguimiento de residuos	Cambio de nombre debido a las historias de usuario que complementaron el módulo
D.	D.	-
-	Reactivos, laboratorios, pruebas y ensayos	Esta información base era necesaria para la aplicación y como implicaba el desarrollo de varias historias de usuario fue necesario separar en un módulo adicional
-	Donación de reactivos	Módulo necesario para asegurar la reutilización de los residuos recuperados

4.1 Desarrollo de la metodología

Entre las razones para escoger la adopción de esta metodología en el desarrollo del proyecto se tienen:

- Se implementó una solución que implicaba un proceso nuevo que no estaba definido .detalladamente, por lo que se esperaban muchos cambios.
- Se deseaban entregas simples pero rápidas.
- Se dispone de un solo programador.

En lo que sigue de esta sección se presentan los roles del equipo y luego algunas de las reuniones realizadas durante el desarrollo del proyecto.

4.1.1 Prácticas ágiles utilizadas durante este proyecto

En la siguiente tabla se enuncian algunas prácticas centrales de XP relacionadas con el modo en que se emplea en el proyecto.

Tabla 5 Prácticas ágiles en el proyecto

Práctica	Empleo en el proyecto
El juego de la planificación	Las historias de usuario fueron estimadas según su esfuerzo por el programador; el cliente estimó la prioridad de cada historia y la iteración en la que debería desarrollarse
Pequeñas entregas	Se realizaron pequeñas entregas de la aplicación operando en la plataforma de computación en la nube Heroku para mostrar el funcionamiento
Metáfora	Para establecer una comunicación con el cliente se definieron implícitamente una serie de conceptos sobre el dominio del problema. Por ejemplo declaración de residuos, recepción, verificación, etc.
Diseño simple	En las pequeñas entregas se tenían versiones simples pero funcionales. Por ejemplo los formularios se recargaban en una página independiente y sin estilos, posteriormente se mostraron sobre modales usando bootstrap.
Pruebas	Para probar el sistema se utilizaron pruebas funcionales
Refactorización	El programador utilizó esta práctica constantemente para mejorar la legibilidad del código, eliminar duplicación de código o mejorar la flexibilidad de funcionalidades implementadas.
Cliente en casa	El equipo de apoyo como cliente trabajaba en la oficina adyacente del programador. Cualquier duda era resuelta en

	pocos días. Se programaban reuniones constantemente con el cliente para dirigir el desarrollo de funcionalidades, la comunicación era principalmente oral pero se tomaban algunos apuntes.
Estándares de codificación	En el transcurso del desarrollo se decidió utilizar PyLint para chequear la calidad del código de acuerdo al estándar PEP 8. No todo el código se escribió usando PyLint.

4.1.2 Roles de la metodología

A continuación se presentan los integrantes del equipo y sus roles:

Beatriz Eugenia Florián Gaviria

Rol: Encargado de seguimiento (Tracker), Entrenador (Coach), Consultor

Docente de Ingeniería de Sistemas, directora del trabajo de grado

Bryan Stiven Tabarez Mestra

Rol: Programador, cliente, tester

Estudiante de Ingeniería de Sistemas en trabajo de grado

Juan Fernando Sánchez Sánchez.

Rol: Gestor (big boss), cliente

Profesional de Sección de Salud Ocupacional, co-director del trabajo de grado

Luis Guillermo Rodríguez. Gómez

Rol: Cliente

Químico del proyecto

Juan David Perdomo Girón

Rol: Cliente

Monitor, estudiante de Química

Guillermo Andrés Arciniegas Ruiz

Rol: Cliente

Monitor, estudiante de Química

4.1.3 Bitácora de reuniones

Se realizaron principalmente dos tipos de reuniones, “Sprint Planning Meeting” y “Review Meeting”. Con las primeras se buscaba detallar funcionalidades y con las segundas mostrar en vivo el avance de la aplicación anotando sugerencias o mejoras. En las reuniones de mejoras ocasionalmente se contaba con la presencia de personas ajenas al proyecto que desde su conocimiento y experiencia podían aportar sugerencias. Las reuniones se programaban de acuerdo al avance y la disponibilidad del equipo.

4.2 Requerimientos del sistema

Se utilizaron historias de usuario (HU) para identificar los requerimientos del sistema y adicionalmente se plantearon bocetos de interfaces. En esta sección se presenta primeramente los roles de la aplicación, enseguida el listado de historias de usuario resultantes (solo identificador, nombre y rol), luego algunas historias en detalle con bocetos y finalmente el plan de entregas (reléase plan).

4.2.1 Roles de la aplicación

Los roles identifican a los tipos de usuarios que van a interactuar con el sistema, a continuación se listan y se brinda una pequeña descripción de cada uno.

Tabla 6. Roles de la aplicación

Rol	Descripción
Operador	Este rol lo toman las personas encargadas de gestionar el proceso de la declaración de residuos y suministrar los datos iniciales (reactivos, ensayos, laboratorios). No pueden eliminar registros ni consultar reportes.
Profesional	Este usuario tiene acceso a toda la aplicación, incluyendo eliminación de registros y gestionar los usuarios administrativos.
Generador	Este tipo de usuario está dirigido para aquellas personas cuya actividad produzca residuos o desechos químicos peligrosos.
Visor de reportes	Este tipo de usuario solo tiene acceso de consulta a la disposición de residuos (HU-50) y al módulo de reportes.

Para simplificar términos se utiliza **usuario** para referirse a cualquier tipo de usuario del sistema, y **usuario administrativo** para referirse a los roles operador y visor de reportes al mismo tiempo.

4.2.2 Listado de historias de usuario

La Tabla 7 corresponde al listado breve de historias de usuario, es decir, solo se presenta la información básica de las historias de usuario. En la siguiente sección de este capítulo se presentan algunas historias de usuario con más información. En total se levantaron 63 historias de usuario.

Tabla 7. Historias de Usuario

ID de la Historia	Nombre HU	Rol
Módulo: Gestión de usuarios		
HU-01	Iniciar sesión	Usuario
HU-02	Asociar cuenta de Google	Usuario
HU-03	Iniciar sesión con Google	Usuario
HU-04	Recuperar acceso a la cuenta	Usuario
HU-05	Cambiar contraseña	Usuario
HU-06	Cerrar sesión	Usuario
HU-07	Listar usuarios administrativos (Operador y Visor de reportes)	Profesional
HU-08	Registrar usuario administrativo	Profesional
HU-09	Editar usuario administrativo (y/o desactivar)	Profesional
HU-10	Listar generadores	Operador, Profesional
HU-11	Solicitud registro generador	Generador
HU-12	Registrar generador	Operador, Profesional
HU-13	Editar usuario generador (y/o desactivar)	Operador, Profesional
HU-14	Asignar espacios a generador	Operador, Profesional
HU-15	Activar generador enviando mensaje	Operador, Profesional
HU-16	Activar usuario administrativo enviando mensaje	Profesional
HU-17	Restablecer acceso de usuario administrativo	Profesional
HU-18	Restablecer acceso de un generador	Operador, Profesional
Módulo: Reactivos, Laboratorios, Pruebas y Ensayos		
HU-19	Listar reactivos	Operador, Profesional, Generador
HU-20	Registrar reactivo	Operador, Profesional
HU-21	Ver detalle de un reactivo	Operador, Profesional, Generador
HU-22	Editar reactivo	Operador, Profesional
HU-23	Eliminar reactivo	Profesional
HU-24	Listar pruebas y ensayos	Operador, Profesional
HU-25	Crear prueba o ensayo	Operador, Profesional
HU-26	Editar prueba o ensayo	Operador, Profesional
HU-27	Eliminar prueba o ensayo	Profesional

HU-28	Listar laboratorios y espacios	Operador, Profesional
HU-29	Registrar laboratorio o espacio (espacio generador de residuos)	Operador, Profesional
HU-30	Editar laboratorio o espacio	Operador, Profesional
HU-31	Eliminar laboratorio o espacio	Profesional
HU-32	Cargar reactivos desde un archivo Excel	Operador, Profesional
Módulo: Generador de residuos		
HU-33	Listar declaraciones realizadas	Generador
HU-34	Consultar declaración de residuos	Generador, Operador, Profesional
HU-35	Crear declaración de residuos	Generador
HU-36	Enviar declaración de residuos	Generador
HU-37	Eliminar declaración	Generador
HU-38	Registrar residuo	Generador
HU-39	Editar residuo	Generador, Operador
HU-40	Eliminar residuo	Generador
HU-41	Crear declaración a partir de una anterior	Generador
Módulo: Seguimiento de residuos		
HU-42	Declaraciones agrupadas en bandejas de entrada	Operador, Profesional
HU-43	Agendar visita de verificación a una declaración	Operador
HU-44	Verificar declaración	Operador
HU-45	Agendar recepción	Operador
HU-46	Recepción de residuos	Operador
HU-47	Finalizar declaración	Operador
HU-48	Generar certificado de entrega	Generador, Operador, Profesional
HU-49	Cancelar evento de declaración	Operador
HU-50	Consultar residuos en UTAR	Operador, Profesional
HU-51	Retirar residuos	Operador, Profesional
HU-52	Historial de retiros	Operador, Profesional, Visor de reportes
Módulo: Donación de reactivos		
HU-53	Registrar donaciones	Operador
HU-54	Consultar reactivos en bolsa de donación	Generador, Operador, Profesional
HU-55	Editar reactivo en donación	Operador, Profesional
HU-56	Reservar donación	Generador
HU-57	Listado de solicitudes de donación filtradas por estado	Operador, Profesional
HU-58	Entregar donación	Operador, Profesional
HU-59	Cancelar donación	Generador
Módulo: Reportes		
HU-60	Generar reportes de texto de los listados	Profesional, Visor de reportes

HU-61	Visualización de datos - Residuos por centros de costos y destinos de tratamiento	Profesional, Visor de reportes
HU-62	Visualización de datos - Residuos por dependencias y destinos de tratamiento	Profesional, Visor de reportes
HU-63	Visualización de datos - Residuos por periodos	Profesional, Visor de reportes

4.2.3 Detalle historias de usuario

El levantamiento de las historias de usuario se realizó en una Hoja de cálculo de Google compartida entre los integrantes del proyecto DFRQ, y los bocetos se diseñaron usando la aplicación para elaborar diagramas en la nube draw.io.

A continuación se presentan algunas historias de usuario por cada módulo con su respectivo boceto. Las demás historias se encuentran en el Anexo 1 y el resto de bocetos en el Anexo 2.

4.2.3.1 Historias de usuario módulo gestión de usuarios

Para el módulo de gestión de usuarios se levantaron un total de 18 historias de usuario. A continuación se presenta el detalle de las historias

- HU-01 Iniciar sesión,
- HU-03 Iniciar sesión con Google,
- HU-07 Listar usuarios administrativos,
- HU-08 Registrar usuario administrativo,
- HU-10 Listar generadores,
- HU-14 Asignar espacios a generador.

Tabla 8. HU-01 Iniciar sesión

ID HU	HU-01	Iniciar sesión
<i>Módulo</i>	Gestión de usuarios	
<i>Rol [como un]</i>	Profesional, operador, visor de reportes, generador	
<i>Característica</i>	quiero ingresar al sistema mediante una página de autenticación	
<i>Razón</i>	para hacer uso de las funcionalidades a las que esté habilitado	
<i>Observaciones</i>	Mediante una página de login el usuario debe poder ingresar al sistema usando su nombre de usuario (primera parte del correo institucional) y como contraseña la que haya especificado, al final se redirecciona a una página inicial (index) de acuerdo el tipo de usuario.	

Tabla 9. HU-03 Iniciar sesión con Google

ID HU	HU-03	Iniciar sesión con Google
Módulo	Gestión de usuarios	
Rol [como un]	Profesional, operador, visor de reportes, generador	
Característica	deseo iniciar sesión con una cuenta de Google vinculada	
Razón		
Observaciones	Si intenta iniciar sesión con una cuenta de Google que no está vinculada a ninguna cuenta en el sistema entonces se mostrará un mensaje de error.	

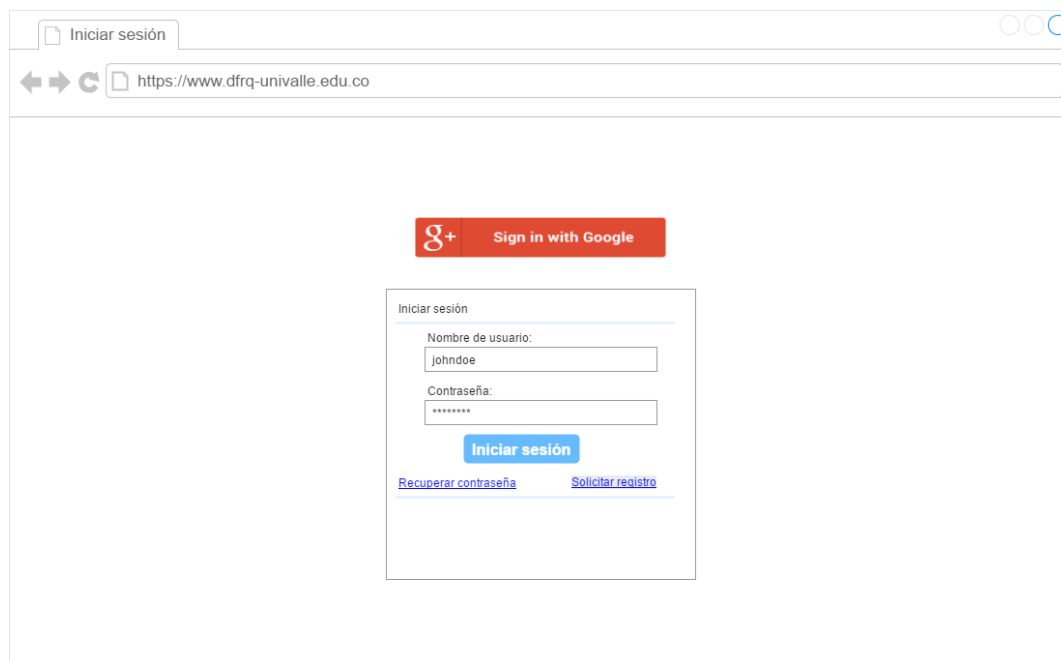


Ilustración 11 Boceto HU-01 y HU-03 iniciar sesión

Tabla 10. HU-07 Listar usuarios administrativos

ID HU	HU-07	Listar usuarios administrativos
Módulo	Gestión de usuarios	
Rol [como un]	Profesional	
Característica	quiero consultar el listado de usuarios con rol administrativo registrados en el sistema	
Razón	para gestionar desde ahí las acciones sobre los usuarios administrativos	
Observaciones	Listado usuarios administrativos registrados. Por cada usuario habilitar acciones de editar, restablecer cuenta y activar usuario. Columnas de la tabla: identificación, nombre, correo institucional, tipo de usuario, estado, acciones	

Listado de usuarios administrativos

Registrar Administrador

Fecha de registro	Identificación	Nombre	Tipo de usuario	Email	Estado	
2017/02/18 - 11:15	1143120215	Guillermo Arciniegas	Operador	guillermo.arciniegas@correo.edu.co	Activo	Editar
2017/01/10 - 14:10	1132453214	David Perdomo	Operador	david.perdomo@correo.edu.co	Inactivo	Editar
2016/10/28 - 09:40	6943120132	Sebastián Gomez	Visor de reportes	sebastian.gomez@correo.edu.co	Activo	Editar

<< 1 2 3 4 5 6 7 8 9 >>

Ilustración 12. Boceto HU-07 listar usuarios administrativos

Tabla 11. HU-08 Registrar usuario administrativo

ID HU	HU-08 Registrar usuario administrativo
Módulo	Gestión de usuarios
Rol [como un]	Profesional
Característica	quiero registrar nuevos usuarios administrativos
Razón	para que puedan acceder al sistema a gestionar los procesos del proyecto
Observaciones	Campos: nombre, apellidos, identificación, tipo usuario, correo institucional, nombre de usuario, contraseña, imagen, activo] Los atributos en cursiva son los que deben aparecer en el formulario. El nombre de usuario se determina con el correo; se establece una contraseña generada aleatoriamente.

Registrar administrador

Nombre

Apellidos

Correo institucional

Identificación

Tipo de usuario Operador ▼

☐ Activo

Guardar
Cerrar

Ilustración 13. Boceto HU-08 Registrar usuario administrativo

Tabla 12. HU-10 Listar generadores

ID HU	HU-10	Listar generadores
Módulo	Gestión de usuarios	
Rol [como un]	Operador, Profesional	
Característica	necesito ver el listado de los generadores registrados en el sistema	
Razón	para gestionar desde ahí las acciones sobre los generadores o registrar nuevos	
Observaciones	Listado de los generadores registrados. Por cada generador habilitar acciones de: editar y asignar laboratorios o espacios. Columnas de la tabla: fecha de registro, número de documento, nombre completo, teléfono, email, estado, acciones	

Listado de Generadores

Registrar Generador

Fecha de registro	Identificación	Nombre	Teléfono	Email	Estado	
2017/02/18 - 11:15	1143120215	Patricia Gonzales	3223120	patricia.gonzales@correo.edu.co	Activo	Asignar espacio
2017/01/10 - 14:10	1132453214	Fernando Romero	3223121	fernando.romero@correo.edu.co	Inactivo	Asignar espacio
2016/10/28 - 09:40	6943120132	Andrés Ramires	2345131	andres.ramirez@correo.edu.co	Activo	Asignar espacio

<< 1 2 3 4 5 6 7 8 9 >>

Ilustración 14. HU-10 Listar generadores

Tabla 13. HU-14 Asignar espacios a generador

	HU-14 Asignar espacios a generador
<i>Módulo</i>	Gestión de usuarios
<i>Rol [como un]</i>	Operador, Profesional
<i>Característica</i>	quiero asignar uno o más laboratorios o espacios a un generador
<i>Razón</i>	para que pueda realizar declaraciones de residuos de cada uno de sus espacios
<i>Observaciones</i>	Se presenta un formulario con el nombre del generador seleccionado y un campo en el cual se listan solo los espacios que no están asignados a un generador. El formulario inicialmente muestra los espacios asignados al generador. Un espacio solo puede ser asignado a un generador

Ilustración 15. HU-14 Asignar espacios a generador

4.2.3.2 Historias de usuario módulo reactivos, laboratorios, pruebas y ensayos

Para el módulo de reactivos, laboratorios, pruebas y ensayos se levantaron un total de 14 historias de usuario que van desde la HU-19 hasta la HU-32. A continuación se presenta el detalle de las historias

- HU-20 Registrar reactivo,
- HU-23 Eliminar reactivo,
- HU-26 Editar prueba o ensayo,
- HU-32 Cargar reactivos desde un archivo Excel.

Tabla 14. HU-20 Registrar reactivo

ID HU	HU-20 Registrar reactivo
Módulo	Reactivos, pruebas y ensayos, laboratorios
Rol [como un]	Operador, Profesional
Característica	necesito registrar reactivos en el sistema
Razón	para que se pueda especificar de manera precisa los reactivos asociados a un residuo químico
Observaciones	Los atributos de un reactivo son: número CAS, nombre químico, sinónimos, nombre en inglés, estado físico, hoja seguridad. Los campos son obligatorios a excepción de la hoja de seguridad. Al finalizar indicar si el registro fue adicionado exitosamente o no y redireccionar al listado de reactivos. El número CAS debe ser único

☒ Editar reactivo

Nombre químico
1,4-Dioxano

Sinónimos
Eter de dietileno

Nombre en inglés
1,4-Dioxane

Numero CAS
123-91-1

Estado físico
Líquido

Hoja de seguridad
Actualmente: [fsq/14-Dioxano.pdf](#) ☒ Limpiar
Modificar:
 No se eligió archivo

Ilustración 16. HU-20 Registrar reactivo

Tabla 15. HU-23 Eliminar reactivo

ID HU	HU-23 Eliminar reactivo
Módulo	Reactivos, pruebas y ensayos, laboratorios
Rol [como un]	Profesional
Característica	quiero eliminar un reactivo
Razón	con el fin de corregir información
Observaciones	Solicitar confirmación de eliminación. La acción de eliminar aparece disponible desde el listado de reactivos

Ilustración 17. Boceto de HU-23 Eliminar reactivo

Tabla 16. HU-26 Editar prueba o ensayo

ID HU	HU-26	Editar prueba o ensayo
Módulo	Reactivos, pruebas y ensayos, laboratorios	
Rol [como un]	Operador, Profesional	
Característica	necesito editar la información relacionada a una prueba o ensayo	
Razón	con el fin de corregir información	
Observaciones	Formulario con la información de la prueba o ensayo para ser editada. Al finalizar indicar si el registro fue actualizado exitosamente o no y redireccionar al listado de pruebas o ensayos	

Ilustración 18. Boceto de HU-26 Editar prueba o ensayo

Tabla 17. HU-32 Cargar reactivos desde un archivo Excel

ID HU	HU-32	Cargar reactivos desde un archivo Excel
Módulo	Reactivos, pruebas y ensayos, laboratorios	
Rol [como un]	Operador, Profesional	

<i>Característica</i>	deseo cargar con un archivo Excel un listado de reactivos
<i>Razón</i>	para completar la base de datos de reactivos
<i>Observaciones</i>	Los reactivos deben estar en la primera hora del archivo. La tabla solo debe tener la información de los reactivos, no debe tener encabezado. Las columnas de la tabla de reactivos deben corresponder a: número CAS, nombre químico, sinónimos, nombre en inglés, estado físico. Si el número CAS ya existe, no debe registrarse el reactivo. Al final se debe notificar cuantos reactivos fueron registrados y cuantos ignorados

4.2.3.3 Historias de usuario módulo generador de residuos

Para el módulo generador de residuos se levantaron un total de 9 historias de usuario que van desde la HU-33 hasta la HU-41. A continuación se presenta el detalle de las historias

- HU-34 Consultar declaración de residuos
- HU-35 Crear declaración de residuos

Tabla 18. HU-34 Consultar declaración de residuos

ID HU	HU-34 Consultar declaración de residuos
<i>Módulo</i>	Generador de residuos
<i>Rol [como un]</i>	Generador, Operador, Profesional
<i>Característica</i>	quiero consultar la información de una declaración
<i>Razón</i>	con el fin de realizar acciones sobre la declaración dependiendo de la etapa y del rol del usuario bloqueado
<i>Observaciones</i>	"Un generador solo puede consultar sus propias declaraciones. Los datos están agrupados como sigue, Información de la declaración: etapa, fecha declaración, fecha revisión, fecha recepción, fecha finalización. Información del generador: responsable, email, espacio físico Residuos: es el listado de los residuos de la declaración"

Declaración de residuos

Información de la declaración

67%

Etapa: 3 - Agenda recepción
Fecha declaración: 24 de Abril de 2017 a las 16:22
Fecha revisión: 27 de Abril de 2017 a las 16:23
Fecha recepción:
Fecha finalización:

Información del generador

Responsable: Yaneth Guevara Cano
Email: laboratorio.biologia@correounivalle.edu.co
Espacio físico: laboratorios de docencia en Biología segundo piso 320-2031

#	Componentes	# Contenedores	Peso	Estado físico	Práctica	Acciones
1	2,4-dinitrofenol, Dextrosa	1	5,000 kg	Líquido	Bombeo de protones en levadura	
2	Permanganato de potasio, Rojo congo	1	5,000 kg	Líquido	Espectrofotometría	
3	Citrato de sodio dihidratado, cloroformo, cloruro de sodio	1	5,000 kg	Líquido	Extracción de ADN	
4	Ácido acético	2	5,000 kg	Líquido	Extracción de ADN	
5	Cafeína	1	1,000 kg	Líquido	Mitosis II	

Contenedor para botones de acciones según el usuario y la etapa de la declaración
Ej: registrar residuo, agendar verificación, realizar recepción

Ilustración 19. Boceto de HU-34 Consultar declaración de residuos

Tabla 19. HU-35 Crear declaración de residuos

ID HU	HU-35	Crear declaración de residuos
Módulo	Generador de residuos	
Rol [como un]	Generador	
Característica	quiero crear una declaración de residuos	
Razón	para registrar los residuos químicos peligrosos que están almacenados en el laboratorio o espacio	
Observaciones	Atributos de una declaración: Laboratorio o espacio, Generador, Residuos, fecha-hora de declaración, fecha+hora revisión, fecha-hora recepción, fecha-hora fin entrega] Si el generador tiene más de un laboratorio asignado, primero debe escoger de cuál va a declarar residuos. Se presenta en una tabla los residuos declarados, el usuario podrá ir agregando residuos uno a uno a través de un formulario. Al enviar la declaración se registra la hora de envío y el usuario podrá posteriormente ver la información de la declaración pero sin la posibilidad de editar. Si la declaración no es enviada, podrá editarse posteriormente. Al crear la declaración las fechas de revisión, recepción y entrega se fijan en nulas	

4.2.3.4 Historias de usuario módulo seguimiento de residuos

Para el módulo generador seguimiento de residuos se levantaron un total de 11 historias de usuario que van desde la HU-42 hasta la HU-52. Se presenta el detalle de las siguientes historias

- HU-42 Declaraciones agrupadas en bandejas de entrada,
- HU-43 Agendar visita de verificación a una declaración,
- HU-44 Verificar declaración,
- HU-46 Recepción de residuos,
- HU-48 Generar certificado de entrega,
- HU-51 Retirar residuos.

Tabla 20. HU-42 Declaraciones agrupadas en bandejas de entrada

ID HU	HU-42	Declaraciones agrupadas en bandejas de entrada
Módulo	Seguimiento de residuos	
Rol [como un]	Operador, Profesional	
Característica	requiero ver las declaraciones de residuos de todos los generadores clasificadas de acuerdo a la etapa en la que se encuentren (sin incluir la etapa cero "registro de residuos")	
Razón	para acceder a las declaración que seleccione	
Observaciones	Los grupos por etapa son: agenda verificación, verificación, agenda recepción, recepción, finalizadas. Las columnas de la tabla deben ser: Id, fecha, generador, espacio físico (o laboratorio), cantidad de residuos, peso total. La columna fecha variará para mostrar la fecha relacionada con la etapa. Al pulsar sobre una declaración se direcciona hacia el detalle de la declaración	

Gestionar declaraciones Seleccione una declaración para ver detalle y acciones

Agenda verificación		Verificación	Agenda recepción	Recepción	Finalizadas	Buscar	
Id	Fecha de verificación	Generador	Espacio físico	Cant. de residuos	Peso total aproximado (kg)		
142	2017/ 05 /08 - 10:21	Esther Garcés Rubio	M3EIRNA335-2004	3	15,000		
136	2017/ 05 /03 - 08:15	Richard Edwards Mendez	S4DB116-08	15	106,200		
138	2017/ 04 /27 - 16:23	Alexander Mera Agudelo	M2DB320-2031	8	31,200		
146	2017/ 04 /19 - 15:10	Scarlett Madison Smith Johnson	M2DQ320-666	1	2,000		

Ilustración 20. Boceto de HU-42 Declaraciones agrupadas en bandejas de entrada

Tabla 21. HU-43 Agendar visita de verificación a una declaración

ID HU	HU-43	Agendar visita de verificación a una declaración
<i>Módulo</i>	Seguimiento de residuos	
<i>Rol [como un]</i>	Operador	
<i>Característica</i>	necesito establecer la fecha para realizar la verificación de una declaración	
<i>Razón</i>	para que crear el evento en el calendario y enviar la notificación al responsable (generador) a su correo	
<i>Observaciones</i>	Se crear un evento en Google Calendar. Se envía un mensaje al correo del generador con la información del evento. La declaración pasa a la siguiente etapa "revisión de residuos"	

Mostrar calendario

Agenda verificación

Fecha y hora:

08/05/2017 12:02

Duración:

60

Guardar

Ilustración 21. HU-43 Agendar visita de verificación a una declaración

Tabla 22. HU-44 Verificar declaración

ID HU	HU-44	Verificar declaración
<i>Módulo</i>	Seguimiento de residuos	
<i>Rol [como un]</i>	Operador	
<i>Característica</i>	necesito realizar la revisión de cada uno de los residuos de una declaración, es decir, confirmar los datos registrados; definir tanto el destino como el tratamiento de los residuos; y opcionalmente hacer comentarios.	
<i>Razón</i>	para dar por terminada la verificación	
<i>Observaciones</i>	El destino de tratamiento de un residuo puede ser: tratamiento externo, tratamiento interno, tratamiento en laboratorio, reutilización. Los comentarios son libres pero como sugerencia se muestra: rotular adecuadamente, cambiar recipiente, para donación, verificar cantidad, residuo desconocido. Solo puede hacerse la verificación de una declaración el día que está programada	

Declaración de residuos

Atención: Hoy es el día de verificación!

Información de la declaración

50%

Etapa: 2 - Verificación
 Fecha declaración 14 de Marzo de 2017 a las 15:42
 Fecha revisión 08 de Mayo de 2017 a las 12:03
 Fecha recepción
 Fecha finalización

Información del generador

Responsable: Bryan Tabarez
Email: userbryan@gmail.com
Espacio físico: Laboratorio de Jhonny Silva 320 - 1008

#	Componentes	# Contenedores	Peso	Estado físico	Práctica	Acciones
1	1-butanol, 2,4-dinitroanilina	2	5,000 kg	Líquido	Ácidos y Bases. Valoración de disoluciones de HCl Y NaOH	
2	2,4-dinitrofenol, Acetanilida	2	5,000 kg	Líquido	Aminoácidos y proteínas I	

Cancelar Verificación

Verificación

Ilustración 22. Boceto 1 de HU-44 Verificar declaración

Revisar residuo

Peso en kg

Destino

Tratamiento

Corriente residuo

Comentario revision

Comentario revision

Cambiar recipiente, rotular adecuadamente, etc.,

☒ Revisado

Guardar

Cerrar

Ilustración 23. Boceto 2 de HU-44 Verificar declaración

Tabla 23. HU-46 Recepción de residuos

ID HU	HU-46	Recepción de residuos
Módulo	Seguimiento de residuos	
Rol [como un]	Operador	
Característica	quiero hacer una revisión final a una declaración de residuos de manera que pueda chequear y corregir de ser necesario los residuos y las cantidades recibidas, con la opción de agregar algún comentario	
Razón	con el fin de finalizar una declaración de residuos registrada en la aplicación	
Observaciones	Solo será posible finalizar la declaración si fue agendada la recepción para ese día. Se debe marcar por cada residuo si fue recibido o no. Al finalizar se debe guardar la hora actual.	

Recepcion de residuos declaracion 120

Residuos								—	x
Id residuo	Componentes	Practica	# Items	Cantidad	Tratamiento	Estado recepción	Acciones		
77	1-butanol, 2,4 dinitroanilina	Ácidos y Bases. Valoracion de disoluciones de HCl y NaOH	2	5,000kg	Externo-Celda	Recibido	  		
78	2,4-dinitrofenol, Acetanilida	Aminoácidos y proteínas I	2	5,000kg	Interno (UTAR) - Inactivación de formaldehidos	Rechazado	  		

Showing 1 to 2 of 2 entries

 Finalizar Recepción

Ilustración 24. Boceto 1 de HU-46 Recepción de residuos

 Recibir residuo ×

Peso en kg

Destino

Tratamiento

Corriente residuo

Comentario recepción

Recibido

☒ Recibir
☐ Rechazar
☐ Laboratorio

Guardar

Cerrar

Ilustración 25. Boceto 2 de HU-46 Recepción de residuos

Tabla 24. HU-48 Generar certificado de entrega

ID HU	HU-48 Generar certificado de entrega
Módulo	Seguimiento de residuos
Rol [como un]	Generador, Operador, Profesional
Característica	quiero generar un certificado de entrega para una declaración finalizada
Razón	para tener una constancia de los residuos que se recibieron
Observaciones	Botón en la página de la declaración finalizada que permita generar un pdf como constancia de los residuos que fueron recibidos por el proyecto

Tabla 25. HU-51 Retirar residuos

ID HU	HU-51 Retirar residuos
Módulo	Seguimiento de residuos
Rol [como un]	Operador, Profesional
Característica	deseo tener la opción de registrar la salida de los residuos de la UTAR
Razón	con el fin de tener un historial y mantener los datos actualizados
Observaciones	Se puede definir la cantidad que fue retirada y la fecha en que se realizó el retiro. Se actualizan las cantidades de residuos en UTAR. Se crea un registro de salida de residuos. Se notifica si la operación en el sistema fue exitosa.

4.2.3.5 Historias de usuario módulo donación de reactivos

Para el módulo donación de reactivos se levantaron un total de 7 historias de usuario que van desde la HU-53 hasta la HU-59. Se presenta el detalle de las siguientes historias

- HU-57 Listado de solicitudes de donación
- HU-58 Entregar donación

Tabla 26. HU-57 Listado de solicitudes de donación

ID HU	HU-57 Listado de solicitudes de donación filtradas por estado
Módulo	Donaciones de Reactivos
Rol [como un]	Operador, Profesional
Característica	necesito consultar el listado de solicitudes de donación
Razón	
Observaciones	El listado debe poderse filtrar por el estado de la solicitud: pendientes, entregadas, canceladas, todas. Columnas de la tabla: fecha solicitud, estado, reactivo, cantidad, solicitado por, acciones

Tabla 27. HU-58 Entregar donación

ID HU	HU-58	Entregar donación
Módulo	Donaciones de Reactivos	
Rol [como un]	Operador, Profesional	
Característica	quiero confirmar la entrega de una donación	
Razón	para que se actualice el estado de la solicitud en el sistema	
Observaciones	Se solicita confirmación de la entrega.	

4.2.3.6 Historias de usuario módulo de reportes

- Para el módulo de reportes se definieron un total de 4 historias de usuario las cuales se detallan a continuación.

Tabla 28. HU-60 Reportes de texto

ID HU	HU-60	Generar reportes de texto de los listados
Módulo	Reportes Gráficos y de Texto	
Rol [como un]	Profesional, Visor de reportes	
Característica	requiero tener la opción de descargar en formato pdf y Excel: historial de retiros, generadores registrados, laboratorios (espacios), reactivos, pruebas y ensayos	
Razón		
Observaciones		

Tabla 29. HU-61 Reporte gráfico - Residuos por centros de costos y destinos de tratamiento

ID HU	HU-61	Visualización de datos - Residuos por centros de costos y destinos de tratamiento
Módulo	Reportes Gráficos y de Texto	
Rol [como un]	Profesional, Visor de reportes	
Característica	visualización de datos que muestra los residuos registrados hasta el momento por cada centro de costos y por cada destino	
Razón	para que se pueda conocer qué cantidad de residuos (en kilogramos) ha generado la universidad hasta la fecha por cada tipo de tratamiento y por cada centro de costos	
Observaciones		

Residuos por centros de costos y destino de tratamiento

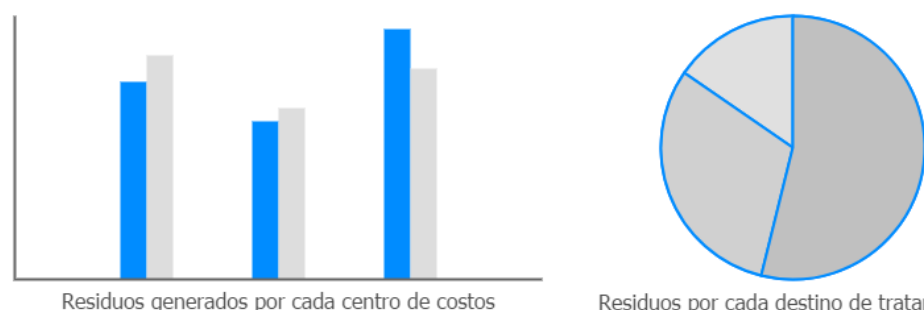


Ilustración 26. HU-61 Reporte gráfico - Residuos por centros de costos y destinos de tratamiento

Tabla 30. HU-62 Reporte gráfico - Residuos por dependencias y destinos de tratamiento

ID HU	HU-62	Visualización de datos - Residuos por dependencias y destinos de tratamiento
Módulo	Reportes Gráficos y de Texto	
Rol [como un]	Profesional, Visor de reportes	
Característica	visualización de datos que muestra los residuos generados por cada dependencia que a su vez está discriminado por el destino de los residuos (Interno, Externo, Laboratorio)	
Razón	de manera que se pueda conocer qué cantidad de residuos (kg) ha generado la universidad hasta la fecha por cada tipo de tratamiento o por cada centro de costos	
Observaciones		

Tabla 31. HU-63 Visualización de datos - Residuos por periodos

ID HU	HU-63	Visualización de datos - Residuos por periodos
Módulo	Reportes Gráficos y de Texto	
Rol [como un]	Profesional, Visor de reportes	
Característica	visualización de datos de línea de tiempo que representa el comportamiento de la recolección de residuos por meses, trimestres, semestres, años o en total hasta el periodo actual	
Razón		
Observaciones		

Residuos por periodos

Periodo 1 mes 6 meses 1 año todo

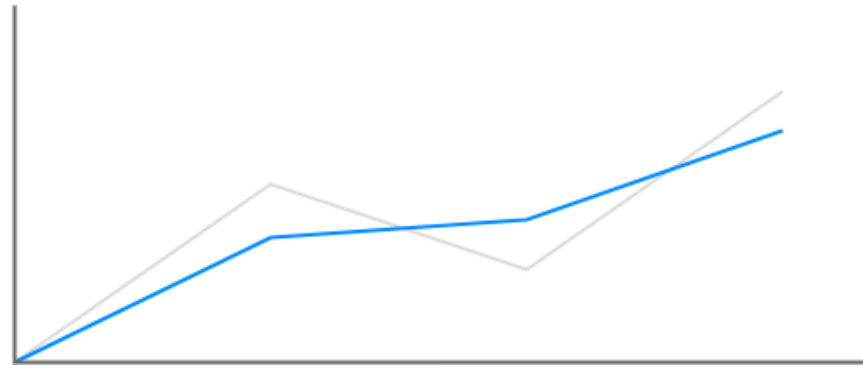


Ilustración 27. Boceto de HU-63 Visualización de datos - Residuos por periodos

4.2.4 Plan de entregas

La Tabla 32 corresponde al plan de entregas acordado con el cliente.

Tabla 32. Plan de entregas

Identificador (ID) de la Historia	Nombre HU	Prioridad cliente	Puntos estimados de esfuerzo	Iteración	Estado desarrollo
Módulo: Gestión de usuarios					
HU-01	Iniciar sesion	5	3	1	Terminado
HU-02	Asociar cuenta de Google	3	8	6	Terminado
HU-03	Iniciar sesión con Google	3	8	6	Terminado
HU-04	Recuperar acceso a la cuenta	4	5	6	Terminado
HU-05	Cambiar contraseña	4	3	1	Terminado
HU-06	Cerrar sesión	5	2	1	Terminado
HU-07	Listar usuarios administrativos (Operador y Visor de reportes)	5	5	1	Terminado
HU-08	Registrar usuario administrativo	4	5	1	Terminado
HU-09	Editar usuario administrativo (y/o desactivar)	4	3	1	Terminado
HU-10	Listar generadores	5	5	1	Terminado

HU-11	Solicitud registro generador	5	3	1	Terminado
HU-12	Registrar generador	5	3	1	Terminado
HU-13	Editar usuario generador (y/o desactivar)	4	3	1	Terminado
HU-14	Asignar espacios a generador	4	5	3	Terminado
HU-15	Activar generador enviando mensaje	3	8	3	Terminado
HU-16	Activar usuario administrativo enviando mensaje	3	8	3	Terminado
HU-17	Restablecer acceso de usuario administrativo	3	5	1	Terminado
HU-18	Restablecer acceso de un generador	3	5	1	Terminado
Módulo: Reactivos, Laboratorios, Pruebas y Ensayos					
HU-19	Listar reactivos	5	3	2	Terminado
HU-20	Registrar reactivo	5	3	2	Terminado
HU-21	Ver detalle de un reactivo	5	3	2	Terminado
HU-22	Editar reactivo	3	3	2	Terminado
HU-23	Eliminar reactivo	3	3	2	Terminado
HU-24	Listar pruebas y ensayos	4	5	2	Terminado
HU-25	Crear prueba o ensayo	4	3	2	Terminado
HU-26	Editar prueba o ensayo	3	3	2	Terminado
HU-27	Eliminar prueba o ensayo	3	3	2	Terminado
HU-28	Listar laboratorios y espacios	5	5	2	Terminado
HU-29	Registrar laboratorio o espacio (espacio generador de residuos)	5	3	2	Terminado
HU-30	Editar laboratorio o espacio	3	3	2	Terminado
HU-31	Eliminar laboratorio o espacio	3	3	2	Terminado
HU-32	Cargar reactivos desde un archivo Excel	3	8	6	Pendiente
Módulo: Generador de residuos					
HU-33	Listar declaraciones realizadas	3	8	3	Terminado
HU-34	Consultar declaración de residuos	2	13	3	Terminado

HU-35	Crear declaración de residuos	3	5	3	Terminado
HU-36	Enviar declaración de residuos	2	3	3	Terminado
HU-37	Eliminar declaración	1	3	3	Terminado
HU-38	Registrar residuo	5	5	3	Terminado
HU-39	Editar residuo	4	3	3	Terminado
HU-40	Eliminar residuo	3	3	3	Terminado
HU-41	Crear declaración a partir de una anterior	2	13	-	Pendiente
Módulo: Seguimiento de residuos					
HU-42	Declaraciones agrupadas en bandejas de entrada	5	13	4	Terminado
HU-43	Agendar visita de verificación a una declaración	3	8	4	Terminado
HU-44	Verificar declaración	3	8	4	Terminado
HU-45	Agendar recepción	3	8	4	Terminado
HU-46	Recepción de residuos	4	8	4	Terminado
HU-47	Finalizar declaración	3	5	4	Terminado
HU-48	Generar certificado de entrega	2	8	4	Terminado
HU-49	Cancelar evento de declaración	3	8	4	Terminado
HU-50	Consultar residuos en UTAR	3	5	4	Terminado
HU-51	Retirar residuos	3	5	4	Terminado
HU-52	Historial de retiros	3	5	4	Terminado
Módulo: Donación de reactivos					
HU-53	Registrar donaciones	5	3	5	Terminado
HU-54	Consultar reactivos en bolsa de donación	3	5	5	Terminado
HU-55	Editar reactivo en donación	3	3	5	Terminado
HU-56	Reservar donación	4	3	5	Terminado
HU-57	Listado de solicitudes de donación filtradas por estado	4	5	5	Terminado
HU-58	Entregar donación	4	3	5	Terminado
HU-59	Cancelar donación	3	3	5	Terminado
Módulo: Reportes					

HU-60	Reportes de texto		8	6	
HU-61	Visualización de datos - Residuos por centros de costos y destinos de tratamiento	5	8	6	Terminado
HU-62	Visualización de datos - Residuos por dependencias y destinos de tratamiento	4	8	6	Terminado
HU-63	Visualización de datos - Residuos por semestres	4	8	6	Terminado

5 DISEÑO GENERAL

La *arquitectura* como se define en IEEE Std 1471-2000, “es la organización fundamental de un sistema encarnada en sus componentes, las relaciones entre ellos y el ambiente y los principios que orientan su diseño y evolución”.

En los inicios de XP, Beck (2000) define la “metáfora” como una práctica central que tiene como objetivo “guiar todo el desarrollo con una sencilla historia compartida de cómo funciona todo el sistema.” A su vez Beck menciona que esta práctica reemplaza lo que mucha gente conoce como “arquitectura”. En XP la arquitectura y el diseño se crean constantemente mediante la refactorización. En otras palabras, en XP se tiene una arquitectura implícita con un diseño evolutivo.

En XP las técnicas de diseño tales como el UML, marcos flexibles, e incluso los patrones están minimizadas o directamente ignoradas. Pero la posición oficial respecto a los diagramas es “usarlos si son útiles”. Martin Fowler menciona algunos de los usos comunes que podrían tener lugar: explorar un diseño antes de empezar a programarlo, proporcionar documentación en curso o para la documentación en una situación de traspaso. (Fowler, 2004)

Para el desarrollo de este trabajo de grado inicialmente se utilizó el diagrama de entidad relación y el diagrama de actividades. El diagrama de entidad relación permitió al programador crear un diseño inicial de la base de datos, este se muestra en la ilustración 1 del *Anexo 3*; por su parte el diagrama de actividades fue un esbozo realizado a mano por el equipo del proyecto con el fin de dar una forma inicial al proceso que se estaba planteando, la ilustración 2 y la ilustración 3 del *Anexo 3* corresponden a un par de fotos del diagrama. Ambos diagramas resultaron muy útiles en su momento. Con el fin de ofrecer documentación para transferencia de conocimiento a las personas que heredarán este software del proyecto DFRQ, se actualizaron estos diagramas y se complementan con el *modelo de vistas 4+1*.

En el resto de este capítulo se presenta el diagrama de la base de datos y los diagramas seleccionados para el *modelo de vistas 4+1* donde el diagrama de actividades representa una de las vistas.

5.1 Modelo entidad-relación

Para generar el diagrama entidad-relación se utilizó PyGraphviz, una interfaz de Python para el software de visualización de gráficos Graphviz. Ambas herramientas son de uso libre y de código abierto. Este diagrama se presenta en el Anexo 4.

En el diagrama las entidades se agrupan de acuerdo a los paquetes de aplicaciones que se definen en Django. En este caso las aplicaciones se definieron por la dependencia entre las entidades del modelo, por ejemplo la aplicación Ubicaciones posee las entidades centro de costos, dependencias, actividad y espacio físico que sirven para ubicar a un laboratorio u otro espacio generador de residuos.

5.2 Modelo de vistas 4+1

En la Tabla 33 se definen los diagramas utilizados para cada vista arquitectural señalando la aplicación o librería con la que fue generado y la ubicación en el documento.

Tabla 33. Selección de diagramas UML

Vista	UML	Herramienta	Ubicación
Escenarios	Diagrama de historias de usuario	Draw.io	De Ilustración 28 a Ilustración 33
Lógica	Diagrama de clases	Pyreverse	Anexo-5
Desarrollo	Diagrama de paquetes	Pyreverse	Anexo-6
Física	Diagrama de despliegue	Draw.io	Ilustración 34
Procesos	Diagrama de actividades	Draw.io	Ilustración 35

A continuación se presentan los 6 diagramas de historias de usuario resultantes, uno por cada módulo de la aplicación.

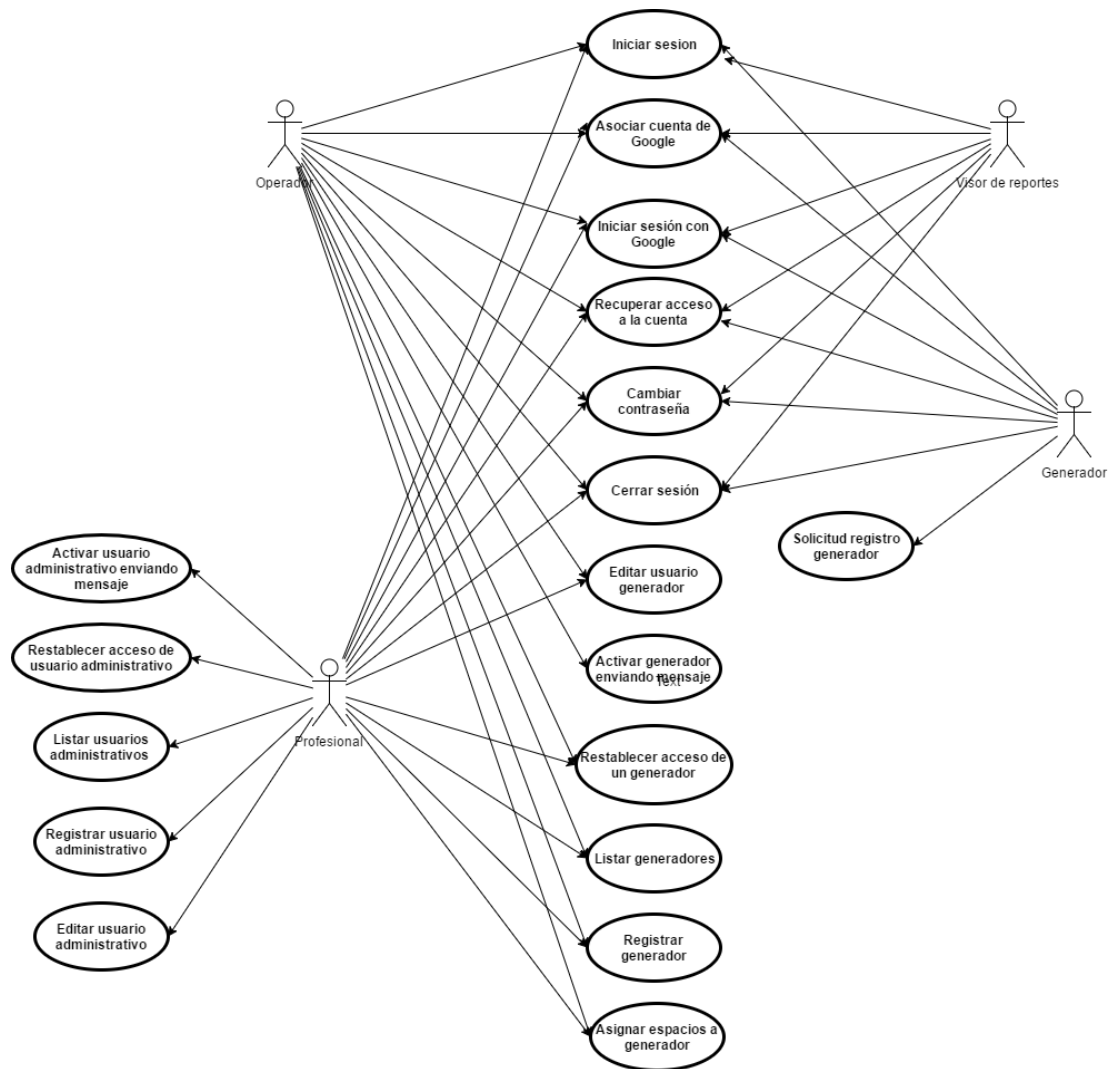


Ilustración 28. Diagrama de HU Módulo de gestión de usuarios

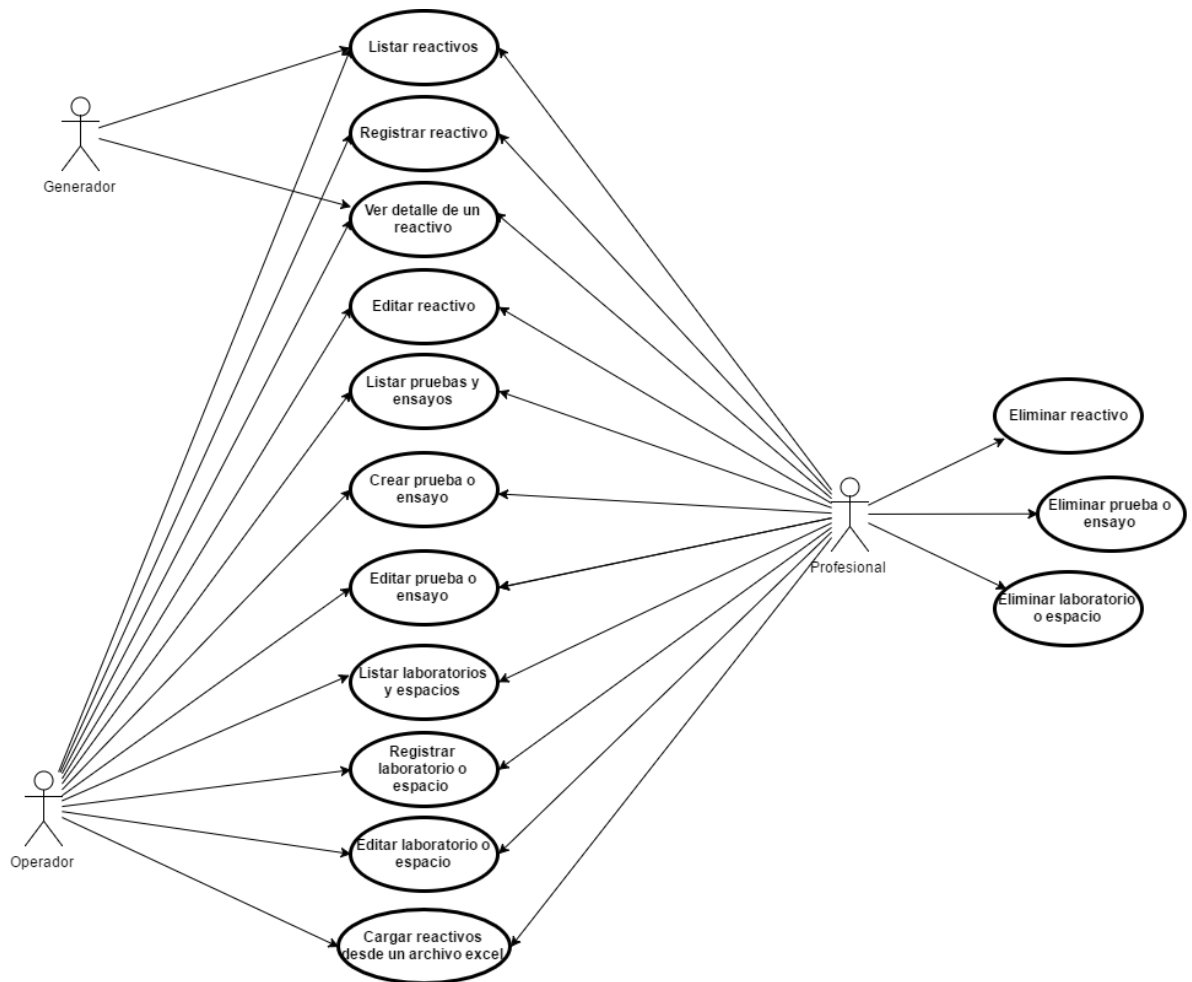


Ilustración 29. Diagrama de HU Módulo de reactivos, laboratorios, pruebas y ensayos



Ilustración 30. Diagrama de HU Módulo generador de residuos

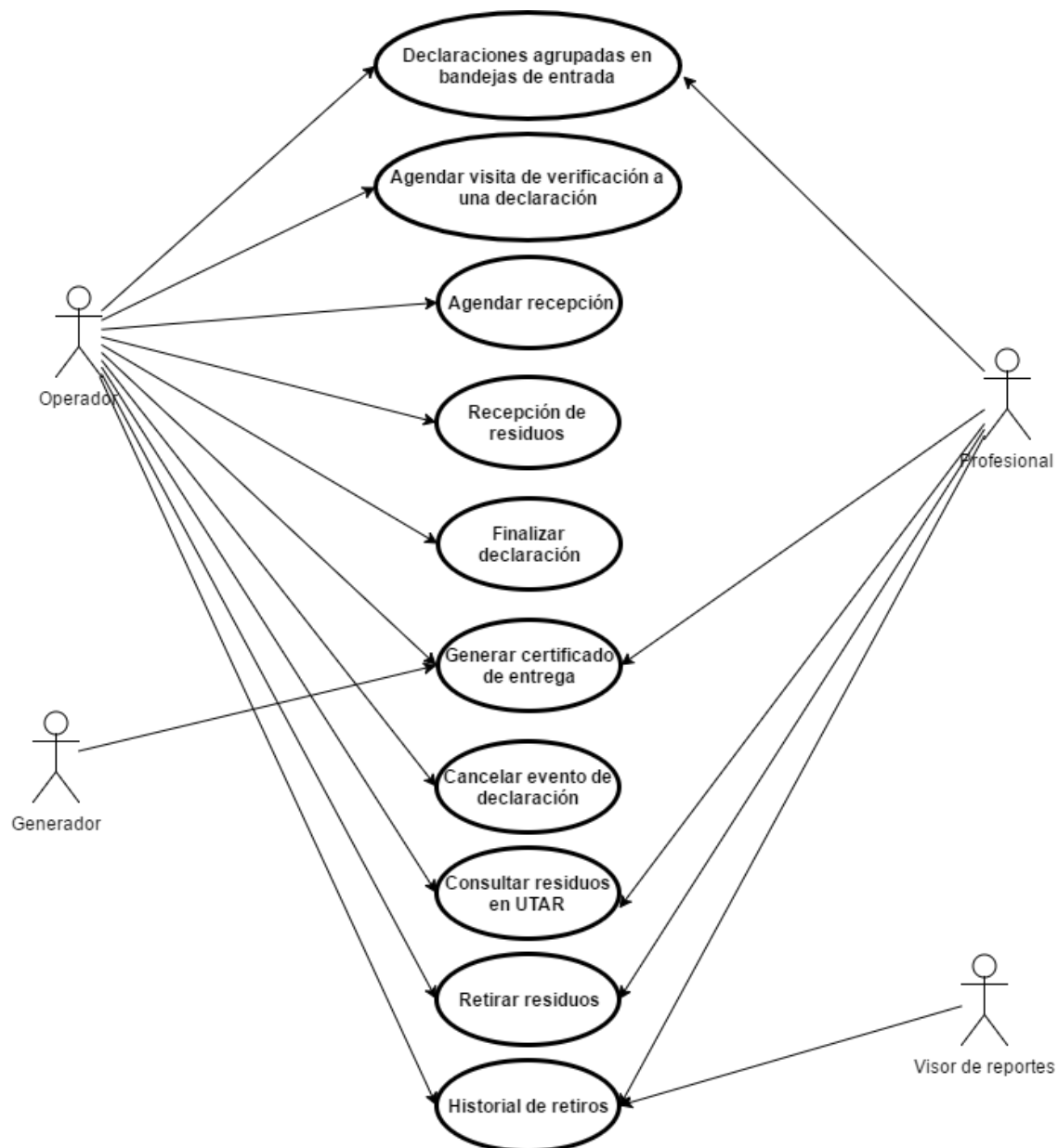


Ilustración 31. Diagrama de HU Módulo seguimiento residuos

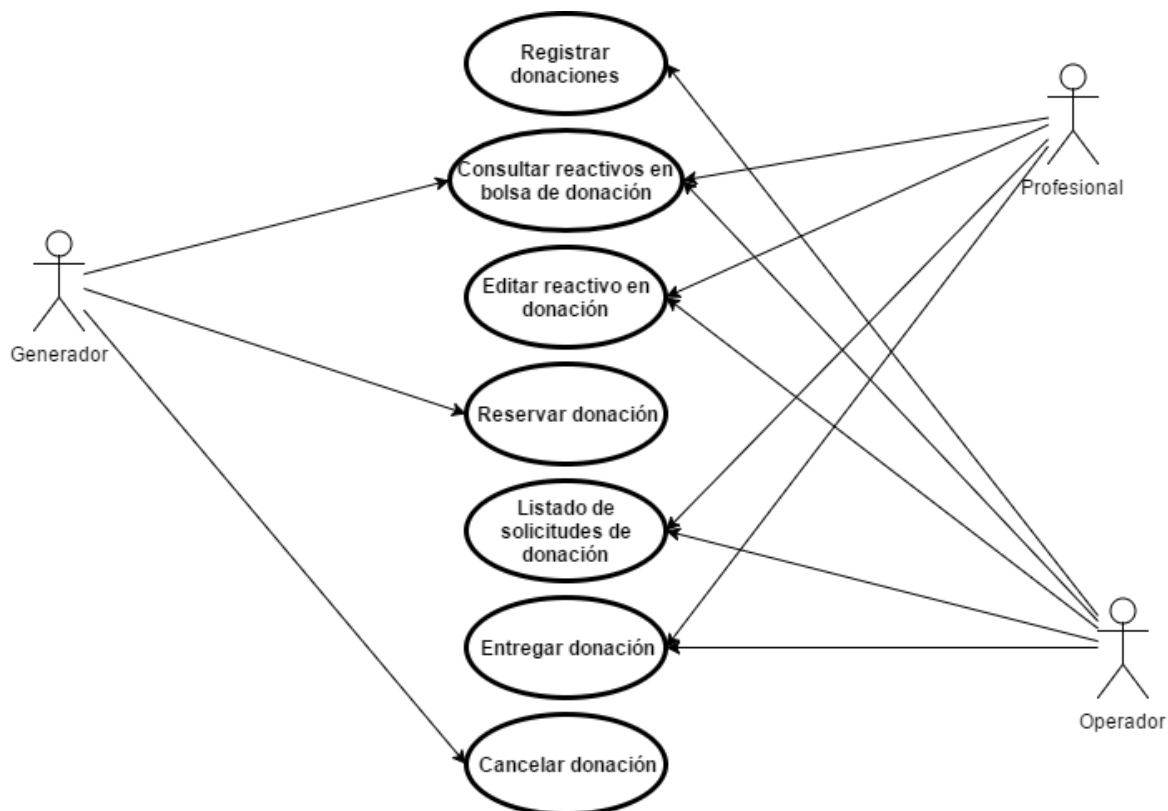


Ilustración 32. Diagrama de HU Módulo donación de reactivos

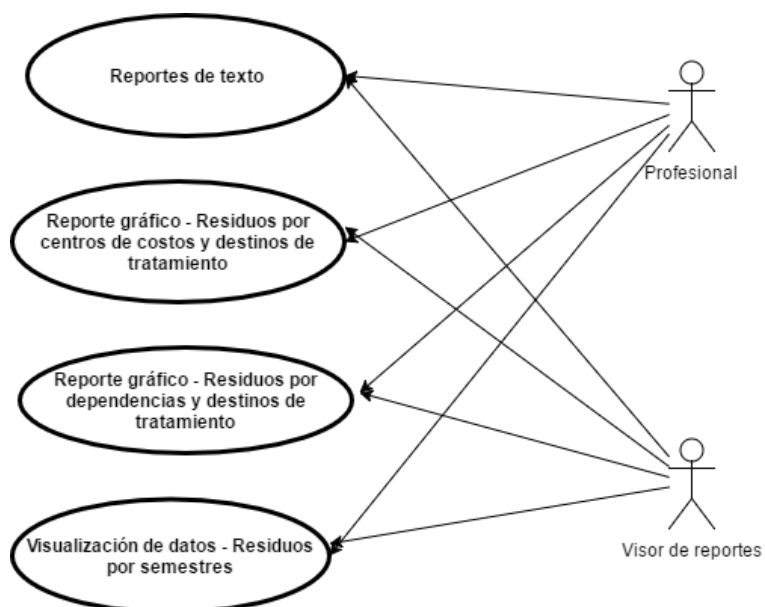


Ilustración 33. Diagrama de HU Módulo de reportes

El diagrama de despliegue se presenta en la Ilustración 34, en él se identifican las herramientas utilizadas para desplegar la aplicación tanto en el ambiente de desarrollo como de producción. Se utilizaron contenedores docker para mantener homogeneidad en los ambientes y se utilizó docker-compose para facilitar el despliegue y administración de la aplicación en un grupo de contenedores (aplicación distribuida).

Los tres contenedores que componen la aplicación son: servidor proxy, aplicación web y base de datos. El contenedor de la base de datos se genera usando la imagen oficial de PostgreSQL y como se puede ver en la Ilustración se habilitó el puerto 5432 para la comunicación con el resto de contenedores; el contenedor de la aplicación web contiene la aplicación Django junto a todas las dependencias y configuraciones necesarias, y utiliza como servidor HTTP Gunicorn en el puerto 8080 accesible dentro del ambiente de contenedores; y por último para servir la aplicación al exterior se utiliza Nginx como servidor proxy en el puerto estándar 80.

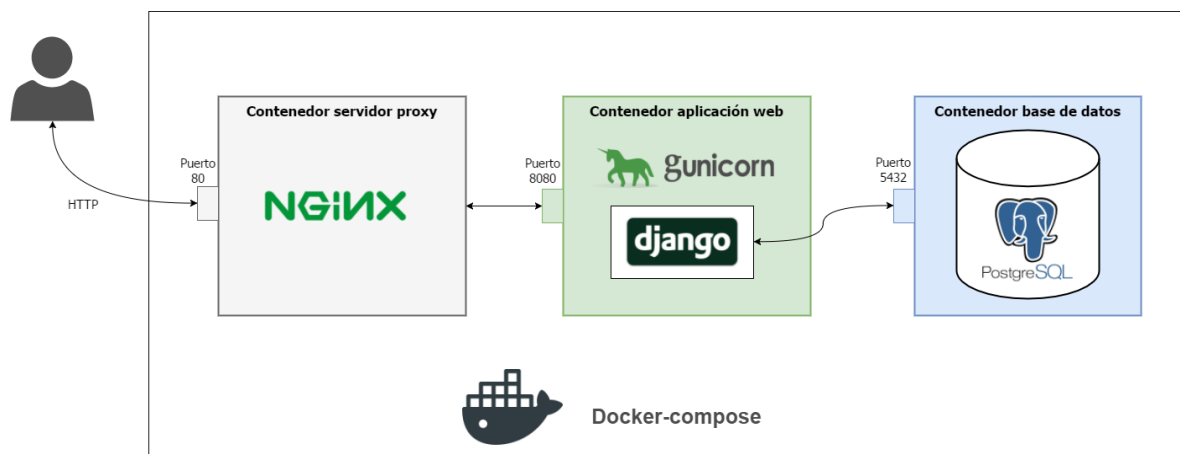
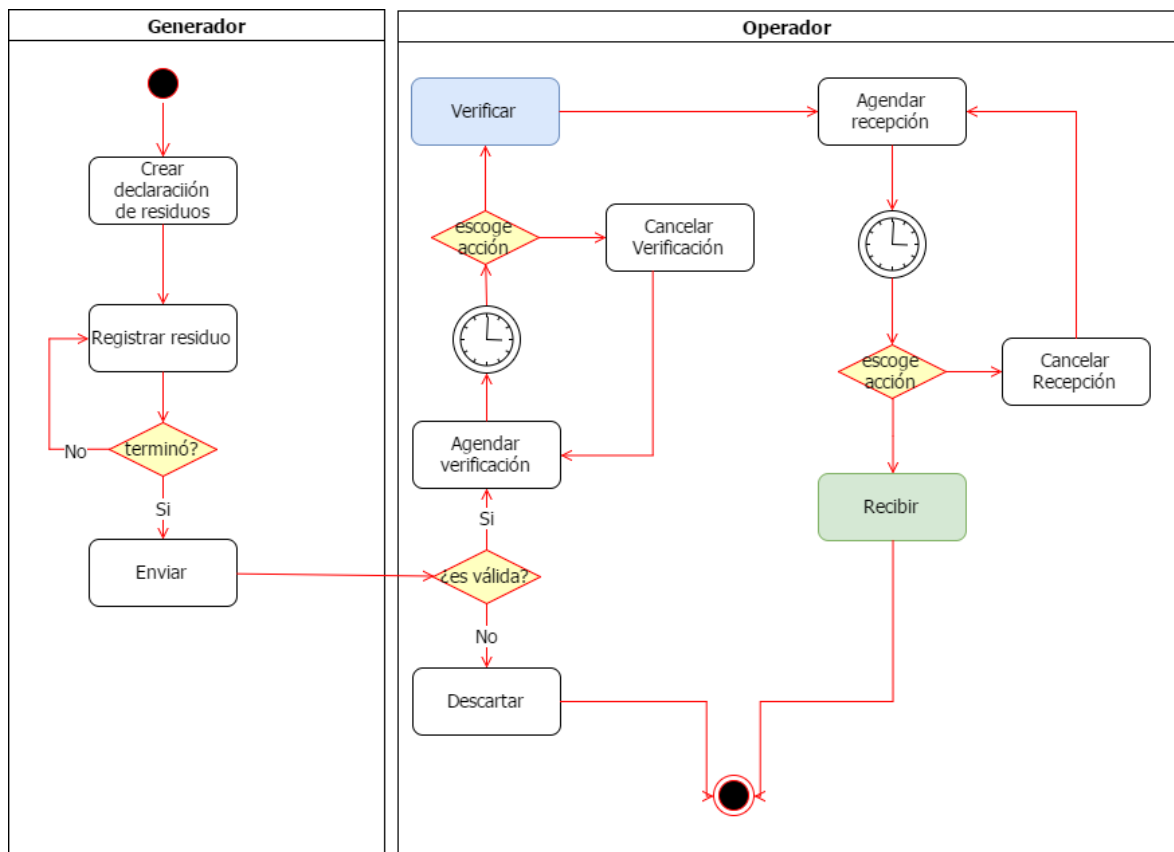


Ilustración 34. Vista física - Diagrama de despliegue.

El diagrama de actividades que corresponde a la vista de procesos se presenta en la Ilustración 35. Se seleccionó solo el proceso principal de la aplicación que corresponde a la atención completa de una declaración de residuos, es decir, desde el inicio en su registro hasta la recepción de los residuos.



La **verificación** consiste en una visita en la que el operador revisa los residuos declarados, selecciona un destino y un tratamiento para cada residuo, en caso de ser necesario hace correcciones y comentarios. La verificación solo finaliza cuando se han revisado todos los residuos

En la **recepción** el operador debe especificar por cada residuo si se recibió o no, puede hacer comentarios y modificaciones al residuo.

Ilustración 35. Vista de procesos - Diagrama de actividades

6 DETALLE EN EL DESARROLLO DE LOS MÓDULOS DE LA APLICACIÓN

En este capítulo primero se mencionan algunas de las tecnologías utilizadas en el desarrollo y posteriormente se presenta detalles de desarrollo de cada módulo guiado con capturas de la aplicación.

6.1 Tecnologías usadas

A continuación se mencionan las principales tecnologías que se escogieron para el desarrollo del software

Django. Adicionalmente a las ventajas que ofrece este *framework*, como lo es la amplia documentación y soporte, se utilizó dado a que el desarrollador conocía un poco la herramienta y quería mejorar sus habilidades

AdminLTE. Para el diseño de la página se utilizó como base esta plantilla licenciada bajo MIT. En la Ilustración 36 se presenta una captura del *preview*.

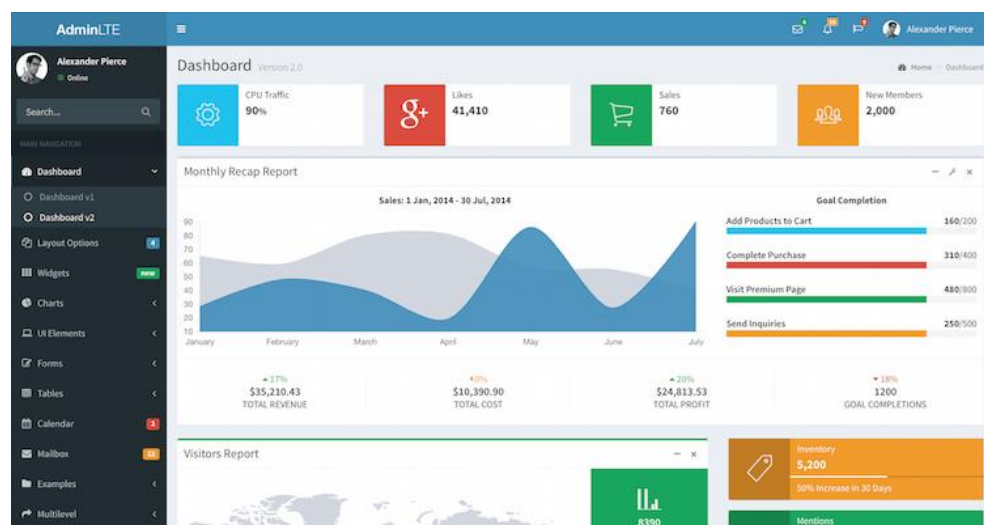


Ilustración 36. Preview AdminLTE.

Recuperado de <https://adminlte.io/img/AdminLTE2.1.png>

PostgreSQL. Por la experiencia previa del programador. También los mismos autores de Django recomiendan este motor de base de datos “Si no estás atado a ningún sistema y

tienes la libertad para cambiarte a cualquier base de datos, nosotros recomendamos PostgreSQL, el cual logra un balance fino entre el costo, características, velocidad y estabilidad.” (Holovaty & Kaplan-Moss, 2009, pág. 16)

Por aparte, el logo actual de la aplicación (Ilustración 37) se hizo con Pixlr, un editor de fotos en línea.



Ilustración 37. Logo QuiUV

AJAX. Se aplicaron un conjunto de técnicas para obtener un comportamiento asíncrono en el procesamiento de formularios, renderización de notificaciones en bootstrap-alerts y para la recarga de las tablas Datatable.

6.2 Módulo gestión de usuarios

En la implementación del módulo de gestión de usuarios se adaptó la aplicación django-allauth para agregar funcionalidades como la autenticación con una cuenta de Google y la recuperación de contraseñas.

El diseño de la página de inicio de sesión que se muestra en la Ilustración 38 es independiente del resto de páginas de la aplicación ya que se hizo desde cero.



Sistema para la Disposición Final de Residuos Químicos

Inicia sesión en tu cuenta

 Iniciar sesión con Google

Nombre de usuario:

Contraseña:

Entrar

[Recuperar contraseña](#)

[Solicitar registro](#)



Universidad del Valle

Cali - Colombia

Ciudad Universitaria Meléndez

Calle 13 # 100-00

Sección Salud Ocupacional

☎ 2363 - 2765

✉ seccion.saludocupacional@correounivalle.edu.co

📍 Edificio 381, Cuarto Piso, Sede Meléndez

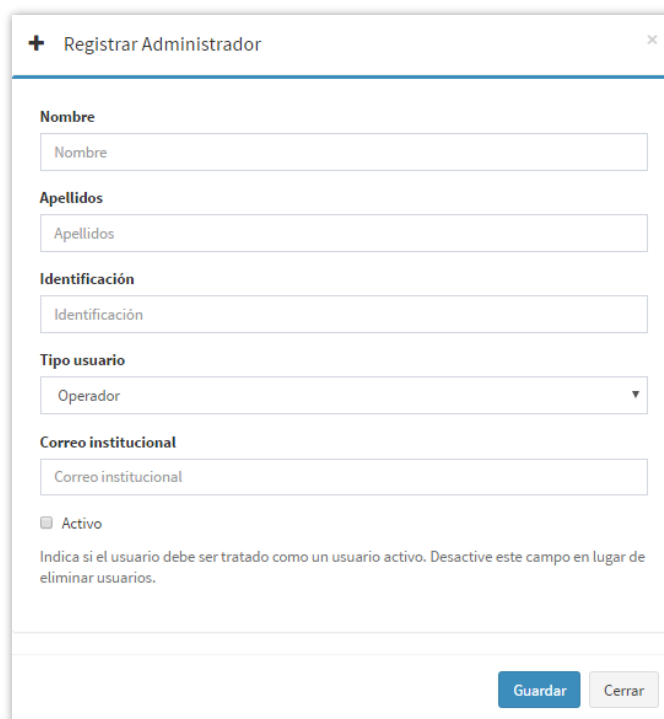
Ilustración 38. Interfaz inicio de sesión

Un usuario administrativo sólo puede ser registrado o deshabilitado por el profesional; mientras que un usuario generador puede registrarse en la opción de *solicitar registro* de la página de inicio de sesión o puede ser registrado directamente por un operador. El usuario por defecto se crea inactivo y en el listado de usuarios correspondiente aparece la opción de activar el usuario (o restablecer acceso si ya está activo), opción que envía un correo electrónico con las instrucciones de acceso a su correo, en la Ilustración 39 del listado de generadores se aprecian los dos botones de las opciones mencionadas

Listado de Generadores Personas responsables de los residuos químicos peligrosos generados en los diferentes espacios							
+ Registrar Generador							
Mostrar	10	registros		Buscar:			
Fecha de registro	N° Documento	Nombre completo	Teléfono	Email	Estado	Acciones	
2017/05/16 - 08:17	34559187	Lorena Matta Cortes	5561072	laboratorio.hematologia@correounivalle.edu.co	Activo	Restablecer acceso	
2017/04/21 - 16:08	94279161	Martin Emilio Martinez Gutierrez	32121002549	martin.martinez@correounivalle.edu.co	Inactivo	Activar usuario	
2017/04/21 - 16:06	16636965	Jorge Alberto Reyes Osma	32121002309	jorge.reyes@correounivalle.edu.co	Inactivo	Activar usuario	
2017/04/21 - 16:03	29180126	Ana Karina Lourido Jurado	3212900	ana.lourido@correounivalle.edu.co	Inactivo	Activar usuario	
2017/04/21 - 15:59	31843150	Ana Cristina Arias Otero	32121002479	ana.arias@correounivalle.edu.co	Inactivo	Activar usuario	

Ilustración 39. Interfaz listado de generadores

Como se ve en la Ilustración 40 en el momento del registro no se pide contraseña ni nombre de usuario, esto es porque el nombre de usuario se genera con el correo electrónico y la contraseña se genera aleatoriamente.



The screenshot shows a web form titled "Registrar Administrador" with a close button (X) in the top right corner. The form contains several input fields: "Nombre" (Name), "Apellidos" (Lastnames), "Identificación" (Identification), "Tipo usuario" (User type) which is a dropdown menu currently showing "Operador", and "Correo institucional" (Institutional email). Below these fields is a checkbox labeled "Activo" (Active) with a note: "Indica si el usuario debe ser tratado como un usuario activo. Desactive este campo en lugar de eliminar usuarios." (Indicates if the user should be treated as an active user. Deactivate this field instead of deleting users.). At the bottom right, there are two buttons: "Guardar" (Save) and "Cerrar" (Close).

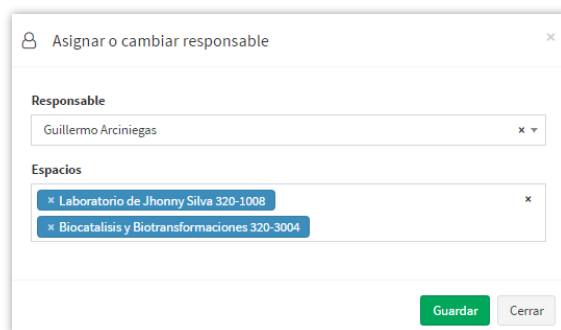
Ilustración 40. Interfaz registro de usuario administrativo

Los espacios son asignados por el operador al generador que corresponda. Esta asignación puede hacerse desde el listado de generadores como se muestra en la Ilustración 41 o desde el listado de laboratorios y espacios Ilustración 42.



The screenshot shows a web form titled "Asignar laboratorios" with a close button (X) in the top right corner. It has two main sections: "Generador" (Generator) with a dropdown menu showing "Guillermo Arciniegas", and "Espacios" (Spaces) with a list of two items: "x Biocatálisis y Biotransformaciones 320-3004" and "x Laboratorio de Análisis Industriales 320-4007". At the bottom right, there are two buttons: "Guardar" (Save) and "Cerrar" (Close).

Ilustración 41. Interfaz asignar laboratorios



The screenshot shows a web form titled "Asignar o cambiar responsable" with a close button (X) in the top right corner. It has two main sections: "Responsable" (Responsible) with a dropdown menu showing "Guillermo Arciniegas", and "Espacios" (Spaces) with a list of two items: "x Laboratorio de Jhonny Silva 320-1008" and "x Biocatálisis y Biotransformaciones 320-3004". At the bottom right, there are two buttons: "Guardar" (Save) and "Cerrar" (Close).

Ilustración 42. Interfaz asignar responsable

6.3 Módulo de reactivos, laboratorios, pruebas y ensayos

Este módulo provee información básica del sistema, por eso fue necesario desarrollarlo en las primeras iteraciones.

Se deseaba relacionar cada residuo con los reactivos que lo componían pero no se contaba con una base de datos de los reactivos. Cada laboratorio o almacén de reactivos tiene la responsabilidad de tener actualizado un inventario de sus reactivos, se procedió a consultar en el almacén del departamento de química, ahí se tenía un inventario de reactivos realizado en Excel pero solo se registraba el nombre del reactivo y las cantidades; en Internet no se encontraron bases de datos de reactivos en español que se ajustaran a las necesidades de la aplicación. Se decidió entonces crear desde cero el registro de estos reactivos, inicialmente se tomó como referencia un listado de fichas de seguridad disponible en la página del departamento de química de la Universidad y posteriormente se solicita el listado de reactivos que usa cada dependencia o laboratorio.

En la Ilustración 43 se muestra el formulario que se utiliza para registrar o editar un reactivo en QuiUV, como se puede apreciar, el reactivo en el sistema cuenta con datos principales para facilitar su identificación y búsqueda pero la información completa del reactivo estará disponible en su respectiva hoja de seguridad.

Un reactivo solo puede ser eliminado por un profesional, y solo debería hacerse en situaciones especiales como después de registrar un dato de prueba que no corresponde a un reactivo. Se solicita confirmación del reactivo que se va a eliminar como se muestra en la Ilustración 44.

Ilustración 43. Interfaz editar reactivo

Ilustración 44. Interfaz eliminar reactivo

Para la identificación de espacios generadores de residuos se tuvo en cuenta la actividad académica que realizan ya sea docencia, investigación, extensión y/o servicio; la sede en la cual está ubicado; la dependencia y el centro de costos a los que pertenecen, como el centro de costos siempre pertenece a una dependencia, se omite este campo en el formulario, por ejemplo, el centro de costos Departamento de Química pertenece a la dependencia Ciencias Naturales y Exactas. En la Ilustración 45 se muestran los campos requeridos para registrar un espacio o laboratorio generador de residuos.

Editar espacio o laboratorio

Nombre
Laboratorio de Óptica cuántica

Actividad
 Docencia
 Investigación
 Extensión
 Servicio

Sede
Meléndez

Centro de costos
Departamento de Física

Zona
2

Edificio
320

Espacio
4078

Guardar Cerrar

Ilustración 45. Interfaz editar laboratorio

Las prácticas, pruebas y ensayos que se realizan en los laboratorios se registran especificando el nombre, los centros de costos que las realizan y el tipo de actividad a la que está relacionado, como se muestra en la Ilustración 46.

Editar práctica

Nombre
Cromatografía (CCD, CC)

Centros de costos
 x Departamento de Química x Departamento de Biología

Actividades
 x Docencia x Investigación

Guardar Cerrar

Ilustración 46. Interfaz editar prueba o ensayo

6.4 Módulo generador de residuos

El módulo generador de residuos contiene las funcionalidades para que el responsable de un laboratorio o espacio pueda hacer una declaración de los residuos que posee. En la declaración se contiene la información relacionada con el generador, el estado actual de la declaración, las fechas respectivas para cada estado y los residuos de esa declaración como se muestra en la Ilustración 47.

Declaración de residuos

Inicio > Declaraciones > Declaración 138

Información de la declaración

67%

Etapas:

3 - Agenda recepción

Fecha declaración: 24 de Abril de 2017 a las 16:22

Fecha revisión: 27 de Abril de 2017 a las 16:23

Fecha recepción:

Fecha finalización:

Información del generador

Responsable:

Yaneth Guevara Cano

Email:

laboratorio.biologia@correounivalle.edu.co

Espacio físico:

Laboratorios de Docencia en Biología Segundo Piso 320-2031

Residuos

#	Componentes	# Contenedores	Peso	Estado físico	Práctica	Acciones
1	2,4-dinitrofenol , Dextrosa	1	5,000 kg	Líquido	Bombeo de protones en levadura	
2	Permanganato de potasio , Rojo congo	1	5,000 kg	Líquido	Espectrofotometria	
3	Citrato de sodio dihidratado , Cloroformo , Cloruro de sodio	1	5,000 kg	Líquido	Extraccion de ADN	
4	Acido acetico	2	5,000 kg	Líquido	Extraccion de ADN	
5	Hidroxido de sodio , Sulfato de cobre , Yodo , Yoduro de potasio	1	5,000 kg	Líquido	Macromoleculas de la levadura	
6	Tiosulfato de sodio	1	0,200 kg	Líquido	Medicion de la concentracion de oxigeno disuleto mediante el metodo yodometrico	
7	Cafeina	1	1,000 kg	Líquido	Mitosis II	
8	Cristal violeta , Etanol (anhidro) , Metanol , Oxalato de amonio , Sulfato de cobre	2	5,000 kg	Líquido	Preparacion de extendidos y metodos de tincion	

Ilustración 47. Interfaz declaración de residuos

Al momento de crear una nueva declaración, si el generador es responsable de más de un laboratorio, primero debe especificar de cuál de ellos es la declaración, posteriormente debe registrar los residuos, el formulario de registro de residuos se presenta en la Ilustración 48.

+
Declarar residuo

Prueba o ensayo

Aminoácidos y proteínas

Reactivos

Aceite mineral

Acido Benzoico

Numero contenedores

2

Cantidad

7

Unidad de medición

kilogramos

Estado físico

Líquido

Tipo recipiente

Vidrio transparente

☐ Requiere almacenamiento refrigerado
 ☐ Recuperable

Descripción

Descripción

Guardar

Cerrar

Ilustración 48. Interfaz declarar residuo

6.5 Módulo seguimiento de residuos

En este módulo se hace todo el proceso de atención de declaraciones, esto es: agendar los eventos correspondientes, verificar y recepcionar las declaraciones. Para gestionar estas tareas se creó una especie de bandeja de entrada en la que se organizan las declaraciones de acuerdo a la etapa en que se encuentren, esto se muestra en la Ilustración 49. El contenido de la bandeja de entrada se actualiza de modo asíncrono al cambiar entre pestañas.

Gestionar declaraciones Seleccione una declaración para ver detalle y acciones						 Inicio > Declaraciones
Agenda verificación		Verificación	Agenda recepción	Recepción	Finalizadas	
Buscar						
Id ↑↓	Fecha de verificación ↓↑	Generador ↑↓	Espacio físico ↑↓	Cant. de residuos ↑↓	Peso total aproximado (kg) ↑↓	
142	2017/05/08 - 10:21	Juan Fernando Sanchez Sanchez	M3EIRNA335-2004	3	15,000	
136	2017/05/03 - 08:15	Martha Lucia Ceballos Bohórquez	S4DB116-08	15	106,200	
138	2017/04/27 - 16:23	Yaneth Guevara Cano	M2DB320-2031	8	31,200	
146	2017/04/19 - 15:10	JUAN DAVID PERDOMO GIRON	M2DQ320-666	1	2,000	

Ilustración 49. Interfaz gestionar declaraciones

Para el manejo de la agenda de verificación y recepción se utilizó el API de Google Calendar. En la aplicación se solicita la fecha, hora y duración del evento como se ve en la Ilustración 50. Al guardar el evento se envía la notificación al correo del generador.

Agenda verificación

Fecha y hora:

 24/05/2017 2:15

Duración:

 60

Guardar

Ilustración 50. Agenda verificación

El calendario es público pero sólo puede ser editado desde la aplicación. En la Ilustración 51 se presenta como se ve desde la página de Google y en la Ilustración 52 como se ve desde la interfaz de QuiUV.

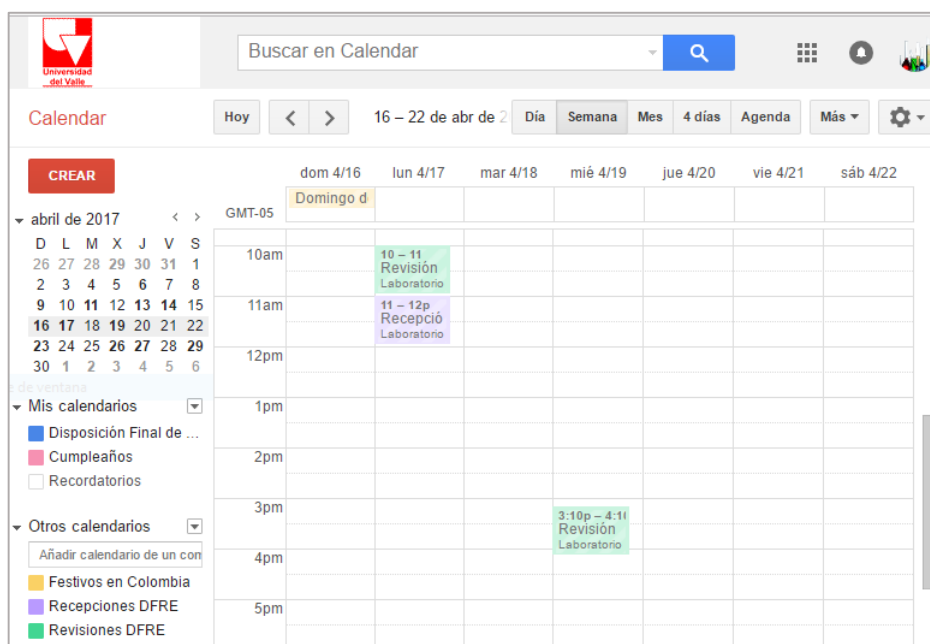


Ilustración 51.Eventos en Google Calendar

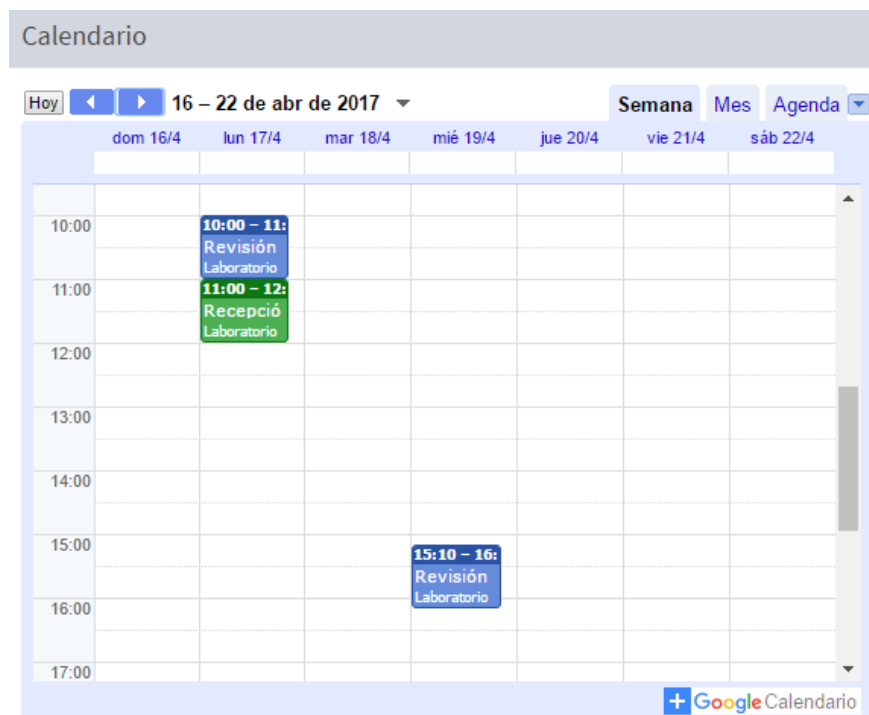


Ilustración 52.Eventos en calendario desde QuiUV

Para la verificación y la recepción se presenta el listado de los residuos de la declaración, luego se deben ir marcando uno a uno los residuos cuando han sido revisados (o recibidos), se especifica el destino, el tratamiento y opcionalmente editar información y/o hacer

comentarios. En la Ilustración 53 se muestra el listado de residuos durante una verificación y en la Ilustración 54 se muestra el formulario para revisión de un residuo.

Verificación de residuos declaración 120 Level -> Here

Residuos

Id residuo	Componentes	Práctica	# items	Cantidad	Tratamiento	Estado recepción	Acciones
77	1-butanol , 2,4-dinitroanilina	Acidos y Bases. Valoración de disoluciones de HCl y NaOH	2	5,000 kg	Externo - Celda	En laboratorio	
78	2,4-dinitrofenol , Acetanilida	Aminoácidos y proteínas I	2	5,000 kg	-	En laboratorio	

Showing 1 to 2 of 2 entries

[Finalizar Verificación](#)

Ilustración 53. Etapa de verificación

Recibir residuo

Peso en kg
5,000

Destino
Interno (UTAR)

Tratamiento
Inactivación de formaldehidos

Corriente residuo
A1010: Desechos metálicos y desechos que contengan aleaciones de cualquiera de las...

Comentario revision
Recipiente en mal estado

Comentario recepcion
Comentario recepcion

Recibido
☐ Recibir
☐ Rechazar
☐ Laboratorio

[Guardar](#) [Cerrar](#)

Ilustración 54. Revisar residuo

6.6 Módulo de donación de reactivos

Para atender las solicitudes de donación de reactivos se implementó un filtro mediante botones en la tabla que permite seleccionar de qué etapa se quieren listar las solicitudes ya

sea pendientes, entregadas, canceladas o todas. La Ilustración 55 es un ejemplo de este listado.

Listado de solicitudes de reactivos Level > Here

Pendientes Entregadas Canceladas Todas Buscar:

Fecha solicitud	Estado	Reactivo	Cantidad	Solicitado por	Acciones
2017/05/02	Cancelado	Acetona	3,00	Guillermo Arciniegas	
2017/04/12	Entregado: 12 Abr - 02:46 p.m.	Acetona	2,00	JUAN DAVID PERDOMO GIRON	
2017/04/10	Pendiente	Delta-g-tetrahidrocannabinol en pasta	5,00	Juan Fernando Sanchez Sanchez	 

Mostrando registros del 1 al 3 de un total de 3 registros

Anterior 1 Siguiente

Ilustración 55. Listado de solicitudes de donación de reactivos

6.7 Módulo de reportes

Para generar los reportes de texto en PDF y Excel solicitados por el equipo DFRQ (HU-60) se utilizaron complementos de las tablas de datos *DataTable*.

La generación de la visualización de datos para la historia de usuario 61 - Residuos por centros de costos y destinos de tratamiento se implementó adaptando un ejemplo de licencia MIT con la biblioteca D3.js. El resultado de esta visualización de datos se muestra en la Ilustración 56.

Al posicionar el cursor sobre una barra que corresponde a un centro de costos, se actualiza el gráfico de torta que señala las cantidades de residuos por cada destino de tratamiento y al posicionar el cursor sobre un destino de tratamiento en el gráfico de torta, se actualizan las barras de los centros de costos para representar las cantidades de residuos generadas de ese tipo de tratamiento.

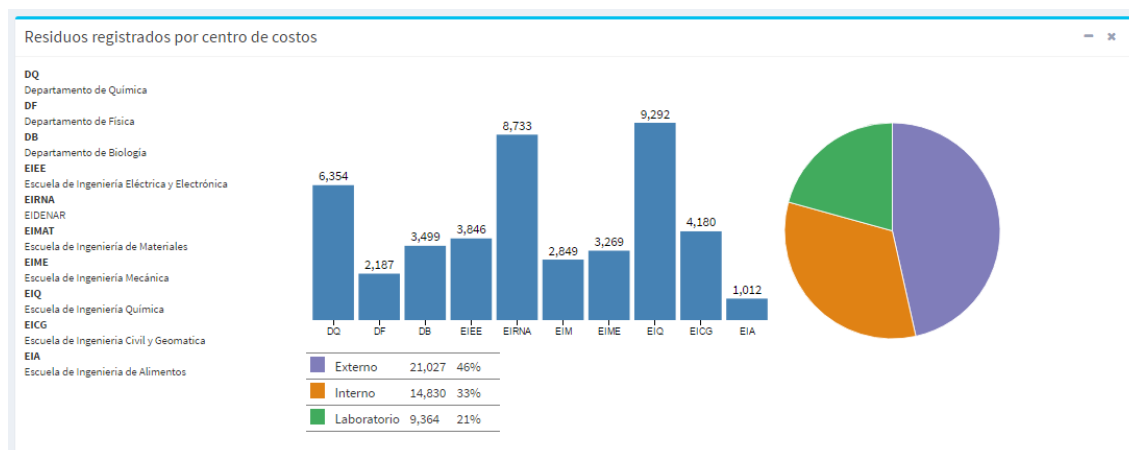


Ilustración 56. Visualización de datos - residuos por centros de costos y destinos de tratamiento

Los demás gráficos interactivos se realizaron con la biblioteca de gráficos Highcharts. En la Ilustración 57 se presenta un ejemplo del gráfico que permite visualizar el comportamiento de la recolección de residuos en periodos de tiempo, 1 mes, 3 meses, 1 año, todo, o definir un rango de fechas personalizado.

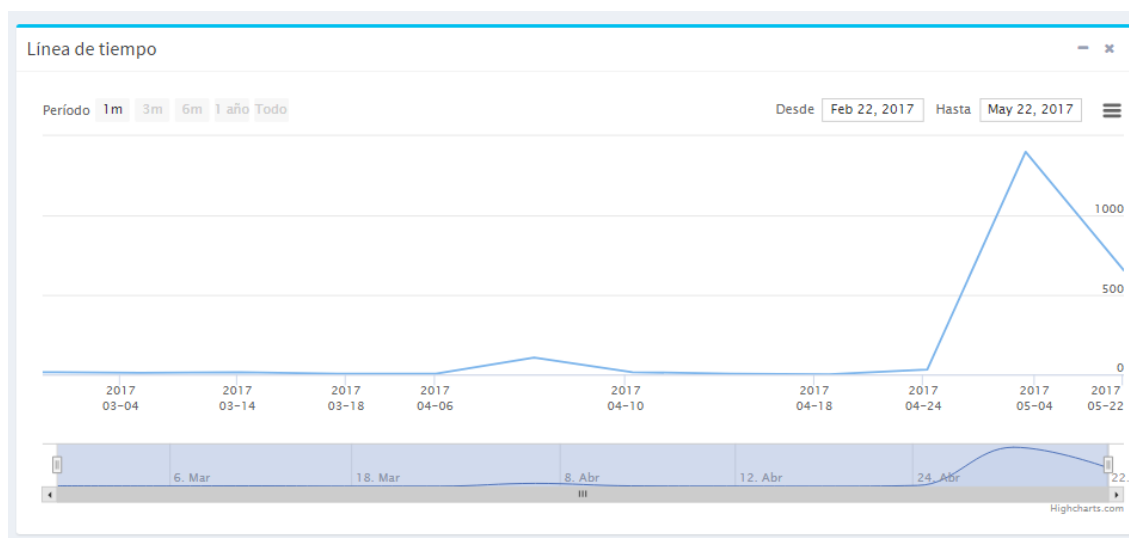


Ilustración 57. Visualización de datos – recolección de residuos en periodos de tiempo

7 PRUEBAS

En esta sección se abordan las pruebas realizadas sobre el sistema, primero se presentan las pruebas funcionales y en seguida las pruebas de usabilidad.

7.1 Pruebas funcionales

Las pruebas funcionales tienen la finalidad de validar si el sistema está conforme a lo especificado en las historias de usuario. Para diseñarlas se usan técnicas de caja negra donde se valora el sistema externo sin detalles de su estructura o funcionamiento interno.

7.1.1 Diseño

Para este trabajo de grado se definió aplicar pruebas funcionales del sistema. En total se realizaron 140 diseños de casos de prueba para validar 52 historias de usuario. La Tabla 34 muestra el resumen de los casos de prueba diseñados y ejecutados, donde las no conformidades (N.C.) de interfaz se refieren a detalles de visuales que se pueden mejorar y las no conformidades funcionales se refiere a funcionalidades que no respondieron como se esperaba.

Tabla 34. Resumen resultados pruebas funcionales

# de Historias de Usuario	# de Casos de Prueba	# de pruebas exitosas	# de N.C. de interfaz	# de N.C. funcionales
52	140	131	7	2

A continuación se presentan algunos casos de prueba realizados y el resto se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 35. Resumen de los casos de prueba Iniciar sesión

Resumen de prueba		
Nombre de la prueba	Iniciar sesión	
Historia de usuario	HU-01 Iniciar sesión	

¿Qué hace esta prueba?	Verifica el comportamiento esperado al iniciar sesión	
Prerrequisitos	Las filas 1, 2 y 3 de la Tabla 36 están en la base de datos y son usuarios activos, la fila 6 es un usuario inactivo. En el navegador ningún usuario está logueado.	
Pasos y acciones del caso de prueba		
Paso 1	URL	/cuentas/login/
	Acción	Ingresar Nombre de usuario y Contraseña, hacer clic en el botón Entrar
	Datos de entrada	Nombre de usuario y contraseña de la Tabla 36
	Salida esperada	Ver resultado esperado en Tabla 36
Paso 2	URL	/
	Acción	Repetir paso 1 con las demás filas de la Tabla 36
	Datos de entrada	Tabla 35
	Salida esperada	Ver resultado esperado en Tabla 36

Tabla 36. Datos de los casos de prueba Iniciar sesión

#	Nombre de usuario	Contraseña	Resultado esperado
1	bryan.tabarez	Password123	El usuario inicia sesión, se encuentra el texto “Generador” en la página
2	juan.perez	12345671	El usuario inicia sesión, se encuentra el texto “Profesional” en la página
3	luis.rodriguez	jUZAS3py	El usuario inicia sesión, se encuentra el texto “Operador” en la página
4	bryan.tabarez	Fajsdklk	No se inicia sesión, aparece el mensaje “El usuario y/o la contraseña que especificaste no son correctos.”
5	usuario.falso	12345671	No se inicia sesión, aparece el mensaje “El usuario y/o la contraseña que especificaste no son correctos.”
6	juan.perdomo	jUZAS3py	No se inicia sesión. aparece el mensaje “Esta cuenta está inactiva”

Tabla 37. Resumen de los casos de prueba Editar prueba o ensayo

Resumen de prueba	
Nombre de la prueba	Editar prueba o ensayo
Historia de usuario	HU-26 Editar prueba o ensayo
¿Qué hace esta prueba?	Verifica el funcionamiento correcto del sistema al editar una prueba o ensayo
Prerrequisitos	Un usuario operador o profesional debe estar logueado. Los datos de la fila 1 de la Tabla 38 ya existen en la base de datos
Pasos y acciones del caso de prueba	

Paso 1	URL	/
	Acción	Hacer clic en “Pruebas y ensayos” del menú de navegación, identificar la prueba o ensayo que se quiere modificar, hacer clic en el botón editar de la prueba o ensayo
	Datos de entrada	
	Salida esperada	Se muestra un formulario para editar la prueba o ensayo
Paso 2	URL	/
	Acción	Ingresar nombre, centros de costos, actividades
	Datos de entrada	Ingresar el primer nombre, centros de costos y actividades desde la Tabla 38
	Resultado esperado	Ver resultado esperado en Tabla 38
Paso 3	URL	/
	Acción	Repetir paso 2 con las demás filas de la Tabla 38
	Datos de entrada	Tabla 38
	Resultado esperado	Ver resultado esperado en Tabla 38

Tabla 38. Datos de los casos de prueba Editar prueba o ensayo

#	Nombre	Centros de costos	Actividades	Resultado esperado
1	Aldehídos y cetonas	Departamento de Biología, Departamento de Química	Docencia	Se presenta el mensaje “operación realizada exitosamente”. Se actualiza el listado con la modificación del registro.
2	Cromatografía (CCD, CC)		Investigación, Docencia	Error. Se resalta el campo Centros de costos con el mensaje “Este campo es obligatorio”
3	Cromatografía (CCD, CC)	Departamento de Química		Error. Se resalta el campo Actividades con el mensaje “Este campo es obligatorio”
4	Cromatografía (CCD, CC)			Error. Se resalta los campos Centros de costos y Actividades con el mensaje “Este campo es obligatorio”

Ilustración 58. Evidencia de un caso de prueba Editar prueba o ensayo

Tabla 39. Resumen de casos de prueba Eliminar prueba o ensayo.

Resumen de prueba		
Nombre de la prueba	Eliminar prueba o ensayo	
Historia de usuario	HU-27 Eliminar prueba o ensayo	
¿Qué hace esta prueba?	Verifica el comportamiento al eliminar un reactivo	
Prerrequisitos	Un usuario Profesional debe estar logueado	
Pasos y acciones del caso de prueba		
Paso 1	URL	/
	Acción	Ir a “pruebas o ensayos” del menú de navegación, identificar la prueba o ensayo que se quiere eliminar, hacer clic en el botón eliminar del prueba o ensayo
	Datos de entrada	
	Salida esperada	Se presenta un mensaje solicitando confirmación Tabla 40
Paso 2	URL	/
	Acción	Se selecciona una opción de la Tabla 40
	Datos de entrada	
	Salida esperada	Ver resultado en la Tabla 40

Tabla 40. Datos de caso de prueba Eliminar prueba o ensayo

#	Acción seleccionada	Resultado esperado
1	Hacer clic en el botón "Confirmar"	Se cierra el modal y aparece el mensaje "Se eliminó la prueba o ensayo!"
2	Hacer clic en el botón "Cerrar"	Se cierra el modal

Tabla 41. Caso de prueba: Visualización de datos - Residuos por centros de costos y destinos de tratamiento

Resumen de prueba		
Nombre de la prueba	Visualización de datos - Residuos por centros de costos y destinos de tratamiento	
Historia de usuario	HU-61	
¿Qué hace esta prueba?	Comprueba la correcta generación de la visualización de datos -residuos por centros de costos y destinos de tratamiento.	
Prerrequisitos	El profesional debe estar logueado. Deben existir registros de declaraciones de residuos finalizadas.	
Pasos y acciones del caso de prueba		
Paso 1	URL	/reportes/residuos-centrosdecostos-destinos
	Acción	Ingresar a la URL del reporte
	Datos de entrada	-
	Salida esperada	Se presenta el gráfico interactivo que usa los datos almacenados en la base de datos. Tipo de gráfico: de barras para las dependencias y de torta para los destinos

Tabla 42. Caso de prueba: Visualización de datos - Residuos por dependencias y destinos de tratamiento

Resumen de prueba		
Nombre de la prueba	Visualización de datos - Residuos por dependencias y destinos de tratamiento	
Historia de usuario	HU-62	
¿Qué hace esta prueba?	Comprueba la correcta generación de la visualización de datos -residuos por dependencias y destinos de tratamiento	
Prerrequisitos	El profesional debe estar logueado. Deben existir registros de declaraciones de residuos finalizadas.	
Pasos y acciones del caso de prueba		
Paso 1	URL	/reportes/residuos-dependencias/
	Acción	Ingresar a la URL del reporte
	Datos de entrada	-

	Salida esperada	Se presenta el gráfico interactivo que usa los datos almacenados en la base de datos. Tipo de gráfico: de barras con stacks para indicar los destinos de tratamiento.
--	-----------------	---

Tabla 43. Caso de prueba: Visualización de datos - Residuos por periodos

Resumen de prueba		
Nombre de la prueba	Visualización de datos - Residuos por periodos	
Historia de usuario	HU-63	
¿Qué hace esta prueba?	Comprueba la correcta generación de la visualización de datos -residuos por periodos	
Prerrequisitos	El profesional debe estar logueado. Deben existir registros de declaraciones de residuos finalizadas.	
Pasos y acciones del caso de prueba		
Paso 1	URL	/reportes/residuos-stock /
	Acción	Ingresar a la URL del reporte
	Datos de entrada	-
	Salida esperada	Se presenta el gráfico interactivo que usa los datos almacenados en la base de datos. Tipo de gráfico: de stock

7.1.2 Reporte

Las 7 historias de usuario que presentaron una no conformidad de interfaz son:

- HU-01 iniciar sesión. *Lanzar notificación al iniciar sesión*
- HU-02 asociar cuenta de Google. *Mejorar la presentación*
- HU-21 Ver detalle de un reactivo. *Mejorar la presentación*
- HU-43 Agendar visita de verificación a una declaración. *Mejorar la presentación*
- HU-45 Agendar recepción. *Mejorar la presentación*
- HU-48 Generar certificado de entrega. *Mejorar la presentación*

Mientras que las 2 historias de usuario que presentaron una no conformidad funcional son:

- HU-08 Registrar usuario administrativo. *Al intentar registrar a un usuario con un correo que ya está registrado el sistema falla pero no muestra ninguna notificación*
- HU-13 Editar usuario generador. *Esta funcionalidad tiene desactivadas las validaciones de los campos aunque al crear un usuario generador sí están activas.*

En la Ilustración 59 se evidencia el porcentaje de los casos de pruebas exitosos en comparación con los resultados de las no conformidades funcionales y las de interfaz.



Ilustración 59. Resultados de pruebas funcionales

7.2 Pruebas de usabilidad

La usabilidad es la facilidad de uso de un artefacto hecho por el humano. En ingeniería de software, la usabilidad se refiere a qué tan efectiva, eficiente y satisfactoriamente un usuario puede interactuar con la interfaz del software. Para Nielsen (1993) “La usabilidad tiene múltiples componentes y es tradicionalmente asociado con estos cinco atributos de usabilidad: Capacidad de aprendizaje, eficiencia, memorabilidad, errores, satisfacción”.

Existen varios métodos para evaluar la usabilidad de un sistema y en general se clasifican en tres familias:

- pruebas de usabilidad (*usability testing*),
- inspección de usabilidad (*usability inspection*) y
- consulta de usabilidad (*usability inquiry*).

Los métodos de consulta de usabilidad y los de pruebas de usabilidad están orientados a la recolección de datos de usuarios que usan el sistema, mientras que en la aproximación de inspección de usabilidad, un conjunto de expertos en usabilidad - y en ocasiones desarrolladores de software, usuarios y otros profesionales - examinan y critican la interfaz de usuario del software normalmente basados en experiencia propia, principios psicológicos o un conjunto de guías previamente definidas. Estos últimos métodos en ciertos casos tienen la ventaja de ahorrar tiempo y dinero sobre las técnicas que implican pruebas con grupos de usuarios. Uno de los métodos más conocidos de inspección de usabilidad es la evaluación heurística (*heuristic evaluation*) (Nielsen & Molich, *Heuristic evaluation of user interfaces*, 1990)

Una heurística es un directriz (*guideline*), o principio general (*general principle*), o regla de oro (*rule of thumb*) que puede guiar una decisión de diseño o puede ser utilizada para criticar una decisión de diseño que ya se ha hecho. Muchos autores han publicado conjuntos de estas reglas para interfaces de usuario. Por ejemplo, ya en (198) Shneiderman presenta sus “ocho reglas de oro del diseño de interfaces”, y más tarde Molich y Nielsen (1990) desarrollan una lista de 10 heurísticas, refinada en (Nielsen, *Heuristic evaluation*, 1994)

Las 10 heurísticas de usabilidad para el diseño de interfaces de usuario de Nielsen son las más populares y a partir de ellas se han creado numerosas listas de comprobación de heurísticas (*sub-heuristic, usability checklist*) que buscan determinar si un software cumple o no con el conjunto de heurísticas iniciales. Las listas de chequeo se pueden utilizar como fueron publicadas o adaptar a cuestiones exactas del software.

Para el software desarrollado en este trabajo de grado se definió utilizar una lista de comprobación de heurísticas. Con este propósito se tomó como referencia el conjunto de “247 directrices de usabilidad web” de David Travis (2017) que como su nombre lo indica, están enfocadas para sistemas en un ambiente web. Estas directrices están disponibles en la página web <http://www.userfocus.co.uk/resources/guidelines.html> y se pueden descargar en un libro de trabajo de Excel del cual también ofrecen versiones traducidas a varios idiomas.

En la adopción de las directrices de Travis para este proyecto se tuvieron en cuenta sólo las que se consideraron viables, relevantes y claras para el evaluador/desarrollador. En

total se utilizaron 73 directrices. De las 174 heurísticas descartadas se consideraron que 86 no eran viables por el tiempo, 33 no aplicaban para este tipo de proyecto y 55 no fueron claras.

En la lista de directrices se chequea con el valor -1 si no se cumple o 1 si se cumple la directriz. La Tabla 44 muestra el resumen del resultado obtenido donde la calificación neta corresponde a la suma de las calificaciones de cada categoría y la calificación es el resultado de sumar la cantidad de preguntas más la calificación neta sobre el doble de la calificación neta, es decir, $(\#preguntas + calificación\ neta) / calificación$

Tabla 44. Resumen resultado evaluación de usabilidad

Categorías	# Preguntas	Calificación Neta	Calificación
Página de Inicio	7	5	86%
Orientación a Tareas y Funcionalidad del Sitio	14	8	79%
Navegabilidad y Arq. De la Información	9	7	89%
Formularios y entrada de datos	9	7	89%
Calidad del Contenido y Escritura	7	3	71%
Diagramación y Diseño Gráfico	11	9	91%
Ayuda, Retroalimentación & Recuperación de Errores	16	6	69%
Calificación Final	73		82%



Ilustración 60. Resultado revisión de experto usabilidad

Como se puede apreciar en la Ilustración 60 y la Tabla 44 el resultado más bajo se obtuvo en las categorías de “ayuda, retroalimentación y recuperación de errores” y “calidad del contenido y escritura”, lo que sugiere revisar nuevamente las directrices de esas categorías para mejorar la usabilidad de la aplicación en esos aspectos.

8 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este trabajo de grado se desarrolló una aplicación web|móvil para gestionar el manejo de los residuos químicos de la Universidad del Valle. La aplicación está compuesta por 6 módulos: (1) gestión de usuarios, (2) gestión de reactivos, laboratorios, pruebas y ensayos, (3) módulo para el generador de residuos (4) seguimiento de residuos, (5) donaciones de reactivos y (6) reportes gráficos y de texto. Esta aplicación brinda una herramienta que facilitará el trabajo propuesto por el proyecto Disposición Final de Residuos Químicos.

La definición del *módulo de gestión de reactivos, laboratorios, pruebas y ensayos* permitió el levantamiento de registros que son necesarios para facilitar la identificación precisa de elementos involucrados en la generación de residuos químicos pero adicionalmente, estos mismos registros serán importantes en múltiples contextos, ya que facilitarán realizar diferentes trabajos a partir de ellos.

El *módulo de generador de residuos y de seguimiento de residuos* compone el núcleo del proceso que se planteó con esta aplicación. En primera instancia permite identificar los residuos químicos generados, el responsable, la ubicación, las pruebas y ensayos por los que fueron generados. Seguido a esto, el sistema soporta el proceso para lograr la disposición final de los residuos, en este proceso se establece una agenda gestionada con Google Calendar, y se señala información adicional en las etapas de verificación y la recepción de los residuos. Finalmente, en éste módulo se integra la información de los residuos recibidos y actualmente en la UTAR (agrupados por el tipo de tratamiento y el destino que recibirán) de manera que se puedan tomar decisiones administrativas de acuerdo a esta información, y posteriormente se registra la evacuación de cada grupo de residuos.

El desarrollo del presente proyecto entrega una herramienta que ayudará a velar por el cumplimiento de la reglamentación pertinente y tener un mayor control sobre la gestión de los residuos químicos. Teniendo cuenta en cuenta lo siguiente

- Es una exigencia de las autoridades ambientales CVC, DAGMA y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, que todo generador de residuos peligrosos cuente

con un sistema de gestión integral de éstos residuos en cumplimiento de lo establecido en el Decreto 4741 de 2005 y otros asociados.

- La Sección de Salud Ocupacional, en un diagnóstico de las condiciones actuales de la gestión interna de los residuos menciona que “la Universidad tiene un programa de recolección de residuos a cargo de la Sección de Servicios Varios que funciona en el nivel operativo resolviendo casos puntuales, pero no hay cobertura total, el manejo de los residuos no es integral como lo exige la legislación colombiana. Adicionalmente, la Sección de Servicios Varios no cuenta con un sistema que facilite la gestión de recolección y disposición final de Residuos (Personal, Equipos, Política, Procedimientos) “.

El desarrollo de este proyecto permitió al estudiante poner en práctica conocimientos y habilidades obtenidos a través de su formación profesional en la Universidad del Valle tales como: bases de datos, desarrollo de software, desarrollo web, tecnología de la información y comunicación, pruebas de software. Además se logró una interacción interdisciplinaria donde el estudiante consigue poner al servicio de otro conocimiento las tecnologías de información y la comunicación (TIC).

Durante este trabajo de grado como estudiante adquirí destrezas en distintas tecnologías como: en el framework Django, el orquestador de contenedores Docker, en API 's de terceros, visualización de datos con bibliotecas javascript como d3.js y Highcharts, en la plataforma como servicio Heroku, entre otras. Adicionalmente se adquirió experiencia en la presentación a clientes y documentación de software.

8.1 Trabajo futuro

Como se comentó en el estado del arte, existen diversas aplicaciones en universidades extranjeras en las cuales la gestión de residuos químicos es solo una parte, el resto del sistema se ha orientado en torno a diferentes intereses como al área administrativa que lo desarrolló. Teniendo en cuenta lo anterior y también las problemáticas presentes en la Universidad, algunas de las funcionalidades o módulos adicionales que se podrían trabajar serían:

- Inventario de reactivos químicos para los laboratorios

- Recolección de otros residuos peligrosos como los radiactivos o los biológicos
- Registros de entrenamientos y programación de inspecciones de laboratorio por parte de la sección de salud ocupacional

Por otro lado, al culminar este trabajo de grado la aplicación aunque fue probada por el equipo del proyecto DFRQ en situaciones hipotéticas, no fue puesta en marcha debido a asuntos administrativos. Por ende sería necesario la corrección de bugs que puedan presentarse en los módulos desarrollados en pro del buen funcionamiento y mejoramiento de la aplicación web.

Y finalmente aunque se desarrollaron algunos reportes de visualización de datos, posteriormente al contar con mucha más información se evidenciará la necesidad de generar otro tipo de elementos de este tipo.

9 REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- Beck, Beedle, Bennekum, A. v., Cockburn, A., Cunningham, W., & Fowler, M. (2001). *Manifiesto por el Desarrollo Ágil de Software*. Obtenido de <http://agilemanifesto.org/iso/es/manifesto.html>
- Beck, K. (2000). *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. Addison-Wesley Professional.
- Chemical Waste Pickup | EH&S*. (2017). Recuperado el 20 de Mayo de 2017, de Chemical Waste Pickup: <https://ehs.stanford.edu/services/chemical-waste-pickup>
- Chen, C.-h., Härdle, W., & Unwin, A. (2008). *Handbook of Data Visualization*. Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-540-33037-0
- Duque, R. G. (2016). *Python para todos*. mudogeek.net.
- Fowler, M. (2004). *Martin Fowler*. Obtenido de Is Design Dead?: <https://www.martinfowler.com/articles/designDead.html>
- Gibbs, L. (2005). *ChemTracker Consortium – The higher education collaboration for chemical inventory management and regulatory reporting*. Stanford University, Environmental Health & Safety (EH&S). Recuperado el 20 de Mayo de 2017, de <https://chemtracker.org/wp-content/uploads/GibbsChemInv.pdf>
- González, D., & Marcos, M. C. (2013). *Responsive web design : diseño multidispositivo para mejorar la experiencia de usuario*. Recuperado el 06 de 06 de 2016, de <http://bid.ub.edu/es/31/gonzalez2.htm>
- Holovaty, A., & Kaplan-Moss, J. (2009). *The Definitive Guide to Django*. Dordrecht: Springer.
- IEEE Architecture Working Group. (2000). *IEEE Std 1471-2000, Recommended practice for architectural description of software-intensive systems*. IEEE.
- Letelier, & Penadés. (2004). *Metodologías Ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP)*. Obtenido de <http://www.cyta.com.ar/ta0502/v5n2a1.htm>

Manovich, L. (2002). *La visualización de datos como nueva abstracción y antisublime* (Yaiza Hernández, trad.). Obtenido de http://www.estudiosvisuales.net/revista/pdf/num5/manocivh_visualizacion.pdf

McGill University. (2016). *myLab: Chemical Safety Module*. Guía de usuario, McGill University, Environmental Health and Safety. Recuperado el 20 de Mayo de 2017, de http://knowledgebase.mcgill.ca/media/pdf/myMcGill-Minerva/myLab_Chemical_Users_Guide.pdf

McGill University. (2017). *Hazardous Waste Management - McGill University*. Obtenido de <http://www.mcgill.ca/hwm/hazardous-waste-management>

Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*.

Nielsen, J. (1994). Heuristic evaluation. En *Usability Inspection Methods*. New York, NY: John Wiley & Sons.

Nielsen, J., & Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces. En *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (págs. 249--256). New York, NY, USA: ACM.

Nngroup.com. (s.f.). *10 Heuristics for User Interface Design: Article by Jakob Nielsen*. Obtenido de Nngroup.com: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>

Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito [UNODC]. (Mayo de 2012). *Glosario de términos sobre garantía de calidad y buenas prácticas de laboratorio*. Viena. Obtenido de http://www.unodc.org/documents/scientific/Glossary_ST_NAR_26_S.pdf

Rossum, G. V. (s.f.). *Python tutorial*. Open Docs Library.

Shneiderman, B. (1986). *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.

SIVCO Inc. (2011). *CHEMATIX*. Obtenido de <http://www.chematix.com/clients.htm>

Stanford University. (s.f.). *ChemTracker*. Recuperado el 20 de Mayo de 2017, de <https://chemtracker.org/>

Universidad del Valle. (2005). *Manual para el manejo integral de los residuos biológicos en la universidad del valle*. Manual, Universidad del Valle, Santiago de Cali. Obtenido de <http://secretariageneral.univalle.edu.co/rectoria/resoluciones/2005/r-1940manual%20residuos.pdf>

Universidad del Valle. (2012). *Plan de acción 2012 - 2015*. Cali.

Universidad del Valle. (2014). *Manejo y desecho de residuos en el laboratorio de electroquímica*. Universidad del Valle, Departamento de química. Obtenido de <http://quimica.univalle.edu.co/docs/extension/laboratorios/documentacion/2014SO PChemicalWasteManagement.pdf>

Universidad del Valle. (2014). *Recepción, distribución y almacenamiento de sustancias químicas*. Universidad del Valle, Sistema de Gestión Integral de la Calidad (GICUV), Santiago de Cali. Obtenido de http://gicuv.univalle.edu.co/documentos/documentos_laboratorios/lab_SI_hacen_ensayos/material_consulta/CartillaParaManejoDeReactivosJunio.pdf

Universidad del Valle. (s.f.). *Manual de seguridad en los laboratorios en los que se manejan sustancias químicas*. Santiago de Cali. Recuperado el Enero de 2017, de http://saludocupacional.univalle.edu.co/manual_Laboratorio.pdf

Universidad Nacional de Colombia. (2016). *Protocolo para el manejo integral de residuos químicos*. Bogotá. Recuperado el Mayo de 2017, de <http://oga.bogota.unal.edu.co/wp-content/uploads/2016/08/B-PC-15.003.052-PROTOCOLO-PARA-EL-MANEJO-INTEGRAL-DE-RESIDUOS-QUIMICOS.pdf>

University of Minnesota. (2009). *Inventory Management Module User Manual*. Recuperado el 20 de Mayo de 2017, de http://www.sfasu.edu/safety/documents/INVENTORY_MANAGEMENT_MODULE_V11_2009.pdf