

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ciencias y Sistemas
Estructuras de Datos
Ing. Edgar Ornelis
Ing. Álvaro Hernández
Ing. Luis Espino
Aux. Steven Mejía
Aux. Luis García
Aux. Marcos Itzep



Manual de Usuario - EDDMail

Sistema de Simulación de Correos Electrónicos

Fase 2 - Estructuras Jerárquicas

José Alexander López López

Carné: 202100305

Sección: C

Fecha: 4 de octubre de 2025

Índice

1. Introducción	3
1.1. Novedades de la Fase 2	3
1.2. Características Principales	3
2. Requisitos del Sistema	3
2.1. Requisitos de Hardware	3
2.2. Requisitos de Software	4
2.3. Instalación de Dependencias	4
3. Instalación y Configuración	4
3.1. Obtener el Código Fuente	4
3.2. Compilación	4
4. Capturas de Pantalla del Sistema	4
4.1. Pantalla de Inicio de Sesión	5
4.2. Creación de Cuenta	5
4.3. Panel de Administración (Root)	5
4.4. Bandeja de Entrada	5
4.5. Borradores (Árbol AVL)	5
4.6. Favoritos (Árbol B)	5
4.7. Comunidades (Árbol BST)	5
4.8. Otras Funcionalidades	5
4.9. Reportes del Sistema	5
5. Interfaz de Usuario	5
5.1. Pantalla de Inicio de Sesión	5
5.2. Creación de Nueva Cuenta	6
6. Usuario Root (Administrador)	7
6.1. Panel de Administración	7
6.1.1. Carga Masiva de Usuarios	7
6.1.2. Carga Masiva de Correos	8
6.1.3. Gestión de Comunidades (Árbol BST)	9
6.2. Reportes del Administrador	9
7. Usuario Estándar	10
7.1. Bandeja de Entrada	10
7.2. Borradores (Árbol AVL)	11
7.2.1. Guardar Borrador	11
7.2.2. Visualizar Borradores	11
7.2.3. Modificar y Enviar	12
7.3. Favoritos (Árbol B de Orden 5)	12
7.3.1. Marcar como Favorito	12
7.3.2. Gestionar Favoritos	13
7.4. Comunidades (Árbol BST)	13
7.4.1. Unirse a Comunidad	14
7.4.2. Publicar en Comunidad	14

7.4.3. Ver Mensajes	14
7.5. Otras Funcionalidades	15
7.5.1. Enviar Correo	15
7.5.2. Gestión de Contactos	15
7.5.3. Papelera	16
7.5.4. Correos Programados	16
7.5.5. Actualizar Perfil	17
8. Estructuras de Datos	17
8.1. Fase 1 (Mantenidas)	17
8.2. Fase 2 (Nuevas)	18
8.2.1. Árbol AVL	18
8.2.2. Árbol BST	18
8.2.3. Árbol B Orden 5	19
9. Tabla de Complejidades	20
10.Sistema de Reportes	20
10.1. Reportes Root	20
10.2. Reportes Usuario	21
11.Ejemplos de Uso	22
11.1. Ejemplo 1: Crear y Enviar Borrador	22
11.2. Ejemplo 2: Gestionar Favoritos	22
11.3. Ejemplo 3: Comunidad	23
12.Preguntas Frecuentes	23
12.1. ¿Diferencia entre AVL y BST?	23
12.2. ¿Por qué Árbol B para favoritos?	23
12.3. ¿Cómo se balancea AVL?	24
12.4. ¿División en Árbol B?	24
13.Solución de Problemas	24
13.1. Error de Compilación	24
13.2. Reportes no generan	24
13.3. AVL no balancea	25
13.4. Error Árbol B	25
14.Tips de Uso	25
14.1. Mejores Prácticas	25
14.2. Optimización	25
15.Conclusión	25
16.Soporte	26

1. Introducción

EDDMail Fase 2 es la evolución del sistema de simulación de correos electrónicos desarrollado en Object Pascal utilizando la librería GTK. Esta segunda fase incorpora estructuras de datos jerárquicas avanzadas para optimizar la gestión de información, incluyendo árboles AVL para borradores, árboles B de orden 5 para correos favoritos, árboles BST para comunidades, y mantiene las estructuras de la fase 1.

1.1. Novedades de la Fase 2

- **Borradores (Árbol AVL):** Gestión de correos guardados temporalmente con balance automático
- **Favoritos (Árbol B orden 5):** Marcado de correos importantes con búsqueda optimizada
- **Comunidades (Árbol BST):** Sistema de grupos organizados alfabéticamente
- **Reportes Avanzados:** Visualización de estructuras jerárquicas con Graphviz
- **Recorridos múltiples:** InOrden, PreOrden y PostOrden para borradores

1.2. Características Principales

- Gestión completa de usuarios y autenticación
- Sistema de correos con bandeja de entrada, borradores y favoritos
- Comunidades organizadas jerárquicamente con mensajes publicables
- Administración de contactos con navegación eficiente
- Reportes gráficos de todas las estructuras de datos
- Interfaz gráfica intuitiva desarrollada con GTK
- Funcionalidades administrativas avanzadas para el usuario root

2. Requisitos del Sistema

2.1. Requisitos de Hardware

- Procesador: 1 GHz o superior
- Memoria RAM: 1 GB mínimo (recomendado 2 GB)
- Espacio en disco: 150 MB libres
- Resolución de pantalla: 1024x768 o superior

2.2. Requisitos de Software

- Sistema operativo: Linux (cualquier distribución)
- Free Pascal Compiler (FPC) versión 3.0 o superior
- Lazarus IDE (recomendado versión 2.0+)
- Librería GTK2 instalada
- Graphviz para generación de reportes

2.3. Instalación de Dependencias

Para Ubuntu/Debian:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get install fpc lazarus-ide
sudo apt-get install libgtk2.0-dev
sudo apt-get install graphviz
```

3. Instalación y Configuración

3.1. Obtener el Código Fuente

1. Clonar el repositorio desde GitHub
2. Navegar al directorio del proyecto Fase 2
3. Abrir el archivo EDDMail.lpr en Lazarus

3.2. Compilación

1. Abrir Lazarus IDE
2. Cargar el proyecto EDDMail.lpr
3. Configurar las dependencias GTK si es necesario
4. Compilar usando F9 o el menú Ejecutar ¿Compilar
5. Verificar que se creen los directorios de reportes automáticamente

4. Capturas de Pantalla del Sistema

Instrucciones: Coloca tus capturas de pantalla en una carpeta llamada imágenes.^{en} el mismo directorio que este archivo .tex. Asegúrate de nombrar los archivos exactamente como se indica a continuación.

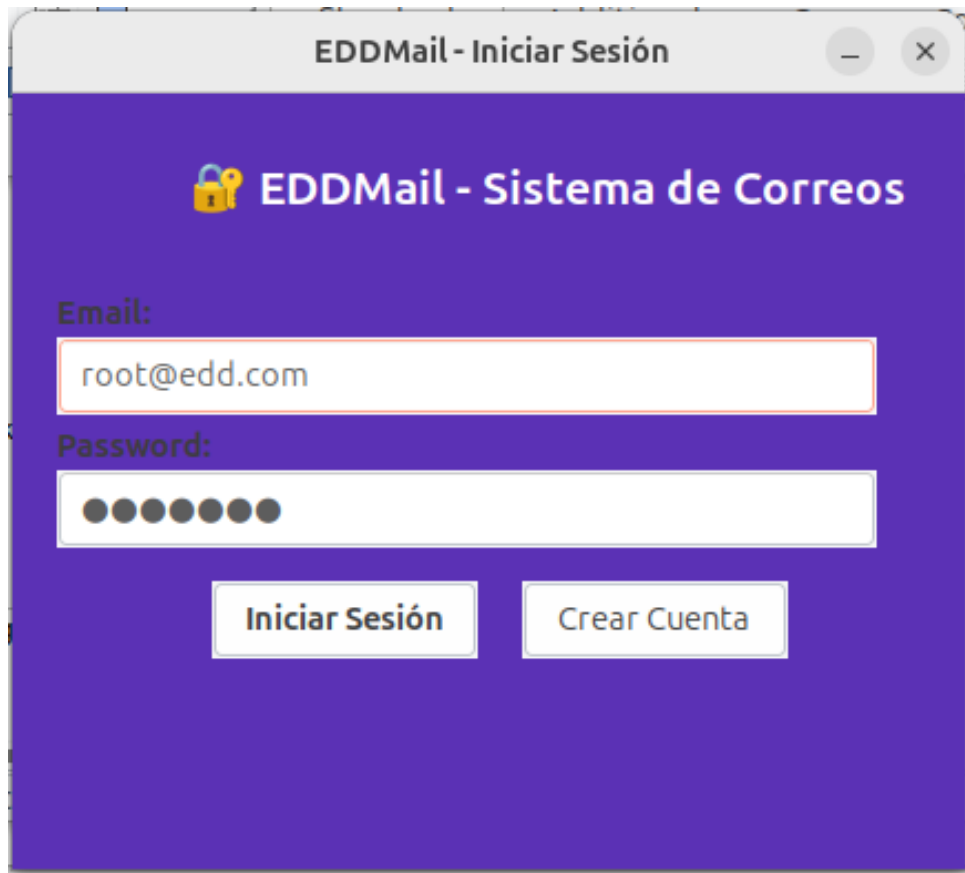


Figura 1: Pantalla de inicio de sesión

- 4.1. Pantalla de Inicio de Sesión
- 4.2. Creación de Cuenta
- 4.3. Panel de Administración (Root)
- 4.4. Bandeja de Entrada
- 4.5. Borradores (Árbol AVL)
- 4.6. Favoritos (Árbol B)
- 4.7. Comunidades (Árbol BST)
- 4.8. Otras Funcionalidades
- 4.9. Reportes del Sistema
- 5. Interfaz de Usuario

5.1. Pantalla de Inicio de Sesión

Al ejecutar EDDMail Fase 2, se presenta la pantalla principal de autenticación (ver Figura 1) donde los usuarios pueden:

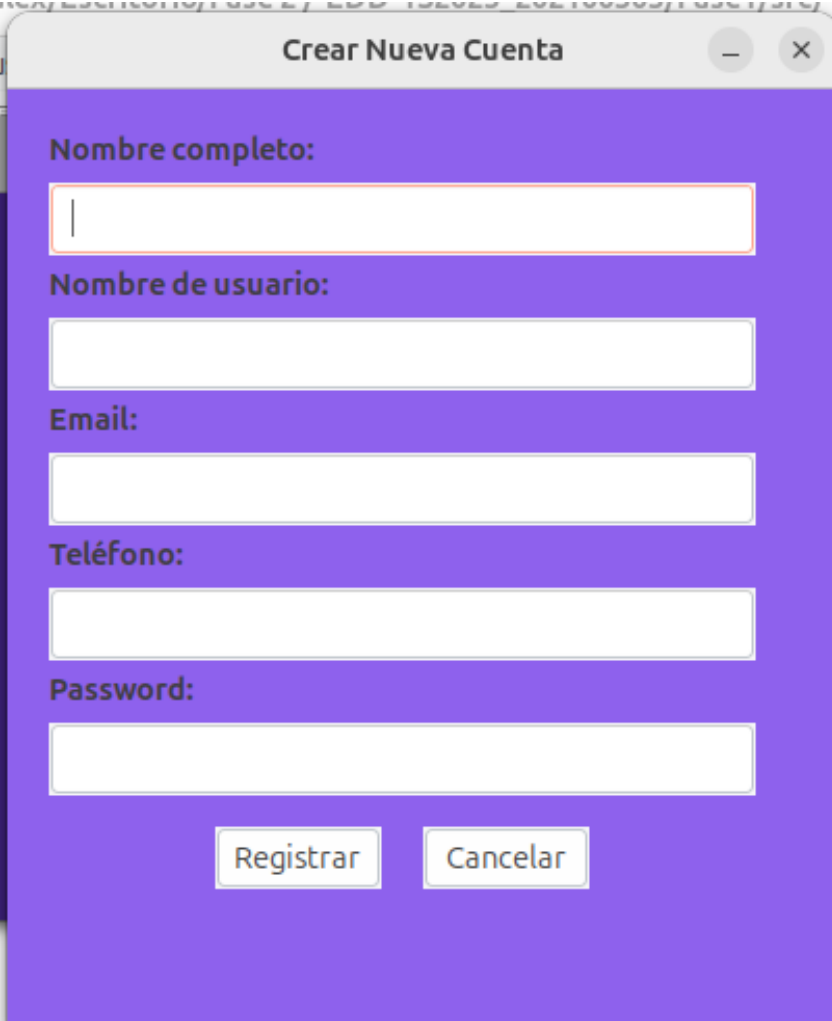
A screenshot of a web browser window titled "Crear Nueva Cuenta". The window has a purple background. It contains five text input fields, each preceded by a label: "Nombre completo:", "Nombre de usuario:", "Email:", "Teléfono:", and "Password:". At the bottom of the form, there are two buttons: "Registrar" and "Cancelar". The "Registrar" button is highlighted with a white border and a slight shadow.

Figura 2: Formulario para crear nueva cuenta

- **Iniciar Sesión:** Autenticarse con credenciales existentes
- **Crear Cuenta:** Registrar un nuevo usuario en el sistema

5.2. Creación de Nueva Cuenta

Para registrar un nuevo usuario (ver Figura 2), complete los siguientes campos:

- Nombre completo
- Nombre de usuario
- Dirección de correo electrónico (debe ser única)
- Número de teléfono
- Contraseña



Figura 3: Panel de administración del usuario root

6. Usuario Root (Administrador)

El sistema incluye un usuario administrador predefinido:

- **Email:** root@edd.com
- **Password:** root123

6.1. Panel de Administración

El panel de administración (Figura 3) permite al usuario root:

6.1.1. Carga Masiva de Usuarios

Formato JSON:



Figura 4: Interfaz de la bandeja de entrada

```
{
  "usuarios": [
    {
      "id": 1,
      "nombre": "Luis Garcia",
      "usuario": "auxluis",
      "email": "aux-luis@edd.com",
      "password": "auxluis123",
      "telefono": "12345678"
    }
  ]
}
```

6.1.2. Carga Masiva de Correos

Formato JSON:

```
{
  "correos": [
    {
      "id": 1,
      "remitente": "aux-luis@edd.com",
      "destinatario": "aux-marcosg@edd.com",
      "estado": "NL",
      "asunto": "Reunion de proyecto",
      "mensaje": "Confirmar asistencia."
    }
  ]
}
```



Figura 5: Formulario para guardar borrador

}

6.1.3. Gestión de Comunidades (Árbol BST)

El usuario root puede:

- Crear nuevas comunidades organizadas en árbol BST
- Asignar usuarios a comunidades existentes
- Visualizar todas las comunidades ordenadas alfabéticamente
- Ver mensajes publicados en cada comunidad
- Generar reportes del árbol BST de comunidades (Figura 18)

6.2. Reportes del Administrador

- **Reporte de Usuarios:** Lista simple de todos los usuarios (Figura 17)
- **Reporte de Relaciones:** Matriz dispersa de correos
- **Reporte de Comunidades BST:** Árbol binario de búsqueda (Figura 18)

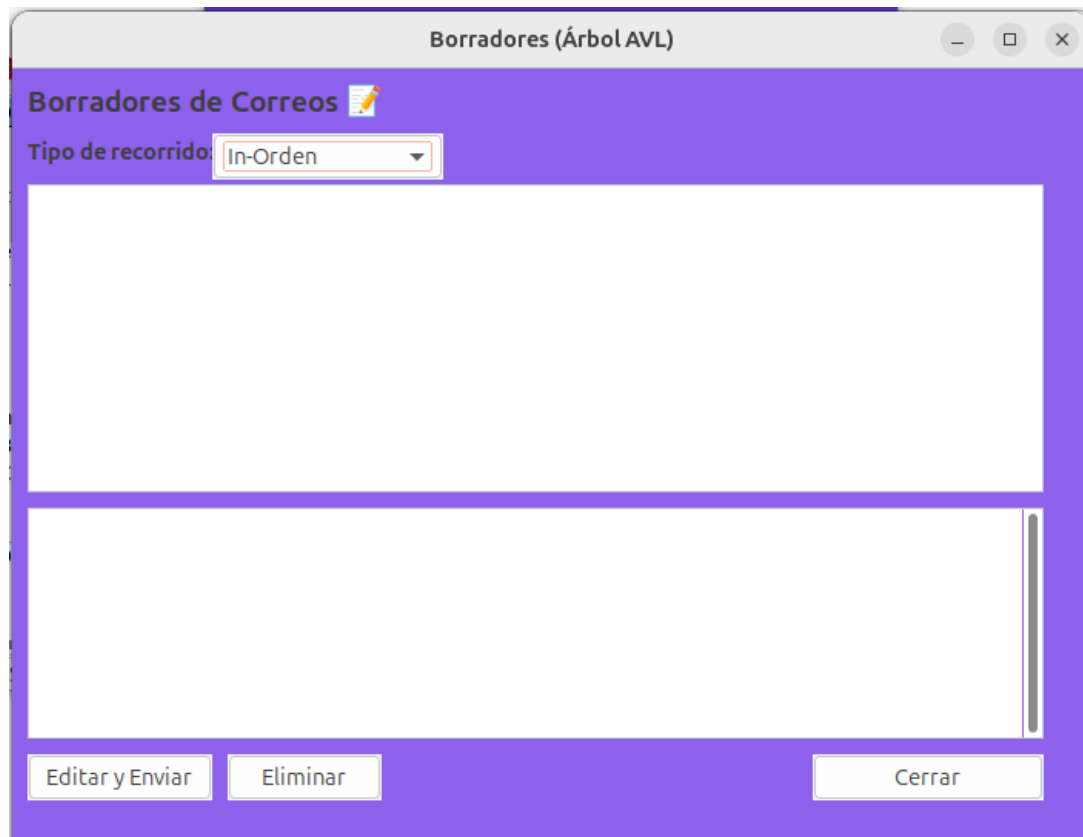


Figura 6: Interfaz para visualizar borradores con recorridos

7. Usuario Estándar

7.1. Bandeja de Entrada

La interfaz de bandeja de entrada (Figura 4) muestra una lista doblemente enlazada con correos recibidos:

- **Estado:** 'NL' (No Leído) o 'L' (Leído)
- **Asunto:** Título del correo
- **Remitente:** Dirección del emisor
- **Fecha:** Fecha y hora de recepción

Funcionalidades:

- Ordenar por asunto (A-Z)
- Ver correos no leídos
- Marcar como leídos
- Eliminar correos
- **NUEVO:** Marcar como favoritos (Figura 7)
- **NUEVO:** Guardar como borrador (Figura 5)



Figura 7: Interfaz para marcar correo como favorito

7.2. Borradores (Árbol AVL)

Los borradores se gestionan mediante un Árbol AVL autobalanceado.

7.2.1. Guardar Borrador

Como se muestra en la Figura 5:

1. Seleccionar "Guardar Borrador"
2. Completar formulario:
 - Destinatario
 - Asunto
 - Mensaje
3. Sistema asigna ID único
4. Se inserta en árbol AVL con balance automático

7.2.2. Visualizar Borradores

La interfaz (Figura 6) permite tres tipos de recorridos:

- **InOrden:** Orden ascendente por ID
- **PreOrden:** Raíz-Izquierda-Derecha
- **PostOrden:** Izquierda-Derecha-Raíz

El reporte gráfico del árbol AVL se muestra en la Figura 19.



Figura 8: Interfaz de gestión de favoritos

7.2.3. Modificar y Enviar

- Buscar borrador por ID
- Modificar destinatario, asunto o mensaje
- Enviar borrador (elimina del AVL y envía)
- Eliminar borrador sin enviar

7.3. Favoritos (Árbol B de Orden 5)

Los correos favoritos se organizan en Árbol B de orden 5.

7.3.1. Marcar como Favorito

Proceso (ver Figura 7):

1. Seleccionar correo de bandeja
2. "Marcar como Favorito"
3. Se indexa en Árbol B por ID
4. División automática si nodo lleno



Figura 9: Interfaz de comunidades (Árbol BST)

7.3.2. Gestionar Favoritos

La interfaz de gestión (Figura 8) permite:

- Ver todos los favoritos
- Buscar por ID (optimizado)
- Desmarcar favoritos
- Generar reporte (Figura 20)

Propiedades del Árbol B:

- Hasta 4 claves por nodo
- Hasta 5 hijos por nodo
- Siempre balanceado
- Búsqueda $O(\log n)$

7.4. Comunidades (Árbol BST)

Sistema de grupos organizados en árbol binario de búsqueda.



Figura 10: Formulario para publicar en comunidad

7.4.1. Unirse a Comunidad

En la interfaz (Figura 9):

1. Ver comunidades disponibles (alfabéticamente)
2. Solicitar unirse
3. Confirmación del sistema

7.4.2. Publicar en Comunidad

Usando el formulario (Figura 10):

1. Acceder a comunidad
2. Redactar mensaje
3. Publicar
4. Se incrementa contador de mensajes

7.4.3. Ver Mensajes

- Listar comunidades (InOrden del BST)
- Seleccionar comunidad

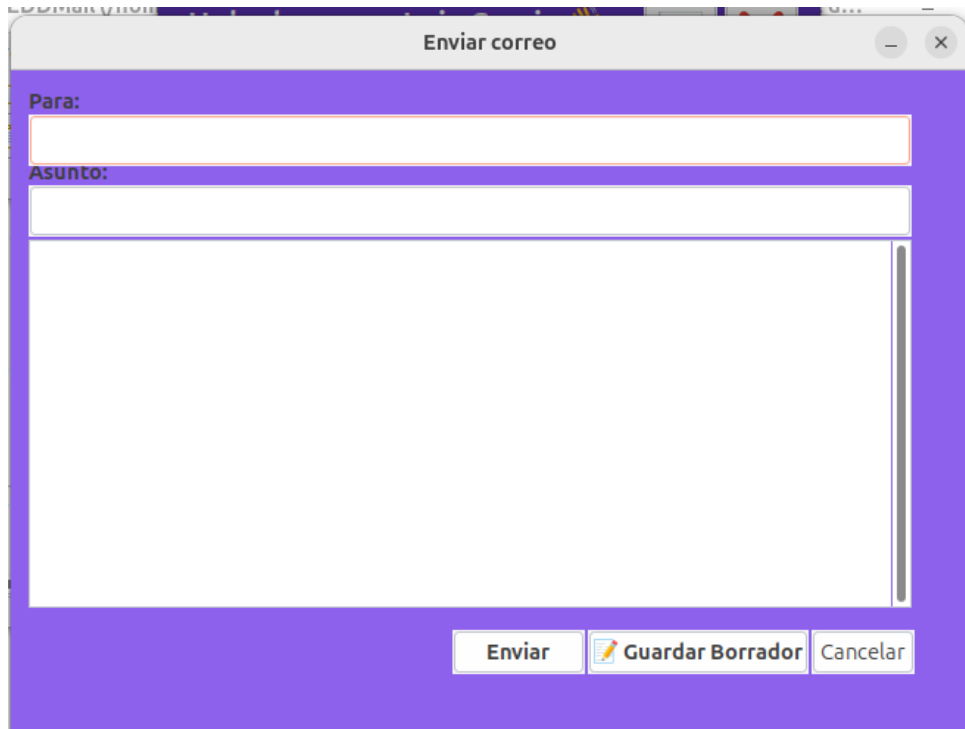


Figura 11: Formulario para enviar correo

- Ver mensajes cronológicamente
- Mostrar: autor, contenido y fecha

7.5. Otras Funcionalidades

7.5.1. Enviar Correo

El formulario (Figura 11) permite:

- Destinatario (debe estar en contactos)
- Asunto
- Mensaje
- Actualiza matriz dispersa

7.5.2. Gestión de Contactos

Como se muestra en la Figura 12:

- Agregar contacto (lista circular)
- Navegar: Anterior/Siguiente
- Ver información completa
- Generar reporte (Figura 23)



Figura 12: Interfaz de navegación de contactos

7.5.3. Papelera

La interfaz (Figura 13) muestra:

- Estructura: Pila LIFO
- Buscar por asunto
- Eliminar definitivamente
- Visualizar correos
- Reporte gráfico (Figura 22)

7.5.4. Correos Programados

Funcionalidades (Figuras 14 y 15):

- Estructura: Cola FIFO
- Programar con fecha/hora
- Enviar manualmente
- Eliminar programados

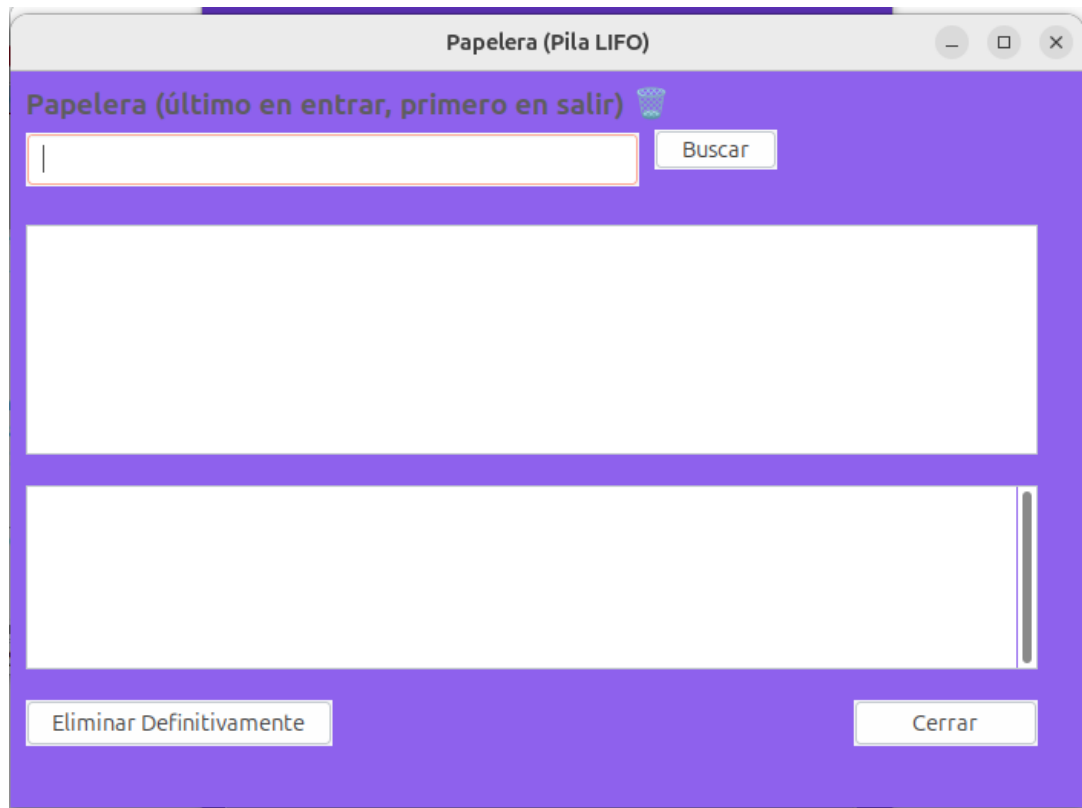


Figura 13: Interfaz de la papelerera (Pila LIFO)

7.5.5. Actualizar Perfil

El formulario (Figura 16) permite:

- Modificar nombre
- Modificar usuario
- Modificar teléfono
- Email no modificable

8. Estructuras de Datos

8.1. Fase 1 (Mantenidas)

- **Lista Simple:** Usuarios
- **Lista Doblemente Enlazada:** Bandeja entrada
- **Lista Circular:** Contactos
- **Pila LIFO:** Papelerera
- **Cola FIFO:** Programados
- **Matriz Dispersa:** Relaciones

Figura 14: Formulario para programar correo

8.2. Fase 2 (Nuevas)

8.2.1. Árbol AVL

Uso: Borradores

Características:

- Balance estricto: $|altura(izq) - altura(der)| \leq 1$
- Rotaciones: simples y dobles
- Complejidad: $O(\log n)$
- Recorridos: InOrden, PreOrden, PostOrden

8.2.2. Árbol BST

Uso: Comunidades

Características:

- Ordenamiento alfabético
- Búsqueda binaria
- InOrden = orden alfabético
- Almacena: nombre, fecha, mensajes

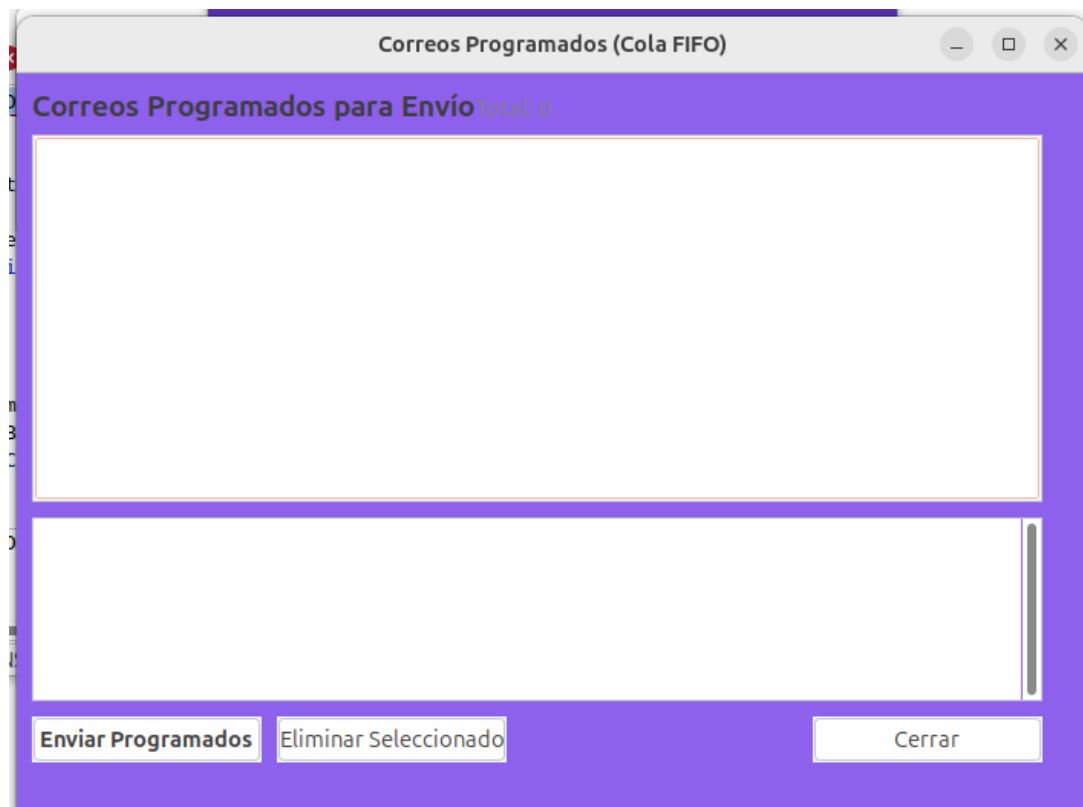


Figura 15: Lista de correos programados (Cola FIFO)

8.2.3. Árbol B Orden 5

Uso: Favoritos

Características:

- 2-4 claves por nodo
- 3-5 hijos por nodo
- Perfectamente balanceado
- División automática
- Búsqueda: $O(\log n)$

Actualizar Perfil

Actualizar Información Personal

Email (no modificable): lgarcia@edd.com

Nombre completo:

Luis Garcia

Nombre de usuario:

lgarcia

Teléfono:

12345678

Actualizar Cancelar

Figura 16: Formulario para actualizar perfil

9. Tabla de Complejidades

Estructura	Búsqueda	Inserción	Eliminación
Lista Simple	$O(n)$	$O(1)$	$O(n)$
Lista Doble	$O(n)$	$O(1)$	$O(n)$
Lista Circular	$O(n)$	$O(1)$	$O(n)$
Pila	$O(n)$	$O(1)$	$O(1)$
Cola	$O(n)$	$O(1)$	$O(1)$
Árbol AVL	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$
Árbol BST	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$
Árbol B	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$
Matriz Dispersa	$O(m+n)$	$O(1)$	$O(1)$

10. Sistema de Reportes

10.1. Reportes Root

Carpeta: Root-Reportes/

- Usuarios (Lista Simple) - Figura 17
- Relaciones (Matriz Dispersa)
- Comunidades (Árbol BST) - Figura 18

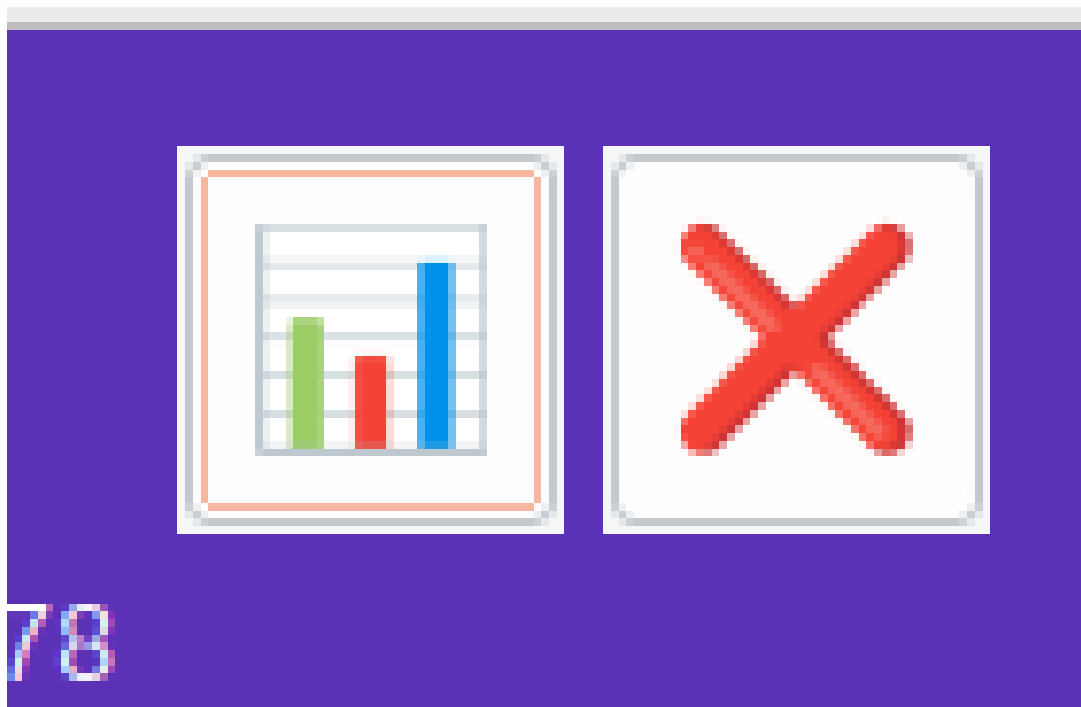


Figura 17: Ejemplo de reporte de usuarios (Lista Simple)

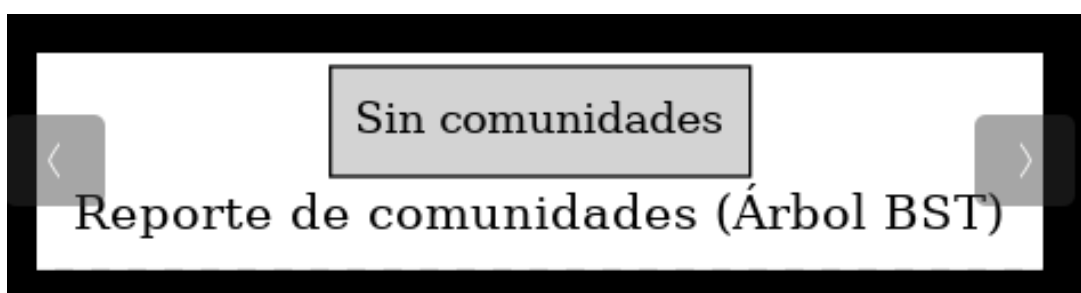


Figura 18: Ejemplo de reporte de comunidades (Árbol BST)

10.2. Reportes Usuario

Carpeta: [USUARIO]-Reportes/

- Bandeja (Lista Doble) - Figura 21
- Papelera (Pila) - Figura 22
- Programados (Cola)
- Contactos (Lista Circular) - Figura 23
- **NUEVO:** Borradores (Árbol AVL) - Figura 19
- **NUEVO:** Favoritos (Árbol B) - Figura 20

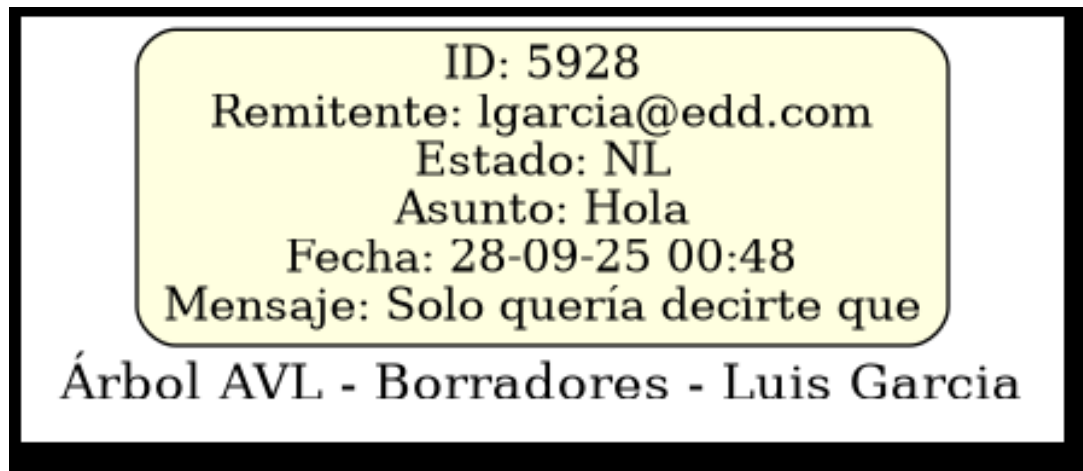


Figura 19: Ejemplo de reporte de borradores (Árbol AVL)

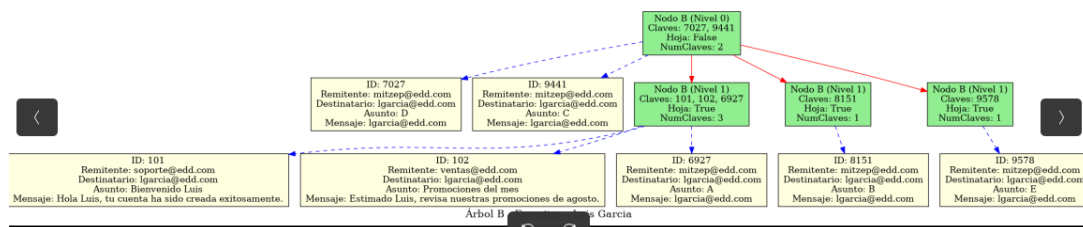


Figura 20: Ejemplo de reporte de favoritos (Árbol B orden 5)

11. Ejemplos de Uso

11.1. Ejemplo 1: Crear y Enviar Borrador

1. Login: usuario@edd.com
2. "Guardar Borrador"(ver Figura 5)
3. Completar datos
4. Sistema asigna ID=15
5. "Ver Borradores» InOrden"(ver Figura 6)
6. Buscar ID=15
7. Modificar si necesario
8. .Enviar Borrador"

11.2. Ejemplo 2: Gestionar Favoritos

1. Revisar bandeja (Figura 4)
2. Seleccionar correo ID=42
3. "Marcar Favorito"(Figura 7)

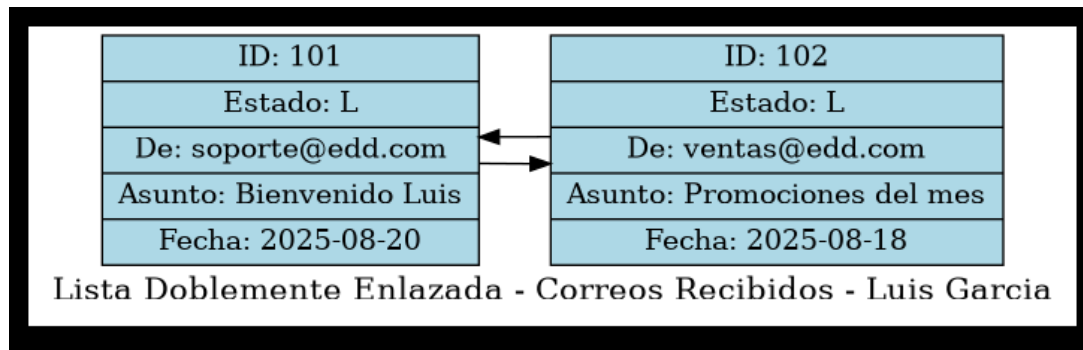


Figura 21: Ejemplo de reporte de bandeja de entrada (Lista Doble)

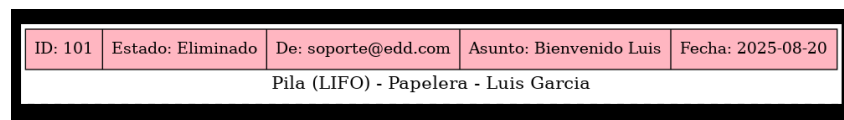


Figura 22: Ejemplo de reporte de papelera (Pila)

4. Verificar en "Ver Favoritos" (Figura 8)
5. "Buscar Favorito» ID=42
6. Sistema busca en $O(\log n)$

11.3. Ejemplo 3: Comunidad

1. Root crea "Proyectos"
2. Usuario se une (Figura 9)
3. Publica: "Inicio fase 2" (Figura 10)
4. Mensaje agregado al BST
5. Contador aumenta
6. Otros ven mensaje

12. Preguntas Frecuentes

12.1. ¿Diferencia entre AVL y BST?

AVL garantiza balance con rotaciones. BST puede degenerar en lista.

12.2. ¿Por qué Árbol B para favoritos?

- Múltiples claves por nodo
- Siempre balanceado
- Búsquedas eficientes
- Maneja grandes volúmenes



Figura 23: Ejemplo de reporte de contactos (Lista Circular)

12.3. ¿Cómo se balancea AVL?

1. Recalcular alturas
2. Verificar $FB = \text{altura(izq)} - \text{altura(der)}$
3. Si $|FB| > 1$, aplicar rotación

12.4. ¿División en Árbol B?

Cuando nodo lleno (4 claves):

1. Dividir en dos nodos
2. Clave media sube al padre
3. Primeras 2 claves a izquierda
4. Últimas 2 claves a derecha

13. Solución de Problemas

13.1. Error de Compilación

- Verificar GTK instalado
- Comprobar rutas librerías
- Reinstalar dependencias
- Verificar FPC 3.0+

13.2. Reportes no generan

- Instalar Graphviz
- Verificar permisos
- Comando dot disponible

13.3. AVL no balancea

- Verificar cálculo alturas
- Comprobar factor balance
- Revisar rotaciones
- Generar reporte visual

13.4. Error Árbol B

- Verificar división en 4 claves
- Validar redistribución
- Usar `EsArbolBValido()`

14. Tips de Uso

14.1. Mejores Prácticas

- Agregar contactos antes de enviar
- Guardar borradores frecuentemente
- Marcar importantes como favoritos
- Usar `InOrden` para ver ordenados
- Generar reportes periódicamente

14.2. Optimización

- Favoritos para acceso $O(\log n)$
- AVL garantiza operaciones balanceadas
- BST permite búsquedas binarias

15. Conclusión

EDDMail Fase 2 incorpora estructuras jerárquicas avanzadas que optimizan el rendimiento:

- **AVL:** Balance estricto para borradores
- **Árbol B:** Optimización de favoritos
- **BST:** Comunidades ordenadas
- **Fase 1:** Mantiene funcionalidad base

Los reportes Graphviz visualizan el funcionamiento interno. El sistema demuestra aplicación práctica de estructuras de datos en entorno real.

16. Soporte

- GitHub: <https://github.com/JoseArt777/-EDD-1S2025-202100305.git>
- Email: iosealexander40@outlook.com
- Manual Técnico: Documentación implementación
- Manual Integración: Guía grupos

EDDMail Fase 2

*Universidad de San Carlos de Guatemala
Estructuras de Datos - 2025*