



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Desarrollo de cotizador automatizado
de pólizas de seguros
de gastos médicos mayores**

TESINA

Que para obtener el título de
Ingeniera en Computación

P R E S E N T A

Malinalli Sánchez García

DIRECTOR DE TESINA

Dr. Ismael Everardo Bárcenas Patiño



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2026



**PROTESTA UNIVERSITARIA DE INTEGRIDAD Y
HONESTIDAD ACADÉMICA Y PROFESIONAL
(Titulación con trabajo escrito)**



De conformidad con lo dispuesto en los artículos 87, fracción V, del Estatuto General, 68, primer párrafo, del Reglamento General de Estudios Universitarios y 26, fracción I, y 35 del Reglamento General de Exámenes, me comprometo en todo tiempo a honrar a la institución y a cumplir con los principios establecidos en el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente con los de integridad y honestidad académica.

De acuerdo con lo anterior, manifiesto que el trabajo escrito titulado DESARROLLO DE COTIZADOR AUTOMATIZADO DE POLIZAS DE SEGUROS DE GASTOS MEDICOS MAYORES que presenté para obtener el título de INGENIERA EN COMPUTACIÓN es original, de mi autoría y lo realicé con el rigor metodológico exigido por mi Entidad Académica, citando las fuentes de ideas, textos, imágenes, gráficos u otro tipo de obras empleadas para su desarrollo.

En consecuencia, acepto que la falta de cumplimiento de las disposiciones reglamentarias y normativas de la Universidad, en particular las ya referidas en el Código de Ética, llevará a la nulidad de los actos de carácter académico administrativo del proceso de titulación.

MALINALLI SANCHEZGARCIA
Número de cuenta: 318049919

Dedicatoria

En agradecimiento a mi madre, María Teresa Guadalupe García Aguirre, por su apoyo y ejemplo de perseverancia, que me han dado la base para alcanzar este objetivo; a mi hermana, Xochiquetzal Sánchez García, y a mi cuñado, Omar Nava Robles, por acompañarme y brindarme ánimo en los momentos más exigentes; y a Cristian Bote Sánchez, por su compañía y respaldo durante este proceso académico. A todos ellos, mi gratitud por haber sido parte esencial en la culminación de esta etapa.

Índice

1. Introducción	6
2. Marco teórico	8
2.1. Automatización de procesos en cotización de pólizas de seguros	11
2.2. Herramientas de Automatización: VBA en entornos de hojas de cálculo	12
2.3. Fundamentos de la Cotización de Pólizas de Seguros	13
2.4. Técnicas de Cálculo en Seguros: Modelos y Algoritmos	15
2.5. Policy Administration Systems (PAS)	16
3. Metodología	18
3.1. Descripción General del Método	18
3.1.1. Identificación de tareas repetitivas	19
3.1.2. Definición de módulos y procedimientos	19
3.1.3. Desarrollo del sistema automatizado	19
3.1.4. Validación del funcionamiento	20
3.1.5. Ajustes y mejoras del sistema	20
3.2. Desarrollo del Sistema de Cotización Automatizada	21
3.3. Proceso de Automatización de Cálculos	23
3.4. Análisis de Macros VBA	26
3.5. Validación y Pruebas del Sistema	27
3.6. Seguridad del sistema y de la información	28
4. Desarrollo del Proyecto	29
4.1. Implementación de la Interfaz de Usuario en Excel	29
4.2. Creación de Fórmulas de Cálculo en VBA	30
4.3. Generación Automática de Cotizaciones	34
4.4. Optimización del Sistema para Mayor Eficiencia	38
5. Resultados	40
5.1. Pruebas Realizadas y Resultados Obtenidos	40
5.2. Análisis de Desempeño y Tiempo de Respuesta	43

6. Conclusiones	47
6.1. Resumen de los Resultados y Logros	47
6.2. Impacto de la Automatización en el Proceso de Cotización	48
6.3. Posibles mejoras y futuras implementaciones	48
Bibliografía	50
7. Anexos	52
7.1. Glosario de palabras	52
7.2. Código VBA	54

Índice de figuras

1.	Flujo general del proceso de cotización por póliza para la generación de propuestas.	12
2.	Flujo general del proceso de cotización de pólizas para la generación de propuestas.	14
3.	Interfaz principal del cotizador automatizado desarrollada en VBA. . .	22
4.	Interfaz de selección de archivos desarrollada en VBA.	23
5.	Selección de un archivo de cotizador.	24
6.	Selección de un archivo de quinquenios.	24
7.	Estructura general del proyecto, dividida en la tabla de correos, formularios de interacción con el usuario y módulos de procesamiento.	26
8.	Interfaz de selección de archivos.	29
9.	Ajustes del entorno	30
10.	Iteración de pólizas y registro de cantidad y valor durante el procesamiento.	31
11.	Llenado de datos para censos.	33
12.	Ruta final para los archivos resultantes del cotizador.	34
13.	Cuadro de mensaje que indica la ruta donde se almacenan los libros generados.	35
14.	Mensaje de confirmación al concluir la generación del lote de cotizaciones.	36
15.	Tabla de ejemplo utilizada para identificar destinatarios y correos de copia durante la preparación de propuestas por correo electrónico.	36
16.	Plantilla del cuerpo del correo utilizada para la preparación de propuestas por correo electrónico.	37
17.	Mensaje de ejemplo de confirmación al finalizar la preparación de correos con los libros generados.	38
18.	Verificación de parámetros del libro origen (cotizador) antes de generar la copia de trabajo utilizada en la automatización.	38
19.	Conteo de subgrupos para dimensionar tablas y orientar el llenado de censos.	39

20.	Ejemplo de lote de prueba en la hoja POLIZARIO (datos anónimos) utilizado para validar el recorrido secuencial de pólizas.	40
21.	Ejemplo representativo de censos y tarifas generados automáticamente en la hoja Propuesta.	44
22.	Resultado final de la cotización generada por el sistema.	45
23.	Ejemplo de correos preparados automáticamente para el envío de propuestas.	46

1. Introducción

En el trabajo diario de cotización de pólizas de seguros (contratos mediante los cuales una aseguradora establece las condiciones de cobertura y las obligaciones entre las partes para un grupo de asegurados), una parte importante del tiempo se invierte en tareas repetitivas orientadas a la generación de propuestas de cotización: abrir el cotizador (archivo base implementado en un entorno de hojas de cálculo para calcular cotizaciones y generar propuestas), localizar el registro en el listado, cargar la información necesaria, llenar el censo del grupo asegurado, actualizar los cálculos y generar el archivo final correspondiente.

El censo corresponde al registro de la cantidad de asegurados por rangos de edad y sexo, organizado en una tabla del archivo del cotizador.

Una póliza permite definir de manera formal las condiciones bajo las cuales una aseguradora (empresa que asume el riesgo y ofrece la cobertura a cambio de un pago previamente establecido) ofrece cobertura a un grupo de asegurados. Su elaboración se apoya en un proceso de cotización, en el cual se recopila y organiza la información necesaria para estimar las condiciones de la propuesta. Por ejemplo, al cotizar un grupo empresarial, se registran los datos de sus integrantes, se integran en el censo conforme a criterios como edad y sexo, se aplican las reglas correspondientes y se genera una propuesta de cotización que sirve como base para la posible emisión de la póliza.

Además del tiempo invertido, un reto recurrente del proceso es mantener la consistencia de la información. El llenado del censo requiere especial atención, ya que implica registrar la cantidad de asegurados en celdas específicas de acuerdo con los datos del grupo asegurado (conjunto de personas cubiertas bajo una misma póliza). Entre los errores más frecuentes del proceso manual se encuentran la omisión de registros, la asignación de valores en columnas incorrectas o la permanencia de datos correspondientes a una póliza previa. Estas situaciones no siempre se detectan de forma inmediata y pueden manifestarse hasta la etapa final, cuando la propuesta de cotización ya ha sido generada y es necesario realizar correcciones.

Aunque en ocasiones la carga se divide entre dos o tres personas, el problema se mantiene: cada caso requiere seguir una secuencia de pasos y validar que el orden

de ejecución sea el correcto. Este esfuerzo aumenta cuando una póliza incluye más de un subgrupo (división del grupo asegurado con reglas de cotización distintas), ya que cada subgrupo requiere generar tablas adicionales para el llenado del censo, actualizar totales y subtotales, y verificar que la información final corresponda únicamente a la póliza en proceso.

Ante esta necesidad, el propósito de este trabajo consiste en desarrollar un sistema que automatiza la ejecución del flujo de cotización mediante el lenguaje Visual Basic for Applications (VBA), integrado en un entorno de hojas de cálculo. El sistema coordina la carga de datos, el llenado del censo y la generación automática de archivos independientes por póliza, manteniendo el orden del proceso y reduciendo la intervención manual. Cabe aclarar que la automatización no sustituye las fórmulas del cotizador; su función es coordinar la carga de datos, el llenado del censo y la generación de un archivo independiente por póliza, además de dejar preparada la documentación para su revisión y envío.

El alcance del sistema se centra en el procesamiento por conjunto de pólizas y en la estandarización de la salida. Para cada póliza, el flujo trabaja sobre una copia temporal del cotizador, ejecuta las rutinas necesarias para actualizar la información y genera el archivo final con una nomenclatura definida. Como resultado, se reducen los pasos manuales y se optimiza el procesamiento de lotes completos de pólizas.

En este sentido, la automatización no busca reemplazar el trabajo del personal, sino apoyar el proceso para que sea más consistente. Al disminuir acciones repetitivas y estandarizar la secuencia de ejecución, el personal puede dedicar más tiempo a tareas de revisión, seguimiento y atención de casos particulares, en lugar de enfocarse únicamente en capturas y validaciones por cada póliza.

2. Marco teórico

La gestión de pólizas y cotizaciones comprende diversas funciones integradas dentro de un mismo flujo operativo. Este proceso inicia con la recopilación de la información del cliente y del grupo asegurado, continúa con la aplicación de herramientas de cálculo para estimar costos, el número de asegurados, es decir, la cantidad de personas que reciben la cobertura del seguro, y otros parámetros relevantes, y concluye con la generación de la propuesta de cotización y de la documentación correspondiente.

En la práctica, el correcto funcionamiento de este flujo depende de que la información se encuentre organizada de forma adecuada, de que los cálculos se ejecuten de manera precisa y sin omisiones, y de que los archivos generados mantengan consistencia, especialmente cuando se gestionan múltiples pólizas dentro de un mismo periodo.

En organizaciones del sector asegurador, estas actividades pueden realizarse de manera manual, particularmente cuando las áreas administrativas no cuentan con sistemas especializados para la cotización de pólizas o con personal dedicado al desarrollo de soluciones informáticas. Esta situación provoca que el mismo conjunto de tareas se repita póliza por póliza, lo que incrementa el tiempo total del proceso y favorece errores por omisión o captura incorrecta de la información. En consecuencia, la automatización constituye una alternativa viable para reducir tareas repetitivas y estandarizar el orden de ejecución de las actividades.

En este contexto, Visual Basic for Applications (VBA) constituye una herramienta que permite implementar mecanismos de automatización dentro de entornos de hoja de cálculo y otras aplicaciones del entorno Office [Amelot, 2016, Jelen and Syrstad, 2022].

Además de VBA, existen otras herramientas que pueden emplearse para automatizar procesos administrativos, como las funciones nativas de Excel, Power Automate, lenguajes de programación como Python, Google Apps Script y sistemas especializados de administración de pólizas, como los Policy Administration Systems (PAS). Sin embargo, la elección de la herramienta depende del tipo de proceso que se desea automatizar, del entorno en el que trabajan los usuarios y de los recursos disponibles para su implementación.

En este proyecto, las funciones nativas de Excel no resultan suficientes por sí solas, ya que la automatización requerida no se limita al cálculo de valores, sino que requiere validar archivos, recorrer pólizas, llenar censos, generar documentos individuales y preparar correos. Power Automate permite crear flujos entre aplicaciones; sin embargo, no se considera la opción principal, ya que el proceso requiere manipular directamente libros de Excel y ejecutar acciones dentro del propio cotizador. Python ofrece mayor flexibilidad para el procesamiento de información y permite desarrollar soluciones más robustas; no obstante, para este proyecto implicaría contar con un entorno de ejecución, bibliotecas instaladas y componentes adicionales para desarrollar una interfaz amigable y distribuir la herramienta a usuarios administrativos. Por su parte, Google Apps Script resulta más adecuado para procesos desarrollados dentro del ecosistema de Google Workspace, por lo que no representa la alternativa más conveniente cuando el flujo se basa en archivos de Excel y herramientas de Microsoft Office.

A partir de lo anterior, se selecciona VBA porque se integra directamente con Microsoft Excel, herramienta donde ya se realiza el proceso de cotización. Esta característica permite automatizar el llenado de censos, la validación de archivos, el recorrido de pólizas, la generación de documentos y la preparación de correos dentro del mismo entorno de trabajo. Asimismo, facilita la distribución de la solución mediante un archivo habilitado para macros, sin depender de una plataforma externa o de infraestructura adicional compleja, lo que resulta adecuado para el alcance operativo del proyecto.

Entre las aplicaciones más relevantes de VBA se encuentran:

- **Automatización de tareas repetitivas.** VBA permite programar macros capaces de ejecutar secuencias estructuradas de instrucciones de manera automática. Estas macros pueden incluir transferencia de datos entre hojas, validación de información, formateo dinámico de tablas, generación de archivos y ejecución de cálculos complejos [Amelot, 2016].
- **Manipulación y análisis de datos.** Mediante el uso de estructuras de control (condicionales y ciclos), funciones personalizadas y acceso al modelo de objetos del entorno de hojas de cálculo, VBA permite procesar grandes volúmenes de información de forma eficiente. Esto incluye la depuración de datos, la búsqueda y

filtrado automatizado, la aplicación de reglas de negocio específicas y la ejecución de cálculos iterativos [Billo, 2007].

- **Desarrollo de interfaces de usuario personalizadas.** VBA permite diseñar formularios (UserForms) que funcionan como interfaces estructuradas para la captura y validación de información. Estos formularios pueden incorporar controles como cuadros de texto, listas desplegables, botones de comando y validaciones automáticas, lo que facilita la interacción del usuario con la aplicación y reduce la probabilidad de errores en la entrada de datos. Además, posibilitan la organización lógica del flujo de trabajo, guiando al usuario a través de cada etapa del proceso [Oria, 2015].
- **Generación automatizada de reportes.** Otra aplicación relevante de VBA es la creación y actualización automática de reportes. A través de código, es posible generar tablas dinámicas, consolidar información proveniente de múltiples fuentes, aplicar formatos predefinidos y producir documentos listos para su distribución. Esta capacidad contribuye a reducir tiempos de procesamiento [Jelen and Syrstad, 2022].
- **Integración con otras aplicaciones del entorno Office.** VBA facilita la comunicación entre distintas aplicaciones del entorno Office, como Excel, Word y Outlook, mediante automatización basada en objetos. Esto permite, por ejemplo, generar documentos formales a partir de datos almacenados en hojas de cálculo o enviar correos electrónicos automatizados con archivos adjuntos generados dinámicamente [Amelot, 2016].

En conjunto, estas aplicaciones posicionan a VBA como una herramienta flexible y accesible para la optimización de procesos en entornos administrativos y técnicos, especialmente en organizaciones que requieren soluciones personalizadas sin necesidad de implementar sistemas de información de gran escala.

2.1. Automatización de procesos en cotización de pólizas de seguros

La automatización de procesos implica el uso de herramientas de software para la ejecución de tareas repetitivas, con el objetivo de reducir la necesidad de intervención manual. Entre sus principales beneficios se encuentran una mayor eficiencia operativa, la optimización del tiempo de operación, la reducción de costos asociados a correcciones y el aumento en la precisión y consistencia de los resultados.

En el sector asegurador, particularmente en agencias dedicadas a la gestión y cotización de pólizas, estos procesos administrativos se caracterizan por ser repetitivos, ya que cada cotización se ejecuta de manera individual. El procedimiento se compone de etapas que deben ejecutarse en un orden específico:

1. Recopilación y organización de la información del grupo asegurado.
2. Consolidación del censo correspondiente.
3. Ejecución de cálculos mediante herramientas de cotización.
4. Generación del documento final de propuesta.

Cuando el volumen de pólizas es elevado o una póliza incluye múltiples subgrupos, el número de validaciones necesarias aumenta de forma considerable. En estos casos, la ejecución manual del proceso incrementa el riesgo de arrastrar información entre iteraciones, omitir registros o generar inconsistencias en los resultados, especialmente cuando el archivo de trabajo no se limpia o controla adecuadamente entre cada ejecución, y cuando los tiempos de entrega son limitados.

En un caso representativo, al cotizar un conjunto de pólizas para un grupo empresarial, es necesario registrar los datos de los asegurados, asignarlos correctamente en el censo, ejecutar el cálculo correspondiente y generar el documento final para cada póliza. Si este procedimiento se repite manualmente para decenas de pólizas, el tiempo requerido se incrementa y la probabilidad de error aumenta, lo que evidencia la necesidad de contar con mecanismos que permitan automatizar y estandarizar dichas etapas. En la Figura 1 se ilustra el flujo general del procedimiento.

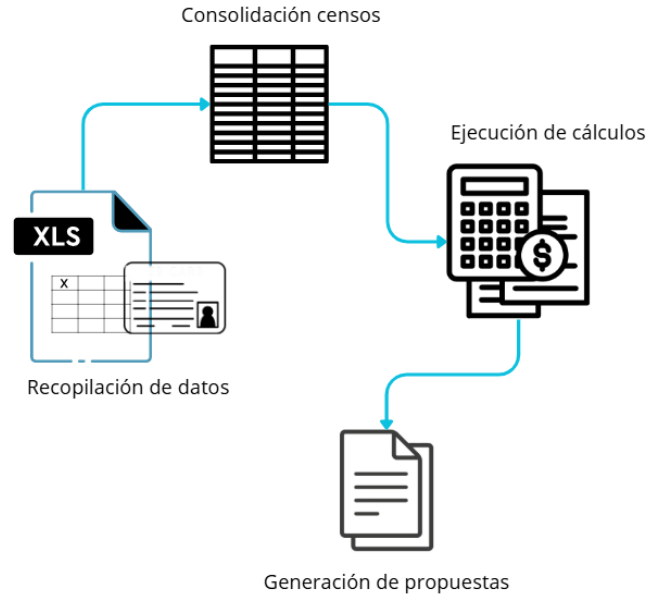


Figura 1: Flujo general del proceso de cotización por póliza para la generación de propuestas.

En un contexto más amplio, la automatización de procesos administrativos responde a la necesidad de las organizaciones de mejorar su eficiencia. De acuerdo con [Kale, 2015], la adopción de soluciones flexibles y escalables permite modernizar los procedimientos sin requerir inversiones elevadas en infraestructura, favoreciendo la agilidad organizacional.

2.2. Herramientas de Automatización: VBA en entornos de hojas de cálculo

En el sector financiero y asegurador, las aplicaciones de hojas de cálculo, como Microsoft Excel, se utilizan frecuentemente para organizar información, aplicar fórmulas, ejecutar cálculos y elaborar reportes. Desde una perspectiva de desarrollo, estas plataformas adquieren un mayor potencial mediante la integración del lenguaje Visual Basic for Applications (VBA), el cual permite crear funciones y automatizar procesos.

A través de VBA es posible desarrollar macros personalizadas capaces de replicar acciones del usuario, validar datos, recorrer registros y generar documentos en menor tiempo. En el contexto de la cotización, esto resulta útil para automatizar actividades como el llenado de censos, la ejecución controlada del cálculo del cotizador y la generación de archivos individuales por póliza, almacenándolos de forma ordenada en

carpetas predeterminadas. Con ello se mantiene un flujo operativo más uniforme y se reduce la variación asociada a la ejecución manual.

Si bien VBA no es el entorno más común para el desarrollo de software en comparación con entornos de desarrollo integrados (IDE) contemporáneos (por ejemplo, Visual Studio Code), su principal ventaja radica en su integración nativa dentro del mismo archivo de Excel. Mediante el editor de VBA (accesible con **Alt+F11**) se pueden crear módulos, utilizar el depurador (**breakpoints** y ejecución paso a paso), inspeccionar variables y aprovechar el autocompletado de objetos del modelo de Excel, lo cual facilita la implementación y el mantenimiento de automatizaciones dentro del entorno institucional.

2.3. Fundamentos de la Cotización de Pólizas de Seguros

La cotización de una póliza de seguros corresponde al proceso mediante el cual se determinan las condiciones económicas de cobertura (alcance y beneficios que el seguro ampara conforme a la póliza) con base en variables técnicas como la edad, el género, el tipo de plan, el monto asegurado (cantidad máxima que la aseguradora cubre conforme a la póliza) y la vigencia. En los seguros de gastos médicos mayores, estos factores resultan determinantes para estimar el riesgo del grupo asegurado y establecer una prima (pago económico que se realiza a la aseguradora por la cobertura) adecuada.

Desde la perspectiva de la teoría del seguro, la prima constituye el mecanismo mediante el cual el riesgo se transfiere y se distribuye entre los integrantes del grupo asegurado, permitiendo la sostenibilidad financiera del sistema [Vaughan and Vaughan, 2014]. De manera complementaria, [Rejda, 2020] señala que la prima representa el precio que permite a la aseguradora financiar las pérdidas esperadas y los gastos operativos, manteniendo la estabilidad del sistema mediante la distribución del riesgo entre los asegurados. En consecuencia, resulta necesario aplicar criterios consistentes y sostenibles, particularmente en escenarios con heterogeneidad de perfiles de riesgo.

Para organizar estos criterios técnicos de forma consistente, se emplea un flujo de trabajo que integra la preparación de datos, la consolidación del caso de cotización

y la ejecución del cálculo. La Figura 2 presenta de manera general el proceso automatizado, organizado en tres bloques principales: (i) preparación y validación de insumos, (ii) construcción o actualización del caso de cotización, y (iii) ejecución del cálculo y generación de la propuesta.

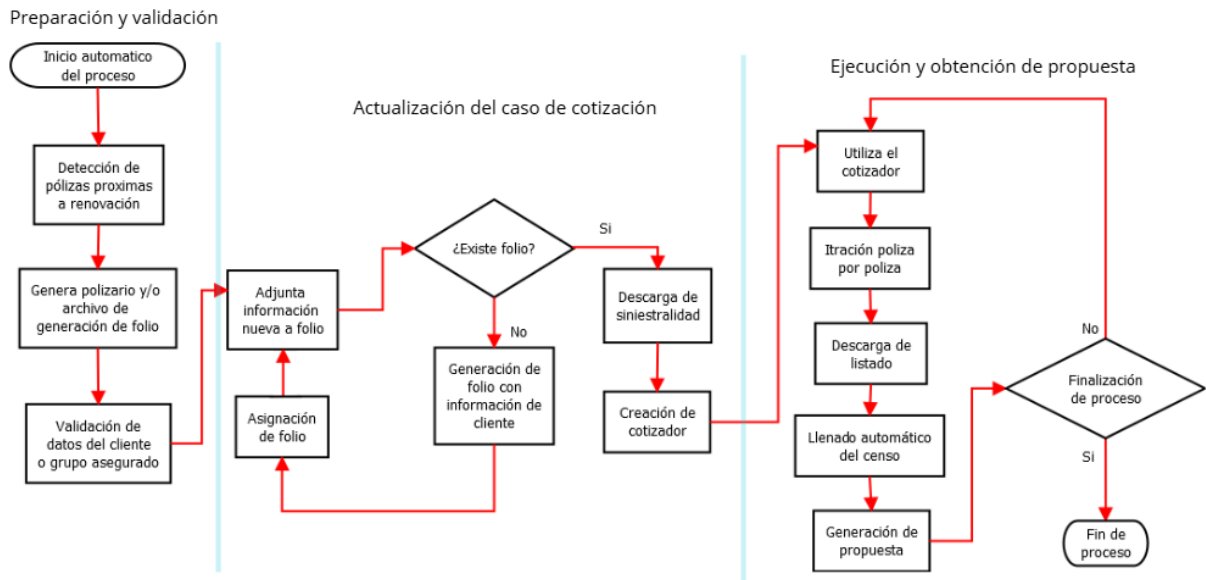


Figura 2: Flujo general del proceso de cotización de pólizas para la generación de propuestas.

En el primer bloque, correspondiente a la *preparación y validación de insumos*, el proceso inicia con la detección de pólizas próximas a renovación. A partir de ello, se genera el archivo base de trabajo y/o el folio de cotización, seguido de la validación de la información del cliente y del grupo asegurado. Posteriormente, se asigna el folio y se adjunta la información complementaria requerida para el caso.

En el segundo bloque, enfocado en la *construcción o actualización del caso de cotización*, el proceso verifica si existe un folio previo. Si existe, se descarga la siniestralidad asociada y se continúa con la creación o actualización del caso dentro del cotizador. Si no existe, se genera un folio con la información del cliente y se incorpora al flujo para su procesamiento posterior.

Finalmente, en el tercer bloque, correspondiente a la *ejecución del cálculo y generación de la propuesta*, se utiliza el cotizador para procesar la información póliza por póliza. En esta etapa se descarga el listado necesario para el cálculo, se realiza el llenado automático del censo y se genera la propuesta final. El flujo concluye con una

validación de finalización; en caso de que existan pólizas pendientes, el proceso regresa al ciclo de ejecución hasta completar el lote, y en caso contrario finaliza.

En la práctica, las cotizaciones suelen realizarse en hojas de cálculo mediante captura manual de datos y fórmulas predefinidas, lo que incrementa el riesgo de errores y los tiempos de ejecución.

Por ello, la integración de herramientas automatizadas dentro de este proceso contribuye a normalizar las operaciones, minimizar errores y asegurar la consistencia y el orden de la información.

2.4. Técnicas de Cálculo en Seguros: Modelos y Algoritmos

Los cálculos aplicados en las pólizas de seguros se sustentan en modelos actuariales cuyo objetivo es estimar el nivel de riesgo asociado a un grupo asegurado, considerando sus características demográficas y técnicas. Estos modelos emplean parámetros como la edad, el género, el historial de siniestralidad, el tipo de cobertura y la vigencia, los cuales influyen de manera directa en la determinación de las primas.

En particular, dichos modelos permiten cuantificar el riesgo esperado y establecer tarifas sostenibles desde el punto de vista financiero, al mismo tiempo que mantienen un equilibrio con el costo asumido por los asegurados. Para su aplicación operativa, estos modelos se traducen en reglas de cálculo y procedimientos estructurados que pueden ser implementados mediante algoritmos dentro de herramientas de apoyo computacional.

El diseño de estos algoritmos considera una estructura jerárquica de la información, organizada por póliza, subgrupo, ramo y quinquenio. Asimismo, en procesos con enfoque en renovación, el cálculo de las primas incorpora indicadores de siniestralidad. Tal como plantean [Ramírez and Juárez, 2014], la siniestralidad puede entenderse como el cociente entre los gastos incurridos por la compañía de seguros y las primas emitidas, indicador relevante para analizar la rentabilidad y el ajuste del precio de las pólizas de gastos médicos mayores.

2.5. Policy Administration Systems (PAS)

Los Policy Administration Systems (PAS) son sistemas centrales del entorno asegurador cuyo propósito principal es administrar el ciclo de vida completo de las pólizas. De acuerdo con [Celent, 2025], un PAS funciona como el sistema de registro oficial de las pólizas emitidas por una aseguradora, almacenando de forma persistente la información relacionada con coberturas.

Desde una perspectiva funcional, [InsurOS.org, 2025] describe al PAS como un sistema configurable y orientado a procesos, compuesto por módulos de administración de productos, un motor de ejecución de reglas y un subsistema de administración de pólizas. Esta arquitectura permite que los productos de seguros se definan mediante configuraciones, en lugar de desarrollos rígidos, y que las transacciones de póliza se ejecuten de manera controlada, trazable y alineada con la normativa aplicable.

Desde esta perspectiva, [InsurOS.org, 2025] identifica las siguientes aplicaciones principales de un PAS moderno:

1. **Configuración de productos (*Product Configuration*)**. Permite definir la estructura de los productos de seguros mediante parámetros, tales como coberturas, deducibles, reglas de suscripción y fórmulas de tarificación. Esta funcionalidad reduce la dependencia de desarrollos a medida y facilita la adaptación a cambios del mercado.
2. **Gestión del ciclo de vida de la póliza (*Policy Lifecycle Management*)**. Controla las transacciones asociadas a una póliza, incluyendo emisión, endosos, renovaciones y cancelaciones. El sistema conserva un historial de versiones y transacciones, lo que permite asegurar la trazabilidad y la consistencia de la información.
3. **Colaboración entre actores (*Stakeholder Collaboration*)**. Facilita la interacción coordinada entre asegurados y personal administrativo mediante flujos de trabajo, portales y servicios expuestos a través de APIs, integrando las actividades dentro del ciclo de vida de la póliza.
4. **Integración con el ecosistema asegurador (*Integration with the Ecosys-***

tem). Permite la conexión del PAS con otros sistemas centrales, como facturación, gestión de siniestros, reaseguro y plataformas analíticas, mediante mecanismos de integración basados en APIs y eventos.

5. **Auditoría y cumplimiento (*Audit and Compliance*)**. Proporciona mecanismos de control y trazabilidad sobre las operaciones realizadas en el sistema, a través de registros detallados, versionado de pólizas y controles de acceso, apoyando el cumplimiento normativo y los procesos de auditoría.

El cuadro 1 muestra una comparación general de algunos Policy Administration Systems del sector asegurador, considerando sus principales aplicaciones y características funcionales.

Cuadro 1: Comparación de Policy Administration Systems en el sector asegurador

Sistema PAS	Aplicaciones principales	Características relevantes
Guidewire Policy-Center	Cotización, emisión, endosos, renovaciones y administración del ciclo de vida de pólizas	Arquitectura modular, alta escalabilidad e integración con otros sistemas core
Duck Creek Policy	Gestión de pólizas, reglas de negocio y procesos de tarificación	Configuración flexible, reglas parametrizables y enfoque en agilidad operativa
Sapiens IDITSuite	Administración integral de pólizas, integración con facturación y soporte multirramo	Plataforma configurable, enfoque en cumplimiento normativo y operaciones complejas

Fuente: Elaboración propia con base en [Celent, 2025] e [InsurOS.org, 2025].

Desde una perspectiva técnica y organizacional, los PAS presentan una arquitectura modular que facilita la configuración de productos, la ejecución de transacciones y su integración con otros sistemas, apoyando el control, la trazabilidad y la estandarización de los procesos administrativos [InsurOS.org, 2025].

Por lo anterior, los PAS representan soluciones de mayor complejidad, mientras que el sistema desarrollado en este trabajo se limita a la automatización de un proceso operativo específico del flujo de cotización, implementado en VBA como apoyo local y sin pretender sustituir un PAS completo.

3. Metodología

3.1. Descripción General del Método

En esta sección se describe el desarrollo de una herramienta automatizada para la gestión de cotizaciones, tomando como base un proceso operativo que se ejecuta de forma manual. El enfoque adoptado busca resolver una problemática funcional específica, utilizando recursos digitales accesibles que permitan optimizar el tiempo de ejecución y reducir errores dentro del área administrativa.

El objetivo principal consiste en automatizar un proceso manual de cotización que se ejecuta por póliza de manera individual, generando un consumo elevado de tiempo y un mayor riesgo de errores. Para ello, se diseña una solución basada en VBA sobre Microsoft Excel como plataforma de cálculo.

El método propuesto sigue una secuencia iterativa y progresiva, organizada en las etapas:

1. Identificación de las tareas repetitivas, localizando los puntos críticos y las principales fuentes de error en la elaboración de cotizaciones.
2. Definición de los módulos, funciones y procedimientos que conforman la automatización del proceso.
3. Desarrollo del sistema, empleando programación en VBA para la ejecución automática de cálculos, validaciones y generación de archivos.
4. Validación del funcionamiento del sistema, con el fin de verificar la precisión de los resultados y la eficiencia operativa.
5. Ajustes y mejoras en la lógica del código y en la interfaz, así como la corrección de errores detectados durante la operación del sistema, tales como selecciones incorrectas de archivos, inconsistencias en los datos de entrada o situaciones no contempladas durante la ejecución.

3.1.1. Identificación de tareas repetitivas

La primera etapa del método consiste en analizar el proceso manual de cotización con el objetivo de identificar aquellas actividades que se repiten de forma constante para cada póliza. Este análisis se realiza mediante la revisión estructurada del flujo operativo existente, identificando cada una de las etapas del proceso y documentando las acciones ejecutadas por póliza. A partir de esta descomposición del proceso, se identifican las actividades repetitivas y los puntos susceptibles de automatización.

Entre las tareas repetitivas detectadas se encuentran el llenado manual de los censos por edad y sexo, la ejecución del cotizador para cada póliza, la validación de resultados y el guardado individual de los archivos generados. La identificación de estas actividades permite delimitar los puntos críticos del proceso y establecer los elementos prioritarios para su automatización.

3.1.2. Definición de módulos y procedimientos

Una vez identificadas las tareas repetitivas, se define la estructura lógica del sistema automatizado. Esta etapa consiste en descomponer el proceso completo en módulos y procedimientos independientes, cada uno con una función específica dentro del flujo general.

Se definen módulos orientados al control del proceso principal, a la validación de archivos y parámetros, al cálculo y llenado automático de censos, y a la gestión de la salida de información. Esta separación permite organizar la lógica del sistema de manera clara, facilitando tanto su desarrollo como su mantenimiento posterior.

3.1.3. Desarrollo del sistema automatizado

En la etapa de desarrollo se implementa la solución propuesta utilizando VBA en el entorno de Microsoft Excel. El sistema se construye de manera incremental, integrando gradualmente las funciones de validación, llenado de datos y generación de archivos.

Durante esta fase se prioriza la automatización del flujo completo de cotización por póliza, asegurando que cada iteración se ejecute de forma secuencial y controlada.

El desarrollo se enfoca en garantizar que el sistema pueda procesar múltiples pólizas sin intervención manual, manteniendo la consistencia de los resultados y respetando la estructura original del cotizador.

3.1.4. Validación del funcionamiento

Una vez concluido el desarrollo inicial del sistema, se realizan pruebas funcionales con el objetivo de verificar la correcta ejecución del flujo automatizado. Estas pruebas permiten confirmar que los cálculos, el llenado de censos y la generación de archivos se realizan conforme a lo esperado.

Esta etapa permite consolidar el flujo automatizado y comprobar su estabilidad antes de la incorporación de mejoras adicionales.

3.1.5. Ajustes y mejoras del sistema

Durante la implementación y validación del sistema se identifican oportunidades de mejora que se incorporan de manera progresiva. Inicialmente, el sistema se enfoca únicamente en la generación automática de las propuestas; sin embargo, posteriormente amplía su alcance aprovechando otras capacidades del lenguaje VBA.

Como parte de estas mejoras, se integra la preparación automática de correos electrónicos mediante Microsoft Outlook. Esta mejora permite generar los mensajes con sus destinatarios y archivos adjuntos correspondientes, manteniendo una revisión previa antes del envío.

La incorporación de estas mejoras fortalece el flujo completo de cotización, reduciendo la intervención manual y cerrando el ciclo operativo desde la generación de la propuesta hasta su preparación y distribución.

Desde el punto de vista de la viabilidad, el método propuesto presenta ventajas al estar basado en herramientas de uso común en el entorno administrativo, como Microsoft Excel y Visual Basic for Applications (VBA), lo que permite su implementación sin costos adicionales de licenciamiento o infraestructura. De acuerdo con [Amelot, 2016] y [Jelen and Syrstad, 2022], VBA constituye una alternativa adecuada para la automatización de procesos administrativos debido a su flexibilidad, bajo costo de adopción y

facilidad para desarrollar soluciones personalizadas.

En cuanto a la escalabilidad, el método se encuentra condicionado por las capacidades propias del entorno de Excel y por las políticas de licenciamiento de la organización. El volumen de información procesable depende de factores como el tamaño de los archivos, la cantidad de registros por póliza y el número de usuarios que acceden a los recursos compartidos. La documentación oficial de [Microsoft Corporation, 2023] señala que Excel y VBA presentan límites prácticos asociados al manejo de datos y la ejecución de macros, los cuales deben considerarse al escalar la solución; no obstante, dichos límites resultan compatibles con el volumen operativo para el cual se diseña el método.

3.2. Desarrollo del Sistema de Cotización Automatizada

La problemática principal radica en que, al tratarse de un proceso de renovación, las propuestas deben enviarse con una anticipación aproximada de dos meses. Cuando el proceso de cotización tarda más de lo necesario, el conjunto de pólizas en renovación se fragmenta, lo que dificulta cumplir con el objetivo de mantener agrupadas las pólizas de una misma empresa asegurada.

Ante esta situación, se plantea el desarrollo de un sistema automatizado como solución práctica para el proceso de renovación. Este planteamiento da origen a la construcción de un cotizador automatizado, desarrollado a partir de las fases de diagnóstico del proceso manual, diseño funcional, implementación técnica y validación operativa. De acuerdo con [Amelot, 2016], la automatización mediante VBA en Microsoft Excel permite transformar procesos rutinarios en flujos organizados y controlados, lo que respalda el enfoque adoptado.

Asimismo, desde el inicio se delimitan el alcance y los requisitos del programa, teniendo en cuenta las entradas del sistema, el procesamiento secuencial por póliza con validaciones previas y las salidas, dejando definidos los archivos y carpetas de destino.

De acuerdo con [Billo, 2007], la aplicación de buenas prácticas en la implementación de métodos numéricos y automatizaciones en Excel/VBA favorece la reproducibilidad y el desempeño de los cálculos. Con ello, el sistema garantiza tiempos de respuesta

predecibles, reduce los errores de captura y mantiene la integridad del flujo de trabajo de principio a fin.

Adicionalmente, el sistema contempla la consulta de archivos almacenados en un entorno de nube corporativa, lo que permite centralizar parámetros operativos y facilitar el acceso a la información sin depender por completo de infraestructura local, en un esquema donde la gestión y responsabilidad de los datos recaen en la organización que use el servicio [Joyanes, 2012].

Para facilitar el uso del sistema y hacerlo más amigable, se desarrolla una interfaz gráfica mediante UserForms, como se muestra en la Figura 3. Esta interfaz se implementa utilizando el lenguaje Visual Basic for Applications (VBA). De acuerdo con [Jelen and Syrstad, 2022], VBA permite desarrollar interfaces gráficas que facilitan la interacción entre el usuario y las macros de Excel, simplificando la ejecución de procesos automatizados sin necesidad de manipular directamente las hojas de cálculo.



Figura 3: Interfaz principal del cotizador automatizado desarrollada en VBA.

Entre las principales ventajas del diseño de la interfaz se encuentran las siguientes:

- Uso de elementos visuales organizados, como cuadros de texto, botones de comando, etiquetas descriptivas y mensajes de retroalimentación.
- Incorporación de campos de entrada para la selección de pólizas, rutas de guardado y parámetros de ejecución.

- Posibilidad de verificar visualmente los archivos seleccionados, lo que permite evitar errores como la elección de un cotizador que no corresponde con el archivo de quinquenios.

3.3. Proceso de Automatización de Cálculos

El proceso inicia con la ejecución del formulario principal, el cual consta de un solo botón que permite la transición entre la pantalla inicial y el formulario de selección de archivos, como se muestra en la Figura 4. En este formulario secundario, el usuario selecciona los dos archivos necesarios para el flujo de trabajo: el cotizador base (cotizador) con extensión `.xlsm` y un archivo auxiliar (quinquenos), con extensión `.xlsx`, el cual se utiliza para organizar la información de los asegurados por subgrupo, sexo y rangos de edad durante el llenado automático de los censos.

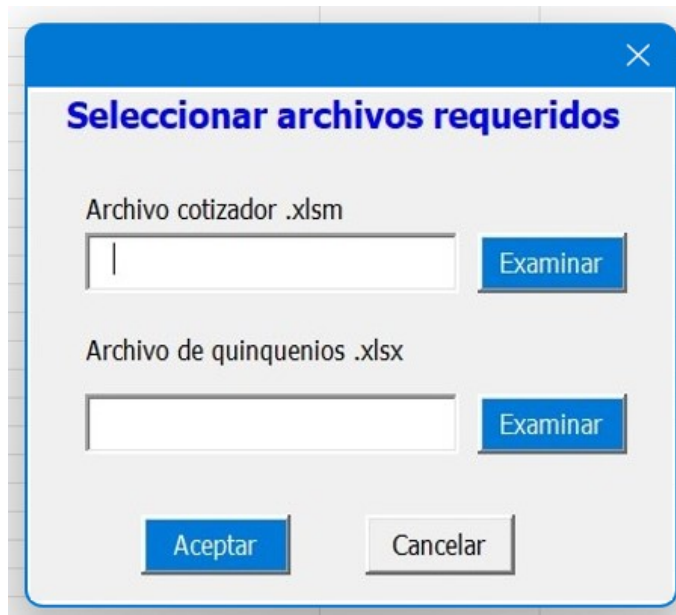


Figura 4: Interfaz de selección de archivos desarrollada en VBA.

En esta etapa, mediante el formulario secundario, se valida la existencia de ambos documentos, la corrección de las rutas y que los archivos no se encuentren abiertos. Si alguna de estas condiciones no se cumple, el sistema muestra un mensaje de advertencia y detiene la ejecución antes de iniciar el procesamiento.

Con esta validación se evita trabajar con archivos no disponibles, seleccionar documentos incorrectos o generar errores durante la lectura y escritura de información.

De este modo, el flujo inicia únicamente cuando los archivos requeridos se encuentran disponibles y corresponden al proceso que se va a ejecutar.

La interfaz cuenta con dos campos obligatorios: el primer selector permite elegir el archivo de cotizador (Figura 5) y el segundo selector corresponde al archivo de quinquenios (Figura 6). Antes de habilitar la ejecución del programa principal, se comprueba que los archivos seleccionados sean los correctos. De este modo, se mejora la experiencia del usuario al simplificar la selección de archivos y reducir errores asociados a rutas incorrectas o formatos incompatibles.

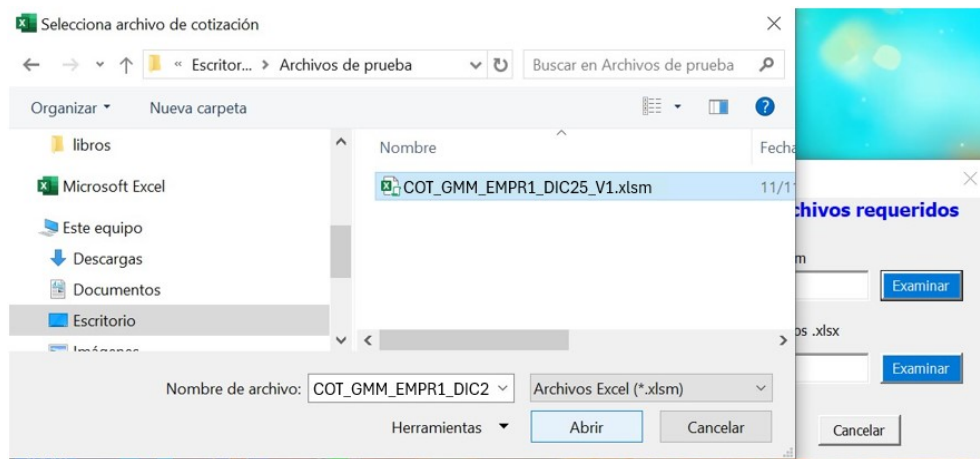


Figura 5: Selección de un archivo de cotizador.

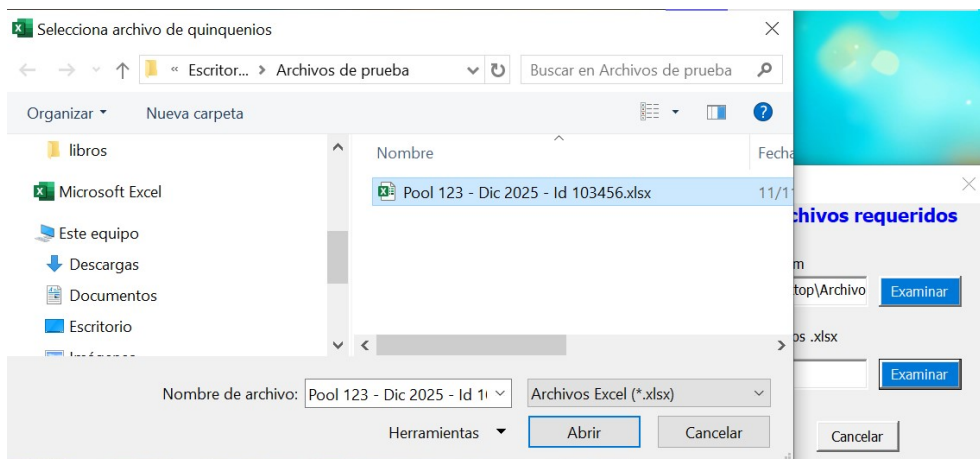


Figura 6: Selección de un archivo de quinquenios.

Una vez confirmados los archivos, el módulo principal (App) inicia el procedimiento automático. Este módulo se encarga de abrir los libros correspondientes y procesar la lista de pólizas en función del mes y del contratante, dado que la cantidad de pólizas

varía entre un periodo y otro. A continuación, el sistema ordena los registros del archivo de quinquenios de forma ascendente para facilitar su lectura y procesamiento posterior.

Posteriormente, se consulta un archivo almacenado en la nube, en este caso en OneDrive, para verificar los parámetros necesarios para el cálculo.

Una vez revisados dichos parámetros, el sistema limpia las áreas de trabajo, eliminando cualquier información residual en las hojas *Propuesta* y *Polizario*, y prepara el entorno de cálculo para el nuevo procesamiento. En esta fase se generan variables y arreglos globales que almacenan los números de póliza detectados, las filas activas y las posiciones dentro del rango funcional. El uso de arreglos dinámicos permite adaptar el sistema a variaciones en la cantidad de registros y evita fallos como el almacenamiento de valores provenientes de celdas vacías. De esta manera, se reduce el recorrido celda por celda y se mejora el tiempo de respuesta del proceso automático.

Bajo este enfoque, Visual Basic for Applications (VBA) se emplea como el lenguaje de programación integrado en Microsoft Office que permite automatizar tareas repetitivas y ejecutar procesos secuenciales mediante código, optimizando el tiempo de ejecución y reduciendo la intervención manual del usuario [Microsoft Corporation, 2023].

Posteriormente, el sistema entra en la fase de validación y sincronización, en la cual se verifica que las pólizas incluidas en el cotizador correspondan con las registradas en el archivo de quinquenios. Para ello, el algoritmo compara parámetros de identificación, como el mes y la clave de la empresa asegurada, y muestra mensajes de advertencia cuando se detectan discrepancias. Este control evita la ejecución sobre datos incompatibles y garantiza la consistencia entre los archivos fuente.

Tras validar ambos archivos, el sistema genera una copia de trabajo temporal del cotizador, conservando el archivo original sin alteraciones. Sobre esta copia se efectúan todas las operaciones, incluyendo la lectura de datos, la ejecución de cálculos, la exportación de propuestas y la preparación de correos.

Cada iteración se ejecuta dentro de un bucle que procesa un número de póliza a la vez, llama a las rutinas de cálculo por subgrupo y guarda el archivo resultante.

Finalmente, al completar el recorrido de todas las pólizas, el programa restablece las condiciones iniciales de Excel, activa nuevamente los cálculos automáticos y muestra una notificación de confirmación. De esta manera, al concluir el proceso, cada propuesta

queda lista para ser enviada a los respectivos clientes, tomando como referencia la lista de datos que se encuentra en el libro activo del sistema descrito.

3.4. Análisis de Macros VBA

El sistema se organiza en módulos independientes, cada uno con funciones específicas dentro del flujo de automatización, como se observa en la Figura 7.

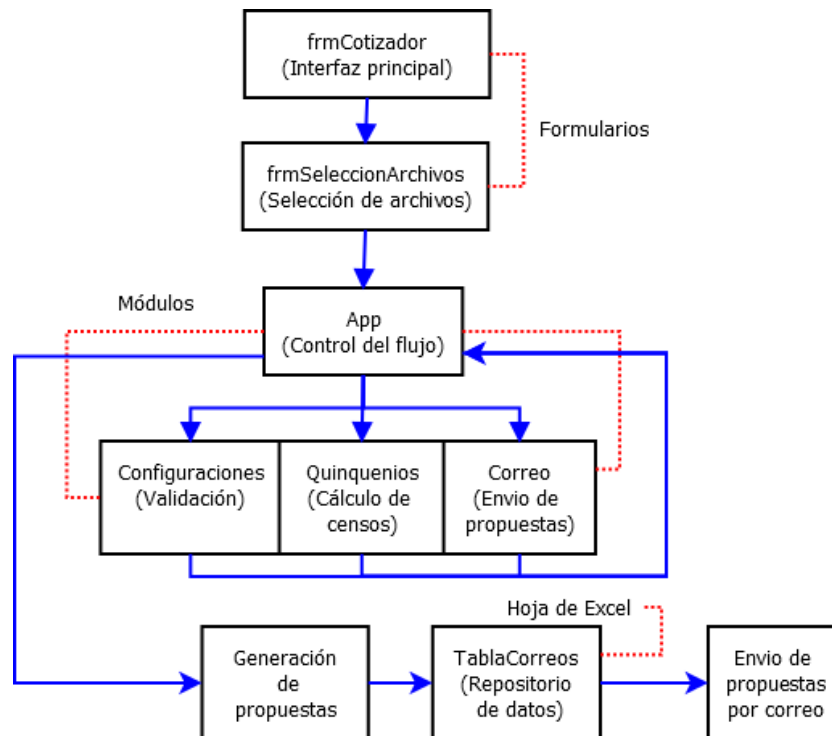


Figura 7: Estructura general del proyecto, dividida en la tabla de correos, formularios de interacción con el usuario y módulos de procesamiento.

La organización del código en módulos y procedimientos independientes es una práctica recomendada en el desarrollo de macros en Excel, ya que mejora la legibilidad, el mantenimiento y la reutilización del código [García Sabater et al., 2014].

El módulo principal **App** gestiona la secuencia general del proceso, desde la selección de los archivos base hasta la creación de los archivos resultantes y la definición de sus rutas de almacenamiento.

Por su parte, el módulo de ajustes **Configuraciones** contiene procedimientos de soporte, tales como la verificación de rutas, la limpieza de datos temporales y la validación de coincidencias entre archivos.

El módulo **Quinquenio** se encarga de la lógica de procesamiento relacionada con los datos de cada póliza (edades, sexo y cantidades de asegurados), permitiendo el llenado automático de los censos correspondientes a cada póliza y subgrupo.

Por su parte, el módulo **Correo** gestiona la preparación de los correos asociados a las propuestas generadas. Este módulo procesa las pólizas en orden ascendente, consulta la información asociada a cada póliza dentro de la tabla de datos (incluyendo el cliente asegurado, el correo electrónico correspondiente y la gerencia asignada) y utiliza Microsoft Outlook como plataforma de correo corporativo para estructurar los mensajes, incorporando en copia al responsable correspondiente.

Por lo anterior, el sistema optimiza los recursos del entorno de Excel desactivando temporalmente funciones visuales y de cálculo automático, evitando demoras y garantizando un flujo continuo. Una vez completadas todas las operaciones, estos parámetros se restablecen automáticamente, asegurando la integridad de los archivos originales.

3.5. Validación y Pruebas del Sistema

Una vez concluida la fase de desarrollo, se realizan pruebas con el objetivo de verificar la confiabilidad del sistema y confirmar que las macros responden de manera adecuada. El propósito principal de esta etapa es asegurar que el proceso de automatización genere resultados precisos, sin errores de ejecución y con la estructura esperada en cada archivo de salida, evitando incidencias como datos en blanco, combinaciones incorrectas de celdas o inconsistencias en la información generada.

Las pruebas se efectúan utilizando cotizadores y archivos de quinquenios con diferentes subgrupos, es decir, tablas de censos correspondientes a cada póliza. En cada iteración se evalúa la capacidad del sistema para identificar correctamente los registros, generar los censos correspondientes y aplicar los incrementos máximos de acuerdo con el tipo de póliza. Además, se comprueba la correcta creación de carpetas y archivos individuales, verificando que cada documento lleve el nombre asignado.

Finalmente, se validan los resultados generados en la hoja *Propuesta*, asegurando que los censos y las primas se calculen correctamente y que los valores obtenidos

coincidan con las fórmulas establecidas en el cotizador. También se revisan casos de error, como archivos incorrectos, rutas no disponibles, registros incompletos o falta de coincidencia entre pólizas, con el fin de comprobar que el sistema detenga o continúe el proceso según corresponda.

3.6. Seguridad del sistema y de la información

Debido a que el sistema forma parte de un proceso interno de cotización, se incorporan medidas de control para proteger la información utilizada y generada durante la ejecución. Aunque los censos se manejan de forma agregada por edad, sexo y cantidad de asegurados, los cotizadores y las propuestas de póliza contienen información operativa del área, por lo que su uso debe limitarse al personal autorizado del área de operaciones.

Como medida de protección, el sistema no modifica directamente el cotizador original. En su lugar, genera una copia temporal sobre la cual se realiza el llenado de censos, la actualización de cálculos y la generación de la propuesta. Esto permite conservar intacta la plantilla base y evita que los datos de una póliza se mezclen con los de otra, especialmente cuando existen varios subgrupos dentro de una misma póliza.

Antes de iniciar el procesamiento, el sistema valida que los archivos requeridos existan, que las rutas sean correctas y que la información corresponda al bloque de pólizas que se va a procesar. Los archivos resultantes se guardan con una nomenclatura uniforme en una carpeta definida de acuerdo con el mes procesado, lo que facilita su identificación.

Para la preparación de correos, el sistema consulta una tabla interna que relaciona cada póliza con el ejecutivo correspondiente. En el prototipo evaluado, los mensajes se muestran mediante `.Display` para revisar el destinatario, el contenido y el archivo adjunto antes de su envío.

Estas medidas permiten que el proceso automatizado se ejecute de forma controlada, reduciendo el riesgo de modificar el cotizador original, generar propuestas con datos incompletos, seleccionar archivos incorrectos o preparar correos con destinatarios equivocados.

4. Desarrollo del Proyecto

4.1. Implementación de la Interfaz de Usuario en Excel

La interfaz de usuario del sistema de cotización automatizada se desarrolla en Microsoft Excel mediante formularios programados en Visual Basic for Applications (VBA). Como señalan [Jelen and Syrstad, 2022], Microsoft Excel permite aplicar estrategias que ofrecen una estructura intuitiva, facilitando que el usuario ejecute el proceso completo de la macro sin intervenir directamente en las hojas de cálculo ni en el entorno de programación.

En el diseño del formulario principal se incorporan los botones y mensajes necesarios para que la interacción sea clara e intuitiva. Con el fin de evitar una interfaz saturada y mantener una apariencia similar a la de una aplicación convencional, el proceso se divide en dos formularios. En el primero se inicia la ejecución, mientras que en el segundo el usuario selecciona los archivos requeridos. Una vez seleccionados, el usuario verifica que los archivos sean correctos y confirma la acción mediante el botón *Aceptar*, el cual actúa como detonador del proceso, como se muestra en la Figura 8.

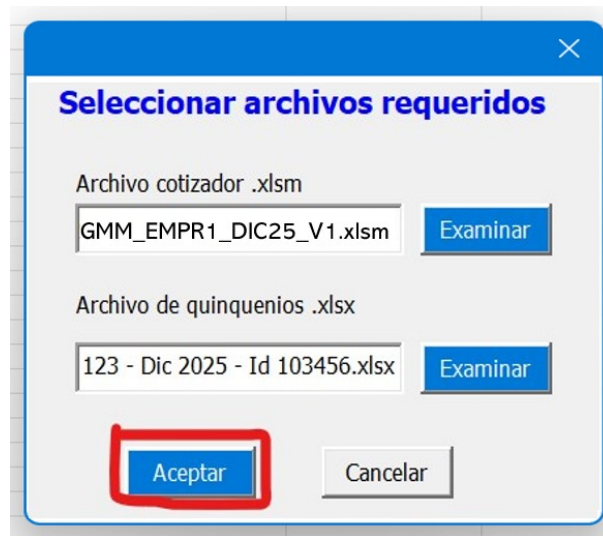


Figura 8: Interfaz de selección de archivos.

El sistema integra ventanas informativas que acompañan únicamente las fases iniciales del proceso, con el fin de no afectar la ejecución automática y ayudar al usuario a verificar que el proceso inicia de forma correcta. Estas ventanas incluyen advertencias

de validación, notificaciones sobre la ruta donde se almacenan los archivos finales al concluir el proceso y mensajes de confirmación de finalización. Dichas notificaciones se programan mediante cuadros de diálogo `MsgBox`, ya que deben ser visibles para el usuario. Asimismo, el uso de la función `Debug.Print` resulta útil para el desarrollador y para futuras tareas de mantenimiento, permitiendo obtener información interna a través de la ventana inmediata sin interferir con la operación del sistema.

Algunas complicaciones iniciales se relacionan con el ajuste del entorno de ejecución dentro del módulo *App* antes de iniciar la macro. Estos ajustes son necesarios, ya que una configuración incorrecta puede provocar fallos en la ejecución del proceso. Una vez ajustado el entorno, el sistema opera sin interrupciones y con un tiempo de respuesta inmediato. Los ajustes del entorno se observan en la Figura 9.

```
'8) Afinando entorno
prevCalc = Application.Calculation
prevScr = Application.ScreenUpdating
prevEvt = Application.EnableEvents
prevDisp = Application.DisplayAlerts

Application.Calculation = xlCalculationAutomatic
Application.ScreenUpdating = True 'debe quedar en true para que no se rompa una función de la macro
Application.DisplayAlerts = False
Application.WindowState = xlNormal
```

Figura 9: Ajustes del entorno

En particular, es necesario asegurar que ciertas propiedades del entorno de Excel permanezcan activas, como el cálculo automático y la actualización de pantalla, ya que el cotizador base utilizado depende de estas configuraciones para su correcto funcionamiento.

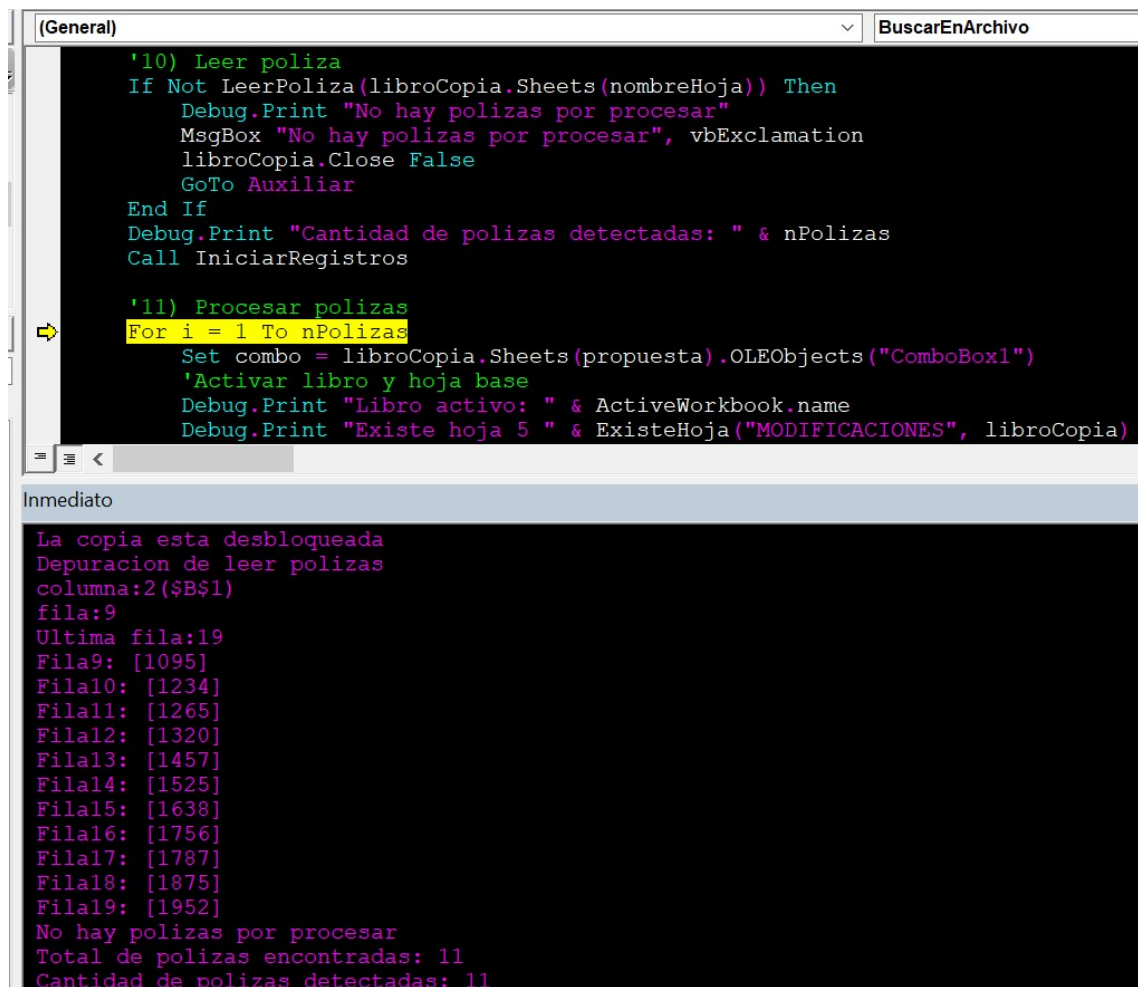
En conjunto, la interfaz desarrollada en Excel no solo ayuda a simplificar la interacción con el programa, sino que también asegura que el flujo de trabajo sea coherente, normalizado y resistente a errores. Su diseño representa un punto clave en la transición de un proceso manual a una herramienta automatizada confiable, práctica y escalable.

4.2. Creación de Fórmulas de Cálculo en VBA

Para la creación de fórmulas se identifican las hojas necesarias en este proceso. Entre ellas destaca la hoja *Propuesta*, donde se concentra la lista de pólizas que se

procesan y en la que se reflejan los resultados del cálculo.

En la Figura 10 se muestra un fragmento del código correspondiente al proceso de cálculo y generación de pólizas. En este módulo, el sistema recorre de forma secuencial cada registro mediante la estructura For y ejecuta procedimientos internos como Subgrupo, Tarifas y Quinquenios para calcular automáticamente los valores antes de guardar los resultados en archivos individuales. Esta automatización permite que cada póliza se procese de manera ordenada y sin intervención manual.



```
(General) BuscarEnArchivo
'10) Leer poliza
If Not LeerPoliza(libroCopia.Sheets(nombreHoja)) Then
    Debug.Print "No hay polizas por procesar"
    MsgBox "No hay polizas por procesar", vbExclamation
    libroCopia.Close False
    GoTo Auxiliar
End If
Debug.Print "Cantidad de polizas detectadas: " & nPolizas
Call IniciarRegistros

'11) Procesar polizas
For i = 1 To nPolizas
    Set combo = libroCopia.Sheets(propuesta).OLEObjects("ComboBox1")
    'Activar libro y hoja base
    Debug.Print "Libro activo: " & ActiveWorkbook.name
    Debug.Print "Existe hoja 5 " & ExisteHoja("MODIFICACIONES", libroCopia)
Next i

Inmediato
La copia esta desbloqueada
Depuracion de leer polizas
columna:2($B$1)
fila:9
Ultima fila:19
Fila9: [1095]
Fila10: [1234]
Fila11: [1265]
Fila12: [1320]
Fila13: [1457]
Fila14: [1525]
Fila15: [1638]
Fila16: [1756]
Fila17: [1787]
Fila18: [1875]
Fila19: [1952]
No hay polizas por procesar
Total de polizas encontradas: 11
Cantidad de polizas detectadas: 11
```

Figura 10: Iteración de pólizas y registro de cantidad y valor durante el procesamiento.

Por su parte, el módulo Quinquenio integra las fórmulas y estructuras necesarias para organizar la información por rangos de edad, sexo y cantidad de asegurados, generando los censos correspondientes para cada subgrupo. Estos censos se representan mediante tablas cuya cantidad depende del número de subgrupos asociados a la póliza: si existe un solo subgrupo, se genera una tabla única; en caso contrario, se generan

múltiples tablas, una por cada subgrupo identificado.

Las fórmulas implementadas en VBA replican las operaciones que tradicionalmente se realizan de forma manual en Excel. Dentro de las macros se aplican reglas de cálculo que consideran variables del censo y parámetros del proceso, determinando así el valor final de la prima o tarifa correspondiente. Estas operaciones se ejecutan mediante estructuras de control como `For`, `For Each`, `With`, `If`, `GoTo`, `Do While`, `Exit For` y `Select Case`, permitiendo procesar múltiples registros de forma progresiva y condicional según los datos de cada póliza.

En el módulo `Quinquenio`, el código recorre los datos del archivo temporal y agrupa la información mediante estructuras `Dictionary` y arreglos (`Array`). El uso de estas estructuras permite trabajar los registros directamente en memoria, evitando recorridos de celda por celda sobre las hojas de cálculo, lo que mejora el rendimiento del flujo automatizado. Asimismo, los arreglos mantienen el identificador de la póliza en proceso, lo que facilita el control del flujo y la asignación correcta de los registros durante cada iteración.

Antes de ejecutar el procedimiento de llenado de datos en la hoja propuesta de la copia del cotizador, se cargan y filtran los registros del archivo temporal correspondientes a cada póliza. En esta etapa, el código identifica las filas asociadas al número de póliza actual y genera una lista temporal que se emplea posteriormente en los cálculos de censos y en el proceso final de conformación del correo empresarial con las propuestas generadas.

Una vez organizada la información, los datos se transfieren hacia las celdas designadas del cotizador, registrando los datos de censo en las columnas correspondientes a edad y sexo (hombre o mujer). Este procedimiento se apoya en el cálculo predefinido del cotizador, asegurando que los resultados se actualicen correctamente cada vez que se procesa una nueva póliza y que, al trabajar sobre la copia temporal del cotizador, no se mezclen datos.

En la Figura 11 se muestra un fragmento del procedimiento de llenado de censos, donde se emplean estructuras `Dictionary` para mapear edades y organizar los registros de asegurados. En términos operativos, el procedimiento se compone de dos etapas: en primer lugar, se recorren los registros filtrados de la póliza y se agrupa la información

en memoria (por ejemplo, acumulando conteos por edad y sexo); posteriormente, dichos acumulados se transfieren a las celdas destino del cotizador, respetando la estructura de columnas definida para hombres y mujeres.

```

(General) | LlenarCenso
For i = 1 To rangoEdades.Rows.Count
    valorCelda = Trim$(CStr(rangoEdades.Cells(i, 1).Value))
    If Len(valorCelda) > 0 And InStr(valorCelda, "-") > 0 Then
        llave = Format$(CLng(Val(Split(valorCelda, "-")(0))), "00")
        If Not edadesD.exists(llave) Then edadesD(llave) = rangoEdades.Cells(i, 1).Row
    End If
Next i
Debug.Print "Mapa de edades cargado:"; edadesD.Count

' === 3. Limpiar celdas previas de ese bloque ===
hojaPropuesta.Range(hojaPropuesta.Cells(inicioFila, baseCol), _
hojaPropuesta.Cells(finFila, baseCol + 1)).ClearContents

' === 4. Llenar los datos del censo ===
For i = 1 To filas.Count
    index = filas(i) ' <- ahora es un índice válido (ej. 1, 2, 3)
    datoBruto = UCase$(Replace(CStr(datosQ(index, 4)), " ", "")) ' Col D = código tipo
    sexo = Right$(datoBruto, 1)
    edad = CLng(Val(datosQ(index, 5))) ' Col E = edad
    cantidad = CLng(Val(datosQ(index, 7))) ' Col G = cantidad
    llave = Format$(edad, "00")

    If edadesD.exists(llave) Then
        filaEdad = edadesD(llave)
        If sexo = "M" Then
            hojaPropuesta.Cells(filaEdad, baseCol).Value = hojaPropuesta.Cells(filaEdad, baseCol).Value + cantidad
        ElseIf sexo = "F" Then
            hojaPropuesta.Cells(filaEdad, baseCol + 1).Value = hojaPropuesta.Cells(filaEdad, baseCol + 1).Value + cantidad
        End If
    Else
        Debug.Print "Edad no mapeada:"; edad
    End If
Next i

```

Figura 11: Llenado de datos para censos.

Este enfoque permite que la clasificación sea dinámica, ya que la estructura en memoria se adapta a la distribución real de edades presente en cada póliza y a las variaciones en el volumen de registros. En lugar de depender de rangos predefinidos, el sistema construye los agrupamientos con base en los datos efectivamente disponibles. Con ello se evita depender de rangos fijos o capturas manuales y se reduce el riesgo de errores en el llenado de celdas.

Cada ejecución asociada a una póliza se respalda con validaciones automáticas que comprueban la existencia e integridad de los datos requeridos antes de disparar el cálculo. Estas validaciones permiten confirmar que los registros mínimos para el procesamiento están disponibles y que la estructura de salida se encuentra lista para recibir la información del censo, evitando que valores vacíos o inconsistentes se propaguen a etapas posteriores. La automatización en VBA no sustituye las fórmulas del cotizador; su función es ejecutar de forma controlada la carga de datos, la actualización y el recálculo del archivo de trabajo, controlando la secuencia de ejecución.

En la Figura 12 se muestra un fragmento de código correspondiente a la fase

final del procedimiento, en la cual cada póliza procesada se guarda como un archivo independiente dentro de una carpeta creada automáticamente en una ruta de salida visible para el usuario. Para asegurar la disponibilidad del almacenamiento, el sistema contempla dos ubicaciones alternativas: la carpeta `Documentos` en OneDrive (para facilitar el acceso y respaldo) y la carpeta `Documentos` local (como alternativa cuando no existe conexión o no se cuenta con acceso a OneDrive). Con ello, los archivos conservan una nomenclatura uniforme y se confirma el procesamiento completo del conjunto de pólizas.

```

(General) (Declaraciones)
'12) Se guarda por libros cada poliza en la carpeta "Documentos de OneDrive"
carpetaSalida = rutaFinal & "\" & LimpiarArchivo(polizas(i)) & ".xlsx"
nuevoLibro.SaveAs Filename:=carpetaSalida, FileFormat:=51
nuevoLibro.Close
Call RegistrarPolizas(CStr(polizas(i)), carpetaSalida)
Debug.Print "Archivo guardado : " & carpetaSalida
On Error GoTo 0
Set libroCopia = Workbooks.Open(rutaCopia)
Next i

MsgBox "Todas las polizas fueron procesadas correctamente.", vbInformation
libroCopia.Close False
libroQ.Close True
Call EnviarCorreo

```

Figura 12: Ruta final para los archivos resultantes del cotizador.

4.3. Generación Automática de Cotizaciones

La generación automática de cotizaciones constituye una etapa central del sistema, ya que transforma los resultados del procesamiento en documentos individuales listos para revisión, entrega y resguardo.

El flujo inicia al concluir la actualización de datos y la ejecución de cálculos en la hoja *Propuesta*. En ese punto, el sistema ejecuta una secuencia de macros que, para cada póliza, crea una copia temporal del cotizador como entorno de trabajo independiente, evitando fallos inesperados y la generación de múltiples copias innecesarias en una carpeta predefinida. En dicha copia se conserva únicamente la información necesaria para la póliza en proceso, descartando elementos no relevantes para el libro final.

Posteriormente, el sistema realiza el guardado automático utilizando rutas definidas por macros auxiliares. Cada documento adopta un nombre estandarizado que integra identificadores como el número de póliza, la fecha de generación y el tipo de

cotización, con el propósito de facilitar su búsqueda y seguimiento, como se muestra en la Figura 13.

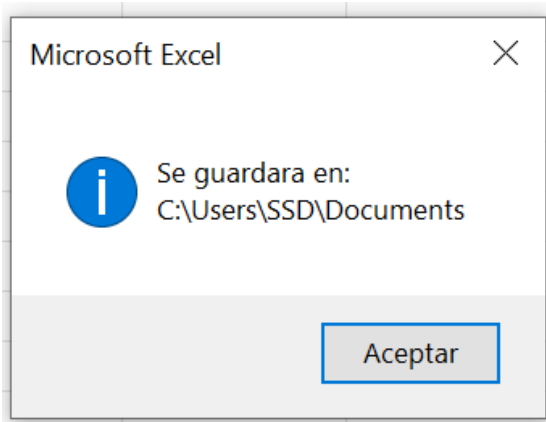


Figura 13: Cuadro de mensaje que indica la ruta donde se almacenan los libros generados.

Adicionalmente, el proceso incorpora validaciones y manejo de excepciones para mantener la continuidad operativa ante incidencias puntuales (por ejemplo, rangos no disponibles o variaciones controladas en archivos de entrada). Asimismo, se emplean variables globales para registrar el índice de la póliza en proceso, permitiendo reanudar el recorrido de manera controlada si la ejecución se detiene, preservando el estado lógico del flujo.

Una vez iniciada la ejecución, la intervención del usuario se limita a seleccionar los archivos requeridos desde el formulario principal. A partir de esa selección, el sistema identifica pólizas activas, ejecuta los cálculos, genera censos cuando corresponde y guarda automáticamente los archivos finales en sus carpetas respectivas. Al concluir la generación del lote (es decir, el grupo de pólizas), se muestra un mensaje de término del proceso de cotizaciones, como se observa en la Figura 14.

Como parte del cierre operativo, el sistema integra también la preparación automática de correos electrónicos con las propuestas generadas. Para ello, utiliza un repositorio de datos almacenado en la hoja de Excel denominada `TablaCorreos`, el cual relaciona las pólizas con los clientes, las gerencias y los correos de copia. Esta relación permite determinar los destinatarios de forma organizada, como se observa en la Figura 15.

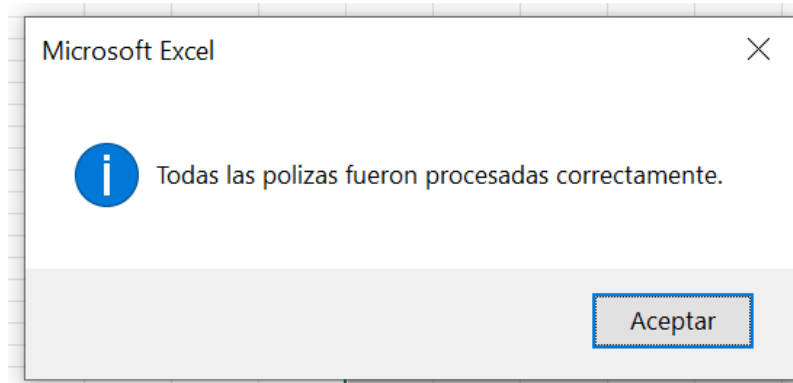


Figura 14: Mensaje de confirmación al concluir la generación del lote de cotizaciones.

	A	B	C	D	E
1	NPOLIZA	EJECUTIVO	CORREO	Gerencia	Contratante
2	1095	Ejecutivo1	ejecutivo1@empresa.com.mx	Gerente1	empresa1
3	1234	Ejecutivo2	ejecutivo2@empresa.com.mx	Gerente2	empresa2
4	1265	Ejecutivo3	ejecutivo3@empresa.com.mx	Gerente1	empresa3
5	1320	Ejecutivo4	ejecutivo4@empresa.com.mx	Gerente3	empresa1
6	1457	Ejecutivo5	ejecutivo5@empresa.com.mx	Gerente4	empresa3
7	1525	Ejecutivo6	ejecutivo6@empresa.com.mx	Gerente5	empresa4
8	1638	Ejecutivo7	ejecutivo7@empresa.com.mx	Gerente1	empresa5
9	1756	Ejecutivo8	ejecutivo8@empresa.com.mx	Gerente6	empresa6
10	1787	Ejecutivo9	ejecutivo9@empresa.com.mx	Gerente3	empresa7
11	1875	Ejecutivo10	ejecutivo10@empresa.com.mx	Gerente5	empresa8
12	1952	Ejecutivo11	ejecutivo11@empresa.com.mx	Gerente5	empresa5
13					
14					
15					
16					

Figura 15: Tabla de ejemplo utilizada para identificar destinatarios y correos de copia durante la preparación de propuestas por correo electrónico.

Con base en esta relación, el sistema construye el mensaje a partir de una plantilla definida. Al igual que un correo electrónico convencional, dicha plantilla incorpora el destinatario (correo del cliente), el campo con copia (correo del gerente), el asunto y el cuerpo del mensaje. El método `.Send` permitiría realizar el envío directo; sin embargo, en este ejemplo, debido a que no se cuenta con direcciones reales, se emplea `.Display` para mostrar los correos sin enviarlos, como se observa en la Figura 16.

```
(General) | EnviarCorreo
'6) Redactar correo
With oMail
    .To = correoD
    .CC = ccList
    .Subject = "Propuesta de Renovación"
    .Body = "Estimad(a)," & vbCrLf & vbCrLf & _
            "Adjunto la propuesta bajo los mismos términos y condiciones para la póliza correspondiente." _
            & vbCrLf & vbCrLf &
            "Saludos," & vbCrLf & "Equipo KUROBA"
    If Len(archivo) > 0 Then
        If Dir(archivo) <> "" Then
            .Attachments.Add archivo
            Debug.Print "Adjunto: " & archivo
        Else
            Debug.Print "No se encontró archivo para adjuntar: " & archivo
        End If
    End If
    .Display
End With

Debug.Print "Correo preparado para " & correoD & " (" & numPoliza & ")"

siguiente:
Next i

MsgBox "Correos preparados correctamente.", vbInformation
Exit Sub
```

Figura 16: Plantilla del cuerpo del correo utilizada para la preparación de propuestas por correo electrónico.

El flujo general se estructura de la siguiente manera: en el repositorio de datos `TablaCorreos` se recorre el conjunto de pólizas almacenadas en el arreglo `y`, para cada una, se buscan sus datos dentro de la tabla. El procedimiento inicia con la primera póliza, localizando su registro en la columna **A**, y posteriormente se valida en la columna **B** el cliente asignado, con el fin de asegurar que el correo se genere para el cliente y la gerencia correspondientes.

Con esta coincidencia validada, se completan los elementos del correo en la plantilla: destinatario (**To**), con copia (**CC**) y, cuando aplica, con copia oculta (**BCC**), además del asunto (**Subject**) y el cuerpo del mensaje (**Body** o **HTMLBody**). Finalmente, se adjunta el archivo correspondiente mediante **Attachments** y el mensaje queda listo para mostrarse (**.Display**) o enviarse (**.Send**). En este caso, para fines prácticos, el sistema se configura para mostrar los correos en pantalla sin realizar el envío automático.

Al finalizar el procesamiento de la lista de pólizas, el sistema presenta una notificación de confirmación, como se observa en la Figura 17, dando por concluido el flujo.

En conjunto, esta automatización reduce de forma significativa el tiempo operativo requerido para producir un lote de pólizas en el proceso de cotizaciones, estandariza la salida documental y fortalece la trazabilidad del proceso.

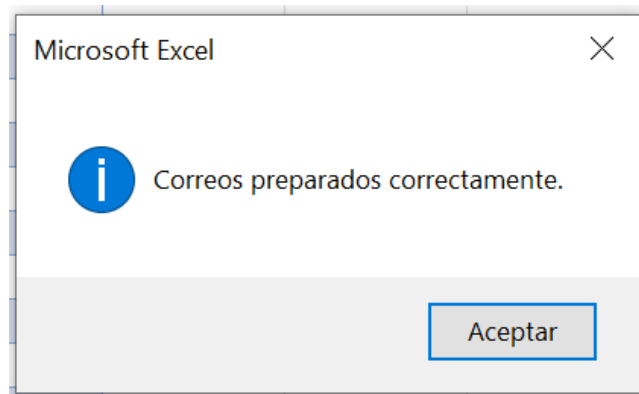


Figura 17: Mensaje de ejemplo de confirmación al finalizar la preparación de correos con los libros generados.

4.4. Optimización del Sistema para Mayor Eficiencia

Con el propósito de mejorar el rendimiento, reducir el tiempo de ejecución y mantener la estabilidad durante el procesamiento masivo de pólizas, se incorporan estrategias de optimización tanto en el control del entorno de Excel como en la estructura del flujo. En primer lugar, el sistema valida las condiciones del libro origen y los parámetros necesarios antes de generar la copia de trabajo y ejecutar los cálculos en serie, evitando que el proceso avance con configuraciones incompatibles, como se muestra en la Figura 18.

```
'9) Se abre copia para trabajar
Application.EnableEvents = False
Set libroCopia = Workbooks.Open(rutaCopia) 'Call Desbloquear(libroCopia)
Application.EnableEvents = True 'Debe estar en true para que se vea refleja
If libroCopia.Sheets(propuesta).ProtectContents = True Then
    Debug.Print "La copia sigue bloqueada"
Else
    Debug.Print "La copia esta desbloqueada"
End If

'10) Leer poliza
If Not LeerPoliza(libroCopia.Sheets(nombreHoja)) Then
    Debug.Print "No hay polizas por procesar"
    MsgBox "No hay polizas por procesar", vbExclamation
    libroCopia.Close False
```

Inmediato

```
Censo limpiado con éxito
Archivo y hoja validados correctamente
libroContraseña cargado: Parametros.xlsx
archivo de quinquenio: Pool 123 - Dic 2025 - Id 103456.xlsx
La copia esta desbloqueada
```

Figura 18: Verificación de parámetros del libro origen (cotizador) antes de generar la copia de trabajo utilizada en la automatización.

De forma complementaria, durante la ejecución se ajustan temporalmente algunas propiedades del entorno de Excel con el fin de reducir la sobrecarga de la interfaz y evitar interrupciones. Para ello se desactivan `Application.DisplayAlerts`, `Application.EnableEvents` y `Application.ScreenUpdating`. Además, para controlar el re cálculo se utiliza `Application.Calculation` únicamente cuando el flujo del proceso lo requiere y, al finalizar, se restauran los valores originales del entorno [Jelen and Syrstad, 2022].

Adicionalmente, se integra un manejo controlado de errores mediante estructuras de control y registro de incidencias, lo que permite identificar condiciones puntuales y aplicar acciones de recuperación o terminación segura sin interrumpir el proceso.

En segundo lugar, se optimizan los recorridos y la generación de estructuras asociadas a los censos. Para evitar iteraciones redundantes, el sistema realiza un conteo previo de subgrupos con el fin de dimensionar las tablas por generar y orientar el llenado de censos, únicamente sobre los elementos requeridos, como se observa en la Figura 19.

```

' === 4) Contar subgrupos ===
Set grupos = CreateObject("Scripting.Dictionary")
For i = 1 To UBound(listaFiltrada, 1)
    clave = CLng(Val(listaFiltrada(i, 3))) ' Columna C = NSUB
    If Not grupos.Exists(clave) Then
        Set grupos(clave) = New Collection
    End If
    grupos(clave).Add i ' <- Guarda el índice del arreglo, no el valor (CORRECCIÓN CLAVE)
Next i
Debug.Print "Subgrupos detectados: "; grupos.Count

' === 5) Procesar cada subgrupo ===
llaves = grupos.Keys
Call SortVariantArray(llaves)
pos = 0

For Each subg In llaves
    pos = pos + 1
    Debug.Print "Llenando subgrupo " & subg & " en posición " & pos
    Call LlenarCenso(libroCopia, hojaPropuesta, pos, listaFiltrada, grupos(subg))
Next subg

```

Figura 19: Conteo de subgrupos para dimensionar tablas y orientar el llenado de censos.

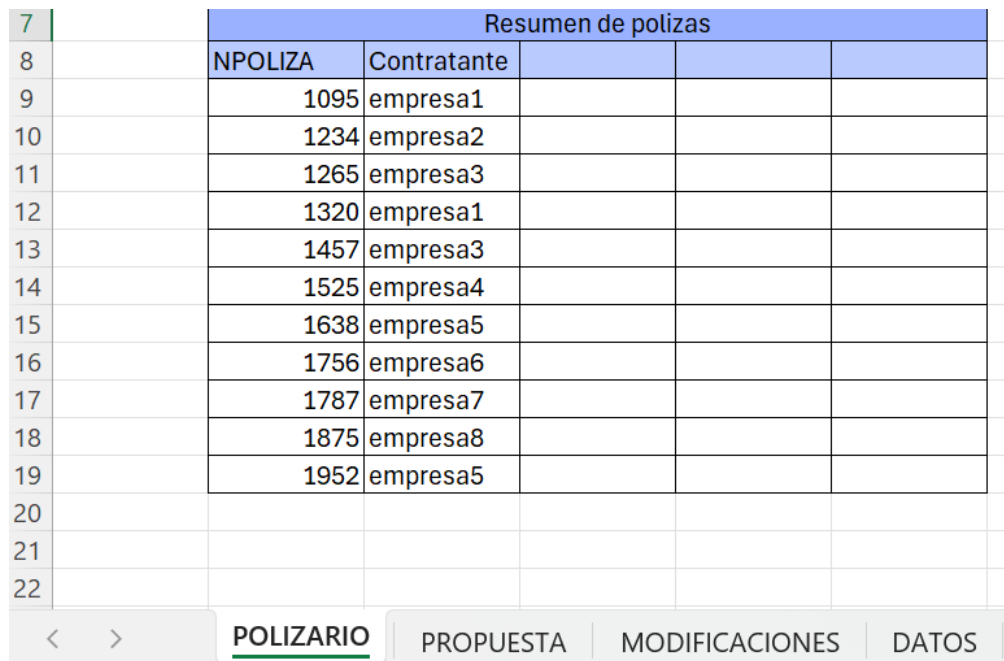
Finalmente, para reducir la demora asociada a operaciones directas sobre celdas, se prioriza el uso de variables temporales y arreglos en memoria, minimizando lecturas y escrituras repetitivas sobre hojas de cálculo.

5. Resultados

5.1. Pruebas Realizadas y Resultados Obtenidos

Con el objetivo de comprobar la eficiencia y estabilidad del proyecto desarrollado, se realizan pruebas utilizando los archivos base del sistema: el cotizador y el archivo de quinquenios. Dichas pruebas se ejecutan bajo distintos escenarios de pólizas, considerando variaciones en el número de asegurados, la presencia de uno o varios subgrupos y cambios en el volumen de registros, con el propósito de confirmar que el flujo de automatización sea consistente y que los documentos generados respeten la estructura definida.

Para esta validación se utiliza un lote de prueba compuesto por 11 pólizas con datos anónimos y generados de forma aleatoria, como se observa en la Figura 20. Este conjunto se selecciona con el fin de representar un escenario operativo realista, incorporando variaciones tanto en la cantidad de registros por póliza como en la existencia de uno o más subgrupos, sin comprometer información sensible.



Resumen de pólizas	
NPOLIZA	Contratante
1095	empresa1
1234	empresa2
1265	empresa3
1320	empresa1
1457	empresa3
1525	empresa4
1638	empresa5
1756	empresa6
1787	empresa7
1875	empresa8
1952	empresa5

Figura 20: Ejemplo de lote de prueba en la hoja POLIZARIO (datos anónimos) utilizado para validar el recorrido secuencial de pólizas.

En una primera etapa, las pruebas se enfocan en validar el flujo general de ejecución del sistema. Se verifica que las macros recorran de forma secuencial las pólizas

registradas en la columna **B** de la hoja **POLIZARIO**, respetando el orden establecido y sin omitir registros. Asimismo, se comprueba que cada iteración se ejecute sobre una copia temporal del cotizador, garantizando que los datos procesados para una póliza no se crucen con los resultados de las siguientes.

De igual manera, se confirma que, al concluir el cálculo correspondiente a cada póliza, el sistema genera automáticamente un archivo independiente y lo almacena en la carpeta de salida definida. Esta validación permite constatar que el flujo de procesamiento se mantiene continuo, ordenado y consistente a lo largo de todo el lote de prueba.

Durante las ejecuciones realizadas, el proceso se mantiene estable y sin bloqueos, lo que permite confirmar la correcta comunicación entre el módulo principal, el módulo de configuraciones, el módulo **Quinquenio** y el módulo **Correo**. La interacción entre estos módulos se efectúa de forma coordinada, asegurando que el flujo de ejecución no se interrumpa durante el procesamiento completo del conjunto de pólizas.

Posteriormente, las pruebas se orientan a la validación de resultados. Al comparar la salida del sistema automatizado con las cotizaciones obtenidas previamente mediante el procedimiento manual, se observa que los valores de primas, incrementos y censos coinciden con los resultados esperados, lo que evidencia la consistencia de los scripts de llenado, recálculo e integración de resultados. Esta verificación resulta especialmente relevante en pólizas que incluyen más de un subgrupo, ya que implican múltiples tablas de censo y la actualización de totales y subtotales en la hoja **Propuesta**. De este modo, se asegura que la información de pólizas anteriores no interfiera con la correspondiente a la póliza en proceso.

En cuanto a la gestión documental, al finalizar cada iteración por póliza, los archivos se guardan automáticamente bajo una nomenclatura normalizada y dentro de carpetas generadas por el sistema, lo que facilita su identificación y localización. Asimismo, se comprueba la integridad de los documentos generados mediante validaciones previas y reglas de guardado, evitando la creación de archivos duplicados y garantizando que cada póliza genere un documento único asociado a su identificador.

Adicionalmente, se evalúa el manejo preventivo de incidencias, clasificándolas en condiciones críticas y no críticas. Las condiciones críticas son aquellas que impiden con-

tinuar con el procesamiento sin comprometer la integridad de la información, como la ausencia del archivo de cotizador, la falta del archivo de quinquenios, archivos abiertos o bloqueados, rutas inexistentes sin alternativa disponible, hojas requeridas no encontradas o falta de correspondencia entre las pólizas del cotizador y el archivo auxiliar. En estos casos, el sistema muestra un mensaje de advertencia y detiene la ejecución antes de generar archivos de salida.

Por otro lado, las condiciones no críticas corresponden a situaciones que no impiden concluir el procesamiento general del lote, como la ausencia de una ruta principal de OneDrive cuando existe una ruta local alternativa, registros sin datos opcionales, ausencia de correo para una póliza específica o variaciones controladas en la cantidad de subgrupos. En estos casos, el sistema mantiene la continuidad operativa, registra o notifica la incidencia y permite concluir el procesamiento del resto de las pólizas sin afectar los archivos correctamente generados.

Durante la fase de pruebas se identificaron distintos errores potenciales asociados al uso de archivos, datos de entrada, rutas de almacenamiento y generación de salidas. Estos errores permitieron ajustar las validaciones del sistema antes de considerar estable el flujo automatizado.

Entre los errores detectados se encontraron la selección incorrecta del archivo de cotizador o del archivo de quinquenios, la existencia de archivos abiertos al momento de ejecutar la macro, la presencia de registros incompletos, la falta de coincidencia entre las pólizas del cotizador y las del archivo auxiliar, así como la posibilidad de generar archivos duplicados o correos sin destinatario válido.

Para mitigar estos casos, se incorporaron validaciones previas al inicio del procesamiento. El sistema verifica la existencia y disponibilidad de los archivos, comprueba que las rutas sean válidas, valida la correspondencia de datos entre los archivos de entrada y detiene la ejecución cuando identifica una condición crítica. Asimismo, se implementó limpieza de áreas de trabajo antes de cada ejecución, generación de copias temporales del cotizador, nomenclatura estandarizada para los archivos resultantes y validación de destinatarios antes de preparar los correos electrónicos.

Finalmente, se comprueba la portabilidad del sistema al ejecutarlo en distintos equipos. Tras la instalación y ejecución del proyecto en otros entornos, el flujo se man-

tiene estable, sin presentar errores críticos ni pérdidas de información, siempre que no se interrumpa manualmente la ejecución del proceso. Este comportamiento confirma que la automatización puede reproducirse de forma consistente en distintos equipos de trabajo.

En conjunto, los resultados obtenidos confirman que el sistema ejecuta el proceso de cotización de manera confiable y consistente, en comparación con el procedimiento manual, que requiere múltiples validaciones, revisiones constantes y una mayor intervención por cada póliza procesada.

5.2. Análisis de Desempeño y Tiempo de Respuesta

El análisis de desempeño se enfoca en evaluar las mejoras obtenidas por el sistema automatizado en comparación con el flujo manual previamente utilizado. Para ello, se consideran aspectos operativos propios del trabajo cotidiano, tales como el tiempo de procesamiento por póliza, la estabilidad del sistema durante la ejecución de múltiples subgrupos, la consistencia de los resultados obtenidos y la forma en que se genera y organiza la documentación final.

En términos de tiempo de respuesta, los resultados obtenidos son significativamente favorables. El procedimiento manual requiere, en promedio, entre 5 y 8 minutos por póliza, debido a que implica cargar información, llenar el censo de manera manual, ejecutar los cálculos y preparar el archivo final, repitiendo esta secuencia para cada caso. Este tiempo varía en función de la complejidad del censo y del número de subgrupos asociados a cada póliza.

Las mediciones de tiempo se realizan mediante cronometraje directo durante la ejecución completa del proceso por póliza, considerando desde el inicio del cálculo hasta el guardado final del archivo. Para cada modalidad (manual y automatizada) se realizan múltiples ejecuciones bajo condiciones similares de operación, utilizando un equipo con procesador Intel Core i5 y 16 GB de memoria RAM, con sistema operativo Windows 10, Windows 11 y Microsoft 365, representativo del entorno administrativo donde se implementa la solución.

En contraste, el sistema automatizado logra procesar cada póliza en un tiempo

promedio de entre 15 y 25 segundos, considerando la actualización de los cálculos, la generación del archivo correspondiente y su almacenamiento en la carpeta designada. En términos prácticos, esto representa una reducción aproximada del 94 al 95 % del tiempo operativo total, de acuerdo con las mediciones realizadas durante las pruebas de ejecución del sistema.

Como evidencia de la salida del proceso, en las Figuras 21, 22 y 23 se presentan ejemplos representativos de los resultados generados por el sistema, incluyendo el llenado automático de censos, los archivos finales de cotización y la preparación automática de correos electrónicos con las propuestas generadas.

Tabla						
edad	TARIFA		CENSO		PRIMA TOTAL	
	HOMBRE	MUJER	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
00-04	\$ 1,200.00	\$ 1,100.00			\$ -	\$ -
05-09	\$ 1,300.00	\$ 1,200.00	3		\$ 3,900.00	\$ -
10-14	\$ 1,500.00	\$ 1,400.00	3	2	\$ 4,500.00	\$ 2,800.00
15-19	\$ 1,700.00	\$ 1,600.00	1		\$ 1,700.00	\$ -
20-24	\$ 1,900.00	\$ 1,800.00			\$ -	\$ -
25-29	\$ 2,200.00	\$ 2,000.00			\$ -	\$ -
30-34	\$ 2,600.00	\$ 2,400.00		3	\$ -	\$ 7,200.00
35-39	\$ 3,000.00	\$ 2,800.00			\$ -	\$ -
40-44	\$ 3,500.00	\$ 3,300.00			\$ -	\$ -
45-49	\$ 4,200.00	\$ 3,900.00			\$ -	\$ -
50-54	\$ 5,000.00	\$ 4,700.00			\$ -	\$ -
55-59	\$ 5,800.00	\$ 5,500.00			\$ -	\$ -
60-64	\$ 6,600.00	\$ 6,200.00			\$ -	\$ -
65-69*	\$ 7,200.00	\$ 6,800.00			\$ -	\$ -
SUBTOTAL			7	5	\$ 10,100.00	\$ 10,000.00
TOTAL			12		\$ 20,100.00	
PRIMA NETA			\$ 20,100.00			
TOTAL ASEGURADOS			12			

Figura 21: Ejemplo representativo de censos y tarifas generados automáticamente en la hoja Propuesta.

De manera complementaria, la Figura 22 muestra el resultado final de la cotización generada, donde se observan los libros de Excel producidos de acuerdo con la cantidad de pólizas indicadas en la hoja Polizario.

Además del ahorro de tiempo, el sistema mantiene un desempeño estable durante ejecuciones consecutivas. En pruebas de carga es posible procesar lotes completos de

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
1095.xlsx	11/11/2025 22:12	Hoja de cálculo de M...	11 KB
1234.xlsx	11/11/2025 17:00	Hoja de cálculo de M...	13 KB
1265.xlsx	11/11/2025 17:00	Hoja de cálculo de M...	12 KB
1320.xlsx	11/11/2025 17:00	Hoja de cálculo de M...	11 KB
1457.xlsx	11/11/2025 17:00	Hoja de cálculo de M...	14 KB
1525.xlsx	11/11/2025 17:00	Hoja de cálculo de M...	12 KB
1638.xlsx	11/11/2025 17:00	Hoja de cálculo de M...	11 KB
1756.xlsx	11/11/2025 17:00	Hoja de cálculo de M...	11 KB
1787.xlsx	11/11/2025 17:00	Hoja de cálculo de M...	12 KB
1875.xlsx	11/11/2025 17:00	Hoja de cálculo de M...	11 KB
1952.xlsx	11/11/2025 17:00	Hoja de cálculo de M...	11 KB

Figura 22: Resultado final de la cotización generada por el sistema.

pólizas dentro del proceso de cotización sin interrupciones, conservando la consistencia de los cálculos y generando correctamente los archivos finales. Este comportamiento resulta especialmente relevante cuando se trabaja con un volumen elevado de registros, ya que una interrupción durante el proceso manual suele implicar la repetición completa de la cotización de una póliza.

Desde una perspectiva operativa, la automatización fortalece significativamente el registro y control del proceso. Cada archivo generado se almacena bajo una nomenclatura estructurada y dentro de la carpeta correspondiente, lo que permite identificar de forma inmediata a qué póliza pertenece cada propuesta, así como la fecha y el tipo de cotización asociado.

De manera complementaria, la preparación automática de correos electrónicos contribuye a cerrar el ciclo operativo, pues organiza los mensajes, destinatarios y archivos adjuntos antes de su revisión. Al generarse los mensajes de forma organizada y asociarse automáticamente a cada póliza procesada, se disminuyen riesgos comunes del proceso manual, tales como la omisión de correos, el adjunto de archivos incorrectos o retrasos en la entrega de la información. La Figura 23 ilustra un ejemplo de los correos generados durante la ejecución del sistema.

En conjunto, el análisis de desempeño confirma que el sistema de cotización automatizada mejora de forma sustancial tanto la eficiencia como la estabilidad del proceso. Al transformar un flujo repetitivo y altamente demandante en una secuencia

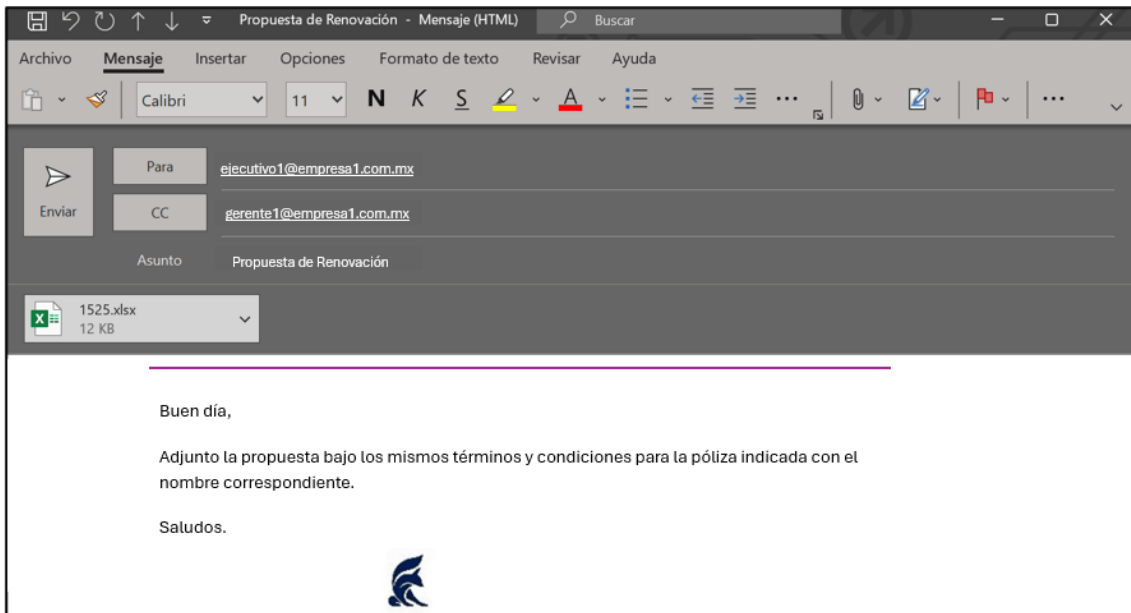


Figura 23: Ejemplo de correos preparados automáticamente para el envío de propuestas.

controlada y automática, se logra un ahorro significativo de tiempo y esfuerzo operativo. Asimismo, la estandarización del flujo reduce la variabilidad en la ejecución y permite que el personal concentre su atención en actividades de mayor valor, como la revisión de resultados y la atención de casos específicos, en lugar de tareas rutinarias.

6. Conclusiones

6.1. Resumen de los Resultados y Logros

El proyecto de cotización automatizada cumple con los objetivos planteados al sistematizar un flujo que, en su versión manual, requiere la repetición de múltiples pasos por póliza. La solución se implementa sobre una herramienta de hoja de cálculo disponible en el entorno administrativo, utilizando Visual Basic for Applications (VBA) como lenguaje de automatización, lo que evita la dependencia de software especializado y resulta especialmente pertinente en escenarios con restricciones de licenciamiento.

Los resultados obtenidos muestran una mejora significativa en los tiempos de procesamiento. En comparación con el procedimiento manual, que puede extenderse por varias horas en escenarios con múltiples pólizas, el ciclo de cotización se reduce a decenas de minutos mediante la ejecución por lote del sistema automatizado.

En un escenario de validación con 90 pólizas, el proceso automatizado completa el llenado de datos, la ejecución de cálculos y la generación de propuestas en aproximadamente 35 minutos, considerando la variación en la complejidad de los censos, la presencia de subgrupos y las operaciones de lectura y escritura de archivos propias del entorno de hoja de cálculo. De forma adicional, la preparación automatizada de correos electrónicos toma cerca de 10 minutos, aunque este tiempo puede variar según el número de subgrupos y destinatarios asociados a cada póliza. Esta optimización se logra mediante la implementación de macros programadas que automatizan tareas de cálculo, validación y generación de documentos, minimizando la intervención manual en cada etapa del proceso.

Asimismo, se observa una reducción significativa de errores asociados a la operación manual, ya que el sistema ejecuta rutinas normalizadas y validaciones automáticas que aseguran la coherencia entre los archivos de entrada y los resultados generados. Durante las pruebas de validación, los valores obtenidos coinciden con aquellos generados mediante el procedimiento manual, lo que confirma la confiabilidad y consistencia de las cotizaciones emitidas.

6.2. Impacto de la Automatización en el Proceso de Cotización

La implementación del sistema de cotización automatizada genera un impacto directo en la operación del área, principalmente en el tiempo de procesamiento, la consistencia de la información y la organización de los archivos generados por lote de pólizas. Estos cambios se evidencian tanto en las ejecuciones de prueba como en el uso integral del flujo, que comprende la carga de datos, el llenado de censos, la ejecución de cálculos, la generación de archivos y la preparación de correos electrónicos.

Previo a la automatización, el proceso implica la repetición manual de diversas acciones por cada póliza, tales como su localización en el listado, la transferencia de información al archivo de cálculo, el llenado del censo por edad y sexo, la ejecución de fórmulas y el guardado individual del archivo resultante. Al tratarse de un flujo repetitivo, el tiempo invertido aumenta conforme crecía el número de pólizas o subgrupos, además de que cualquier omisión en el llenado o en el orden de ejecución puede generar inconsistencias en los resultados.

Con la automatización, estas tareas se ejecutan de manera secuencial y controlada. El sistema recorre las pólizas registradas en el archivo de control, trabaja sobre una copia temporal del archivo de cálculo y realiza el llenado del censo con base en los registros disponibles, para posteriormente ejecutar el recálculo y consolidar los resultados.

En términos de desempeño, el impacto más evidente corresponde a la reducción del tiempo total de ejecución. Con base en las pruebas de validación, el flujo automatizado disminuye el tiempo promedio del proceso en más del 85 %, lo que permite procesar un mayor volumen de pólizas en menor tiempo y con menor intervención manual.

En conjunto, la automatización transforma un proceso altamente repetitivo en un flujo estructurado, controlado y consistente, mejorando tanto el desempeño operativo como la confiabilidad de la información generada.

6.3. Posibles mejoras y futuras implementaciones

Aunque el sistema de cotización automatizada cumple con los objetivos planteados y demuestra una mejora significativa en la eficiencia del proceso, su diseño permite

identificar diversas oportunidades de evolución y fortalecimiento a mediano y largo plazo.

Una posible línea de desarrollo consiste en ampliar el alcance del sistema para integrar otros productos aseguradores, además del seguro de gastos médicos mayores, como seguros de vida u otros ramos. Esta ampliación permite escalar el flujo hacia una estructura más flexible, incorporando desde la interfaz inicial una opción de selección de producto que determine la lógica de procesamiento correspondiente. De esta manera, el sistema puede adaptarse a distintos esquemas de cobertura sin limitarse a un solo tipo de póliza.

Otra mejora potencial es la incorporación de un módulo de reportes automatizados, apoyado en un repositorio estructurado de datos y en una herramienta de visualización para la generación de indicadores estadísticos. Esto permite obtener información relevante, como el número de pólizas procesadas, los tiempos promedio de ejecución y la distribución por tipo de cobertura, fortaleciendo la toma de decisiones tanto a nivel operativo como administrativo.

Asimismo, pueden reforzarse los mecanismos de seguridad y control de acceso mediante la implementación de perfiles de usuario y niveles de permisos diferenciados. Esta medida permite restringir funciones críticas al personal autorizado, protegiendo la información sensible y preservando la integridad del sistema.

Además, el sistema incorpora un mecanismo de registro automático de ejecuciones que almacena información relevante de cada proceso, como la fecha y hora de ejecución, las pólizas procesadas y los resultados obtenidos. Esto permite dar seguimiento al funcionamiento del sistema, facilitar la identificación de errores y contar con un respaldo de las operaciones realizadas.

Finalmente, a largo plazo, puede considerarse una migración parcial hacia entornos en la nube o hacia una arquitectura híbrida. Esta evolución facilita el trabajo colaborativo mediante acceso controlado desde distintas ubicaciones y permite escalar el procesamiento conforme aumenta el volumen de pólizas, garantizando en todo momento la seguridad y confidencialidad de los datos.

Bibliografía

- [Amelot, 2016] Amelot, M. (2016). *VBA Excel 2016: Programación en Excel: Macros y lenguaje VBA*. Ediciones ENI.
- [Billo, 2007] Billo, E. J. (2007). *Excel for Scientists and Engineers: Numerical Methods*. Wiley-Interscience.
- [Celent, 2025] Celent (2025). Policy administration systems: P&c insurance; emea edition.
- [García Sabater et al., 2014] García Sabater, J. P., Bravo i Reig, G., and López Gozalbes, A. (2014). Manual básico para empezar a trabajar con macros de visual basic para excel.
- [InsurOS.org, 2025] InsurOS.org (2025). *Policy Administration System: A Comprehensive Guide to the Core System of Insurance*. InsurOS.
- [Jelen and Syrstad, 2022] Jelen, B. and Syrstad, T. (2022). *Microsoft Excel VBA and Macros (Office 2021 and Microsoft 365)*. Addison Wesley.
- [Joyanes, 2012] Joyanes, L. (2012). *Computación en la nube: Estrategias de cloud computing en las empresas*. Alpha Editorial.
- [Kale, 2015] Kale, V. (2015). *Guide to Cloud Computing for Business and Technology Managers*. CRC Press.
- [Microsoft Corporation, 2023] Microsoft Corporation (2023). Introducción a vba en office.
- [Oria, 2015] Oria, J. (2015). *Programación en Excel con VBA*. Alfaomega, México.
- [Ramírez and Juárez, 2014] Ramírez, F. G. H. and Juárez, G. S. (2014). Estimación alternativa de una prima de seguro de gastos médicos mayores bajo el contexto de las opciones financieras.
- [Rejda, 2020] Rejda, G. E. (2020). *Principles of Risk Management and Insurance*. Pearson.

[Vaughan and Vaughan, 2014] Vaughan, E. and Vaughan, J. (2014). *Fundamentals of Risk and Insurance*. Wiley.

7. Anexos

7.1. Glosario de palabras

Automatización Uso de herramientas digitales y rutinas programadas para ejecutar tareas de forma automática y secuencial, reduciendo la intervención manual y estandarizando los procesos.

Censo Conjunto de registros que contiene la información del grupo asegurado, como edad, sexo y cantidad de asegurados, utilizado como insumo principal para el cálculo de primas en una cotización.

Cotizador Herramienta implementada en Microsoft Excel que permite calcular cotizaciones y generar propuestas a partir de los datos del cliente y del grupo asegurado.

Cotización Proceso mediante el cual se determinan las condiciones económicas de una póliza de seguro, considerando variables técnicas como el tipo de cobertura, la suma asegurada y la vigencia.

Deducible Cantidad que debe pagar el asegurado antes de que la aseguradora cubra el resto del gasto conforme a las condiciones de la póliza.

Flujo de trabajo Secuencia ordenada de actividades que conforman un proceso operativo, desde la entrada de datos hasta la generación de resultados.

Grupo asegurado Conjunto de personas cubiertas bajo una misma póliza de seguro.

Macro Conjunto de instrucciones programadas que automatizan tareas repetitivas dentro de una hoja de cálculo mediante un lenguaje de programación.

Póliza Contrato de seguro en el que se establecen las condiciones de cobertura, así como los derechos y obligaciones del asegurado y de la aseguradora.

Parámetro Variable utilizada para definir, identificar o controlar un elemento del proceso mediante un valor específico.

Policy Administration System (PAS) Sistema central del entorno asegurador encargado de administrar el ciclo de vida completo de las pólizas, incluyendo su emisión, modificación, renovación y cancelación.

Prima Pago económico que el contratante realiza a la aseguradora a cambio de la cobertura establecida en la póliza.

Renovación Emisión consecutiva de una póliza por un nuevo periodo de vigencia, con el objetivo de mantenerla activa.

Siniestralidad Indicador que representa la relación entre los siniestros ocurridos y las primas emitidas por una aseguradora en un periodo determinado.

Subgrupo División del grupo asegurado que puede contar con reglas de cotización o sumas aseguradas específicas dentro de una misma póliza.

Vigencia Periodo de validez de la póliza.

Visual Basic for Applications (VBA) Lenguaje de programación integrado en Microsoft Office que permite automatizar procesos, desarrollar macros y crear interfaces.

7.2. Código VBA

El código fuente del programa se entrega como material complementario en forma de módulos exportados de VBA (.bas). Esta forma de entrega facilita la revisión, el mantenimiento y la reutilización del proyecto que permite importar los módulos.

El código se organiza en módulos independientes, cada uno con una función específica dentro del flujo de automatización:

- ***App.bas***: contiene las rutinas asociadas al arranque del flujo principal y tareas de apoyo para la localización de recursos de trabajo.
- ***Configuraciones.bas***: concentra funciones de soporte y validación del entorno, como la verificación de hojas, construcción de rutas, limpieza y normalización de textos, así como la restauración de parámetros del entorno de Excel.
- ***Quinquenio.bas***: contiene los cálculos correspondientes a la evaluación de sub-grupos donde se realiza el llenado de censos.
- ***Correo.bas***: integra la lógica de preparación de correos incluyendo la generación del cuerpo del correo y la gestión de archivos adjuntos.

Además de los archivos .bas, se incluye el repositorio del proyecto como material de consulta, en el cual se documenta la estructura general, el historial de cambios y notas de uso del sistema: https://github.com/icekuroba/Database-Management/tree/main/excel_quote_generator.