

UNIVERSIDAD DE OVIEDO



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo



Escuela de
Ingeniería
Informática
Universidad de Oviedo

ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

TRABAJO FIN DE GRADO

“Aplicación web interactiva para el cálculo del tamaño muestral con
RShiny”

**Vº Bº del Director del
Proyecto**

DIRECTOR: María Asunción Lubiano Gómez

CODIRECTOR: José García García

AUTOR: Iñaki Salgado Uralde

Agradecimientos

Antes de empezar a agradecer a las personas que me han apoyado todo este tiempo, quiero reflejar lo tremendamente orgulloso que me siento de mí mismo, de ser capaz de tener el valor y coraje de terminar el grado. Ha sido un camino largo y difícil pero también ha sido la mayor lección de que con constancia y sacrificio todo sale.

Por supuesto, muchísimas gracias a mi familia por apoyarme siempre, ya sea para este presente trabajo como para todo en la vida.

Quiero mencionar fervientemente a mi pareja Candela. Ella ha sido la que ha estado conmigo todo este tiempo, cuando me salían bien las cosas y cuando no también, cuando me faltaban fuerzas para seguir ahí ha estado ella para dárme las. Te quiero.

Por último, me gustaría agradecer a mis tutores Asun y José, sin los cuales y sin su ayuda en todo momento, este trabajo no habría salido adelante.

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo el desarrollo de una aplicación web, denominada "MuestRal", que facilita el cálculo de tamaños muestrales para estudios estadísticos. Ha sido implementada en *Shiny*, paquete del lenguaje de programación R que facilita la creación de aplicaciones web. Esta herramienta está diseñada para ser utilizada por investigadores, estadísticos y profesionales en diversas áreas como encuestas de opinión y control de calidad, proporcionando una interfaz intuitiva y amigable para realizar estos cálculos de manera eficiente y precisa.

La aplicación "MuestRal" permite a los usuarios seleccionar entre dos tipos de muestreo: Muestreo Aleatorio Simple (M.A.S.) y Muestreo Aleatorio con Reposición (M.A.C.R.). Los usuarios pueden especificar parámetros como la varianza poblacional, la proporción estimada, el error de muestreo y el nivel de confianza. La aplicación calcula el tamaño muestral requerido y presenta los resultados de manera clara y detallada.

Palabras Clave

R, Shiny, Estadística, Tamaño muestral, Muestreo aleatorio simple, Muestreo aleatorio con reposición, Media, Proporción, Error de muestreo, Error máximo admisible, coeficiente de confianza.

Abstract

The objective of this work is the development of a web application, called "MuestRal", which facilitates the calculation of sample sizes for statistical studies. It has been implemented in *Shiny*, an R programming language package that facilitates the creation of web applications. This tool is designed to be used by researchers, statisticians, and professionals in various areas such as opinion surveys and quality control, providing an intuitive and friendly interface to perform these calculations efficiently and accurately.

The "MuestRal" application allows users to select between two types of sampling: Simple Random Sampling (S.R.S.) and Random Sampling with Replacement. Users can specify parameters such as population variance, estimated proportion, sampling error, and confidence level. The application calculates the required sample size and presents the results in a clear and detailed manner.

Keywords

R, Shiny, Statistics, Sample size, Simple random sampling, Random sampling with replacement, Mean, Proportion, Sampling error, Maximum error of estimation, confidence coefficient.

Índice General

CAPÍTULO 1. MEMORIA DEL PROYECTO	17
1.1 RESUMEN DE LA MOTIVACIÓN, OBJETIVOS Y ALCANCE DEL PROYECTO	17
1.2 ESTRUCTURA DE LA MEMORIA	17
CAPÍTULO 2. INTRODUCCIÓN	19
2.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	19
2.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO	20
2.3 ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	20
2.3.1 <i>Aplicaciones web similares</i>	20
2.3.2 <i>R Packages (pwr)</i>	22
CAPÍTULO 3. ASPECTOS TEÓRICOS	23
3.1 ¿POR QUÉ EL MUESTREO?	23
3.2 CONCEPTOS BÁSICOS	24
3.3 TIPOS DE ERRORES.....	24
3.4 MUESTREO ALEATORIO SIMPLE Y CON REPOSICIÓN.....	25
3.4.1 <i>Cálculo del tamaño muestral en el M.A.S. y M.A.C.R.</i>	25
CAPÍTULO 4. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO Y RESUMEN DE PRESUPUESTO	29
4.1 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	29
4.1.1 <i>Unidades de trabajo</i>	29
4.1.2 <i>Planificación inicial</i>	29
4.2 RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	31
CAPÍTULO 5. ANÁLISIS	33
5.1 DETERMINACIÓN DEL ALCANCE DEL SISTEMA.....	33
5.2 REQUISITOS DEL SISTEMA	34
5.2.1 <i>Obtención de los Requisitos del Sistema</i>	34
5.2.2 <i>Identificación de Actores del Sistema</i>	36
5.2.3 <i>Especificación de Casos de Uso</i>	36
5.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS SUBSISTEMAS EN LA FASE DE ANÁLISIS	37
5.3.1 <i>Descripción de los Subsistemas</i>	37
5.4 ANÁLISIS DE CASOS DE USO Y ESCENARIOS.....	38
5.4.1 <i>Caso de Uso 1</i>	38
5.4.2 <i>Caso de Uso 2</i>	38
5.4.3 <i>Caso de Uso 3</i>	39
5.4.4 <i>Caso de Uso 4</i>	39
5.4.5 <i>Caso de Uso 5</i>	40
5.5 ANÁLISIS DE INTERFACES DE USUARIO	40
5.5.1 <i>Descripción de la Interfaz</i>	40
5.5.2 <i>Descripción del Comportamiento de la Interfaz</i>	42
5.5.3 <i>Diagrama de Navegabilidad</i>	42
5.6 ESPECIFICACIÓN DEL PLAN DE PRUEBAS.....	42
CAPÍTULO 6. DISEÑO DEL SISTEMA.....	43
6.1 ARQUITECTURA DEL SISTEMA	43

6.1.1	Diagramas de Paquetes.....	43
6.1.2	Diagramas de Despliegue.....	44
6.2	DISEÑO DE LA INTERFAZ	45
6.3	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL PLAN DE PRUEBAS.....	49
6.3.1	Pruebas Unitarias	49
6.3.2	Pruebas de Integración y del Sistema	50
6.3.3	Pruebas de Usabilidad	50
6.3.4	Pruebas de Accesibilidad	50
CAPÍTULO 7. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA		51
7.1	ESTÁNDARES Y NORMAS SEGUIDOS	51
7.1.1	Guía de Estilo para R.....	51
7.1.2	Principios de Diseño de Interfaces de Usuario (UI)	51
7.2	LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.....	51
7.2.1	R.....	51
7.2.2	Shiny	52
7.3	HERRAMIENTAS Y PROGRAMAS USADOS PARA EL DESARROLLO	52
7.3.1	RStudio.....	52
7.3.2	Git	53
7.3.3	GitHub.....	53
7.3.4	GitHub Desktop.....	54
7.3.5	Word.....	54
7.3.6	Draw.io	54
7.3.7	Visual Paradigm.....	55
7.4	HERRAMIENTAS PARA LA DIFUSIÓN	55
7.4.1	Shinyapps.io.....	55
7.5	PROBLEMAS ENCONTRADOS.....	56
7.5.1	Tooltips ocultos al redimensionar aplicación.....	56
7.5.2	Caracteres especiales incorrectos.....	56
CAPÍTULO 8. DESARROLLO DE LAS PRUEBAS		59
8.1	PRUEBAS UNITARIAS.....	59
8.2	PRUEBAS DE INTEGRACIÓN Y DEL SISTEMA	59
8.3	PRUEBAS DE USABILIDAD Y ACCESIBILIDAD.....	60
8.3.1	Pruebas de Usabilidad	60
8.3.2	Resultado de los cuestionarios.....	61
8.3.3	Pruebas de Accesibilidad	62
CAPÍTULO 9. MANUALES DEL SISTEMA.....		63
9.1	MANUAL DE INSTALACIÓN	63
9.1.1	Instalación de R.....	63
9.1.2	Instalación de RStudio	63
9.1.3	Instalación de dependencias y paquetes	63
9.2	MANUAL DE EJECUCIÓN	63
9.2.1	Arranque de la Aplicación.....	63
9.2.2	Parada de la Aplicación	64
9.3	MANUAL DE USUARIO	64
9.3.1	Inicio	64
9.3.2	Cálculo	65
9.3.3	Ayuda.....	67

9.4	MANUAL DEL PROGRAMADOR.....	68
9.4.1	<i>Estructura del proyecto.....</i>	68
9.4.2	<i>Ampliaciones y Modificaciones.....</i>	69
9.5	MANUAL DE DESPLIEGUE	70
CAPÍTULO 10.	CONCLUSIONES Y AMPLIACIONES.....	73
10.1	CONCLUSIONES.....	73
10.2	AMPLIACIONES	73
10.2.1	<i>Añadir parámetros de interés y tipos de error</i>	73
10.2.2	<i>Internacionalización</i>	73
10.2.3	<i>Integración con bases de datos.....</i>	74
CAPÍTULO 11.	PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO Y PRESUPUESTO FINALES	75
11.1	PLANIFICACIÓN FINAL	75
11.2	PRESUPUESTO FINAL.....	77
11.2.1	<i>Desarrollo de Presupuesto Detallado (Empresa).....</i>	77
11.2.2	<i>Presupuesto cliente</i>	78
CAPÍTULO 12.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
12.1	LIBROS Y ARTÍCULOS.....	79
12.2	PAQUETES DE R.	79
12.3	REFERENCIAS EN INTERNET	79
CAPÍTULO 13.	APÉNDICES	81
13.1	GLOSARIO	81
13.2	CONTENIDO ENTREGADO EN EL ARCHIVO ADJUNTO	81
13.3	CÓDIGO FUENTE	81
13.4	DESPLIEGUE PÚBLICO	82

Índice de Figuras

Figura 2.1 Imagen significado tamaño muestral.....	19
Figura 2.2 Calculadora de muestra QuestionPro	21
Figura 2.3 Calculadora de muestra SurveyMonkey	21
Figura 2.4 Calculadora de muestra Qualtrics	22
Figura 2.5 Ejemplo utilización paquete pwr	22
Figura 4.1 Diagrama Gantt planificación inicial	30
Figura 5.1 Especificación de casos de uso.....	36
Figura 5.2 Esbozo ventana Inicio	41
Figura 5.3 Esbozo ventana Cálculo	41
Figura 5.4 Esbozo ventana Ayuda	41
Figura 5.5 Diagrama navegabilidad	42
Figura 6.1 Diagrama de paquetes.....	43
Figura 6.2 Diagrama de despliegue	44
Figura 6.3 Diseño pantalla Inicio I	45
Figura 6.4 Diseño pantalla Inicio II	45
Figura 6.5 Diseño pantalla Cálculo I	46
Figura 6.6 Diseño pantalla Cálculo II	46
Figura 6.7 Diseño pantalla Cálculo III	47
Figura 6.8 Diseño pantalla Cálculo IV	47
Figura 6.9 Diseño pantalla Cálculo V	47
Figura 6.10 Diseño pantalla Ayuda I.....	48
Figura 6.11 Diseño pantalla Ayuda II.....	48
Figura 6.12 Diseño pantalla Ayuda III.....	48
Figura 6.13 Pruebas unitarias para la media	49
Figura 6.14 Pruebas unitarias para la proporción	49
Figura 7.1 Logo lenguaje R	52
Figura 7.2 Logo paquete Shiny	52
Figura 7.3 Logo programa RStudio	53
Figura 7.4 Logo herramienta Git.....	53
Figura 7.5 Logo herramienta GitHub	53
Figura 7.6 Logo herramienta GitHub Desktop	54
Figura 7.7 Logo herramienta Microsoft Word	54
Figura 7.8 Logo herramienta Draw.io	54
Figura 7.9 Logo herramienta Visual Paradigm	55
Figura 7.10 Portada shinyapps.io	55
Figura 7.11 Planes de precios shinyapps.io	56
Figura 8.1 Resultado pruebas unitarias	59
Figura 8.2 Resultado pruebas de accesibilidad	62
Figura 9.1 Arranque de la aplicación	64
Figura 9.2 Parada de la aplicación	64
Figura 9.3 Pantalla Inicio I	65
Figura 9.4 Pantalla Inicio II	65
Figura 9.5 Pantalla Cálculo I	65
Figura 9.6 Pantalla Cálculo II	66
Figura 9.7 Pantalla Cálculo III	66

Figura 9.8 Pantalla Ayuda I	67
Figura 9.9 Pantalla Ayuda II	67
Figura 9.10 Pantalla Ayuda III	67
Figura 9.11 Estructura del proyecto	68
Figura 9.12 Pantalla registro shinyapps.io.....	70
Figura 9.13 Pantalla publicación app desde RStudio	71
Figura 9.14 Pantalla selección archivos a desplegar	71
Figura 11.1 Diagrama Gantt planificación final	76

Índice de Tablas

Tabla 4.1 Resumen presupuesto	31
Tabla 11.1 Tabla presupuesto para empresa detallado	77
Tabla 11.2 Tabla presupuesto para cliente.....	78

Capítulo 1. Memoria del Proyecto

1.1 Resumen de la Motivación, Objetivos y Alcance del Proyecto

La necesidad de realizar cálculos estadísticos precisos es fundamental en diversas áreas de investigación. Un tamaño muestral incorrecto puede llevar a resultados no significativos, afectando a la validez del estudio. Además, el muestreo de poblaciones contribuye a reducir costes y permite obtener conclusiones con mayor rapidez.

Este proyecto se motiva por la necesidad de desarrollar una herramienta accesible y eficiente que ayude a los investigadores a calcular el tamaño muestral adecuado para llevar a cabo sus investigaciones.

El objetivo del proyecto es implementar una herramienta web utilizando el lenguaje de programación R a través del paquete *Shiny*, que permita el cálculo del tamaño muestral necesario para alcanzar una precisión prefijada de antemano utilizando diferentes tipos de muestreo. Para ello, se desarrollarán algoritmos que calculen el tamaño muestral tanto para la estimación de una media poblacional como para una proporción poblacional, considerando métodos de muestreo probabilísticos como el muestreo aleatorio simple (M.A.S.) y el muestreo aleatorio con reposición (M.A.C.R.).

Además, se diseñará una interfaz de usuario intuitiva y accesible que facilite el uso de la herramienta. La precisión de los cálculos será validada y verificada mediante pruebas unitarias y de integración.

El proyecto también incluirá un apartado de ayuda que proporcione instrucciones de uso, así como un resumen de las fórmulas y parámetros que utiliza para el cálculo muestral. Una vez completada, la aplicación se publicará en una plataforma accesible para los usuarios finales.

1.2 Estructura de la memoria

A continuación, se resumirá brevemente en qué consiste cada capítulo de esta memoria.

- **Capítulo 2:** en este apartado se intentarán exponer los motivos que han llevado a la creación de la herramienta web, los objetivos principales del sistema y un estudio de la situación actual, analizando las diversas aplicaciones similares existentes.
- **Capítulo 3:** esta sección está dedicada a explicar los conceptos teóricos de los tipos de muestreo y el cálculo del tamaño muestral.
- **Capítulo 4:** aquí se encuentra la planificación inicial del proyecto mostrando el desglose de las tareas y los tiempos estimados, así como un resumen del presupuesto.

- **Capítulo 5:** contiene principalmente la especificación de requisitos, así como todo el análisis del sistema expresado mediante casos de uso y escenarios. También se encuentran aquí los prototipos iniciales de la aplicación y la especificación del plan de pruebas.
- **Capítulo 6:** en esta sección se detallan todos los aspectos relativos al diseño. Contiene la mayoría de los diagramas, así como el diseño final de la interfaz ya implementada y la especificación técnica de las pruebas.
- **Capítulo 7:** en este apartado se explican los estándares seguidos, los lenguajes de programación utilizados y las herramientas o programas necesarios para desarrollar el sistema. Por último, se explican los problemas encontrados.
- **Capítulo 8:** contiene los resultados de todas las pruebas realizadas al sistema para verificar y validar que cumple los requisitos del cliente.
- **Capítulo 9:** aquí se encuentran los manuales del sistema necesarios para instalar, ejecutar o realizar cambios en el mismo.
- **Capítulo 10:** describe las conclusiones alcanzadas tras la finalización del proyecto, además de futuras ampliaciones que, por diversos motivos, no se han incluido en este trabajo.
- **Capítulo 11:** similar al capítulo 4 pero con la planificación y presupuestos finales debidamente explicados.
- **Capítulo 12:** todas las referencias consultadas en el desarrollo tanto del sistema como de esta documentación.
- **Capítulo 13:** contiene el contenido que se entrega junto a esta memoria y la referencia donde se encuentra disponible el código fuente del proyecto.

Capítulo 2. Introducción

2.1 Justificación del Proyecto

El cálculo del tamaño de muestra es fundamental en la planificación de estudios estadísticos. Un tamaño muestral inadecuado puede afectar la validez de los resultados, ya sea por falta de poder estadístico en muestras pequeñas o por el desperdicio de recursos en muestras demasiado grandes. Sin una herramienta adecuada, determinar el tamaño muestral puede ser complejo y propenso a errores, especialmente para usuarios sin un sólido conocimiento estadístico.

La aplicación "MuestRal" surge para ofrecer una solución accesible y precisa para calcular el tamaño muestral. Esta herramienta está diseñada para ser utilizada por investigadores, académicos y profesionales de diversas disciplinas, permitiendo realizar cálculos exactos de manera eficiente y sin requerir conocimientos avanzados en estadística.

La elección de *Shiny* como plataforma de desarrollo se basa en sus capacidades avanzadas para crear aplicaciones web interactivas directamente desde el lenguaje R. *Shiny* ofrece una integración perfecta con el ecosistema de R, permitiendo utilizar una amplia gama de paquetes y funciones estadísticas ya disponibles, lo que facilita la implementación de algoritmos complejos para el cálculo del tamaño de muestra.



Figura 2.1 Imagen significado tamaño muestral

2.2 Objetivos del Proyecto

El proyecto "MuestRal" tiene como objetivo principal desarrollar una herramienta web con *Shiny* que permita calcular el tamaño muestral necesario para diferentes tipos de muestreo. A continuación, se detallan los objetivos específicos del proyecto:

- Desarrollo de Algoritmos:
 - Implementar algoritmos para calcular el tamaño muestral para medias y proporciones poblacionales.
 - Adaptar los algoritmos para muestreo aleatorio simple (M.A.S.) y muestreo aleatorio con reposición (M.A.C.R.).
- Diseño de Interfaz:
 - Crear una interfaz de usuario fácil de usar y accesible.
 - Incluir ayudas y *tooltips* para facilitar la comprensión de los diferentes campos.
- Validación:
 - Realizar pruebas para asegurar la precisión de los cálculos.
 - Implementar *feedback* en tiempo real para informar sobre posibles errores en los datos ingresados.
- Compatibilidad y Accesibilidad:
 - Asegurar la compatibilidad con diferentes navegadores y sistemas operativos.
 - Hacer la aplicación accesible para usuarios con diferentes niveles de conocimiento estadístico.
- Documentación:
 - Crear documentación técnica y una sección de ayuda dentro de la aplicación.
- Aprendizaje y Desarrollo:
 - Aprender y utilizar *Shiny* para la creación de aplicaciones web.
 - Ampliar conocimientos en el lenguaje R aplicado al desarrollo web.
- Publicación:
 - Publicar la aplicación en una plataforma accesible para su uso gratuito.

2.3 Estudio de la Situación Actual

En la actualidad, existen varias herramientas y plataformas que facilitan la creación de encuestas y el cálculo del tamaño muestral. Sin embargo, aunque estas herramientas son útiles y ampliamente utilizadas, presentan algunas limitaciones que dejan espacio para mejoras y nuevas soluciones.

2.3.1 Aplicaciones web similares

2.3.1.1 QuestionPro

QuestionPro es una herramienta conocida en el ámbito de las encuestas y el análisis de datos. Ofrece funcionalidades avanzadas para la creación de encuestas y la recopilación de datos,

además de herramientas integradas para el cálculo del tamaño muestral. Sin embargo, su enfoque está más orientado a la usabilidad general y a la generación de encuestas, careciendo de flexibilidad y personalización en los cálculos muestrales específicos que MuestRal proporciona. En este caso sólo se podrá realizar el cálculo para el muestreo aleatorio simple de una población a partir de una estimación conocida de la población.

Figura 2.2 Calculadora de muestra QuestionPro

2.3.1.2 SurveyMonkey

SurveyMonkey es otro líder en el campo de las encuestas en línea, conocido por su interfaz fácil de usar y sus amplias capacidades de análisis. Similar a QuestionPro, ofrece herramientas para determinar el tamaño muestral, pero estas están integradas en un sistema más amplio de creación y distribución de encuestas. La principal desventaja, al igual que la anterior aplicación es su falta de personalización en el tipo de cálculo permitido.

Figura 2.3 Calculadora de muestra SurveyMonkey

2.3.1.3 Qualtrics

Qualtrics se distingue por sus capacidades avanzadas en la investigación de mercado y su potente motor de análisis de datos. Ofrece herramientas sofisticadas para el cálculo muestral y

la segmentación de datos, siendo una opción preferida para investigaciones complejas y corporativas. Al igual que las otras herramientas, sólo permite realizar un tipo de cálculo, por lo que queda en clara desventaja frente a nuestra propuesta.

Calculadora del tamaño de la muestra

Gracias a nuestra calculadora y, una vez que hayas determinado sus variantes, podrás calcular el tamaño de la muestra en cuestión de segundos:

Nivel de confianza:

95% ▾

Tamaño de la población:

10000

Margen de error:

5% ▾

Tamaño ideal de la muestra:

370

Figura 2.4 Calculadora de muestra Qualtrics

2.3.2 R Packages (pwr)

Existen varios paquetes en R, como "pwr", que permiten realizar cálculos de tamaño de muestra. Permiten el uso de scripts para cálculos personalizados y repetitivos, con funciones para pruebas estadísticas y métodos de muestreo. Por un lado, ofrece un gran flexibilidad y personalización mediante programación en R, pero se requiere de ciertos conocimientos para aplicarlo, lo que puede ser una barrera de entrada para usuarios sin experiencia. Además, no proporciona una interfaz gráfica en el que se muestren los cálculos realizados.

```
library(pwr)
pwr.p.test(h = ES.h(p1 = 0.75, p2 = 0.50),
  sig.level = 0.05,
  power = 0.80,
  alternative = "greater")

##
##      proportion power calculation for binomial distribution (arcsine transformation)
##
##              h = 0.5235988
##              n = 22.55126
##      sig.level = 0.05
##      power = 0.8
##      alternative = greater
```

Figura 2.5 Ejemplo utilización paquete pwr

Capítulo 3. Aspectos Teóricos

El propósito de la Estadística es obtener conclusiones sobre la naturaleza de una población. Un número creciente de investigadores, en una amplia variedad de disciplinas científicas, lleva a cabo análisis estadísticos de datos como un método formal para llegar a conclusiones o respaldar procesos de toma de decisiones respecto a las hipótesis de la investigación.

Todo estadístico sabe que obtener la información necesaria es un trabajo arduo, complicado y costoso. La recopilación de datos es crucial en cualquier estudio estadístico, ya que incluso el método de análisis más elaborado tiene poco valor si se aplica a datos incorrectos o recolectados en malas condiciones.

3.1 ¿Por qué el muestreo?

Existen dos estrategias posibles para la recopilación de datos:

- Examinar todas las unidades de la población, es decir, realizar un censo.
- Examinar, según planes establecidos previamente, ciertas unidades de la población (muestra) y asumir que los resultados obtenidos son representativos de toda la población.

La conveniencia del muestreo frente a censos o investigaciones exhaustivas está totalmente justificada en las siguientes situaciones:

- Cuando la población es tan grande que el censo excede las posibilidades del investigador.
- Cuando la población es lo suficientemente uniforme para que cualquier muestra proporcione una buena representación de esta.
- Cuando el proceso de medición o investigación de las características de cada elemento es destructivo o disminuye su valor, como al consumir un artículo para juzgar su calidad o al determinar una dosis letal o un punto de ruptura.

Además de los casos extremos anteriores, existen otras razones que pueden hacer ventajoso estudiar una población a partir de sus muestras:

- **Coste reducido:** Si los datos que buscamos se pueden obtener a partir de una pequeña parte del total de la población, los gastos de recogida y tratamiento de los datos serán menores. Por ejemplo, cuando se realizan encuestas previas a un referéndum, es más barato preguntar a 4.000 personas su intención de voto que a 30.000.000. No solo hay que considerar el coste absoluto, sino también el relativo, es decir, el coste en relación con la cantidad de información obtenida. Puede ocurrir que el aumento de información que se obtenga con un censo no compense su mayor coste.
- **Mayor rapidez:** Con ciertos recursos, se puede obtener información más rápida, frecuente y detallada mediante muestras, lo que aumenta su utilidad, especialmente para fenómenos dinámicos y evolutivos. Estamos acostumbrados a ver cómo, con los

resultados del escrutinio de las primeras mesas electorales, se obtiene una aproximación bastante buena del resultado final de unas elecciones, muchas horas antes de que el recuento final de votos haya finalizado.

- **Calidad:** El muestreo exige, en comparación con la realización de censos y estudios exhaustivos, menos trabajo material pero más refinamiento y preparación. Requiere no solamente una base adecuada en los diseñadores, sino también una cierta preparación de los entrevistadores, inspectores y supervisores.

3.2 Conceptos básicos

Denominamos **POBLACIÓN** a la colección de elementos sobre la que se desea examinar el comportamiento del experimento considerado. Los elementos de la población se denominan **INDIVIDUOS**.

Llamamos **MUESTRA** al conjunto de individuos de la población de los cuales se obtiene información, cuando no es posible obtenerla de todos los individuos que la componen.

Cuando se extrae una muestra, los datos obtenidos nos permiten inferir unos valores aproximados de la población en su totalidad. A estos valores aproximados se les denomina **ESTIMACIONES**, las cuales estarán afectadas por un error conocido como **ERROR DEBIDO AL MUESTREO**. Cuanto menor sea este error, mayor será la **PRECISIÓN** de las estimaciones.

3.3 Tipos de errores

En general, si $\hat{\theta}$ es un estimador del parámetro θ , se llama **ERROR DE MUESTREO** a la raíz cuadrada de la varianza del estimador, esto es:

$$e = \sqrt{\text{Var}(\hat{\theta})}.$$

Hay ocasiones en que es preferible dar, en vez de una estimación puntual de un parámetro, un intervalo al que pertenezca el parámetro con una probabilidad dada. El intervalo que se calcula a partir de la muestra seleccionada se denomina **intervalo de confianza** del parámetro. Es decir,

$$\Pr(|\hat{\theta} - \theta| \leq e_{\alpha}) \geq 1 - \alpha.$$

Se considerarán dos formas diferentes de construir intervalos de confianza:

1. Partiendo de la desigualdad de Tchebychev, se obtiene que si $\hat{\theta}$ es un estimador de θ

$$\left(\hat{\theta} - k \sqrt{\text{Var}(\hat{\theta})}, \hat{\theta} + k \sqrt{\text{Var}(\hat{\theta})} \right)$$

es un intervalo de confianza para el parámetro θ con un nivel de confianza $\left(1 - \frac{1}{k^2}\right)$.

2. Si el tamaño de la muestra es lo suficientemente grande como para que la distribución del estimador en el muestreo tienda a la normal, lo que solo requiere que la población original tenga una varianza finita, en virtud del Teorema Central del Límite, se puede obtener el siguiente intervalo de confianza:

$$\left(\hat{\theta} - z_{1-\alpha/2} \sqrt{\text{Var}(\hat{\theta})}, \hat{\theta} + z_{1-\alpha/2} \sqrt{\text{Var}(\hat{\theta})} \right)$$

donde $z_{1-\alpha/2}$ es el valor de la distribución normal $N(0,1)$ que acumula una probabilidad de $1-\alpha/2$.

3.4 Muestreo aleatorio simple y con reposición

El muestreo aleatorio implica que, en cada extracción, todas las unidades disponibles tienen la misma probabilidad de ser seleccionadas.

La versión más básica del muestreo probabilístico es el **muestreo aleatorio simple (M.A.S.)**, también conocido como muestreo aleatorio sin reposición en el cual, una vez extraída una unidad, no se vuelve a considerar para las siguientes extracciones.

Por otro lado, se tiene el **muestreo aleatorio con reposición (M.A.C.R.)** cuya principal diferencia es que una unidad seleccionada en una extracción puede volver a ser seleccionada. Este lleva a un estudio aún más sencillo y se utiliza en planes de muestreo más complejos. Sin embargo, desde un punto de vista práctico, su interés es menor, ya que, con un tamaño de muestra igual, es siempre menos preciso que el M.A.S., aunque a veces el M.A.S. es inviable.

3.4.1 Cálculo del tamaño muestral en el M.A.S. y M.A.C.R.

3.4.1.1 Media poblacional

Para calcular el tamaño muestral necesario para estimar una media poblacional con varianza conocida σ^2 se utilizan las siguientes fórmulas:

- Con un error de muestreo fijado e :
 - Con un Muestreo Aleatorio con Reposición (M.A.C.R.):

$$n_0 = \frac{\sigma^2}{e^2}$$

- Con un Muestreo Aleatorio Simple (M.A.S.) sobre una población de N individuos:

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

- Con un error máximo admisible e_α y un nivel de confianza $1-\alpha$ fijados:
 - Con un Muestreo Aleatorio con Reposición (M.A.C.R.):
Primero se calculan los valores dados por la aproximación normal (n_{01}) y la desigualdad de Tchebychev (n_{02}):

$$n_{01} = \frac{z_{1-\alpha/2}^2 \cdot \sigma^2}{e_\alpha^2},$$

siendo $z_{1-\alpha/2}^2$ el cuantil de orden $1-\alpha/2$ de la distribución normal estándar.

$$n_{02} = \frac{\sigma^2}{\alpha \cdot e_\alpha^2}$$

Entonces el tamaño muestral requerido (n) viene dado por:

$$n = \begin{cases} n_{01} & \text{si } n_{01} \geq 30 \\ \min\{30, n_{02}\} & \text{en otro caso.} \end{cases}$$

- Con un Muestreo Aleatorio Simple (M.A.S.) sobre una población de N individuos:

Primero se calculan los valores dados por la aproximación normal (n_1) y la desigualdad de Tchebychev (n_2):

$$n_1 = \frac{n_{01}}{1 + \frac{n_{01}}{N}}$$

$$n_2 = \frac{n_{02}}{1 + \frac{n_{02}}{N}}$$

Entonces el tamaño muestral requerido (n) viene dado por:

$$n = \begin{cases} n_1 & \text{si } n_1 \geq 100 \\ \min\{100, n_2\} & \text{en otro caso.} \end{cases}$$

3.4.1.2 Proporción poblacional

Para calcular el tamaño muestral necesario para estimar una proporción poblacional a partir de una estimación conocida P se utilizan las siguientes fórmulas:

- Con un error de muestreo fijado e :
 - Con un Muestreo Aleatorio con Reposición (M.A.C.R.):

$$n_0 = \frac{P(1-P)}{e^2}$$

- Con un Muestreo Aleatorio Simple (M.A.S.) sobre una población de N individuos:

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0 - 1}{N}}$$

- Con un error máximo admisible e_α y un nivel de confianza $1-\alpha$ fijados:

- Con un Muestreo Aleatorio con Reposición (M.A.C.R.):

Primero se calculan los valores dados por la aproximación normal (n_{01}) y la desigualdad de Tchebychev (n_{02}):

$$n_{01} = \frac{z_{1-\alpha/2}^2 \cdot P(1-P)}{e_\alpha^2},$$

siendo $z_{1-\alpha/2}^2$ el cuantil de orden $1-\alpha/2$ de la distribución normal estándar.

$$n_{02} = \frac{P(1-P)}{\alpha \cdot e_\alpha^2}$$

Entonces el tamaño muestral requerido (n) viene dado por:

$$n = \begin{cases} n_{01} & \text{si } n_{01} \geq 30 \\ \min\{30, n_{02}\} & \text{en otro caso.} \end{cases}$$

- Con un Muestreo Aleatorio Simple (M.A.S.) sobre una población de N individuos:

Primero se calculan los valores dados por la aproximación normal (n_1) y la desigualdad de Tchebychev (n_2):

$$n_1 = \frac{n_{01}}{1 + \frac{n_{01} - 1}{N}}$$

$$n_2 = \frac{n_{02}}{1 + \frac{n_{02} - 1}{N}}$$

Entonces el tamaño muestral requerido (n) viene dado por:

$$n = \begin{cases} n_1 & \text{si } n_1 \geq 100 \\ \min\{100, n_2\} & \text{en otro caso.} \end{cases}$$

Capítulo 4. Planificación del Proyecto y Resumen de Presupuesto

4.1 Planificación del Proyecto

4.1.1 Unidades de trabajo

El proyecto se dividió en varias unidades de trabajo, las cuales no se desarrollan secuencialmente, pero agrupan tareas de carácter similar. Se utilizarán las mismas para el presupuesto de forma que se facilite la trazabilidad entre ambos.

- **Análisis y diseño:** incluye el desarrollo de la especificación de requisitos, el diseño de los prototipos y la planificación del servidor y la interfaz gráfica, así como fases de análisis de la situación actual, alternativas y un estudio de las herramientas a utilizar.
- **Implementación:** contiene el desarrollo tanto de la parte de servidor como la parte de la interfaz gráfica. Además de la refactorización de código que se debe realizar a lo largo de todo el trabajo.
- **Pruebas:** incluye el diseño del plan de pruebas y la implementación de las pruebas unitarias, usabilidad y accesibilidad.
- **Documentación:** cada una de las fases anteriores producirá una serie de elementos que formarán parte de la memoria final. Esta fase, por lo tanto, incluirá la combinación de esos fragmentos y la maquetación de la documentación final.

4.1.2 Planificación inicial

Durante la realización de este proyecto se ha compaginado una jornada laboral profesional de 8:00 a 17:00 y un tiempo de trabajo de 2 horas diarias todas las tardes de lunes a viernes, que serían aumentadas a 6 horas durante los fines de semana.

A continuación, se presenta un diagrama de Gantt realizado al inicio del proyecto que muestra la planificación ideal para este. La presente planificación resultó en un total de 346 horas, siendo las siguientes fechas de inicio y fin estimado:

- Inicio: se estableció con la primera reunión del proyecto siendo esta celebrada el día 22/02/2024.
- Fin: se planificó para el 08/06/2024 tras estimar todas las tareas.

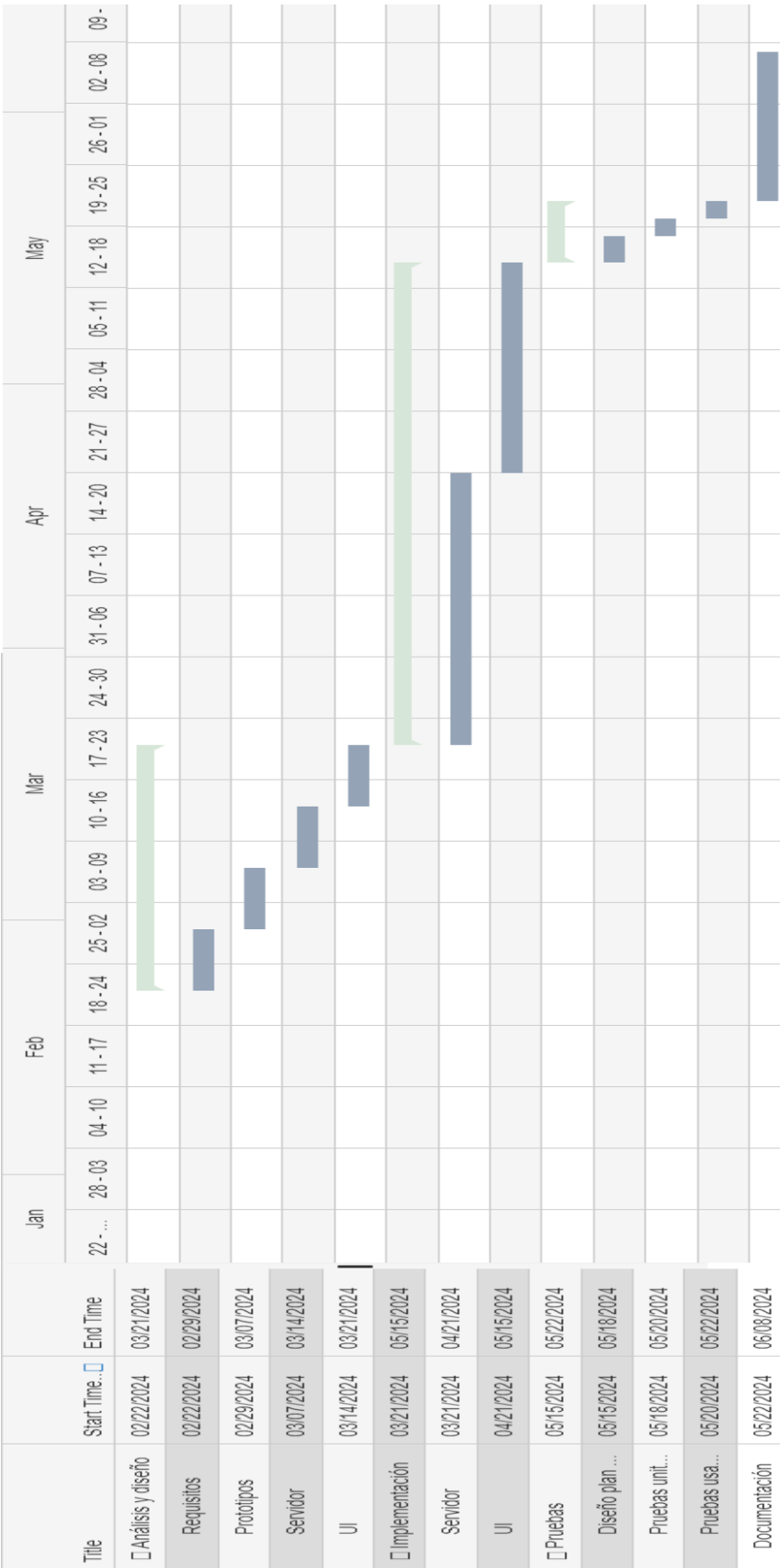


Figura 4.1 Diagrama Gantt planificación inicial

4.2 Resumen del presupuesto

Se ha realizado un presupuesto teniendo en cuenta la planificación y los recursos necesarios. Para hacer los cálculos se multiplica la cantidad de horas que requiere cada tarea con el precio por unidad.

En el apartado de presupuestos ([Capítulo 11](#)) se pueden ver el presupuesto, con el desglose de tareas, permitiendo entrar más en detalle. Se adjunta a continuación un presupuesto resumido en el que se encuentran todas las tareas de máximo nivel en las que se ha dividido el proyecto en la planificación:

Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Coste Total Concepto
<i>Análisis y Diseño</i>	1,00	1.000,00 €	1.000,00 €
<i>Implementación</i>	1,00	3.223,12 €	3.223,12 €
<i>Pruebas</i>	1,00	1.250,00 €	1.250,00 €
<i>Documentación</i>	1,00	2.000,00 €	2.000,00 €
<i>Subtotal</i>			7.473,12 €
<i>IVA (21%)</i>			1.569,36 €
TOTAL			9.042,48 €

Tabla 4.1 Resumen presupuesto

Capítulo 5. Análisis

Este apartado contendrá toda la especificación de requisitos y toda la documentación del análisis de la aplicación, a partir de la cual se elaborará posteriormente el diseño de la herramienta web.

5.1 Determinación del Alcance del Sistema

El alcance del sistema MuestRal se define para asegurar que todas las partes interesadas tengan una comprensión clara y compartida de lo que se incluirá y lo que se excluirá del proyecto.

El sistema incluirá funcionalidades para calcular el tamaño muestral tanto para medias poblacionales como para proporciones poblacionales. Para ello permitirá seleccionar los parámetros que definen el muestreo, esto es, el tipo de muestreo, el parámetro de interés y el tipo de error, y, después, en función de los valores seleccionados, se podrán introducir los parámetros adicionales necesarios.

Las fórmulas utilizadas para estos cálculos serán transparentes y estarán disponibles para los usuarios en la sección de ayuda de la que dispondrá de herramienta web.

La interfaz de usuario de MuestRal será diseñada para ser intuitiva y fácil de usar. Incluirá una pestaña de inicio que proporcionará información general sobre la aplicación, una pestaña de cálculo donde los usuarios podrán ingresar parámetros y obtener resultados, y una pestaña de ayuda que ofrecerá instrucciones detalladas de uso, las fórmulas utilizadas, y ejemplos prácticos. Además, se incorporarán *tooltips* en los campos de entrada para proporcionar asistencia contextual y mejorar la experiencia del usuario.

Un aspecto crucial del sistema será la validación de datos. Las validaciones se realizarán en tiempo real para asegurar que los usuarios introduzcan datos correctos y adecuados antes de proceder con los cálculos. Si se detectan errores, se proporcionará un *feedback* visual inmediato, ayudando a los usuarios a corregir cualquier problema de manera eficiente.

Sin embargo, el sistema excluirá ciertas funcionalidades para mantener su enfoque y simplicidad. No se integrará una base de datos, por lo que los cálculos realizados no se almacenarán y no se guardarán datos de los usuarios ni históricos de cálculos. Tampoco se implementará un sistema de autenticación de usuarios, permitiendo que la aplicación sea de acceso libre. Además, no se incluirán funcionalidades para la generación de informes o la exportación de resultados en formatos específicos como PDF o Excel. La personalización avanzada de parámetros no estará disponible más allá de los campos de entrada provistos en la interfaz.

5.2 Requisitos del Sistema

5.2.1 Obtención de los Requisitos del Sistema

5.2.1.1 Requisitos funcionales

Como resultado de la toma de requisitos se han obtenido los siguientes requisitos funcionales:

Código	Nombre Requisito	Descripción del Requisito
RF01	Gestión de Tipos de Muestreo	El sistema debe permitir al usuario seleccionar el tipo de muestreo entre "Muestreo Aleatorio Simple (M.A.S.)" y "Muestreo Aleatorio con Reposición (M.A.C.R.)".
RF01.01	Gestión de Tamaño de Población	El sistema debe permitir al usuario introducir el tamaño de la población cuando el tipo de muestreo seleccionado es "Muestreo Aleatorio Simple (M.A.S.)".
RF02.01	Gestión de Parámetros de Interés 1	El sistema debe permitir al usuario seleccionar el parámetro de interés entre "Media Poblacional" y "Proporción Poblacional".
RF02.02	Gestión de Parámetros de Interés 2	El sistema debe permitir al usuario introducir la varianza poblacional cuando el parámetro de interés es la media poblacional.
RF02.03	Gestión de Parámetros de Interés 3	El sistema debe permitir al usuario introducir la estimación conocida de la proporción cuando el parámetro de interés es la proporción poblacional.
RF03.01	Gestión de Precisión de la Estimación 1	El sistema debe permitir al usuario seleccionar la precisión de la estimación entre "Error de Muestreo" y "Error Máximo Admisible con Coeficiente de Confianza Fijado".
RF03.02	Gestión de Precisión de la Estimación 2	El sistema debe permitir al usuario introducir el error de muestreo cuando la precisión de la estimación es "Error de Muestreo".
RF03.03	Gestión de Precisión de la Estimación 3	El sistema debe permitir al usuario introducir el error máximo admisible y el nivel de confianza cuando la precisión de la estimación es "Error Máximo Admisible con Coeficiente de Confianza Fijado".
RF05.01	Cálculo del Tamaño Muestral 1	El sistema debe calcular el tamaño muestral necesario para una media poblacional utilizando las fórmulas correspondientes según los parámetros introducidos por el usuario.
RF05.02	Cálculo del Tamaño Muestral 2	El sistema debe calcular el tamaño muestral necesario para una proporción poblacional utilizando las fórmulas correspondientes según los parámetros introducidos por el usuario.
RF05.03	Cálculo del Tamaño Muestral 3	El sistema debe mostrar el resultado del cálculo del tamaño muestral al usuario de manera destacada.

RF06.01	Validación de Datos 1	El sistema debe validar que todos los campos obligatorios estén completos antes de realizar el cálculo del tamaño muestral.
RF06.02	Validación de Datos 2	El sistema debe mostrar mensajes de error claros cuando los datos introducidos no sean válidos.
RF07.01	Ayuda y Documentación 1	El sistema debe proporcionar una sección de ayuda que explique cómo usar la aplicación.
RF07.02	Ayuda y Documentación 2	El sistema debe incluir las fórmulas utilizadas para el cálculo del tamaño muestral en la sección de ayuda.
RF08.01	Interfaz de Usuario 1	El sistema debe proporcionar una interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar.
RF08.02	Interfaz de Usuario 2	El sistema debe mostrar <i>tooltips</i> en los campos de entrada para proporcionar asistencia contextual.
RF08.03	Interfaz de Usuario 3	El sistema debe proporcionar <i>feedback</i> visual inmediato para los errores de validación.

5.2.1.2 Requisitos no funcionales

Como resultado de la toma de requisitos se han obtenido los siguientes requisitos no funcionales:

Código	Nombre Requisito	Descripción del Requisito
RNF01	Rendimiento	El sistema debe calcular el tamaño muestral en menos de 2 segundos tras la introducción de los parámetros necesarios y la solicitud de cálculo.
RNF02.01	Usabilidad 1	El sistema debe ser intuitivo y fácil de usar, incluso para usuarios con conocimientos limitados en estadística.
RNF02.02	Usabilidad 2	El sistema debe proporcionar mensajes de error claros y útiles para guiar al usuario en la corrección de problemas.
RNF03.01	Compatibilidad 1	El sistema debe ser accesible desde cualquier navegador web moderno.
RNF03.02	Compatibilidad 2	El sistema debe ser accesible desde dispositivos móviles y de escritorio.
RNF04.01	Seguridad 1	El sistema no debe almacenar datos sensibles introducidos por los usuarios.
RNF04.02	Seguridad 2	El sistema debe validar todos los datos introducidos por los usuarios para prevenir ataques de inyección.
RNF05.01	Mantenibilidad 1	El código del sistema debe ser modular y fácil de entender, facilitando su mantenimiento y futuras ampliaciones.
RNF05.02	Mantenibilidad 2	El sistema debe estar bien documentado, incluyendo comentarios en el código y documentación externa.

RNF07	Accesibilidad	El sistema debe cumplir con las pautas de accesibilidad web (WCAG 2.1) para asegurar que sea usable por personas con discapacidades.
-------	---------------	--

5.2.2 Identificación de Actores del Sistema

En este caso, al tratarse de una aplicación web interactiva, carecerá de autenticación y/o autorización, por lo que no se distingue entre usuarios registrados y no registrados, simplemente se habla de usuarios finales.

5.2.3 Especificación de Casos de Uso

A continuación, se detallan los casos de uso que se van a considerar en este trabajo.

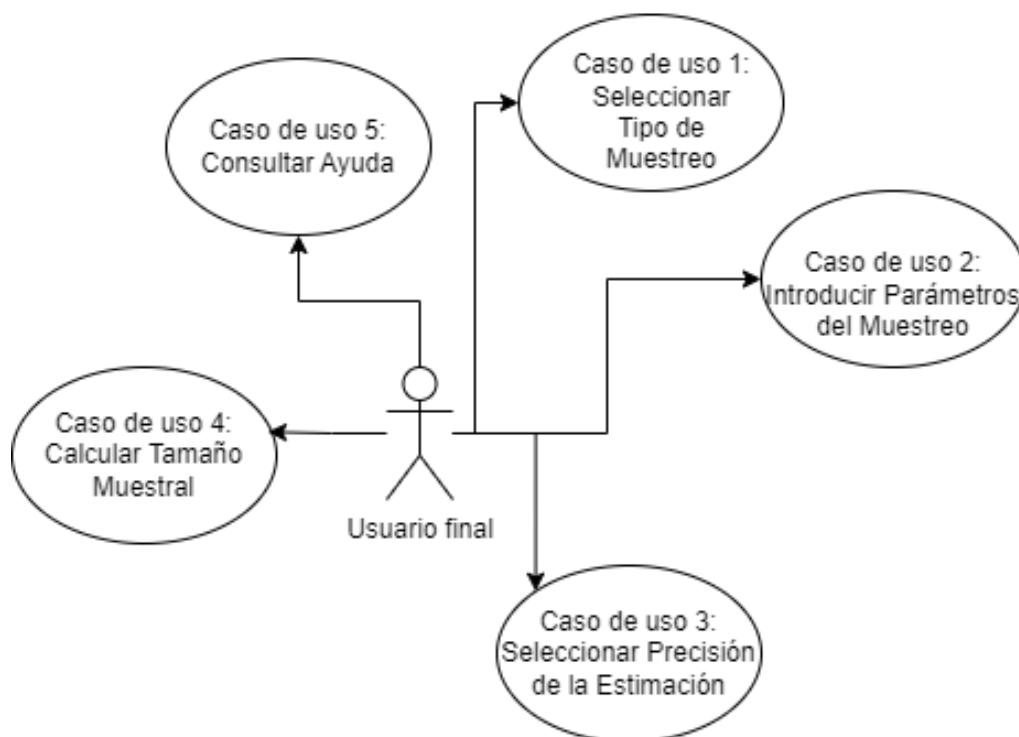


Figura 5.1 Especificación de casos de uso

Nombre del Caso de Uso 1
Seleccionar Tipo de Muestreo
Descripción
El usuario selecciona el tipo de muestreo que desea utilizar para el cálculo del tamaño muestral.

Nombre del Caso de Uso 2
Introducir Parámetros del Muestreo
Descripción
El usuario introduce los parámetros necesarios para realizar el cálculo del tamaño muestral.

Nombre del Caso de Uso 3
Seleccionar Precisión de la Estimación
Descripción
El usuario selecciona la precisión de la estimación que desea utilizar para el cálculo del tamaño muestral.

Nombre del Caso de Uso 4
Calcular Tamaño Muestral
Descripción
El usuario solicita el cálculo del tamaño muestral basado en los parámetros y precisión de la estimación seleccionados.

Nombre del Caso de Uso 5
Consultar Ayuda
Descripción
El usuario consulta la sección de ayuda para entender cómo utilizar la aplicación y las fórmulas empleadas en los cálculos.

5.3 Identificación de los Subsistemas en la Fase de Análisis

El objetivo de esta sección es analizar el sistema para poder descomponerlo en sistemas más pequeños (subsistemas) que faciliten su posterior análisis.

5.3.1 Descripción de los Subsistemas

Interfaz de Usuario (UI)

Este subsistema agrupa todas las clases y funciones relacionadas con la interfaz de usuario de la aplicación. Su objetivo es gestionar la interacción con el usuario, presentando las opciones, capturando las entradas y mostrando los resultados.

Lógica de Negocio

Este subsistema agrupa todas las clases y funciones encargadas de la lógica de negocio de la aplicación. Su objetivo es procesar los datos de entrada y realizar los cálculos necesarios para determinar el tamaño muestral.

Configuración y Dependencias

Este subsistema gestiona las dependencias y configuraciones necesarias para que la aplicación funcione correctamente.

5.4 Análisis de Casos de Uso y Escenarios

5.4.1 Caso de Uso 1

Seleccionar Tipo de Muestreo	
Precondiciones	El usuario ha accedido a la aplicación y se encuentra en la pestaña de cálculo.
Poscondiciones	El tipo de muestreo seleccionado es registrado y utilizado en los cálculos posteriores.
Actores	Usuario Final
Descripción	<p>El usuario selecciona el tipo de muestreo que desea utilizar para el cálculo del tamaño muestral:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema muestra una lista desplegable con las opciones de tipo de muestreo: "Muestreo Aleatorio Simple (M.A.S.)" y "Muestreo Aleatorio con Reposición (M.A.C.R.)". 2. El usuario selecciona una de las opciones disponibles. 3. El sistema registra la selección del usuario.
Variaciones (escenarios secundarios)	Si el usuario no selecciona ninguna opción y procede al siguiente paso, el sistema muestra un mensaje de error solicitando la selección de un tipo de muestreo.

5.4.2 Caso de Uso 2

Introducir Parámetros del Muestreo	
Precondiciones	El usuario ha seleccionado un tipo de muestreo.
Poscondiciones	Los parámetros del muestreo introducidos son registrados y utilizados en los cálculos posteriores.
Actores	Usuario final
Descripción	<p>El usuario introduce los parámetros necesarios para realizar el cálculo del tamaño muestral.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema muestra los campos correspondientes según el tipo de muestreo seleccionado. <ul style="list-style-type: none"> ○ Para M.A.S.: Muestra el campo para introducir el tamaño de la población. ○ Para ambos tipos de muestreo: Muestra la selección del parámetro de interés (media o proporción poblacionales). 2. El usuario selecciona el parámetro de interés.

	<ol style="list-style-type: none"> El sistema muestra los campos correspondientes según el parámetro de interés seleccionado. <ul style="list-style-type: none"> Para media poblacional: Muestra el campo para introducir la varianza poblacional. Para proporción poblacional: Muestra el campo para introducir la estimación conocida de la proporción. El usuario introduce los valores necesarios en los campos correspondientes. El sistema registra los valores introducidos por el usuario.
Variaciones (escenarios secundarios)	Si el usuario no introduce un valor válido en algún campo, el sistema muestra un mensaje de error indicando la necesidad de corregir el valor.

5.4.3 Caso de Uso 3

Seleccionar Precisión de la Estimación	
Precondiciones	El usuario ha introducido los parámetros del muestreo.
Poscondiciones	La precisión de la estimación seleccionada y los valores introducidos son registrados y utilizados en los cálculos posteriores.
Actores	Usuario final
Descripción	<p>El usuario selecciona la precisión de la estimación que desea utilizar para el cálculo del tamaño muestral.</p> <ol style="list-style-type: none"> El sistema muestra una lista desplegable con las opciones de precisión de la estimación: "Error de Muestreo" y "Error Máximo Admisible con Coeficiente de Confianza Fijado". El usuario selecciona una de las opciones disponibles. El sistema muestra los campos adicionales necesarios según la opción seleccionada. <ul style="list-style-type: none"> Para "Error de Muestreo": Muestra el campo para introducir el error de muestreo. Para "Error Máximo Admisible con Coeficiente de Confianza Fijado": Muestra los campos para introducir el error máximo admisible y el nivel de confianza. El usuario introduce los valores necesarios en los campos correspondientes. El sistema registra la selección y los valores introducidos por el usuario.
Variaciones (escenarios secundarios)	Si el usuario no introduce un valor válido en algún campo, el sistema muestra un mensaje de error indicando la necesidad de corregir el valor.

5.4.4 Caso de Uso 4

Calcular Tamaño Muestral	
Precondiciones	El usuario ha introducido todos los parámetros y seleccionado la precisión de la estimación.

Poscondiciones	El usuario visualiza el resultado del cálculo del tamaño muestral.
Actores	Usuario final
Descripción	<p>El usuario solicita el cálculo del tamaño muestral basado en los parámetros y precisión de la estimación seleccionados.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario hace clic en el botón "Calcular". 2. El sistema valida que todos los parámetros necesarios hayan sido introducidos correctamente. 3. El sistema realiza el cálculo del tamaño muestral utilizando las fórmulas correspondientes. 4. El sistema muestra el resultado del cálculo al usuario en un formato claro y detallado.
Variaciones (escenarios secundarios)	Si algún parámetro necesario no ha sido introducido correctamente, el sistema muestra un mensaje de error indicando la necesidad de corregir el valor antes de realizar el cálculo.

5.4.5 Caso de Uso 5

Consultar Ayuda	
Precondiciones	El usuario ha accedido a la aplicación.
Poscondiciones	El usuario entiende cómo utilizar la aplicación y las fórmulas empleadas en los cálculos.
Actores	Usuario final
Descripción	<p>El usuario consulta la sección de ayuda para entender cómo utilizar la aplicación y las fórmulas empleadas en los cálculos.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario hace clic en la pestaña "Ayuda". 2. El sistema muestra la sección de ayuda con información detallada sobre el uso de la aplicación y las fórmulas empleadas en los cálculos. 3. El usuario revisa la información proporcionada para resolver sus dudas.

5.5 Análisis de Interfaces de Usuario

5.5.1 Descripción de la Interfaz

A continuación, se tiene un esbozo de cada una de las pantallas previstas para la aplicación: Inicio, Cálculo y Ayuda. En ellas se especifica la estructura que desea dar a cada una de las tres pantallas señaladas, constando las tres de una parte común y de otra parte que varía en función de la utilidad prevista para cada una de ellas.



Figura 5.2 Esbozo ventana Inicio



Figura 5.3 Esbozo ventana Cálculo

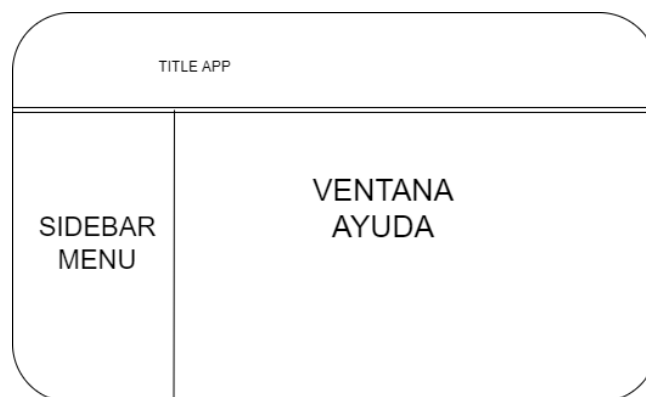


Figura 5.4 Esbozo ventana Ayuda

En ella se puede observar una barra superior con el título de la aplicación, mientras que en el lado izquierdo tendríamos el menú para navegar por las distintas pestañas, y en el centro el contenido de dicha pestaña.

La disposición de la ventana Cálculo esboza el estado inicial de la misma. Una vez se pulsa el botón “Calcular” aparecerá un cuadro con el resultado obtenido, indicando en su caso si hay errores que corregir.

5.5.2 Descripción del Comportamiento de la Interfaz

El punto de entrada de la aplicación será el Inicio. Desde él se puede acceder a cualquier punto de la aplicación, al igual que desde el resto de las ventanas, a través de la barra lateral. La barra lateral llevará directamente al listado de pestañas, donde se podrá acceder tanto a la pestaña de Cálculo, Inicio (de nuevo) o a la Ayuda.

5.5.3 Diagrama de Navegabilidad

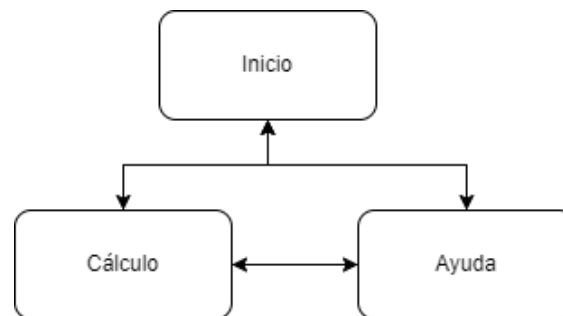


Figura 5.5 Diagrama navegabilidad

5.6 Especificación del Plan de Pruebas

En esta sección se creará y diseñará el plan de pruebas de la aplicación y sus funciones, así como todos los mecanismos que se utilizarán para detectar errores y corregirlos ya en la fase de implementación.

- **Pruebas Unitarias:** Se realizarán pruebas unitarias para todas las fórmulas que se usan para calcular el tamaño muestral, en todos sus casos de uso. Para ello se utilizarán el paquete *testthat* de R, que nos ofrece una interfaz sencilla para realizar las pruebas de manera rápida.
- **Pruebas de Integración:** Estas pruebas nos permiten comprobar si las validaciones sobre los datos de entrada están funcionando correctamente y se muestra al usuario el *feedback* suficiente para que modifique los valores incorrectos.
- **Pruebas de Usabilidad:** Este tipo de pruebas determinan la satisfacción del cliente con el producto final. En este caso al ser una aplicación que requiere interactividad con el usuario, este tipo de pruebas son muy útiles para sacar conclusiones acerca de un buen diseño y la posterior toma de decisiones sobre la distribución de los componentes.

Capítulo 6. Diseño del Sistema

6.1 Arquitectura del Sistema

6.1.1 Diagramas de Paquetes

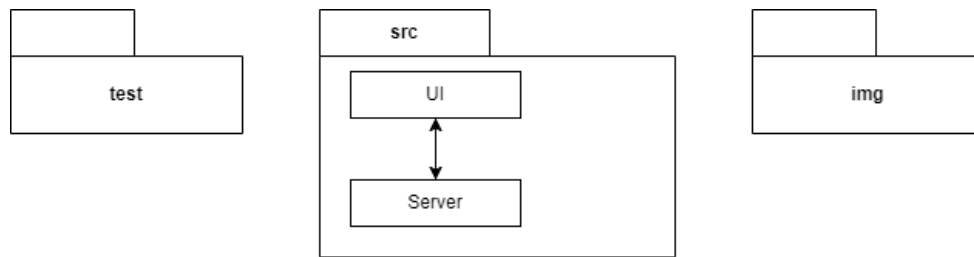


Figura 6.1 Diagrama de paquetes

6.1.1.1 test

Contiene las clases con las pruebas unitarias de las fórmulas.

6.1.1.2 src

6.1.1.2.1 UI

Representa la parte de la aplicación con la que interactúan los usuarios. Se compone de:

- ui.R: Archivo principal de la interfaz de usuario
- tabs/ui_inicio.R: interfaz de la pantalla Inicio
- tabs/ui_calculo.R: interfaz de la pantalla Cálculo
- tabs/ui_ayuda.R: interfaz de la pantalla Ayuda

6.1.1.2.2 Server

Contiene la lógica y los cálculos de la aplicación. Se compone de:

- server.R: Archivo principal que contiene la lógica del servidor.
- formulas.R: Archivo que contiene las funciones para realizar los cálculos estadísticos.
- packages.R: Archivo que contiene las dependencias y paquetes necesarios para la aplicación.

6.1.1.3 img

Contiene los archivos de imágenes y otros recursos estáticos utilizados en la aplicación.

6.1.2 Diagramas de Despliegue



Figura 6.2 Diagrama de despliegue

La aplicación sigue una arquitectura de cliente-servidor basada en *Shiny*. En esta arquitectura, el cliente (front-end) y el servidor (back-end) interactúan a través de un navegador web, donde el cliente envía solicitudes y recibe respuestas del servidor.

6.1.2.1 Cliente (Front-end)

El cliente se refiere a la parte de la aplicación que interactúa directamente con el usuario final.

Componentes:

- **UI (Interfaz de Usuario):** Diseñada utilizando las funciones en R de *Shiny*, la interfaz incluye elementos como `fluidPage`, `fluidRow`, `box`, `selectInput`, `numericInput`, `actionButton` y `conditionalPanel`. Estos elementos permiten al usuario ingresar datos, seleccionar opciones y activar cálculos.
- **Recursos Estáticos:** Se incluyen archivos estáticos como imágenes, que mejoran la apariencia visual de la aplicación.

Responsabilidades:

- Mostrar todos los componentes de la interfaz de usuario de forma clara y organizada.
- Recoger y validar los datos ingresados por el usuario antes de enviarlos al servidor.
- Enviar solicitudes de procesamiento al servidor y recibir respuestas.
- Mostrar los resultados calculados por el servidor de manera comprensible para el usuario.

6.1.2.2 Servidor (Back-end)

El servidor maneja la lógica de procesamiento de datos. En esta aplicación, el servidor está implementado en el archivo `server.R` y se encarga de realizar los cálculos necesarios para determinar el tamaño muestral basado en los parámetros ingresados por el usuario:

Componentes:

- **Lógica del Servidor:** Implementada en el archivo `server.R`, esta lógica incluye funciones reactivas y observadores que procesan las solicitudes enviadas desde el cliente.
- **Cálculos Estadísticos:** Realizados mediante funciones definidas en `formulas.R`. Estas funciones ejecutan los cálculos estadísticos necesarios para determinar el tamaño muestral adecuado.

Responsabilidades:

- Recibir las entradas del usuario enviadas desde el cliente, validarlas y procesarlas.
- Utilizar las funciones de cálculo para determinar el tamaño muestral basado en los parámetros proporcionados.
- Asegurar que los datos ingresados sean válidos y proporcionar retroalimentación en caso de errores.
- Devolver los resultados calculados al cliente para su visualización.

6.2 Diseño de la Interfaz

Como se ha diseñado en la fase de análisis, la aplicación cuenta con una barra superior con el nombre de la aplicación y un botón para ocultar o mostrar el menú lateral, el cual nos permite navegar por las diferentes pestañas de la aplicación.

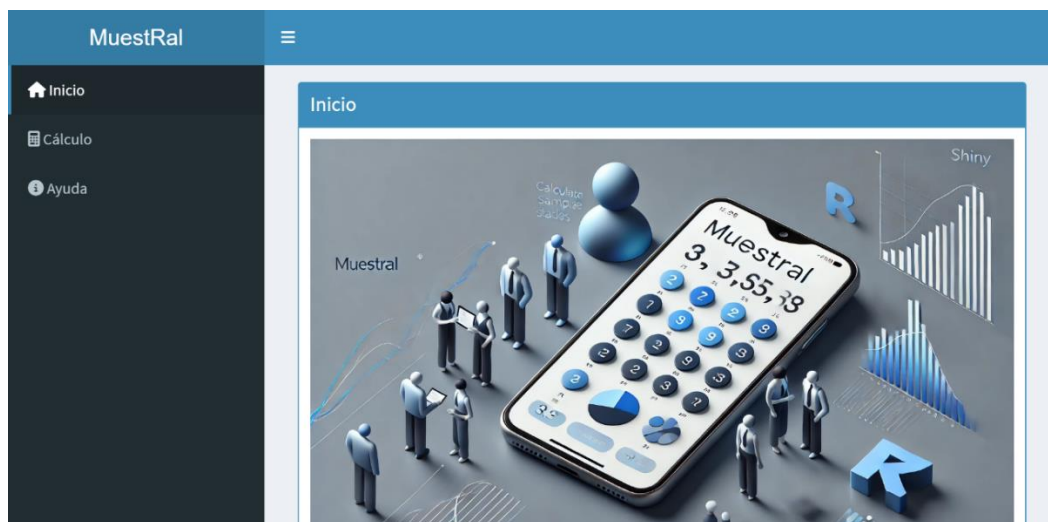


Figura 6.3 Diseño pantalla Inicio I



Figura 6.4 Diseño pantalla Inicio II

En la página Inicio se encuentra una imagen de bienvenida junto con información relativa a la aplicación como la versión, el desarrollador, así como información de contacto.

Si se navega a la pestaña Cálculo se encontrará la opción para introducir los parámetros relativos al cálculo muestral, cada uno de los parámetros cuenta con *tooltips* de ayuda con una breve explicación y los valores máximos y/o mínimos que puede tener tal parámetro.

The screenshot shows the 'MuestRal' application interface. On the left is a dark sidebar with a menu containing 'Inicio', 'Cálculo', and 'Ayuda'. The main content area has a blue header with the title 'Parámetros del Muestreo'. Below the header, there are three dropdown menus: 'Tipo de Muestreo' with the placeholder 'Seleccione un tipo de muestreo', 'Parámetro de Interés' with the placeholder 'Seleccione un parametro de interés', and 'Precisión de la Estimación' with the placeholder 'Seleccione una opción de error'. Each dropdown has a question mark icon. At the bottom right of the form is a 'Calcular' button.

Figura 6.5 Diseño pantalla Cálculo I

This screenshot shows the same 'Parámetros del Muestreo' form as Figure 6.5, but with more data entered and a tooltip visible. The 'Tipo de Muestreo' dropdown is set to 'Muestreo Aleatorio con R'. The 'Parámetro de Interés' dropdown is set to 'Media Poblacional'. The 'Varianza Poblacional' field (which has a question mark icon) contains the value '1'. The 'Precisión de la Estimación' dropdown is set to 'Error de Muestreo'. The 'Error de Muestreo' field (which also has a question mark icon) contains the value '0,05'. A tooltip is displayed over the 'Parámetro de Interés' dropdown, containing the text: 'El parámetro de interés es la característica de la población que se desea estimar a partir de la muestra. Puede ser la media poblacional, que es el promedio de los valores, o la proporción poblacional, que es la fracción de individuos con una característica específica.'

Figura 6.6 Diseño pantalla Cálculo II

Una vez que todos los campos están listos, se le puede dar al botón de Calcular y se mostrará el tamaño muestral requerido y un breve resumen de los valores de los parámetros escogidos.

Resultado

El tamaño muestral mínimo requerido es:

1537

Se ha calculado el tamaño muestral teniendo en cuenta que se quiere utilizar un muestreo aleatorio con reposición (M.A.C.R.) y el parámetro de interés es la media poblacional. La varianza poblacional utilizada es 1 y la precisión de la estimación está determinada por el error máximo admisible con un nivel de confianza fijado, cuyos valores son 0.05 y 95%, respectivamente.

Figura 6.7 Diseño pantalla Cálculo III

Parámetros del Muestreo

Tipo de Muestreo ?

Muestreo Aleatorio con Reposición (M.A.C.R.)

Parámetro de Interés ?

Media Poblacional

Varianza Poblacional ?

-7

La varianza poblacional debe ser un número mayor que 0.

Precisión de la Estimación ?

Error de Muestreo

Error de Muestreo ?

0,05

Calcular

Figura 6.8 Diseño pantalla Cálculo IV

Si en algún momento se introduce un valor incorrecto, el parámetro nos advertirá del valor correcto y no se podrá realizar el cálculo hasta que se validen todos los campos.

Resultado

Corrija los errores antes de continuar.

Figura 6.9 Diseño pantalla Cálculo V

Por último, se encuentra la pestaña Ayuda, con instrucciones de uso de la aplicación y con un resumen de todas las fórmulas que usamos para realizar nuestros cálculos muestrales.

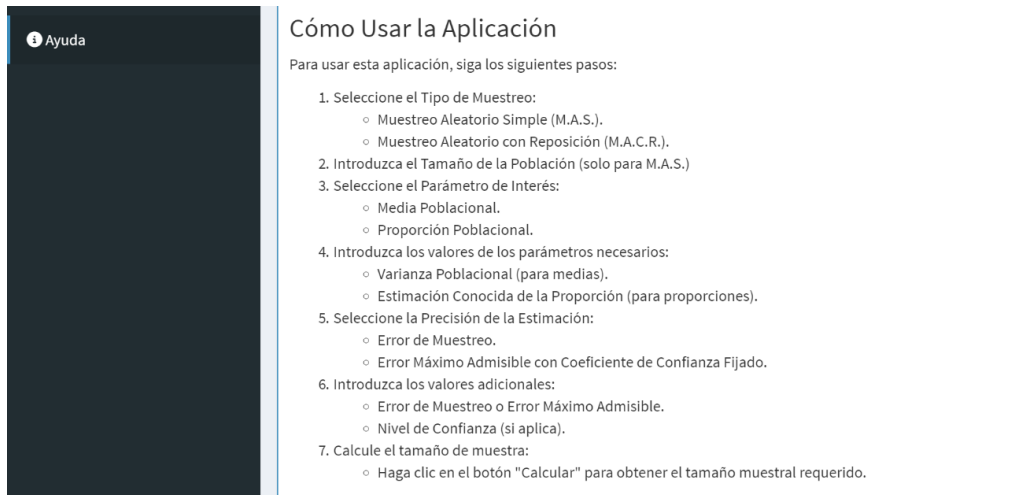


Figura 6.10 Diseño pantalla Ayuda I

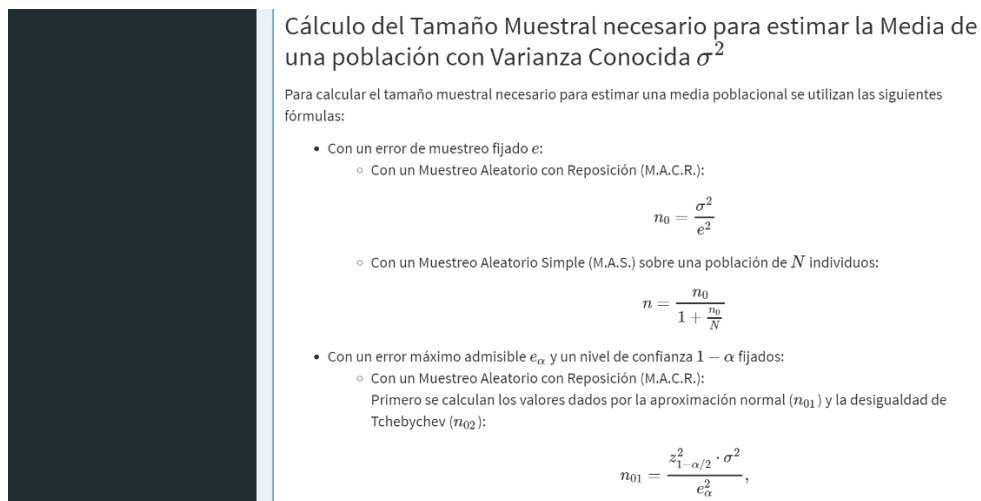


Figura 6.11 Diseño pantalla Ayuda II

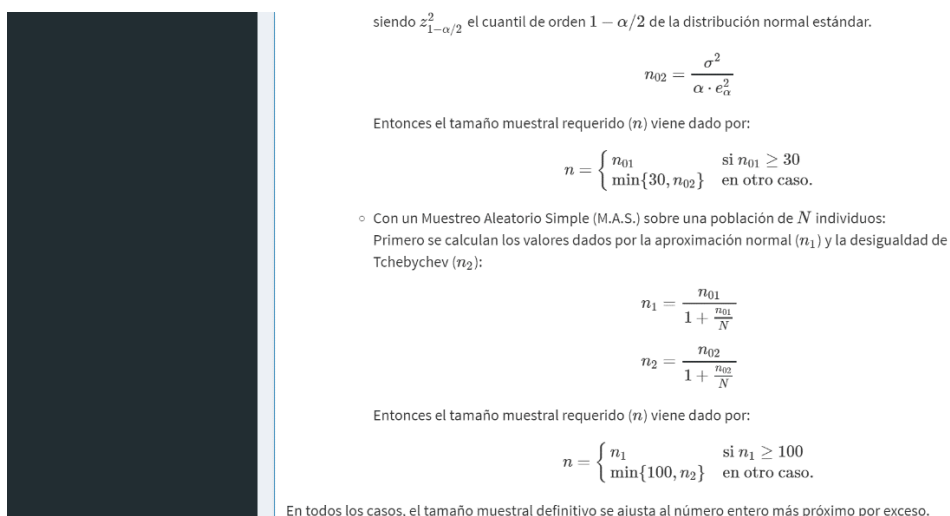


Figura 6.12 Diseño pantalla Ayuda III

6.3 Especificación Técnica del Plan de Pruebas

6.3.1 Pruebas Unitarias

Se han desarrollado 16 test unitarios, 8 para el cálculo muestral para la media y 8 para la proporción.

La manera más rápida de lanzar las pruebas es desde la consola de RStudio y lanzando el siguiente comando:

```
library(testthat)
test_dir("test/testthat")
```

Las comprobaciones realizadas se muestran a continuación.

```
# Función para calcular el tamaño muestral para una MEDIA
test_that("calcular_tamano_muestral_media funciona correctamente con MAS y error de muestreo", {
  expect_equal(calcular_tamano_muestral_media("MAS", 1000, 25, 5), 1)
  expect_equal(calcular_tamano_muestral_media("MAS", 500, 20, 2), 5)
})

test_that("calcular_tamano_muestral_media funciona correctamente con MACR y error de muestreo", {
  expect_equal(calcular_tamano_muestral_media("MACR", NULL, 25, 5), 1)
  expect_equal(calcular_tamano_muestral_media("MACR", NULL, 20, 2), 5)
})

test_that("calcular_tamano_muestral_media funciona correctamente con MAS y nivel de confianza", {
  expect_equal(calcular_tamano_muestral_media("MAS", 1000, 25, 5, 0.95), 20)
  expect_equal(calcular_tamano_muestral_media("MAS", 500, 20, 2, 0.90), 46)
})

test_that("calcular_tamano_muestral_media funciona correctamente con MACR y nivel de confianza", {
  expect_equal(calcular_tamano_muestral_media("MACR", NULL, 25, 5, 0.95), 20)
  expect_equal(calcular_tamano_muestral_media("MACR", NULL, 20, 2, 0.90), 30)
})
```

Figura 6.13 Pruebas unitarias para la media

```
# Función para calcular el tamaño muestral para una PROPORCION
test_that("calcular_tamano_muestral_proporcion funciona correctamente con MAS y error de muestreo", {
  expect_equal(calcular_tamano_muestral_proporcion("MAS", 1000, 0.5, 0.05), 91)
  expect_equal(calcular_tamano_muestral_proporcion("MAS", 500, 0.4, 0.05), 81)
})

test_that("calcular_tamano_muestral_proporcion funciona correctamente con MACR y error de muestreo", {
  expect_equal(calcular_tamano_muestral_proporcion("MACR", NULL, 0.5, 0.05), 100)
  expect_equal(calcular_tamano_muestral_proporcion("MACR", NULL, 0.4, 0.05), 96)
})

test_that("calcular_tamano_muestral_proporcion funciona correctamente con MAS y nivel de confianza", {
  expect_equal(calcular_tamano_muestral_proporcion("MAS", 1000, 0.5, 0.05, 0.95), 100)
  expect_equal(calcular_tamano_muestral_proporcion("MAS", 50, 0.4, 0.05, 0.90), 48)
})

test_that("calcular_tamano_muestral_proporcion funciona correctamente con MACR y nivel de confianza", {
  expect_equal(calcular_tamano_muestral_proporcion("MACR", NULL, 0.5, 0.05, 0.95), 385)
  expect_equal(calcular_tamano_muestral_proporcion("MACR", NULL, 0.4, 0.05, 0.90), 260)
})
```

Figura 6.14 Pruebas unitarias para la proporción

6.3.2 Pruebas de Integración y del Sistema

La realización de estas pruebas será manual, como parte de las pruebas de integración se comprobará que, si se introducen valores incorrectos en los parámetros del cálculo, la aplicación responde correctamente, no permitiendo realizar el cálculo y advirtiendo al usuario que debe modificar el valor antes de continuar. Estas pruebas se realizan desde distintos navegadores web para asegurarnos de la validez.

6.3.3 Pruebas de Usabilidad

Para probar la usabilidad de la aplicación se ha contado con la colaboración de 4 personas de diferentes niveles de conocimiento:

- 2 usuarios con altos conocimientos estadísticos: hace referencia a investigadores o profesores expertos en el cálculo muestral.
- 2 usuarios con bajos conocimientos estadísticos: hace referencia a estudiantes en proceso de aprender y que pueden encontrar útil una herramienta de estas características.

Se les ha pedido a los usuarios que iniciasen la aplicación, y posteriormente realizaran los cálculos para obtener un tamaño de muestra requerido. Finalmente, han rellenado el cuestionario que se les ha facilitado para medir la usabilidad de la aplicación.

6.3.4 Pruebas de Accesibilidad

Para las pruebas de evaluación de la accesibilidad del sitio web se comprobarán las pautas de accesibilidad de WCAG 2.0 automáticamente a través de la página web [AChecker](#) una vez la aplicación esté desplegada en el servidor.

Si se detectan fallos graves en estos aspectos se intentarán solucionar en la medida de lo posible, siempre que tales cambios no sobrepasen en tiempo y esfuerzo la planificación realizada, no interfieran con los paquetes empleados o el objetivo del sitio.

Capítulo 7. Implementación del Sistema

7.1 Estándares y Normas Seguidos

7.1.1 Guía de Estilo para R

Se ha tomado como referencia la guía de estilo Advanced de R debido a su popularidad y buenas prácticas en la comunidad de programación. Algunos de los principios adoptados incluyen:

- **Consistencia en la Nomenclatura:** Uso de nombres descriptivos y consistentes para variables y funciones.
- **Indentación:** Mantener una indentación consistente para mejorar la legibilidad del código.
- **Comentarios y Documentación:** Inclusión de comentarios claros y concisos, y documentación adecuada para funciones y módulos.

7.1.2 Principios de Diseño de Interfaces de Usuario (UI)

- **Consistencia:** Mantener una interfaz de usuario consistente en términos de colores, fuentes y disposición de elementos.
- **Accesibilidad:** Asegurar que la aplicación sea accesible para usuarios con discapacidades, utilizando etiquetas ARIA y otros atributos de accesibilidad.
- **Usabilidad:** Priorizar la facilidad de uso mediante interfaces intuitivas y flujos de trabajo claros.
- **Validación de Entradas:** Implementación de validaciones en los formularios de entrada para asegurar que los datos ingresados por el usuario sean correctos y seguros.

7.2 Lenguajes de Programación

7.2.1 R

R es un lenguaje de programación y un entorno de software libre para el análisis estadístico y la visualización de datos. Es utilizado debido a sus potentes capacidades para manejar y analizar datos complejos.

Se ha usado la versión 4.2.2 para el desarrollo de la aplicación.



Figura 7.1 Logo lenguaje R

7.2.2 Shiny

Shiny es un paquete de R que facilita la creación de aplicaciones web interactivas directamente desde el lenguaje R. Permite a los usuarios construir interfaces de usuario atractivas y dinámicas que pueden interactuar con los datos y la lógica de R en tiempo real.



Figura 7.2 Logo paquete Shiny

7.3 Herramientas y Programas Usados para el Desarrollo

7.3.1 RStudio

RStudio es un entorno de desarrollo integrado (IDE) para R. Proporciona una interfaz de usuario amigable que facilita la escritura, el análisis y la depuración de código en R. Es una herramienta esencial para los desarrolladores que trabajan con R ya que cuenta con todas las herramientas necesarias para el desarrollo de la aplicación, desde integración con control de versiones hasta su propio navegador para visualizar la aplicación web.

Para el desarrollo del proyecto se ha usado la versión 1.4.1106.



Figura 7.3 Logo programa RStudio

7.3.2 Git

Git es un sistema de control de versiones que permite a los desarrolladores rastrear cambios en su código, colaborar con otros y gestionar versiones del software. Es una herramienta esencial en el desarrollo de software moderno.

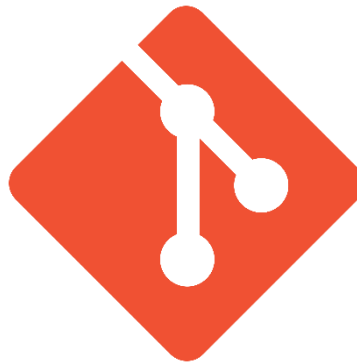


Figura 7.4 Logo herramienta Git

7.3.3 GitHub

GitHub es una plataforma de alojamiento de código fuente basada en la web que utiliza Git para el control de versiones. Ofrece herramientas para la colaboración, revisión de código y gestión de proyectos. Se ha usado gracias a su integración con RStudio y otras herramientas de colaboración y gestión de proyectos.

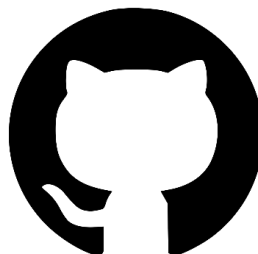


Figura 7.5 Logo herramienta GitHub

7.3.4 GitHub Desktop

GitHub Desktop es una aplicación gráfica que facilita el uso de Git y GitHub desde una interfaz de usuario amigable. Simplifica las tareas comunes de Git, como la clonación de repositorios, la creación de ramas y la resolución de conflictos.



Figura 7.6 Logo herramienta GitHub Desktop

7.3.5 Word

Herramienta de procesamiento de textos de Microsoft. Ha sido utilizada para la creación de este documento, y los borradores previos de las distintas partes de este.



Figura 7.7 Logo herramienta Microsoft Word

7.3.6 Draw.io

Draw.io es una herramienta en línea para la creación de diagramas y gráficos. Incorpora una gran cantidad de funcionalidades muy útiles para el desarrollo de este proyecto.



Figura 7.8 Logo herramienta Draw.io

7.3.7 Visual Paradigm

Visual Paradigm es una herramienta en línea de modelado de software y gestión de proyectos que soporta una amplia gama de diagramas UML y otras técnicas. Ha sido utilizada para el diseño, la documentación y la gestión de este proyecto.



Figura 7.9 Logo herramienta Visual Paradigm

7.4 Herramientas para la difusión

7.4.1 Shinyapps.io

Herramienta en línea que permite el despliegue de aplicaciones *Shiny* con gran facilidad y sin conocimientos técnicos. Se utiliza desde el IDE RStudio y cuenta con diferentes planes, desde hacer público un prototipo de aplicación que permanecerá activo durante un breve periodo de tiempo de forma gratuita (que es la opción que se considera en este trabajo) hasta publicar aplicaciones más complejas bajo suscripción.

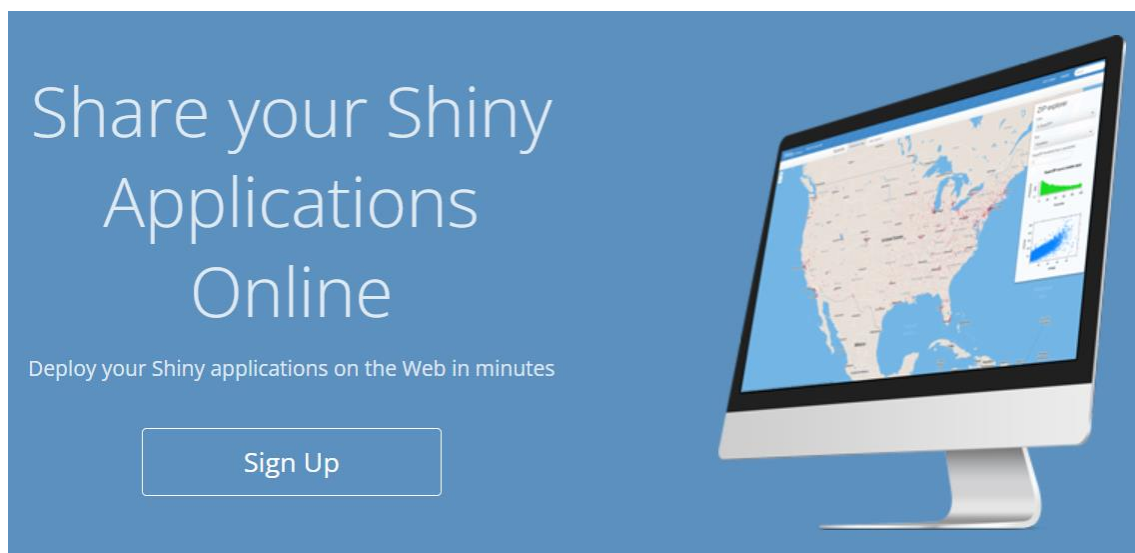


Figura 7.10 Portada shinyapps.io

FREE	STARTER	BASIC	STANDARD	PROFESSIONAL
\$0 /month	\$13 /month (or \$145/year)	\$49 /month (or \$550/year)	\$119 /month (or \$1,330/year)	\$349 /month (or \$3,860/year)
New to Shiny? Deploy your applications for FREE.	More applications. More active hours!	Take your users to the next level!	Password protection? Authenticate your users!	Professional has it all! Personalize your domains.
5 Applications	25 Applications	Unlimited Applications	Unlimited Applications	Unlimited Applications
25 Active Hours	100 Active Hours	500 Active Hours	2,000 Active Hours	10,000 Active Hours
Community Support	Premium Email Support	Performance Boost Premium Email Support	Authentication Performance Boost Premium Email Support	Authentication Account Sharing Performance Boost

Figura 7.11 Planes de precios shinyapps.io

7.5 Problemas Encontrados

7.5.1 Tooltips ocultos al redimensionar aplicación

El desarrollo de la aplicación no ha sido complejo en sí mismo gracias a la gran ayuda por parte de la comunidad de R y la gran facilidad que *Shiny* ofrece para desarrollar aplicaciones web. Pero si en algún punto del desarrollo me he atascado más ha sido cuando he querido añadir *tooltips* para dar una ayuda a los usuarios. Un *tooltip* es la ventana flotante que surge cuando pones el ratón encima de un botón y este nos mostrará la acción que realiza ese botón o una breve explicación sobre él. En este caso la idea era que apareciese un signo de interrogación al lado de cada parámetro en el cálculo muestral y gracias al *tooltip* permitir a los usuarios obtener más información acerca de ese parámetro. Información tal como una breve explicación y los valores máximos y/o mínimos permitidos en cada caso.

El problema surge cuando se quiere redimensionar la aplicación por necesidades del sistema o porque se visualice desde otro dispositivo. La aplicación está preparada de forma responsiva, es decir, está pensada y preparada para funcionar en diferentes dispositivos y/o diferentes tamaños. En este caso, al redimensionar la aplicación y reducir su tamaño, la visualización de los *tooltips* desaparecía por completo.

Tras varias vías de desarrollo se consiguió el comportamiento deseado, y los *tooltips* se visualizan correctamente y se adaptan al tamaño de la pantalla. Para ello se incluyó en las propias opciones una opción para que estén asociados al tamaño de la aplicación, ya que por defecto tienen ciclos de vida distintos y aunque se modifique el tamaño de la aplicación, el tamaño del *tooltip* se mantiene fijo.

7.5.2 Caracteres especiales incorrectos

Otro de los problemas que han surgido durante el desarrollo ha sido la visualización de caracteres especiales tales como la letra Ñ, las tildes y caracteres del alfabeto griego. En unos

navegadores se visualizaban correctamente todos los caracteres mientras que en otros se visualizaban de forma errónea o directamente no se visualizaban. Pero ahí no queda la cosa ya que, mientras desde un ordenador lo que antes se visualizaba correctamente para un navegador, desde otro terminal empezaban a aparecer caracteres raros ilegibles.

Esto supuso un pequeño quebradero de cabeza hasta que gracias a la comunidad de R conseguí codificar todos mis archivos y mi dispositivo en UTF-8 para, a partir de ese momento, funcionar correctamente en todos los dispositivos y todos los navegadores.

Capítulo 8. Desarrollo de las Pruebas

8.1 Pruebas Unitarias

Se han obtenido de forma satisfactoria todas las pruebas unitarias de la aplicación, reflejando que las fórmulas para el cálculo del tamaño muestral funcionan correctamente.

```
> test_dir("test/testthat")
✓ | F W S OK | Context
✓ |          16 | formulas

== Results ==
[ FAIL 0 | WARN 0 | SKIP 0 | PASS 16 ]
> |
```

Figura 8.1 Resultado pruebas unitarias

8.2 Pruebas de Integración y del Sistema

Ejecutamos las pruebas funcionales ya diseñadas anteriormente y anotamos el resultado que se obtiene, comparándolo con el que especificamos anteriormente.

Caso de Uso 1: Seleccionar Tipo de Muestreo	
Prueba	Resultado Esperado
Seleccionar un tipo de muestreo de la lista	El sistema guarda el valor seleccionado y configura los posibles parámetros asociados
	Resultado Obtenido
	El sistema efectivamente guarda el valor seleccionado y configura los posibles parámetros asociados
Prueba	Resultado Esperado
Dar al botón calcular antes de seleccionar un tipo de muestreo	El sistema no guarda ningún valor y se muestra una advertencia en forma de <i>warning</i> roja
	Resultado Obtenido
	El sistema efectivamente no guarda ningún valor y muestra una advertencia en forma de <i>warning</i> roja

Caso de Uso 2: Introducir Parámetros del Muestreo	
Prueba	Resultado Esperado
Introducir un valor negativo en cualquier parámetro	El sistema muestra una advertencia de valor incorrecto
	Resultado Obtenido
	El sistema efectivamente muestra una advertencia de valor incorrecto

Prueba	Resultado Esperado
Introducir un valor válido y darle al botón calcular	El sistema calcula el tamaño muestral y muestra el resultado de forma clara
	Resultado Obtenido
	El sistema efectivamente calcula el tamaño muestral y muestra el resultado de forma clara

Caso de Uso 4: Calcular Tamaño Muestral

Prueba	Resultado Esperado
Pulsar el botón Calcular con todos los valores introducidos correctamente	El sistema calcula el tamaño muestral y muestra el resultado de forma clara
	Resultado Obtenido
	El sistema efectivamente calcula el tamaño muestral y muestra el resultado de forma clara
Prueba	Resultado Esperado
Pulsar el botón Calcular con algún valor introducido incorrectamente	El sistema no calcula el tamaño muestral y muestra una advertencia en el campo incorrecto
	Resultado Obtenido
	El sistema efectivamente no calcula el tamaño muestral y muestra una advertencia en el campo incorrecto

8.3 Pruebas de Usabilidad y Accesibilidad

8.3.1 Pruebas de Usabilidad

- Usuario 1

¿Usa un ordenador con frecuencia?
Sí
¿Qué tipo de actividades realiza con su ordenador?
Trabajar
¿Alguna vez ha usado software como el de esta prueba?
Sí
¿Qué busca usted principalmente en una aplicación?
Que cumpla con su objetivo

- Usuario 2

¿Usa un ordenador con frecuencia?
Sí
¿Qué tipo de actividades realiza con su ordenador?
Trabajar
¿Alguna vez ha usado software como el de esta prueba?
No
¿Qué busca usted principalmente en una aplicación?
Que cumpla con su objetivo

- Usuario 3

¿Usa un ordenador con frecuencia?
Sí
¿Qué tipo de actividades realiza con su ordenador?
Ofimática universitaria
¿Alguna vez ha usado software como el de esta prueba?
Sí
¿Qué busca usted principalmente en una aplicación?
Que sea fácil de usar

- Usuario 4

¿Usa un ordenador con frecuencia?
Sí
¿Qué tipo de actividades realiza con su ordenador?
Jugar
¿Alguna vez ha usado software como el de esta prueba?
No
¿Qué busca usted principalmente en una aplicación?
Que sea rápida

8.3.2 Resultado de los cuestionarios

Facilidad de uso	Siempre	Frecuentemente	Ocasionalmente	Nunca
¿Sabe dónde está dentro de la aplicación?	4	0	0	0
¿Existe ayuda para las funciones en caso de que tenga dudas?	4	0	0	0
¿Le resulta sencillo el uso de la aplicación?	2	1	1	0
Funcionalidad				
¿Funciona cada tarea como usted espera?	3	1	0	0
¿El tiempo de respuesta de la aplicación es muy grande?	0	0	0	4
Calidad del interfaz				
Aspectos gráficos	Muy adecuado	Adecuado	Poco adecuado	Nada adecuado
El tipo y tamaño de letra es	2	1	1	0
Los iconos e imágenes usados son	1	2	1	0
Los colores empleados son	1	3	0	0
Diseño de la interfaz		Si	No	A veces
¿Le resulta fácil de usar?			2	1
¿El diseño de las pantallas es claro y atractivo?			3	0

¿Cree que el programa está bien estructurado?	4	0	0
---	---	---	---

8.3.3 Pruebas de Accesibilidad

Se realizó la evaluación automática de la aplicación utilizando la herramienta web [AChecker](#). Los resultados fueron satisfactorios, aunque hubo que solucionar algunos errores encontrados. A continuación, se muestra la captura una vez se han superado dichas evaluaciones.

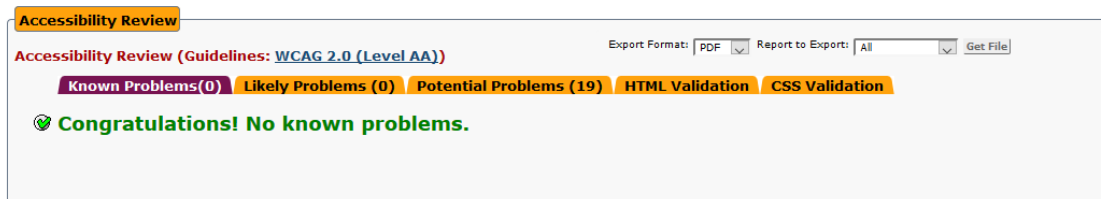


Figura 8.2 Resultado pruebas de accesibilidad

Se observa que aparecen numerosos problemas potenciales, esto significa que el sitio requiere una evaluación manual de la accesibilidad. Sin embargo, ya que esto llevaría mucho tiempo, del cual no se dispone, se ha dejado como una posible ampliación del proyecto.

Capítulo 9. Manuales del Sistema

9.1 Manual de Instalación

A continuación, se detallan todos los pasos necesarios para instalar y ejecutar la aplicación MuestRal. Este manual incluye la instalación de R, RStudio, y las dependencias necesarias para que la aplicación funcione correctamente.

9.1.1 Instalación de R

- Visite el sitio web de CRAN: <https://cran.r-project.org/>
- Seleccione su sistema operativo (Windows, macOS, o Linux).
- Siga las instrucciones específicas de su sistema operativo para descargar e instalar R.

9.1.2 Instalación de RStudio

- Visite el sitio web de RStudio: <https://www.rstudio.com/products/rstudio/download/>
- Descargue la versión gratuita de RStudio Desktop.
- Instale RStudio siguiendo las instrucciones específicas de su sistema operativo.

9.1.3 Instalación de dependencias y paquetes

- Abra RStudio.
- Abra el proyecto descargado (archivo MuestRal.Rproj) o navegue al directorio del proyecto utilizando la terminal de RStudio.
- Ejecute el siguiente script en la consola de RStudio para instalar todas las dependencias necesarias:

```
install.packages(c("shiny", "shinyBS", "shinyFeedback", "shinydashboard"))
```

9.2 Manual de Ejecución

Este manual contempla todos los pasos necesarios para el arranque del sistema. También se incluyen procedimientos para detener adecuadamente la aplicación.

9.2.1 Arranque de la Aplicación

- Abra la aplicación RStudio y asegúrese de estar en el directorio del proyecto.
- Abra el archivo `app.R`.

- Haga clic en el botón "Run App" en la esquina superior derecha de RStudio.

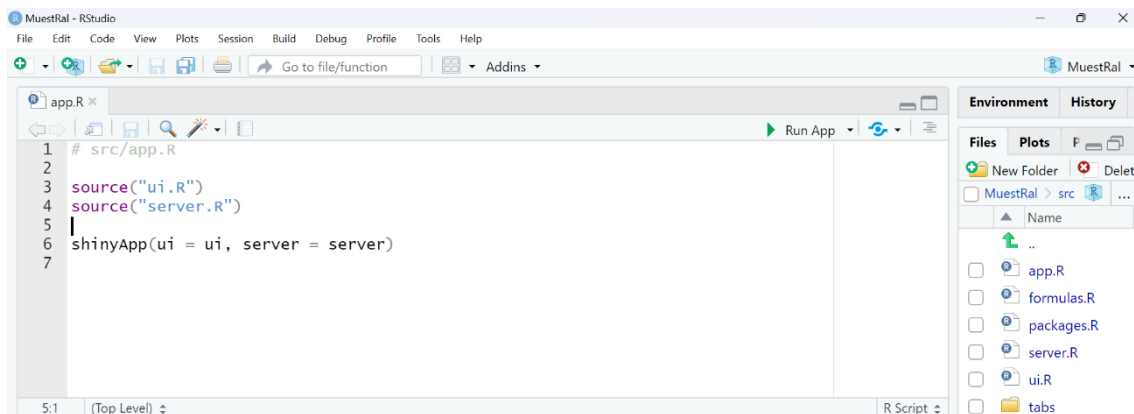


Figura 9.1 Arranque de la aplicación

- La aplicación se abrirá en su navegador web predeterminado.

9.2.2 Parada de la Aplicación

- Para detener la aplicación, simplemente cierre la ventana del navegador donde se está ejecutando la aplicación.
- Alternativamente, puede detener la aplicación desde RStudio haciendo clic en el botón "Stop" en la consola de RStudio.

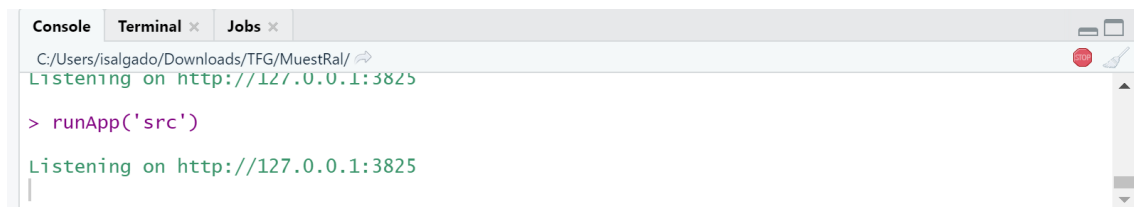


Figura 9.2 Parada de la aplicación

9.3 Manual de Usuario

Aquí se describen todas las opciones disponibles en la aplicación, los parámetros que tiene y cómo realizar correctamente las operaciones.

9.3.1 Inicio

Al abrir la aplicación, se muestra una pantalla de bienvenida con una breve introducción y enlaces útiles, así como información de la aplicación y del desarrollador.

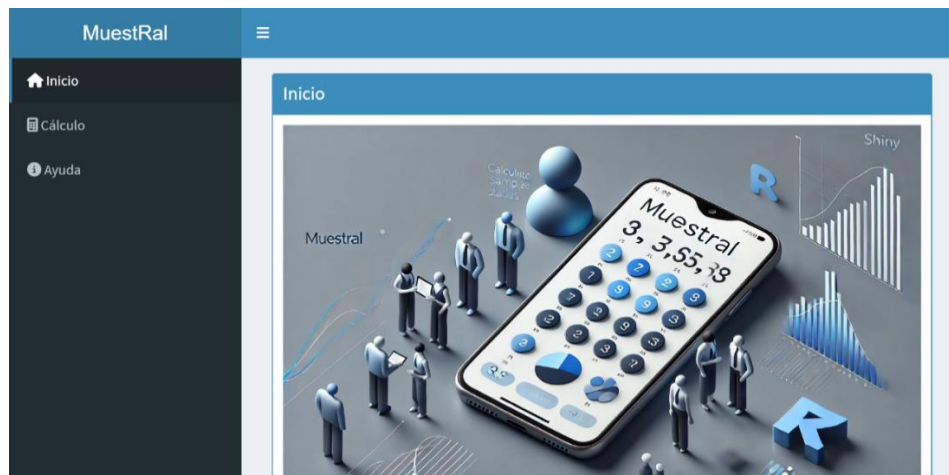


Figura 9.3 Pantalla Inicio I

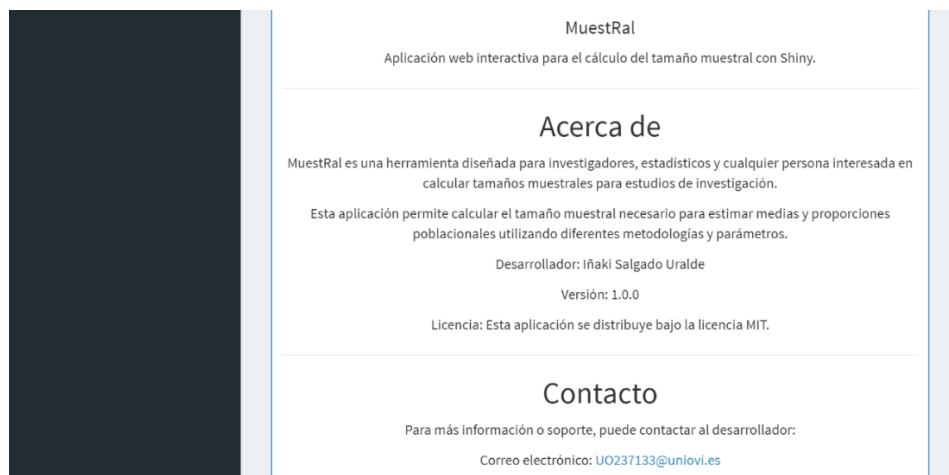


Figura 9.4 Pantalla Inicio II

9.3.2 Cálculo

En la pestaña *Cálculo* del menú lateral se realiza el cálculo del tamaño muestral.

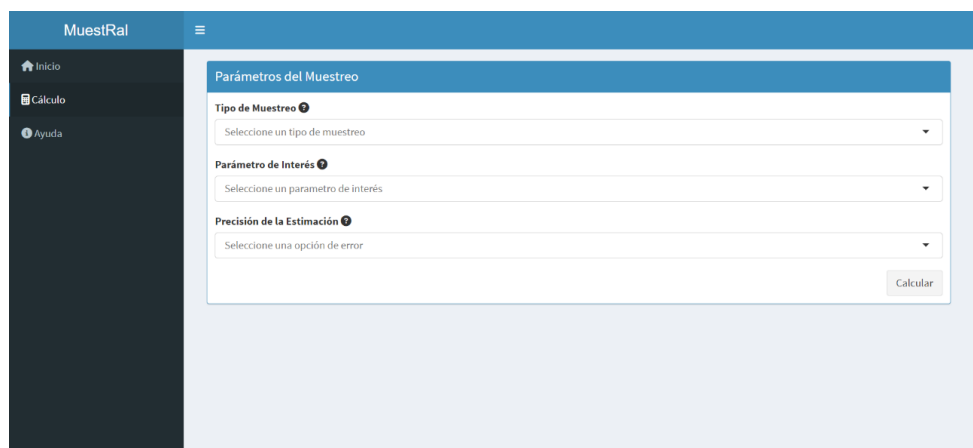


Figura 9.5 Pantalla Cálculo I

- Seleccionar *Tipo de Muestreo*: Elija entre "Muestreo Aleatorio Simple (M.A.S.)" y "Muestreo Aleatorio con Reposición (M.A.C.R.)".
- Introducir el tamaño de la población (solo para M.A.S.)
- Seleccionar *Parámetro de Interés*: Elija entre "Media Poblacional" y "Proporción Poblacional".
- Introducir los valores de los parámetros:
 - ❖ Varianza Poblacional: si seleccionó "Media Poblacional".
 - ❖ Estimación Conocida de la Proporción: si seleccionó "Proporción Poblacional".
- Seleccionar *Precisión de la Estimación*: Elija entre "Error de Muestreo" y "Error Máximo Admisible con Coeficiente de Confianza Fijado".
- Introducir los valores adicionales:
 - ❖ Error de Muestreo o Error Máximo Admisible
 - ❖ Nivel de Confianza (si aplica)
- Haga clic en el botón "Calcular" para obtener el tamaño muestral requerido.

Figura 9.6 Pantalla Cálculo II

Los resultados se muestran en una sección debajo del botón de calcular, incluyendo el tamaño muestral requerido y un resumen de los parámetros utilizados.

Resultado

El tamaño muestral mínimo requerido es:

1537

Se ha calculado el tamaño muestral teniendo en cuenta que se quiere utilizar un muestreo aleatorio con reposición (M.A.C.R.) y el parámetro de interés es la media poblacional. La varianza poblacional utilizada es 1 y la precisión de la estimación está determinada por el error máximo admisible con un nivel de confianza fijado, cuyos valores son 0.05 y 95%, respectivamente.

Figura 9.7 Pantalla Cálculo III

9.3.3 Ayuda

Accediendo a la pestaña *Ayuda* en el menú lateral se accede a la pestaña donde poder encontrar más información sobre los cálculos de la aplicación, tales como formulas y parámetros, así como las instrucciones de uso previamente dichas en el anterior apartado.

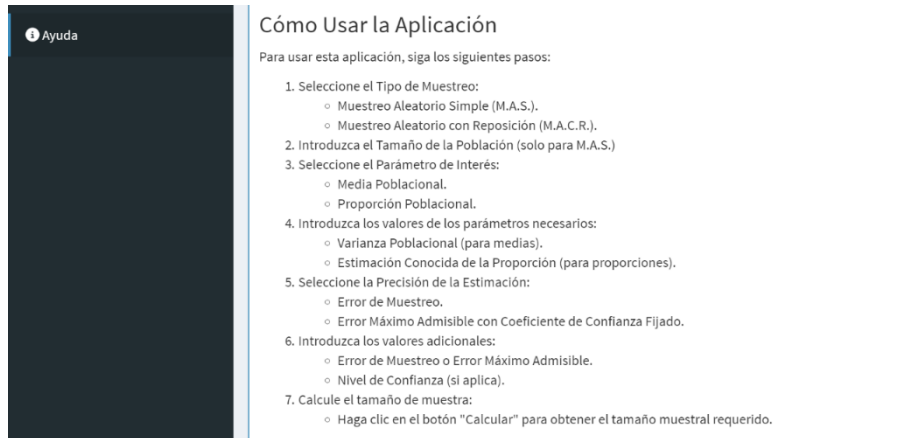


Figura 9.8 Pantalla Ayuda I

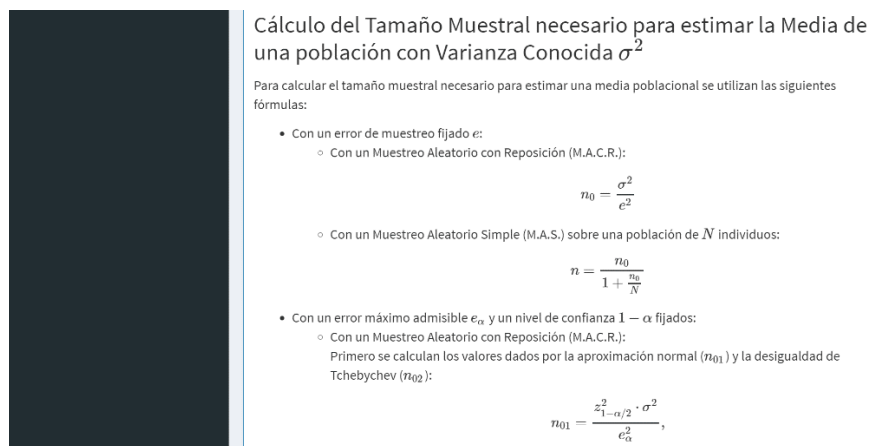


Figura 9.9 Pantalla Ayuda II

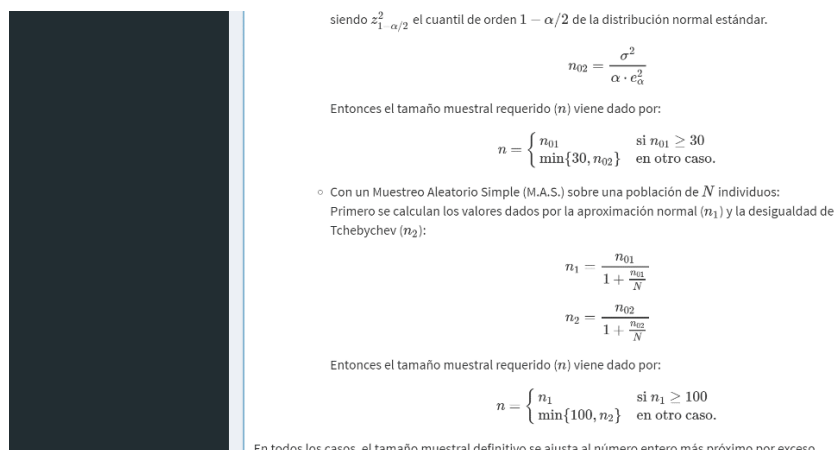


Figura 9.10 Pantalla Ayuda III

9.4 Manual del Programador

9.4.1 Estructura del proyecto

```
├─ src/
│   ├─ app.R
│   ├─ formulas.R
│   ├─ server.R
│   ├─ ui.R
│   ├─ packages.R
│   └─ tabs/
│       ├─ ui_ayuda.R
│       ├─ ui_calculo.R
│       └─ ui_inicio.R
├─ img/
│   ├─ MuestRal_Web_Banner.png
│   ├─ universidad_oviedo.png
│   └─ ingenieria_informatica_oviedo.png
└─ README.md
```

Figura 9.11 Estructura del proyecto

src/: Carpeta con los archivos fuente de la aplicación.

src/app.R: Este es el punto de entrada de la aplicación. Carga las bibliotecas necesarias y llama a las funciones necesarias para iniciar la aplicación.

src/ui.R: Define la interfaz de usuario principal de la aplicación.

src/server.R: Contiene la lógica del servidor. Maneja la reactividad, las entradas del usuario y las salidas generadas.

src/formulas.R: Define las funciones para calcular los tamaños muestrales. Estas funciones son invocadas desde server.R y se usan para el cálculo de los resultados.

src/packages.R: Contiene las bibliotecas necesarias que deben ser cargadas para que la aplicación funcione correctamente.

src/tabs/: Contiene los archivos de interfaz para cada una de las pestañas (inicio, cálculo, ayuda). Cada archivo define la estructura y el contenido de su respectiva pestaña.

src/tabs/ui_inicio.R: Esta pestaña proporciona una vista general de la aplicación, incluyendo información sobre el desarrollador, la versión de la aplicación, y enlaces a la documentación y contacto.

src/tabs/ui_ayuda.R: Muestra una guía detallada sobre cómo usar la aplicación, junto con las fórmulas y definiciones de los parámetros utilizados.

src/tabs/ui_calculo.R: Esta pestaña permite al usuario ingresar los parámetros necesarios para calcular el tamaño muestral. Incluye validaciones en tiempo real y descripciones emergentes para cada entrada.

img/: Almacena las imágenes estáticas utilizadas en la aplicación.

test/: Contiene los archivos de pruebas unitarias para asegurar el correcto funcionamiento de las funciones.

9.4.2 Ampliaciones y Modificaciones

En este capítulo se expondrán las principales ampliaciones que pueden surgir en un futuro de cara a un posible desarrollador.

9.4.2.1 Añadir nuevas pestañas

Crear un nuevo archivo en el directorio *src/tabs* siguiendo el formato de los existentes.

Importar el nuevo archivo en *src/ui.R* y añadir una nueva entrada en *tabItems()* para incluir la nueva pestaña en la interfaz de usuario.

9.4.2.2 Modificar funciones de cálculo

Las funciones de cálculo están definidas en *src/formulas.R*. Para añadir nuevas funciones de cálculo o modificar las existentes, edite este archivo.

Asegúrese de ajustar las validaciones y la lógica en *src/server.R* para reflejar cualquier cambio en las funciones de cálculo.

9.4.2.3 Añadir nuevos parámetros

Para añadir nuevos parámetros a la interfaz de usuario, modifique los archivos en *src/tabs/ui_calculo.R*.

Asegúrese de añadir validaciones y lógica para los nuevos parámetros en *src/server.R*.

Modificar las funciones de cálculo en *src/formulas.R* si es necesario.

9.4.2.4 Modificar la lógica de validación

Las validaciones de los parámetros de entrada están manejadas en *src/server.R* utilizando el paquete de R *shinyFeedback*.

Para modificar las validaciones existentes o añadir nuevas, edite las secciones de validación dentro de *observe* y *observeEvent* en *src/server.R*.

9.4.2.5 Añadir nuevos servicios

Definir las nuevas funciones de servicio en un archivo de R separado o dentro de *src/formulas.R* si están relacionadas con cálculos estadísticos.

Invocar estas funciones desde *src/server.R* y asegurarse de manejar adecuadamente las salidas y errores.

9.4.2.6 Modificaciones en la interfaz

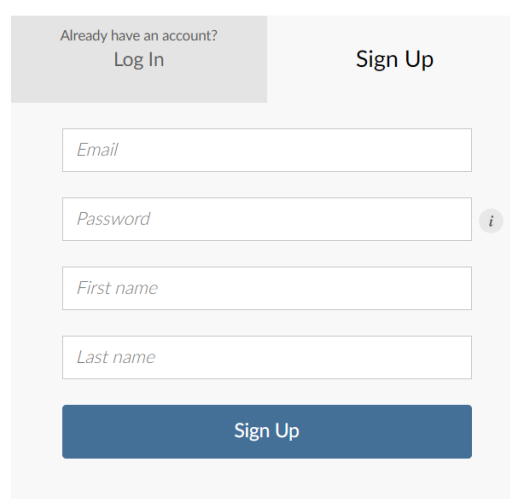
La interfaz de usuario está definida utilizando los paquetes de R *shiny* y *shinydashboard*. Para modificar la apariencia, edite los archivos en *src/tabs*.

Puede utilizar CSS y HTML adicionales para personalizar la apariencia de los componentes de la interfaz.

9.5 Manual de despliegue

Aquí se describen los pasos necesarios para desplegar la aplicación en la herramienta shinyapps.io.

- En primer lugar, se debe registrar el usuario en la web shinyapps.io.



The screenshot shows the 'Sign Up' form on the Shinyapps.io website. At the top, there is a toggle switch labeled 'Already have an account? Log In' and a 'Sign Up' button. Below this, there are four input fields: 'Email', 'Password', 'First name', and 'Last name'. The 'Password' field has a small 'i' icon to its right. At the bottom of the form is a large blue 'Sign Up' button.

Figura 9.12 Pantalla registro shinyapps.io

- A continuación, abra la aplicación RStudio y asegúrese de estar en el directorio del proyecto.
- Abra el archivo `app.R` y haga clic en el botón azul situado en la esquina superior derecha de RStudio (ver siguiente figura).

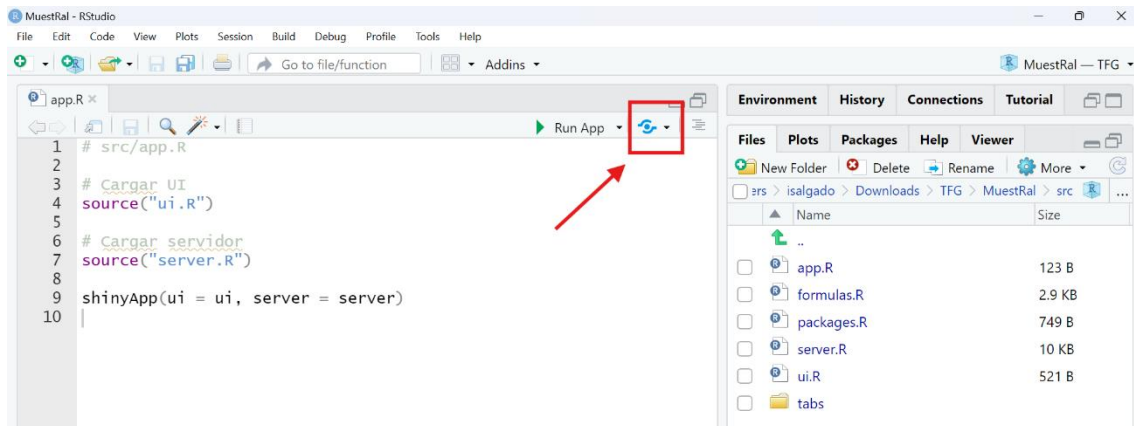


Figura 9.13 Pantalla publicación app desde RStudio

- Se pedirán las credenciales previamente usadas para el registro y accedemos a la selección de directorios para desplegar.

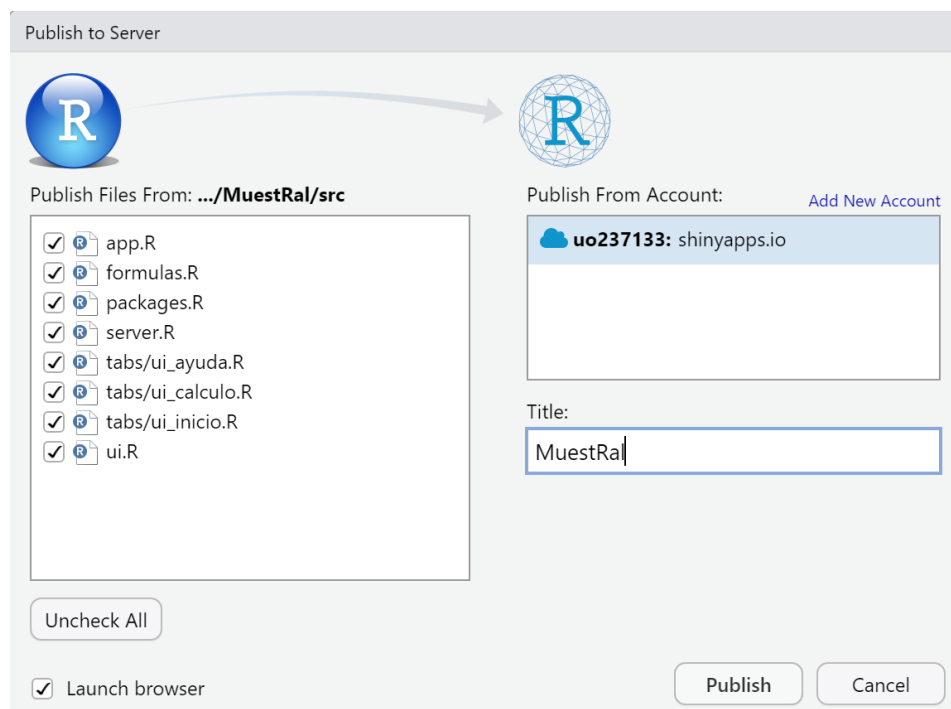


Figura 9.14 Pantalla selección archivos a desplegar

- Una vez seleccionado los archivos a desplegar y escoger el título de la aplicación, haga click en el botón "Publish" y comenzará el despliegue.

Capítulo 10. Conclusiones y Ampliaciones

10.1 Conclusiones

Se puede concluir que el desarrollo del sistema "MuestRal" ha sido un proceso enfocado en crear una herramienta web interactiva intuitiva y amigable para el cálculo del tamaño muestral. Los resultados obtenidos han estado dentro de lo esperado, cumpliendo con los objetivos iniciales del proyecto. La aplicación ha demostrado ser una herramienta eficaz, capaz de proporcionar cálculos precisos del tamaño muestral para diferentes parámetros.

Aunque el proyecto pueda parecer sencillo, se puede encontrar mucha dificultad en la parte teórica, ya que son muchos conceptos de la estadística y para alguien de grado en ingeniería informática no es fácil adquirir ciertos conocimientos que se escapan de su ámbito.

Dificultades aparte, el desarrollo de este proyecto ha sido una experiencia de aprendizaje personal enriquecedora, permitiendo adquirir, aplicar y unir conocimientos tanto en estadística como en desarrollo web, manejando diferentes tecnologías que nunca había usado y sobre todo tener la capacidad y perseverancia para llevar a cabo un proyecto tan desafiante.

10.2 Ampliaciones

En este apartado se van a indicar posibles ampliaciones que podrían mejorar el proyecto y que quedan pendientes para el futuro. Estas ampliaciones no se han incluido en la versión actual del sistema debido a limitaciones de tiempo y recursos.

10.2.1 Añadir parámetros de interés y tipos de error

Debido al tiempo de planificación se ha tenido que limitar la cantidad de parámetros de interés y tipos de muestreo que es capaz de calcular la aplicación. Así que una buena ampliación podría ser la incorporación de nuevos parámetros de interés como total poblacional, etc. u otros tipos de error tales como error relativo. Esto proporcionaría a los usuarios más opciones y flexibilidad en la selección del método de muestreo adecuado para sus estudios.

10.2.2 Internacionalización

Sería interesante adaptar la aplicación a diferentes idiomas. Implementar soporte para múltiples idiomas para hacer la aplicación accesible a una audiencia más amplia. Esto incluiría la traducción de la interfaz de usuario, la documentación y las guías de ayuda. Sería una tarea tediosa ya que habría que reescribir todo el código de la interfaz en el idioma seleccionado, pero le otorgaría al proyecto la oportunidad de ser usado en el extranjero.

10.2.3 Integración con bases de datos

Permitir a los usuarios cargar datos directamente desde bases de datos externas o servicios en la nube. Actualmente, los usuarios deben ingresar manualmente los parámetros necesarios para calcular el tamaño muestral. Con la integración de bases de datos, los usuarios podrían seleccionar y utilizar datos almacenados en sus sistemas de gestión de bases de datos directamente en MuestRal. Esto permitiría trabajar con datos de diversas fuentes, aumentando la flexibilidad y la escalabilidad del sistema, además de reutilizar datos existentes sin necesidad de duplicar o transferir manualmente la información.

Capítulo 11. Planificación del Proyecto y Presupuesto Finales

11.1 Planificación Final

La planificación inicial se ha visto truncada por el aumento de carga de trabajo en mi vida laboral junto con diversos viajes laborales que han modificado la planificación por completo. Se ha hecho un parón durante los meses de marzo y abril, retomando así en mayo y con un aumento de horas trabajadas por día. Se pasó de 2 a 4 horas dedicadas al presente trabajo de lunes a viernes y jornadas de 8 horas durante los fines de semana.

Por tanto, la nueva planificación queda de la siguiente manera:

- Inicio: se estableció con la primera reunión del proyecto siendo esta celebrada el día 22/02/2024, al igual que en el diagrama anterior.
- Fin: resultó el 09/07/2024 tras terminar con toda la documentación y su revisión.

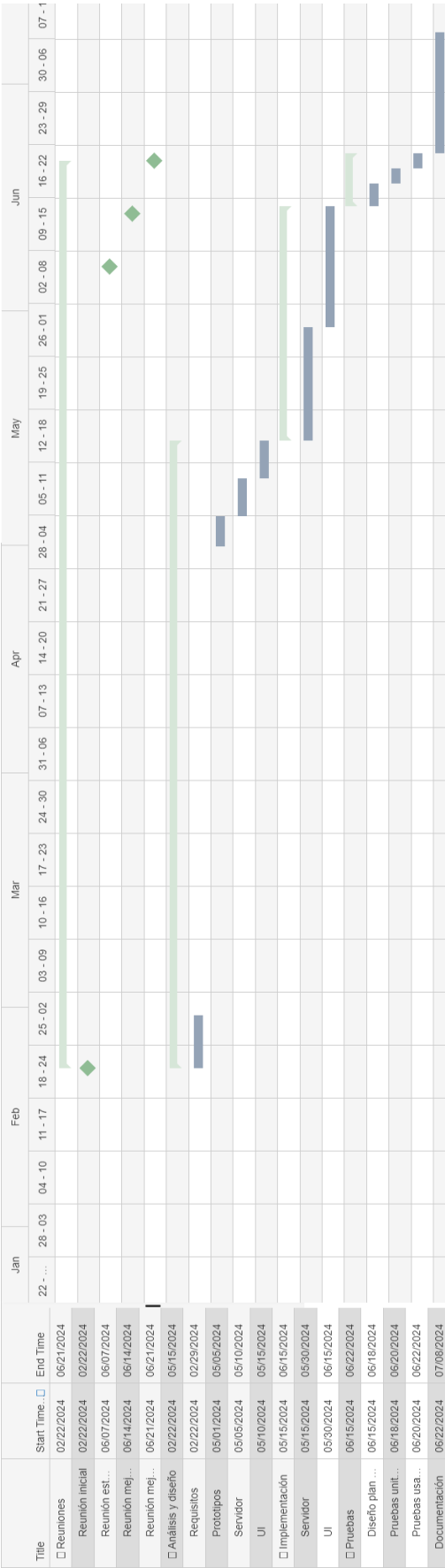


Figura 11.1 Diagrama Gantt planificación final

11.2 Presupuesto Final

11.2.1 Desarrollo de Presupuesto Detallado (Empresa)

Abajo se puede observar el presupuesto final del proyecto para la empresa.

Se ha de tener en cuenta que el proyecto es realizado por una única persona, por tanto, se ha incluido el mismo precio por hora en todas las tareas a realizar. Se han consultado empresas de informática en Asturias y se ha hecho la media de sueldos de los programadores, obteniendo un resultado de 35 euros la hora.

Para calcular el precio de los recursos software (licencias de Office y RStudio Pro) se ha consultado la web. Por otro lado, se puede ver el cálculo de gastos indirectos referidos a internet, luz y agua.

Se ha estimado un porcentaje del 10% para los beneficios, además se ha aplicado el IVA actual (21%).

Item	SubItem	Concepto	Cantidad	Precio Unitario	TOTAL
01		Desarrollo de la Aplicación			6.475,00 €
	001	Análisis y diseño	20,00	35,00 €	700,00 €
	002	Implementación	100,00	35,00 €	3.500,00 €
	003	Pruebas	25,00	35,00 €	875,00 €
	004	Documentación	40,00	35,00 €	1.400,00 €
02		Licencias software			81,25 €
	001	R y paquetes asociados	1,00	0,00 €	0,00 €
	002	Rstudio Desktop Pro	1,00	50,00 €	50,00 €
	003	Microsoft Word	1,00	31,25 €	31,25 €
03		Gastos indirectos			237,50 €
	001	Internet	2,50	30,00 €	75,00 €
	002	Agua	2,50	30,00 €	75,00 €
	003	Luz	2,50	35,00 €	87,50 €
Base					6.793,75 €
Beneficios(10%)					679,38 €
Subtotal					7.473,13 €
IVA (21%)					1.569,36 €
TOTAL					9.042,48 €

Tabla 11.1 Tabla presupuesto para empresa detallado

11.2.2 Presupuesto cliente

Aquí podemos ver el presupuesto final que se le entregará al cliente:

Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Coste Total Concepto
<i>Análisis y Diseño</i>	1,00	1.000,00 €	1.000,00 €
<i>Implementación</i>	1,00	3.223,12 €	3.223,12 €
<i>Pruebas</i>	1,00	1.250,00 €	1.250,00 €
<i>Documentación</i>	1,00	2.000,00 €	2.000,00 €
		<i>Subtotal</i>	7.473,12 €
		<i>IVA (21%)</i>	1.569,36 €
		TOTAL	9.042,48 €

Tabla 11.2 Tabla presupuesto para cliente

Capítulo 12. Referencias Bibliográficas

12.1 Libros y Artículos

Libros y artículos usados de alguna forma durante el desarrollo del proyecto o su documentación.

[Lubiano24] Asun Lubiano; Dpto. Estadística e I.O. y D.M. Técnicas de Muestreo – MANADINE.

[Perez05] Pérez López, César. “Muestreo estadístico: conceptos y problemas resueltos”. PEARSON EDUCACION. 2005. 9788420544113

12.2 Paquetes de R.

Referencias a la documentación de los paquetes de R utilizados para el desarrollo del sistema.

Andy Merlino (2016). shinyFeedback: Display User Feedback in Shiny Apps. R package version 0.4.0, <https://cran.r-project.org/web/packages/shinyFeedback>.

Bailey E (2015). shinyBS: Extra Twitter Bootstrap Components for Shiny. R package version 0.62, <https://github.com/ebailey78/shinybs>.

Chang W, Borges Ribeiro B (2024). shinydashboard: Create Dashboards with 'Shiny'. R package version 0.7.2, <https://github.com/rstudio/shinydashboard>.

Chang W, Cheng J, Allaire J, Sievert C, Schloerke B, Xie Y, Allen J, McPherson J, Dipert A, Borges B (2024). shiny: Web Application Framework for R. R package version 1.8.1.9001, <https://github.com/rstudio/shiny>, <https://shiny.posit.co/>.

Wickham H (2011). “testthat: Get Started with Testing.” The R Journal. R package version 3.5.10. https://journal.r-project.org/archive/2011-1/RJournal_2011-1_Wickham.pdf.

12.3 Referencias en Internet

Páginas Web consultadas para cualquier aspecto relacionado con el desarrollo del sistema o su documentación.

[R] Advanced R. Style guide. <http://adv-r.had.co.nz/Style.html>. 2024.

[Shiny] Shiny Widgets. MathJax. <https://shiny.posit.co/r/gallery/widgets/mathjax/>. 2024.

[Shiny] shinyapps.io User Guide. <https://docs.posit.co/shinyapps.io/guide/index.html>. 2024.

Capítulo 13. Apéndices

13.1 Glosario

- **Aplicación web:** Aplicación capaz de ejecutarse en un entorno web, y se visualizada con un navegador
- **Tamaño poblacional:** es el número total de individuos en la población de estudio.
- **Media poblacional:** es el promedio de los valores.
- **Proporción Poblacional:** fracción de individuos en una población que tienen una característica particular.
- **Varianza Poblacional:** medida de la dispersión de los valores en una población. Representa la variabilidad de los datos con respecto a la media poblacional.
- **Muestreo:** es el procedimiento con el que los individuos de la población son seleccionados para la muestra.
- **Muestreo aleatorio simple:** se selecciona a los individuos para la muestra al azar y sin reposición.
- **Muestreo aleatorio con reposición:** se selecciona a los individuos para la muestra al azar, pero de tal manera que un individuo puede ser seleccionado más de una vez.
- **Tamaño muestral:** número de observaciones o replicaciones que se seleccionan para el estudio.
- **Error de Muestreo:** es la raíz cuadrada de la varianza del estimador del parámetro poblacional de interés.
- **Error máximo admisible:** es la máxima diferencia (en valor absoluto) entre la estimación y el valor verdadero del parámetro poblacional que se está dispuesto a asumir.
- **Nivel de Confianza:** probabilidad de que el intervalo de confianza contenga el valor verdadero del parámetro poblacional. Se expresa comúnmente en porcentajes, como el 95% o el 99%.

13.2 Contenido Entregado en el Archivo adjunto

Se hace entrega de los siguientes archivos:

- “MuestRal.pdf”, donde se documenta todo el proceso llevado a cabo en la realización del proyecto.
- “MuestRal.zip”, fichero comprimido que contiene el proyecto de la aplicación web, que se ha de importar a RStudio.

13.3 Código Fuente

El código fuente se puede encontrar en el repositorio de GitHub del proyecto:
<https://github.com/uo237133/MuestRal>

13.4 Despliegue público

La aplicación web se puede encontrar públicamente desde cualquier navegador a través del enlace: <https://uo237133.shinyapps.io/MuestRal/>.

