



PROYECTO FINAL DE GRADO

Software para cálculo de materiales de distribución por medio de Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú de la ANDE, año 2023.

Autores:

Yamila Gisell Benítez Sosa
Daisy Ramona Jara Lomaquiz

Asesor:

Prof. Ing. Víctor Manuel Melgarejo Riveros

CORONEL OVIEDO, SEPTIEMBRE DE 2023



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.



Usted es libre de:

- **Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
- **Adaptar** — remezclar, transformar y construir a partir del material

Bajo los siguientes términos:

- **Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.
- **NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo de fin de grado para la obtención del Título de Ingeniero en Sistemas Informáticos aprobado en representación de la Facultad Ciencias y Tecnología de la Universidad Nacional de Caaguazú, por el Tribunal Examinador constituido por los siguientes profesores y con la siguiente nota final:

Calificación final: ____ (Números)

_____ (Letras)

Prof. Ing.

Prof. Ing.

Prof. Ing.

Prof. Ing.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, son las personas que estuvieron y están apoyándome en todo momento, por su amor incondicional, gracias a ellos todo esto es posible. A toda mi familia que siempre confió en mí y me alentó a seguir cumpliendo con mis metas y objetivos.

Daisy Jara Lomaquiz

Dedico este trabajo a mis padres y abuelos, son la inspiración para mí detrás de cada logro y la fortaleza en cada desafío. A toda mi familia y las personas que han estado a mi lado brindándome apoyo y confianza.

A todos los que formaron parte de este proceso, les doy las gracias por su influencia positiva en mi desarrollo.

Yamila Benitez Sosa



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios, quien me ha dado una familia increíble, agradezco a mis padres, quienes son los pilares fundamentales de mi vida, me llenaron de amor y apoyo durante toda mi vida, estuvieron todo el tiempo conmigo durante este camino. Agradezco a mis abuelos y tíos quienes me brindaron su apoyo en todo momento. Agradezco a nuestro tutor el Ing. Víctor Melgarejo quien nos estuvo guiando durante todo este proceso con mucha paciencia y a todos los docentes que de algún modo u otro aportaron a mi crecimiento académico.

Daisy Jara Lomaquiz

Agradezco de corazón a Dios y a la Virgen de Caacupé, así como a mis padres y abuelos, quienes fueron la parte fundamental en todo este proceso de mi vida. Su amor y apoyo incondicional fueron mi mayor fortaleza. También extendiendo mi gratitud a toda mi familia y a las personas que confiaron en mí y me brindaron su constante aliento.

Quiero expresar un profundo agradecimiento al Ing. Víctor Melgarejo por su orientación continua, y agradecer a los docentes que desempeñaron un papel importante en mi crecimiento académico.

Yamila Benítez Sosa



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

RESUMEN

En la actualidad la tecnología ha ido creciendo cada vez más y los procesos manuales han quedado atrás, en el departamento de fiscalización de la Administración Nacional de Electricidad (ANDE) departamento de Caaguazú realizan varios procesos de forma manual, desde identificar y anotar estructuras contenidas en los planos estructurales hasta realizar cálculos para tener los datos necesarios e iniciar la construcción de las distintas obras. En este trabajo se desarrolla un software en base a los requisitos detectados, implementando varias herramientas tecnológicas apuntando a la innovación de procesos, principalmente utilizando la tecnología de Reconocimiento Óptico de Caracteres a fin de automatizar el procesamiento de datos en el área de fiscalización de la ANDE Caaguazú. El lenguaje de programación utilizado es Python, ya que es libre y tiene una amplia variedad de librerías para facilitar el manejo de ciertos tipos de datos e interfaz de usuario, tales como Tkinter, que fue la librería utilizada para el desarrollo de la Interfaz del software dando como resultado a GUI muy amigable y sencilla de comprender para el usuario.

El software posee la funcionalidad de extraer caracteres de los datos ingresados por el usuario, esos datos son planos estructurales utilizados en la ANDE, esto se logró mediante la implementación de la herramienta de OCR, el motor tesseract y la librería pytesseract para lograr un buen resultado al momento de pre-procesar la imagen y extraer los caracteres, además, el sistema puede listar materiales y realizar cálculos de estructuras repetidas. Implementar la innovación tecnológica para el desarrollo de este trabajo generó grandes resultados como principalmente, el ahorro de tiempo al automatizar procesos.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

ABSTRACT

At present, technology has been growing more and more and manual processes have been left behind, in the inspection department of the National Electricity Administration (ANDE) department of Caaguazú they carry out various processes manually, from identifying and annotating structures contained in the structural plans until making calculations to have the necessary data and start the construction of the different works. In this work, a software is developed based on the detected requirements, implementing several technological tools aiming at process innovation, mainly using the Optical Character Recognition technology in order to automate data processing in the inspection area of ANDE. Caaguazú. The programming language used is Python, since it is free and has a wide variety of libraries to facilitate the handling of certain types of data and user interface, such as Tkinter, which was the library used for the development of the software interface. resulting in a very friendly and easy to understand GUI for the user.

The software has the functionality of extracting characters from the data entered by the user, these data are structural plans used in ANDE, this was achieved through the implementation of the OCR tool, the tesseract engine and the pytesseract library to achieve a good result. at the moment of pre-processing the image and extracting the characters, in addition, the system can list materials and perform calculations of repeated structures. Implementing technological innovation for the development of this work generated great results, mainly saving time by automating processes.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. Objetivos (general y específicos)	4
1.1. Objetivo General	4
1.2. Objetivos Específicos	4
2. Bases Teóricas	5
2.1. Descripción de las tareas llevadas a cabo en el área de fiscalización de obras en la ANDE	5
2.2. Manual de Organización ANDE Actualización:	6
2.2.1. Subordinación.....	6
2.2.2. Atribuciones	6
2.3. Información detallada obtenida de los materiales a ser utilizada en la obra.	7
2.4. Los procedimientos y formularios a utilizar para preparar los certificados son los siguientes:	8
2.5. Procesos que conllevan la identificación de los valores alfanuméricos que describe el nombre del tipo de estructura.....	9
2.6. Tesseract.....	10
2.7. OpenCV.....	11
2.8. Pasos de procesamiento para el reconocimiento de OCR	11
2.9. Python.....	12
2.10. Tkinter	12
3. METODOLOGÍA	13
3.1. Fases del proceso de programación:.....	13
3.2. Técnicas de recolección de datos	13
3.3. Requisitos	14
3.3.1. Requisitos Funcionales	14
3.3.2. Requisitos No Funcionales	15
3.4. Base de Datos	15



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

3.5.	Adquisición de imágenes.....	16
3.6.	OCR.....	17
3.7.	Extracción del texto.....	18
3.8.	Generación del nuevo PDF.....	19
3.9.	Diseño de la interfaz e Implementación	21
3.10.	Análisis de interfaz grafica.....	21
3.11.	Verificación del Software.....	23
4.	ANÁLISIS Y RESULTADOS	24
4.1.	Procesamiento OCR	26
4.2.	Interfaz grafica	27
4.3.	Evaluación de usabilidad del software	28
4.4.	Impacto de la implementación del software	29
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
	BIBLIOGRAFÍA.....	32
	ANEXOS.....	34



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de la arquitectura de tesseract v4.0 en adelante	10
Figura 2. Captura imagen de referencia de plano estructural.....	17
Figura 3. Diagrama de procesamiento OCR.....	18
Figura 4. Diagrama prototipo OCR y procesamiento posterior.....	20
Figura 5. Estructura de Login.....	22
Figura 6. Estructura de Interfaz - Principal	20
Figura 7. Modelo de informe total de materiales.....	28
Figura 8. Resultado comparativo del procesamiento automatizado de datos frente al procesamiento manual.....	30
Figura 9. Modelo de plano estructural.....	35
Figura 10. Modelo de plano estructural.....	36
Figura 11. Modelo de estructuras contenidas en los planos.....	37
Figura 12. Interfaz de usuario - Login.....	40
Figura 13. Interfaz de usuario – Menú principal.....	41
Figura 14. Interfaz de usuario – Menú principal.....	41
Figura 15. Interfaz de usuario – Lectura y procesamiento de datos.....	42
Figura 16. Interfaz de usuario – Seguimiento	42
Figura 17. Interfaz de usuario – Lista de materiales	43
Figura 18. Diagrama de Entidad-Relación.....	44
Figura 19. Preguntas de satisfacción de usuario.....	45



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos Funcionales.....	15
Tabla 2. Requisitos No Funcionales.....	15
Tabla 3. Modelo de datos de materiales.....	16
Tabla 4. Resultados obtenidos en base a los requerimientos y funcionalidades del software.....	26
Tabla 5. Referencia de resultados de precisión.....	27
Tabla 6. Modelo de estructura y listas.....	37
Tabla 7. Modelo de estructura y listas.....	38
Tabla 8. Modelo de estructura y listas.....	38
Tabla 9. Modelo de estructura y listas.....	39

INTRODUCCIÓN

El reconocimiento óptico de caracteres en la actualidad es ampliamente utilizado y cada vez aparecen nuevas técnicas para el reconocimiento de caracteres como lo son las redes neuronales y la correlación de objetos. El OCR ha demostrado ser eficiente en cuanto a la detección de caracteres en distintos tipos de documentos, o en las distintas áreas en las cuales ha sido aplicada. El reconocimiento de imágenes es una técnica que genera muchas ventajas y agiliza procesos, sobre los cuales pueden aplicarse diversos tipos de operaciones utilizando dichas imágenes. El proceso de reconocimiento de imágenes involucra técnicas como; la binarización, segmentación, normalización y proyecciones donde la imagen es leída y guardada en un arreglo bidimensional para posteriormente aplicarle filtros. [1]

Según los autores [2] el OCR fue implementado para digitalizar y almacenar documentos, se ha creado un software para aplicar a archivos de propiedades y movimientos mercantiles disminuyendo así los riesgos de daños o pérdidas de las documentaciones que son manejadas de forma manual, es decir, documentos físicos. La indexación de los archivos mediante el OCR permitió obtener información de ciertas partes de las documentaciones físicas para su posterior clasificación por campos de interés que requieran los usuarios. La implementación de este software se vio resumida en una mejor atención al cliente en tiempos de entregas de trámites. Según los autores [3] se han aplicado investigaciones sobre el desarrollo de algoritmos basado en el reconocimiento de patrones en imágenes digitales utilizando el OCR, implementado en un web service. La finalidad de este algoritmo es extraer los datos de imágenes digitales enfocado principalmente a los índices de los libros para luego guardar toda esa información extraída en la base de datos de una biblioteca, de ese modo puede hacer recomendaciones a los clientes.

También se utiliza el reconocimiento de caracteres para generar sellos frontales, a partir de las etiquetas nutricionales obtenida por medio de OCR Tesseract. Esta metodología inicia con el preprocesamiento de las imágenes de tablas nutricionales, siguiendo con la detección y el reconocimiento de la misma, es cuando se obtienen las regiones de interés, y se extrae la información para generar los sellos frontales. [4]

Existen varias aplicaciones del Reconocimiento Óptico de Caracteres que permiten desarrollar acciones innovadoras, tales como automatizar procesos que actualmente son llevados a cabo de forma manual, tal es el caso de la ANDE que realizan procesos de extracción de información desde

**Software para cálculo de materiales de distribución por medio de
Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú
de la ANDE, año 2023.**

Yamila Benítez – Daisy Jara

planos estructurales a mano de forma minuciosa, esto provoca largas horas de trabajo ya que el proceso inicia con verificar la imagen correspondiente para cada obra a realizarse, luego de esto se detectan todas las estructuras que van a utilizarse o se requieren para el desarrollo de los distintos tipos de columnas de alta o baja tensión. Una vez detectadas cuales son dichas estructuras necesarias, deben realizar un registro manual de las mismas para luego generar una lista de materiales correspondientes a cada estructura, esto lleva demasiado tiempo ya que cada estructura posee su propia lista de materiales que a su vez es bastante extensa.

En caso de que se repitan las estructuras, también se deben calcular la cantidad de materiales dependiendo de cuantas veces se repite la misma estructura. A su vez, es necesario considerar que actualmente se utilizan muchos tipos de estructuras y no se cuenta con un sistema que pueda automatizar este proceso para agilizarlo, esto genera una necesidad de obtener toda la información y resguardarla de manera más segura tratando de minimizar los errores que pueden presentarse al momento de recabar los datos a mano. Este hecho incide sobre los varios aspectos que generan una problemática a paliar como lo son el manejo poco ágil de la documentación pertinente y las condiciones de manipulación de los datos.

El avance tecnológico nos obliga a seguirle el paso, quedando los trabajos manuales muy atrás en cuanto a productividad y agilidad se refiere. Principalmente aquellos trabajos donde el manejo de los archivos son fundamentales, el manejo de datos de forma física se expone a grandes riesgos de errores, pérdidas o daños al material físico. La digitalización y automatización de procesos son pilares imprescindibles actualmente, generan productividad en cualquiera que sea el área en la que se aplica. Las soluciones disponibles actualmente son innumerables debido a que existen variedad de herramientas a nuestro alcance para aplicarlos a nuestra problemática que no solo obstaculiza la optimización de flujos de trabajo, sino que también conlleva una serie de desafíos y limitaciones que afectan a distintas organizaciones.

Implementar un sistema utilizando la tecnología OCR para detectar las estructuras en el plano, genera grandes ventajas, principalmente el ahorro de tiempo, todo el procedimiento de detectar las estructuras y generar sus correspondientes listas de materiales se llevará a cabo de forma más ágil y con una menor probabilidad de errores, ya que al automatizarlo la maquina reconoce mejor aquellos caracteres contenidos en las documentaciones debido al entrenamiento previo con que cuentan las herramientas disponibles.

Debido a los antecedentes descubiertos actualmente, la herramienta OCR ofrece un potencial máximo al momento de aplicarlos a un software destinado a automatizar procesos, además ofrece tareas multidisciplinarias que abarcan grandes áreas de la ciencia de datos. Es importante y

Software para cálculo de materiales de distribución por medio de Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú de la ANDE, año 2023.

Yamila Benítez – Daisy Jara

necesario adaptar la tecnología a las funciones cotidianas que podrían obtener una mejora en diversos aspectos, y no solo eso, sino que una automatización genera nuevas posibilidades de innovación y mejora continua en los campos aplicados.

Esta automatización inicia desde la carga de datos, que es la documentación de los planos estructurales, controlando así la detección, listas y cantidades de materiales necesarios para las estructuras que fueron previamente seleccionadas por el usuario. Mostrará en pantalla todos los datos que el sistema va realizando de acuerdo a lo que el usuario le indique, este podrá visualizar el procedimiento y de esa manera verificar que la información ingresada o solicitada sea la correcta. El departamento de fiscalización de la ANDE se encarga de supervisar y/o controlar todas las obras de líneas de Media y Baja Tensión, tanto del montaje de nuevas obras como de implementar mejoras en los puestos de distribución, facilitará a los ingenieros que se encuentran en el área de fiscalización a agilizar el proceso de conteo y registro de materiales para obtener un trabajo más rápido y efectivo, con el sistema en función se podrá calcular todos los materiales que van a ser requeridas al momento, facilitando todo el arduo trabajo que antes realizaban de forma manual.

Este proyecto está enfocado hacia la ingeniería de software con una interfaz gráfica para una administración eficaz, donde se procesará y analizará los datos recolectados, con el propósito de detectar patrones y tendencias que optimicen la toma de decisiones. La implementación de la tecnología de Reconocimiento de Caracteres dentro de un software de gestión para una entidad de desarrollo de obras, como lo es la ANDE, aporta un gran crecimiento al momento de realizar gestiones de procesamiento de grandes volúmenes de información, por ello el objetivo principal de este trabajo es el desarrollo de un software para extraer estructuras y listar materiales en base a los planos estructurales utilizados en el área, incluyendo un seguimiento de desarrollo de obras que permitirá llevar registros de los procesamientos realizados y hará más fácil controlar o verificar datos en falta al momento del seguimiento en el sistema.

La gestión automatizada de documentaciones, cálculos y listas de materiales son un factor clave para el éxito organizacional, presenta una oportunidad estratégica significativa para mejorar la productividad, la precisión y la accesibilidad.

1. Objetivos (general y específicos)

1.1. Objetivo General

Desarrollar un software de cálculo de materiales de distribución utilizando Reconocimiento Óptico de Caracteres para la ejecución de planos estructurales dirigido a la Agencia Regional Caaguazú de la ANDE.

1.2. Objetivos Específicos

- Indagar los procesos que se llevan a cabo en el área de fiscalización de obras de la ANDE para la distribución de materiales estructurales.
- Representar la información obtenida de la lectura de valores alfanuméricos del OCR para la utilización de materiales en la ejecución de obras de la ANDE.
- Establecer cálculos de materiales necesarios para las estructuras extraídas del plano.
- Determinar el impacto que causa la lectura y distribución de materiales para la ejecución de proyectos para obras de la ANDE con tecnología OCR.

2. Bases Teóricas

2.1. Descripción de las tareas llevadas a cabo en el área de fiscalización de obras en la ANDE

Según Gutiérrez y Vázquez [5] los planos arquitectónicos son representaciones gráficas de cómo se hallan distribuidos los espacios en una obra, nos ofrecen informaciones relevantes acerca de una construcción específica detallando datos acerca de sus características. Estos son una expresión gráfica de lo que se está proyectando, cada elemento, símbolo o carácter empleado dentro de un plano tienen un significado a tener en cuenta para llevar a cada dicha construcción u obra.

En el área de fiscalización se realizan las tareas de ejecución de proyectos u obras. Una vez que el jefe de agencia regional de Caaguazú recibe el plano lo que hace es revisar y verificar para luego poder aprobar o rechazar dicho proyecto.

En caso de que el jefe apruebe el proyecto, se envía el plano al área de fiscalización para que el fiscal pueda hacer nuevamente la verificación del plano, extraer todas las estructuras requeridas en ese momento y hacer la lista de los materiales que se necesitaran para que dicha obra se realice. Los encargados se dan la tarea de leer el plano cuantas veces sea necesario para hacer la lista de los materiales que se estarán utilizando, la lista es generada manualmente por medio de las personas que trabajan en el área, la misma se realiza de la siguiente manera:

- Se lee el plano.
- Se anota cada uno de los tipos de estructuras a ser utilizados.
- Se cuentan los tipos de estructuras encontrados.
- Se cuenta cuantas veces repite la misma estructura.
- Se va generando la lista de materiales para cada estructura.
- En caso de que una misma estructura se repita más veces, se realiza el cálculo correspondiente a las estructuras repetidas.
- Se termina la lista de los materiales con las cantidades correspondientes.

Una vez que se termine la lista de los materiales manualmente, el fiscal procede a llevar al jefe de la agencia regional de Caaguazú un vale para que los materiales puedan ser entregadas al contratista, antes de esto el vale debe estar debidamente firmado y el fiscal debe autorizar el retiro de los materiales del depósito de la ANDE para poner en marcha la ejecución de la obra.

2.2. Manual de Organización ANDE Actualización:

2.2.1. Subordinación

La Agencia Regional Caaguazú está subordinada a la División de Gestión Regional Centro.

2.2.2. Atribuciones

- Aplicar las normas y procedimientos en lo relacionado a la gestión comercial y distribución de energía eléctrica establecidas en la Institución en su ámbito de influencia.
- Gestionar los casos no previstos en las normas y procedimientos en situaciones que merezcan tratamiento especializado en su ámbito de acción, previéndose la participación de Unidades especializadas si fuere necesario.
- Orientar y participar en la elaboración de los presupuestos y otros temas de orden técnico y administrativo de las Unidades a su cargo.
- Gestionar el Anteproyecto de Presupuesto y la elaboración del PAC así como acompañar la ejecución anual del mismo.
- Coordinar acciones técnicas y administrativas previstas para la atención de todo lo concerniente al servicio comercial y de distribución de energía eléctrica en su área de influencia.
- Elaborar, consolidar y evaluar Informes de las Unidades a su cargo relacionados a la distribución de energía eléctrica.
- Administrar los Fondos Fijos Rotatorios a su cargo.
- Evaluar y proponer soluciones sobre necesidades de materiales y de asistencia técnico administrativas y dimensionamiento de los recursos humanos requeridos en las Unidades a su cargo.
- Gestionar la elaboración de proyectos y la ejecución de las obras de expansión, de menor porte para mejora del servicio, realizados en el Sistema Eléctrico de Distribución (SED) y el Sistema de Alumbrado Público en las Unidades a su cargo.
- Gestionar y administrar los recursos humanos, materiales, equipos de las Unidades a su cargo.
- Informar al Departamento de Contabilidad y al Departamento de Patrimonio respecto a las bonificaciones realizadas por obras concluidas, para su inventario y evalúo.
- Coordinar el desdoblamiento de los Objetivos Estratégicos en Planes Operativos y realizar el seguimiento de la implementación de los mismos.

Software para cálculo de materiales de distribución por medio de Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú de la ANDE, año 2023.

Yamila Benítez – Daisy Jara

- Administrar los Contratos de Obras, servicios y de mantenimientos de trabajos ejecutados por las Empresas contratistas en su ámbito de influencia.
- Controlar las características técnicas y calidad de los materiales y equipos de distribución proveídos por el usuario/cliente para la instalación de puestos de distribución (PD's), en la modalidad de obras por terceros.
- Controlar el uso de vehículos, combustibles y materiales utilizados en la gestión de las unidades a su cargo de su área de influencia.

En el manual de organización se detallan todas las tareas realizadas y supervisadas que están al mando de la Agencia Regional Caaguazú, el del área de fiscalización le corresponde el 2.13 (Administrar los Contratos de Obras, servicios y de mantenimientos de trabajos ejecutados por las Empresas contratistas en su ámbito de influencia.). [6]

2.3. Información detallada obtenida de los materiales a ser utilizada en la obra.

El trabajo que llevan a cabo en el área de Fiscalización consiste en inspeccionar los planos, estos planos contienen detalladamente las características de la obra de Distribución a ser construida o la realización de mejoras del servicio de electricidad, además contiene toda información de las estructuras a ser colocadas en el lugar que se lo identifica con sus iniciales, ejemplo: **H°A°9/200, MHCR-2, REMH-1, REMH-7, etc.**

Aquellas personas encargadas de diseñar los planos son profesionales que trabajan en el área de proyectos de la ANDE, donde una vez culminado el plano estructural, es impreso en hoja tamaño A4 y puesto en carpeta, a continuación, es entregado al jefe de la Regional de Caaguazú quien aprueba en caso de estar de acuerdo con la obra a realizarse, posteriormente es entregado al fiscal para que proceda a ejecutar la nueva el procesamiento de la información, donde la autorizan para llevar a cabo la obra.

Entonces, en el área de fiscalización ponen en marcha la obtención de datos necesarios, iniciando por detectar cuales estructuras son requeridas y comienzan a realizar la lista de los materiales para cada estructura, donde después se emite un vale(orden de provisión de materiales) de salida, este vale deberá ser firmado por el Jefe de Agencia regional de Caaguazú para que se retiren los materiales, autorizando la salida del depósito, los vales son entregados al contratista para la ejecución de la obra.

El vale es un documento que contiene el nombre del depósito, todo esto se hace en el sistema de Salida- Movimiento SMA, hasta 8 materiales por vale es permitido cargar por el sistema.

**Software para cálculo de materiales de distribución por medio de
Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú
de la ANDE, año 2023.**

Yamila Benítez – Daisy Jara

Una vez dentro del sistema y una vez identificado con un código que el vale es dirigido para la ANDE distrito de Coronel Oviedo, dependencia de la Unidades Administrativas, fecha de emisión y Código del solicitante, en este caso Agencia Regional de Caaguazú, se completa el grupo de la entidad a ser encargada de la obra y que depende del Consorcio Central, una vez llenado todo lo mencionado anteriormente se procede a cargar los materiales a ser utilizados, se busca el nombre del material, cantidad, unidad de medida, valor total(gasto). El sistema ya posee los datos del stock de materiales disponibles y/o faltantes, que, en caso de no estar disponible, ya queda a cargo del contratista comprar el material faltante entregando constancia de la factura con el monto en guaraníes.

Una vez impresos todos los vales para el retiro de los materiales del depósito, el fiscal lleva al jefe los documentos donde él lo firma, y le da al contratista para que vaya a retirar.

Una vez retirado los materiales, en el depósito, los funcionarios avisan que han sido retirados de manera correcta, después se procede a la realización de la obra, una vez terminada la obra el contratista entrega su carpeta de todo el trabajo hecho, de los materiales utilizados y en caso que sobre, también entrega el orden de provisión de los materiales que compraron por no tener stock en el depósito.

La carpeta es entregada al Fiscal para que pueda ir a inspeccionar el trabajo terminado, se deberá de tener en cuenta los siguientes procedimientos:

2.4. Los procedimientos y formularios a utilizar para preparar los certificados son los siguientes:

2.4.1. Documentos Exigidos para el Pago:

- a) El Contratista presentará en Mesa de Entrada de la Unidad Administradora del Contrato, las solicitudes de verificación de las Planillas de Resumen General de Servicios Efectuados (ANEXO "O"), de Resumen de Materiales Proveídos (ANEXO "P") y de Resumen de Transporte de Materiales (ANEXO "Q"), suscritas por el Representante Técnico/ Ingeniero Residente del Contratista, dentro de los diez (10) primeros días del mes siguiente al fenecido.
- b) Las planillas mencionadas en el párrafo anterior deberán ser correctamente elaboradas de acuerdo a instrucciones vigentes, debiendo constar en las mismas los datos mencionados en los ANEXOS "O", "P" y "Q*", y deberán estar acompañadas de los siguientes documentos:

- c) Copia autenticada del Certificado de Cumplimiento con el Seguro Social actualizado, planilla de pago efectuado en concepto obrero-patronal al IPS correspondiente al mes anterior al de la ejecución de los trabajos concluidos y listado de personal con descripción de cargos que ocupan y número de Cédula de Identidad correspondiente.
- d) Ordenes de Ejecución de Trabajo (O.E.T.), conformadas por el jefe de la Unidad Administradora del Contrato y por el Representante Técnico.
- e) Registro Diario, conformadas por el Representante Técnico y el Fiscal de Obras.
- f) Planos de Ampliación, asociadas con coordenadas georreferenciados, conformados por el Representante Técnico, el Técnico Informático (de perfil GIS) y por el Fiscal. [7]

Se cuenta con todos los datos de las estructuras contenidas en los planos estructurales, estos datos van a ser tratados como datos de entrada para el reconocimiento OCR, detallaremos información acerca de dichas estructuras y sus respectivos materiales para el desarrollo de una obra de baja tensión o alta tensión.

2.5. Procesos que conllevan la identificación de los valores alfanuméricos que describe el nombre del tipo de estructura

Para realizar el proceso de la identificación de los tipos de estructuras contenidas en el plano, se utilizará el lenguaje Python para la programación, en la búsqueda y extracción del texto del OCR Tesseract y open cv que será un complemento a utilizar con el OCR a modo de que se pueda localizar la ubicación exacta de los textos a ser extraídos.

La identificación de los caracteres requiere el escaneo del documento de entrada, el sistema realiza la captura de la imagen cuyo texto se desea digitalizar. Cuanto más nítida y legible sea la imagen, más probabilidades de obtener buenos resultados se tiene. El preprocesamiento consiste en una serie de operaciones que son llevadas a cabo sobre la imagen que ha capturado el sistema, la finalidad de este proceso es conseguir caracteres nítidos bien legibles para tener mayores probabilidades de acierto, evitando así conseguir resultados inciertos o erróneos. Existen diversos aspectos a tener en cuenta en la etapa del preprocesamiento que afectan la calidad del reconocimiento, como son, la calidad de la imagen, la complejidad de los textos escritos dentro de los datos de entrada y la iluminación dispereja. Estos son algunos de los aspectos que pueden afectar el reconocimiento óptimo de los caracteres contenidos dentro de las documentaciones.

Sobra las imágenes conseguidas como resultado del preprocesamiento inician el proceso de segmentación en componentes que consiste esencialmente en tres procedimientos:

**Software para cálculo de materiales de distribución por medio de
Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú
de la ANDE, año 2023.**

Yamila Benítez – Daisy Jara

- En primer lugar, se realizan divisiones a la imagen de manera horizontal para determinar la ubicación de las líneas que contienen caracteres o renglones.
- En segundo lugar, se diferencian las palabras existentes dentro de cada línea o renglón de texto.
- Por último, se realiza una distinción de caracteres que están dentro de cada palabra. [8]

Luego de realizar la segmentación, se procede a la extracción de caracteres que consiste en elaborar patrones para cada carácter, esto permite diferenciar uno de otro en el documento trabajado. Estos patrones evitan la evaluación de cada uno de los caracteres contenidos dentro del documento individualmente cada vez estas aparezcan.

Al culminar la etapa de segmentación, continúa la etapa de reconocimiento de patrones para lo cual pueden ser aplicadas varias técnicas como coincidencia de templates, análisis estadístico, técnicas estructurales e incluso redes neuronales artificiales. Finalmente se avanza a la etapa de post-procesamiento donde se van agrupando los resultados detectados. Dentro de los grupos se relacionan los símbolos de cada texto con sus strings correspondientes. También se realizan las tareas de detección y corrección de errores para obtener resultados con los máximos aciertos posibles. [8]

2.6. Tesseract

Es una biblioteca creada en entre el año de 1985 y 1994 por HewlettPackard Laboratories Bristol y en Hewlett-Packard Co. En el 2006 fue adquirido por Google quien actualmente es quien lo financia. Teniendo como principal desarrollador al señor Ray Smith dentro de un grupo de autores y colaboradores que viven actualizando y haciendo mantenimiento a Tesseract. [9] Tesseract es una herramienta de reconocimiento óptico de caracteres para Python, esta detectará y leerá el texto que encuentra dentro de las imágenes, la misma herramienta se usa como motor del OCR. [10]

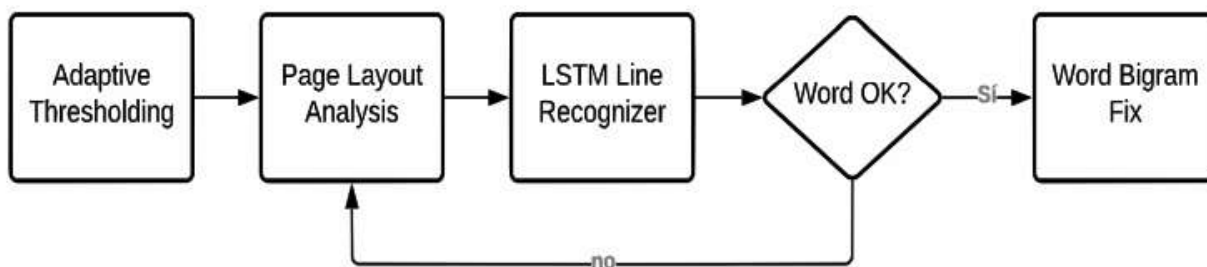


Figura 1. Diagrama de la arquitectura de Tesseract v4.0 en adelante

2.7. OpenCV

(Open Source Computer Vision) es una librería multiplataforma. Actualmente es muy utilizada para el procesamiento de imágenes y la visión artificial en general, también se ha utilizado en varias aplicaciones como son; control de procesos, sistemas de seguridad con detección de movimiento, reconocimiento de objetos, robótica, entre otros.

OpenCV se estructura en cinco componentes principales según los autores [11] :

- El componente de CV contiene los algoritmos de procesamiento de imágenes y de visión por ordenador en nivel básico y superior.
- ML es la biblioteca de aprendizaje de máquina, que incluye muchos clasificadores estadísticos y herramientas de agrupación.
- HighGUI contiene rutinas y funciones de I/O (entrada/salida) para el almacenamiento y carga de video e imágenes.
- CXCore contiene las estructuras básicas y algoritmos, apoyo XML, y funciones gráficas. Recibe información de CV, MIL y HighGUI.
- CvAux, que contiene algunos algoritmos experimentales.

En el área de procesamiento de imágenes, uno de los principales objetivos del OpenCV es proveer una infraestructura accesible y sencilla. La librería OpenCV contiene aplicaciones utilizadas en distintas áreas de la visión por computador, como la inspección de productos, identificación de personas u objetos en movimiento, reconocimiento de rostros humanos, imágenes médicas, seguridad, interfaces de usuario, reconstrucción 3D, robótica, etc. [12]

2.8. Pasos de procesamiento para el reconocimiento de OCR

Como entrada de datos proporcionamos la entrada de imagen que es el plano donde posee las características de las estructuras para realizar la construcción de la obra. Luego, se detectan las estructuras contenidas dentro del plano, se van seleccionando cuales estructuras se necesitan extraer en el momento, luego de esto se generan los resultados en un formato de texto editable, es el principal objetivo deseado.

El usuario puede editar el texto resultante a su gusto para posteriormente generar la lista de materiales con los cálculos que ya realiza el software y genera un informe de ellos. El modelo OCR obtiene los datos producidos de la detección de estructuras y estudia el flujo de datos estructuradas producida como parte de OCR para la extracción de los datos.

2.9. Python

Python es un lenguaje de programación de código abierto que incluye varias estructuras de datos, y un gran número de bibliotecas. Brinda resultados bastantes completos y deseables, a comparación de otros lenguajes, Python se destaca en un sin número de aplicaciones en diferentes áreas. Actualmente este lenguaje de programación es utilizado para realizar proyectos educativos, comerciales, de investigación, machine learning, diseño de páginas web, etc. Python es un reconocido lenguaje a nivel mundial, ya que es aplicado ampliamente, los colaboradores siguen realizando actualizaciones incluyendo mejoras en las bibliotecas, módulos y extensiones que garanticen solucionar los problemas demandados por los usuarios de Python. [13]

2.10. Tkinter

Utilizando el lenguaje de programación Python existen muchas posibilidades de programar una interfaz gráfica de usuario (GUI), una de ellas es Tkinter que genera una serie de ventajas como que es fácil de usar, multiplataforma y viene incluido con Python para Windows, Mac y la mayoría de las distribuciones GNU/Linux. Su aplicación no ha sido demasiado extendida entre los usuarios porque su integración visual con los sistemas operativos no era buena y no proporcionaba tanta variedad de widgets. Sin embargo, actualmente, esto cambió radicalmente, Tkinter ofrece una integración visual que ha mejorado notablemente, el número de widgets se ha extendido y también es posible trabajar con varios estilos y temas que permiten personalizar la estética de un programa. Por las series de ventajas que genera, ahora esta tecnología es ampliamente atractiva y recomendable. [14]

3. METODOLOGÍA

El tipo de investigación utilizado en este proyecto es la investigación aplicada o tecnológica que Según Ciro Espinoza [15] tiene como propósito transformar los conocimientos existentes o modelos en objetos útiles para la sociedad, podemos llamarlo también proceso de innovación. Buscando que las soluciones generen eficiencia y productividad.

Optamos por desarrollar un software que genere utilidad para el área de fiscalización de la ANDE aplicando tecnologías existentes a fin de idear soluciones ágiles al momento de automatizar procesos manuales.

3.1. Fases del proceso de programación:

- 1- Análisis del problema: planificación, análisis y especificación de los requisitos.
- 2- Desarrollo de la solución: diseño y especificación del sistema.
- 3- Construcción de la solución en forma de programa: programación.
- 4- Prueba: integración de sistemas, pruebas de sistema y de integración.
- 5- Mantenimiento: entrega, mantenimiento y mejora.

Se utilizaron varias herramientas o técnicas aplicadas en cada fase y fue evolucionando hasta una solución concreta, con la finalidad de obtener los datos suficientes, que fueron muy útiles en esta investigación.

3.2. Técnicas de recolección de datos

A modo de recolectar los datos necesarios para el desarrollo de este trabajo se utilizaron dos técnicas, que nos permitieron obtener las informaciones pertinentes de los problemas detectados en el área de Fiscalización de la Administración Nacional de Electricidad de la ciudad de Coronel Oviedo y tener una vista más clara de la situación en la que se encuentran.

Se realizaron entrevistas y observaciones a los profesionales encargados en el departamento de fiscalización de la Administración Nacional de Electricidad distrito de Coronel Oviedo, de los cuales surgieron los datos a tener en cuenta para el desarrollo de una solución a la problemática detectada.

3.3. Requisitos

Para realizar bien el desarrollo de software es esencial tener una especificación completa de los requerimientos donde se indican las características necesarias para el funcionamiento, interfaces posibles entre usuario-sistema y se establecen los procesos que debe cumplir el software. Los requisitos del usuario se traducen a requerimientos del software, y se clasifican para generar caminos posibles a cumplir con el objetivo. [16]

3.3.1. Requisitos Funcionales

Especifica requisitos de cómo debe comportarse un software, define lo que el sistema debe hacer para satisfacer las necesidades que presenta el usuario con respecto al funcionamiento. Se detectaron los siguientes:

Requisitos funcionales	Descripción
Información de pantalla	El sistema debe mostrar al usuario las funciones o menú con información referente a la acción que puede realizar.
Navegación	El sistema debe permitir al usuario la navegación dentro del mismo y elegir entre funciones.
Menú	El sistema debe contar con un menú que permita elegir al usuario realizar una nueva entrada de datos o realizar seguimiento.
Selección de entrada de datos	El usuario debe poder seleccionar un nuevo documento para ingresar por sistema.
Selección de bloque de datos	El sistema debe permitir a los usuarios seleccionar los bloques de datos cuantas veces necesite.
Verificación y Edición de salida de datos	El sistema debe mostrar en pantalla la salida de datos y debe permitir al usuario editar dichos datos.
Listar Materiales	El sistema debe ofrecer una salida de listas de materiales correspondientes a las estructuras previamente seleccionadas.

Software para cálculo de materiales de distribución por medio de Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú de la ANDE, año 2023.

Yamila Benítez – Daisy Jara

Seguimiento	El usuario puede realizar un seguimiento acerca del avance de la obra, luego de la obtención de datos completos.
-------------	--

Tabla 1. Requisitos Funcionales

3.3.2. Requisitos No Funcionales

Al desarrollar un software es importante que se ejecute de forma óptima para que esta pueda cumplir sus funciones de forma adecuada y con un rendimiento eficaz. Se especifican los siguientes requisitos No Funcionales principales.

Requisitos No Funcionales	Descripción
Interfaz sencilla	El sistema debe contar con una interfaz gráfica amigable, dinámica y sencilla. Debe ser fácil de utilizar para el usuario, los elementos se deben presentar de forma clara.
Rendimiento	Todas las operaciones disponibles deben realizarse en un tiempo óptimo, desde que se selecciona la funcionalidad hasta que se termine de ejecutar la operación.
Funcionalidad	El sistema debe responder a las acciones seleccionadas por el usuario para mostrar los datos requeridos.
Disponibilidad	El sistema debe estar disponible todos los días del año y cada vez que el usuario desee ingresar a ella.

Tabla 2. Requisitos No Funcionales

3.4. Base de Datos

Para el diseño de base de datos se utilizó MySQL ya que es ampliamente utilizado en distintas áreas y presenta grandes ventajas de seguridad y accesibilidad, diseñamos una estructura de base de datos con varias tablas para ir construyendo el software en base a los requisitos. En la base de datos se realizaron las cargas de las estructuras y listas de materiales utilizadas en el departamento de fiscalización, para realizar las pruebas pertinentes al sistema. En la **Tabla 3** se encuentra un

Software para cálculo de materiales de distribución por medio de Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú de la ANDE, año 2023.

Yamila Benítez – Daisy Jara

modelo de las estructuras y listas de materiales cargadas en la base de datos, una vez detectadas las estructuras extraídas por el sistema, accede a la base de datos y realiza la búsqueda y comparación de datos para lanzar un resultado.

MTDH° 1	APOYO EN RECTA NORMAL (0° a 5°)	
MATRICULA	MATERIALES	CANT.
0538-0110	CRUCETA POLIMERICA P/MT DE 2400MM SIN REFUERZO	1
2014-0012	MANO FRANCESA NORMAL ACCGALV 666X38X5MM MF2	2
0059-0027	ARANDELA LISA CUAD ACCGALV 50X50X5MM, (5/8") AC5	3
0023-0016	AISLADOR PORCELANA P/PERNO RECTO 23KV MT T/2	3
2533-0038	PERNO RECTO 3/4"X11" P/MT TIPO PRTP1	3
0256-0465	BULON CAB.HEXA.AC. GALV 5/8"X7"	1
	BULON CAB.HEXA.AC. GALV 5/8"X5"	2
0256-0236	BULON CAB.HEXAG. ACERO GALV. 5/8"X9"	1
	ALAMBRE PREF TOPE P/CABLE AL	3

Tabla 3. Modelo de datos de materiales

3.5. Adquisición de imágenes

Como datos de entrada, el sistema requiere de imágenes para poder identificar y extraer el texto contenido en de ella. Por ello es necesario tener los datos en formato de imagen, en este caso, imágenes de los planos estructurales provistas por el departamento de fiscalización.

A fin de establecer una buena calidad en las imágenes de los planos, para obtener un mejor procesamiento y una mejor lectura de datos, se recomiendan algunas sugerencias:

- Buena iluminación y preferiblemente luz blanca.
- El plano de la cámara del dispositivo a utilizar debe estar, lo más posible, de manera paralela al plano de la imagen a capturar, para obtener resultados óptimos.
- La imagen, en la medida de lo posible, debe estar sobre una superficie plana.

La imagen también puede obtenerse a través de capturas o con herramientas de recortes de los dispositivos, en caso de tener los planos en formato de documento.

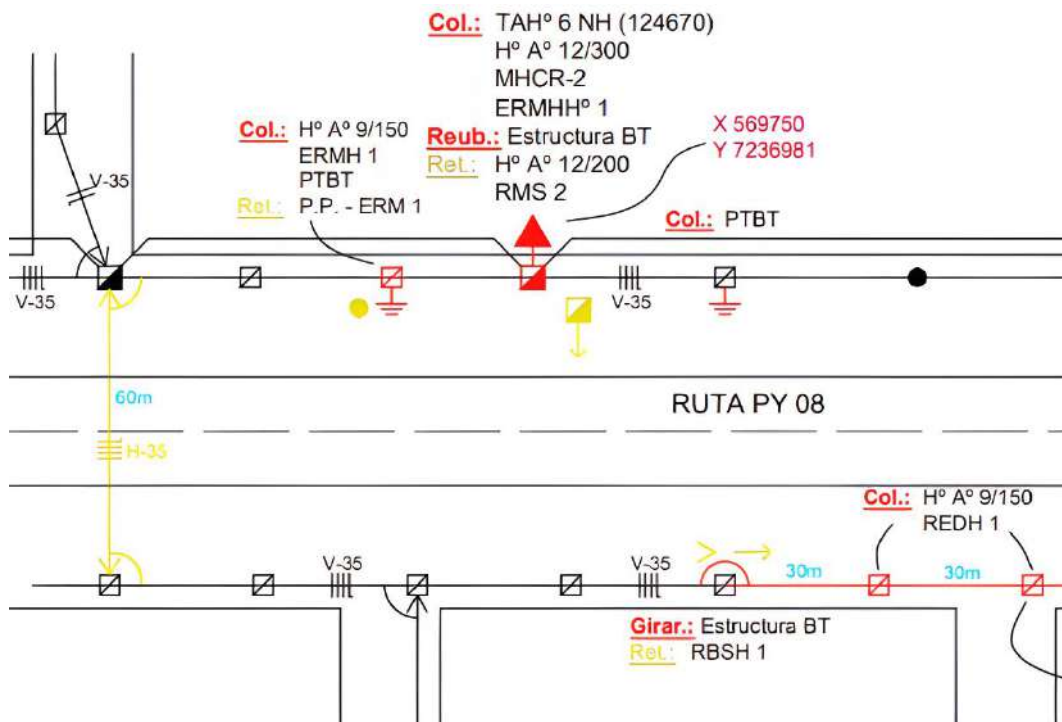


Figura 2. Captura imagen de referencia de plano estructural

3.6. OCR

El Reconocimiento Óptico de caracteres es la tecnología encargada de extraer texto de documentos o imágenes, y posteriormente usar ese texto para el procesamiento de la información. Aplicar técnicas de OCR a archivos por parte de empresas puede ser muy beneficioso, ya que pueden agilizar procesos y abaratar costes. [17]

Tesseract en su versión 5.0.1 es el motor de OCR que utilizamos en este trabajo, puede procesar textos en múltiples idiomas, también se utilizan de diversas librerías para mejorar sus funcionalidades tales como pillow que también utilizamos en el desarrollo para el tratamiento de imágenes, en su versión 9.4.0 y pytesseract en su versión 0.3.10 que en Python proporciona una interfaz para interactuar con Tesseract. Implementamos Tesseract para leer y detectar los caracteres contenidos en los datos de entrada que recibe el software. [8] Esta herramienta tiene numerosas opciones para extraer el texto de forma satisfactoria. Permite obtener el negativo de las imágenes, mejorar su resolución, encuadrar el texto y ponerlo de forma horizontal en caso de que no lo esté para su correcta extracción, resolver problemas de ruido, entre otros.

3.7. Extracción del texto

La extracción de texto es la primera etapa que se lleva a cabo. Se recibe como entrada la imagen del plano para su posterior lectura, todo esto se realiza de forma eficaz con Tesseract apoyándose con las librerías pillow y pytesseract, luego de esto se aplicará un OCR a las imágenes de entrada para obtener el texto. El texto obtenido a partir de la imagen es utilizado para generar un archivo de texto plano que dará como resultado todas las palabras seleccionadas en la imagen. Una vez generado el documento resultante, se envía dicho documento al siguiente procesamiento, el cual se encargará de generar la lista de materiales de las estructuras contenidas en el documento resultante.

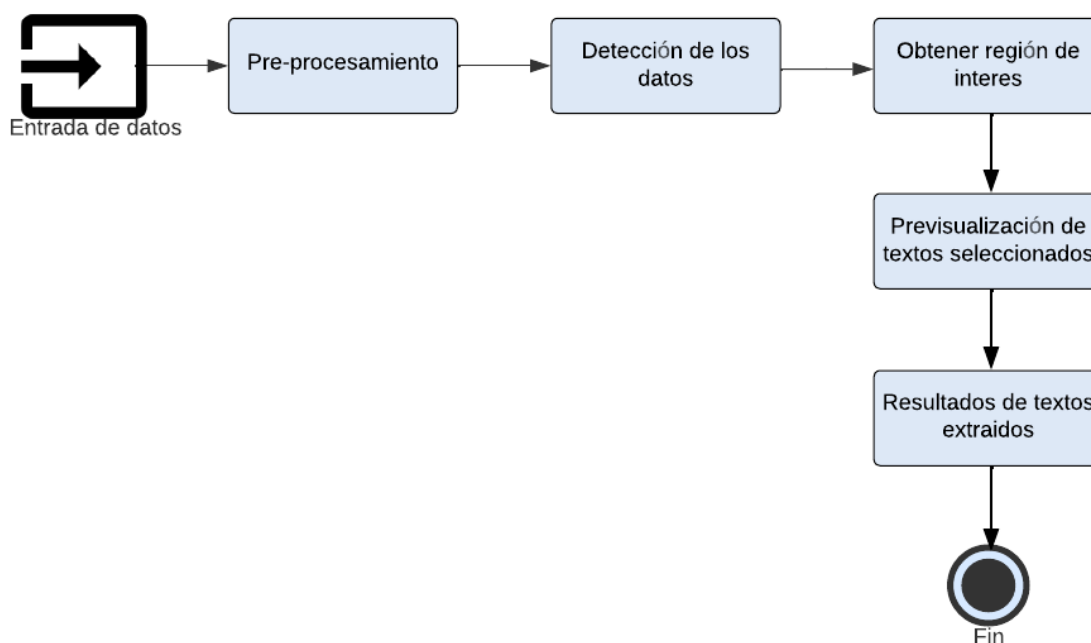


Figura 3. Diagrama de procesamiento OCR

En la **Figura 3** se muestran las etapas de procesamiento de extracción de textos por medio del Reconocimiento Óptico de Caracteres. En primer lugar, la imagen es pre-procesada, luego se detectan los datos contenidos dentro de ella, se generan las regiones de interés utilizando OpenCV que representa las imágenes como matrices multidimensionales y nos permite elegir las coordenadas de la región de interés que deseamos, resultando una submatriz que nos muestra una pequeña pre visualización de los textos seleccionados como región de interés, por último, se extrae la información en un archivo de texto plano con los resultados.

3.8. Generación del nuevo PDF

El texto resultante de la lectura y extracción del OCR que inicialmente está contenido en un documento txt fue previamente verificado por el usuario, para pasar a ser procesado nuevamente. Para esto utilizamos la biblioteca llamada Pandas de python, que nos permite manipular la carga de datos.

Cada texto es una estructura extraída del plano y cada estructura es comparada con las estructuras que anteriormente fueron ya cargadas en la base de datos junto con las listas de materiales de cada una, para precisamente poder realizar las comparaciones, entonces, se busca una coincidencia para cada estructura (es decir, verifica que la referencia exista), y una vez que es encontrada, se detectan las listas correspondientes a esa estructura, así sucesivamente hasta encontrar las coincidencias para todas las estructuras.

**Software para cálculo de materiales de distribución por medio de
Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú
de la ANDE, año 2023.**

Yamila Benítez – Daisy Jara

En caso de que una estructura se repita dos o más veces, el sistema realiza la sumatoria de cuantas veces encontró esa misma estructura y realiza un cálculo para obtener cuantos materiales necesita el total de las estructuras. Una vez finalizado ese proceso, el sistema permite visualizar un PDF que especifica cuáles y cuántas estructuras con sus respectivos materiales detectó, junto con un resumen de todos los materiales necesarios para iniciar la construcción de la obra.

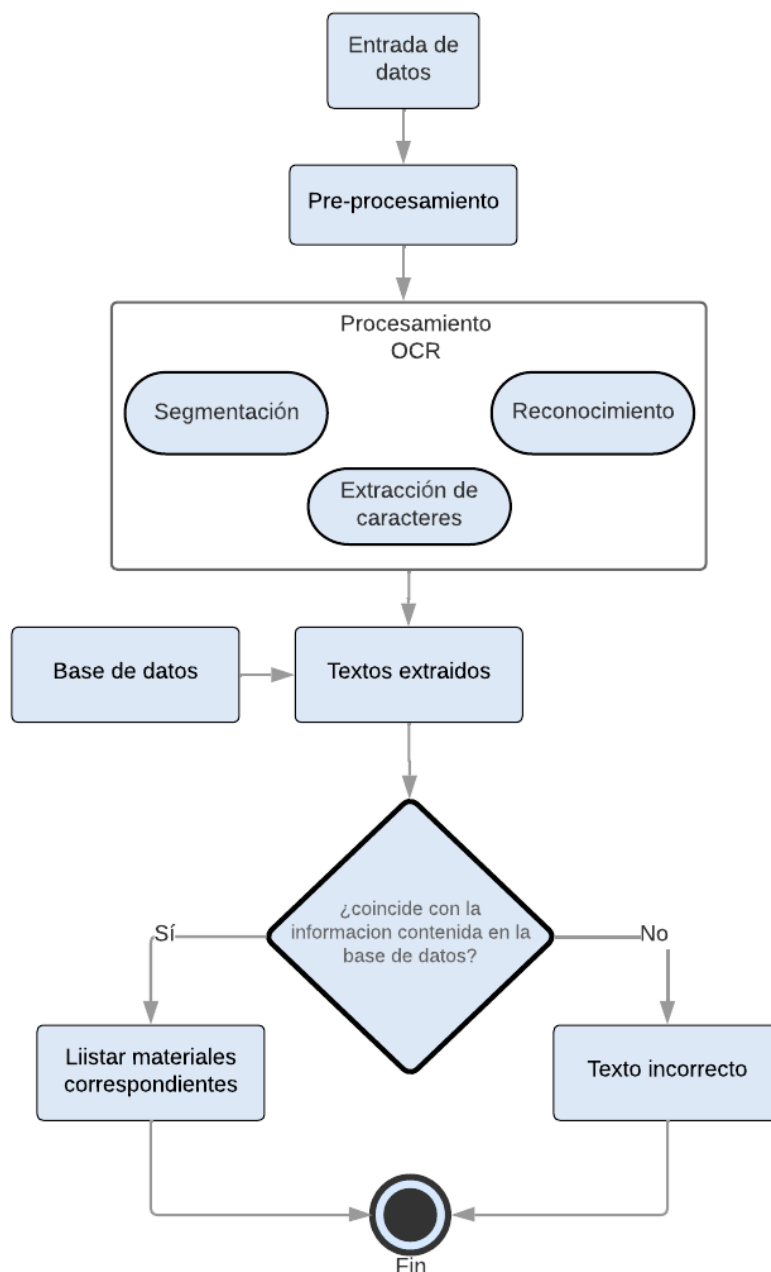


Figura 4. Diagrama prototipo OCR y procesamiento posterior

3.9. Diseño de la interfaz e Implementación

El lenguaje utilizado para el desarrollo del software ha sido Python, debido a que es un lenguaje flexible, versátil y totalmente gratuito. Dentro del mismo se ha utilizado la librería tkinter. [18] Tkinter es una librería del lenguaje de programación Python que funciona para el desarrollo de sistemas de escritorio, esta librería facilita el posicionamiento y desarrollo de una interfaz gráfica de escritorio con Python. Como ya mencionamos, también utilizamos la biblioteca Pillow que es gratuita y de código abierto para Python, esta se utiliza para manipular varios formatos de archivos de imagen, la hemos utilizado para importar y utilizar las imágenes creadas para nuestro sistema.

3.10. Análisis de interfaz grafica

La interfaz gráfica de usuario (GUI) permite al usuario obtener información e interactuar con las funcionalidades con las que cuenta el software. La interfaz gráfica está compuesta por varios elementos, tales como, botones, cuadros de entrada de texto, visualizadores de texto, gráficos, entre otros. La correcta implementación de una GUI genera grandes ventajas al usuario, ya que presenta mayor facilidad de usar el sistema.

Diseñamos una interfaz gráfica muy detallada en los botones y funcionalidades, en cada acción que realizará el usuario tendrá el nombre específico del procesamiento a realizar, como son la elección de imagen a procesar, realizar el listado de materiales y/o realizar seguimientos.



Figura 5. Estructura de Login

Como se ha visto a lo largo del tiempo, el diseño de una buena GUI es muy importante para la experiencia de usuario, por ello decidimos utilizar la herramienta Tkinter, ya que ofrece widgets cómodos a la vista del usuario. Esta herramienta ya viene incluida con el lenguaje de programación Python por lo que no fue necesario ninguna instalación extra para su uso.

La interfaz creada es sencilla y ofrece buena información para que el usuario pueda interactuar de forma ágil con ella, iniciando desde el login donde el usuario ingresa su nombre de usuario y contraseña, una vez verificado los datos ingresados pasan a la sección principal donde puede iniciar a realizar las distintas funciones que posee, en la primera pestaña aparecen las funcionalidades de procesamiento y seguimiento, en la segunda pestaña aparecen las funcionalidades de cargas de las estructuras, materiales y cantidades.



Figura 6. Estructura de Interfaz Principal

3.11. Verificación del Software

Se realizó la verificación del software para evaluar que realiza las funciones para los cuales inicialmente fue diseñada, puntualmente se verificaron funcionalidades de:

- Ingreso de datos correctos, planos estructurales.
- Permite seleccionar la región de interés sobre el plano.
- Realiza la extracción de texto.
- Lista los materiales en base al texto extraído.
- Realiza los cálculos de materiales para estructuras repetidas.

La verificación se realizó usando varios datos de entrada de planos estructurales, misma prueba fue realizada por el usuario encargado en el área de fiscalización, cuyos datos sirvieron para, aparte de verificar la funcionalidad, obtener datos del impacto que causa este software al momento de automatizar las gestiones manuales.

4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

La implementación del sistema refleja grandes mejoras y ventajas al proceso de gestión de extracción de estructuras y listar materiales que actualmente lo realizan sin herramientas de forma manual. En las pruebas realizadas ya utilizando a los autores relacionados de forma directa con el software, se obtuvieron resultados muy buenos con respecto al procesamiento manual que era el modo en el que realizaban el procesamiento de los planos. Como resultado comparativo dieron mayor precisión y agilidad al momento de extraer las estructuras, buscar listas de materiales para cada estructura y realizar los cálculos pertinentes.

En la **Tabla 4** se muestran los resultados obtenidos a partir de los requerimientos anteriormente detectados y las funcionalidades con las que cuenta el software, a su vez se realizaron las pruebas de todo el software y cada una de las funcionalidades a modo de verificar el correcto funcionamiento en base a los datos ingresados, utilizando entradas de datos reales, los cuales son los planos estructurales utilizados en el departamento de fiscalización de la ANDE. Las necesidades presentadas como problemática son parámetros obligatorios a cumplir para que el software sea realmente útil, dichos parámetros fueron totalmente considerados al momento de desarrollar el sistema y fueron paliados evidenciándose en las pruebas ya realizadas.

Requerimientos detectados para funcionalidades del sistema	Funcionalidades del sistema	Verificación
Ingresar archivo y seleccionar región de interés de texto a extraer.	Permite la entrada de datos (planos estructurales) y permite al usuario seleccionar áreas de textos que precisa extraer durante el procesamiento.	Prueba realizada de forma exitosa, el sistema permite ingresar el archivo y seleccionar datos de interés del usuario.
Visualizar texto extraído a modo de verificar resultado.	Permite la visualización de los resultados dentro de un archivo de texto plano.	Prueba realizada de forma exitosa, el sistema permite al usuario visualizar los resultados de extracción de texto.

Software para cálculo de materiales de distribución por medio de Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú de la ANDE, año 2023.

Yamila Benítez – Daisy Jara

Permitir edición de texto extraído.	Permite editar el texto resultante de la extracción realizada por el OCR.	Prueba realizada de forma exitosa, el sistema permite al usuario editar el texto resultante a modo de agregar o eliminar estructuras.
Permitir almacenar archivo de resultado.	Permite guardar el archivo de texto plano resultante de la extracción realizada por el OCR.	Prueba realizada de forma exitosa, el sistema permite guardar el archivo de texto plano con los resultados de extracción previamente verificados por el usuario.
Elegir archivo deseado para listar materiales.	Permite seleccionar el archivo deseado para generar listas de materiales en base a las estructuras contenidas dentro del archivo seleccionado.	Prueba realizada de forma exitosa, el sistema permite que el usuario elija el archivo del cual quiera obtener la lista de materiales.
Realizar sumatoria de estructuras repetidas detectadas en los planos.	Permite realizar un conteo de las estructuras repetidas detectadas en el plano procesado.	Prueba realizada de forma exitosa, el sistema permite realizar un conteo de las estructuras repetidas.
Obtener un resumen de todos los materiales necesarios para cada plano procesado.	Permite obtener un pdf detallado de cada estructura detectada junto con su lista de materiales, posteriormente brinda un resumen total de los materiales necesarios.	Prueba realizada de forma exitosa, el sistema genera un resumen detallado de todos los materiales requeridos para el plano estructural ingresado.
Realizar seguimiento.	Permite realizar un seguimiento a cada obra.	Prueba realizada de forma exitosa, el sistema permite ingresar los datos de la obra a modo de realizar un

Software para cálculo de materiales de distribución por medio de Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú de la ANDE, año 2023.

Yamila Benítez – Daisy Jara

		seguimiento del avance de la construcción.
Cargar nuevas estructuras.	Permite realizar la carga de nuevas estructuras.	Prueba realizada de forma exitosa, el sistema permite la carga de nuevas estructuras en caso de que así lo requieran.
Cargar nuevos materiales.	Permite realizar la carga de nuevos materiales.	Prueba realizada de forma exitosa, el sistema permite la carga de nuevos materiales en caso de que así lo requieran.

Tabla 4. Resultados obtenidos en base a los requerimientos y funcionalidades del software

4.1. Procesamiento OCR

El procesamiento realizado por el reconocimiento óptico de caracteres es bastante eficiente, debido a que la estructura de los planos estructurales es bastante legible y contiene textos escritos en formato digital. Estas características facilitan el trabajo de reconocimiento de caracteres, en la siguiente tabla se muestran los resultados de efectividad de planos utilizados como datos de entrada. Se debe tener en cuenta que el reconocimiento no se vuelve óptimo si los datos cargados no son nítidos o presentan inconsistencias en los gráficos que interfieren en las escrituras.

Entrada de datos	Procesamiento y Región de interés	Resultado	Porcentaje de precisión
Plano Estructural	Col.: H° A° 9/150 ERMH 1 PTBT	H° A 9/150 ERMH 1 PTBT	99 %
Plano Estructural	Col.: TAH° 6 NH (124670) H° A° 12/300 MHCR-2 ERMHH° 1	TAH 6 NH (124670) H° A 12/300 MHCR-2 ERMHH° 1	99 %

**Software para cálculo de materiales de distribución por medio de
Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú
de la ANDE, año 2023.**

Yamila Benítez – Daisy Jara


Plano Estructural		MNH 1 ERMNN 1 TAH 2 NN (96239)	96 %
-------------------	---	--------------------------------------	------

Tabla 5. Referencia de resultados de precisión

4.2. Interfaz grafica

Las herramientas utilizadas fueron bastante provechosas para desarrollar este sistema, python, tesseract, pillow y tkinter ofrecieron grandes ventajas, todas ellas fueron elegidas bajo criterios de funcionalidad como son; multiplataforma, gratuidad, el lenguaje que posee variedad de librerías útiles para este trabajo, reconocimiento de imágenes, reconocimiento eficaz de caracteres, precisión de lectura, etc.

La interfaz gráfica implementada resulto de fácil comprensión para los usuarios, al realizar las pruebas, los usuarios pudieron utilizar las funciones del sistema sin ningún inconveniente, teniendo en cuenta que cada botón, panel, cuadro de texto se encuentra bien identificado con el texto indicativo referente a que rol cumple dentro de la interfaz. La GUI está comprendida de la siguiente manera, como mencionamos, posee una estructura bastante fácil y comprensible para todo usuario: En un principio se muestra la interfaz de inicio de sesión, donde a cada usuario se le da sus datos de acceso e ingresan exitosamente, luego de esto visualizan el menú principal, en este menú pueden elegir las funciones disponibles.

- Realizar lectura de un plano: Esta opción permite elegir el plano y realizar la lectura
- Listar materiales: Esta opción permite elegir el archivo y listar materiales.
- Realizar seguimiento: Esta opción permite ingresar los datos del plano y verificar el seguimiento del avance de la obra.
- Cargar materiales, estructuras o usuarios: Estas opciones permiten al usuario cargar los datos de materiales, estructuras o usuarios de manera ágil.



LISTA DE MATERIALES ENCONTRADOS

LISTA DE MATERIALES Y CANTIDADES TOTALES:

- SECCIONADOR CUCHILLA 1P 23KV 400A (Cantidad Total: 2)
- TERMINAL A COMPRESION AL (Cantidad Total: 2)
- BULON CAB.HEXAG. ACERO GALV. 1/2X1.1/2 (Cantidad Total: 5)
- ARANDELA LISA RED ACCGALV 13X27X3MM (1/2) AR5 (Cantidad Total: 3)

Figura 7. Modelo de informe total de materiales

En la **Figura 7** se pueden ver los resultados del listado de materiales generado en un documento para el usuario, estas listas de materiales ya fueron resultado de los cálculos del total de estructuras procesadas correspondiente a un plano estructural que fue ingresado como dato.

4.3. Evaluación de usabilidad del software

La usabilidad hace referencia al grado en que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un determinado contexto de uso. [19] En base a las pruebas realizadas con los usuarios involucrados se obtuvieron los siguientes resultados:

- **Visibilidad de información en la interfaz:** Los usuarios pueden ver todas las informaciones correspondientes a cada botón, ventana u otro elemento.
- **Relación entre el sistema y el mundo real:** El sistema utiliza frases o palabras familiares para los usuarios, la información aparece de forma estructurada.
- **Consistencia:** La información contenida en los elementos es eficaz y contiene un orden lógico con respecto a ventanas siguientes, para evitar confusiones en el usuario.
- **Eficiencia de uso:** Los usuarios pueden adaptarse al sistema sin problemas para usos frecuentes, ya que funciona de manera fácil y comprensible.
- **Estética y diseño minimalista:** El sistema cuenta con la información netamente necesaria para que se pueda desarrollar cada funcionalidad sin inconvenientes de ningún tipo.

- **Documentación:** El sistema ya se puede utilizar de forma fácil y el usuario se adapta de forma rápida, aun así, cuentan con una guía que indica el modo de uso.

4.4. Impacto de la implementación del software

La implementación del software generó respuestas favorables en cuanto a funcionalidad y operatividad se refiere, mediante preguntas abiertas y entrevistas realizadas sobre la implementación del software se obtuvieron resultados esperados en la automatización de procesos en el área de fiscalización de la ANDE departamento de Caaguazú.

El software ofrece una interfaz sencilla y los elementos se encuentran bien referenciados, las funcionalidades abordan todas las necesidades del procesamiento manual de forma óptima, desde la detección de caracteres en el plano estructural, realizar los cálculos pertinentes de manera necesaria para la generación de un informe detallado del listado de materiales, hasta realizar un registro de seguimiento sobre las distintas obras a llevarse a cabo.

El software también ha contribuido a reducir errores o pérdidas de datos, debido a que los datos ya se encuentran almacenados en la base de datos del sistema, dejando de lado así la utilización de documentación en formatos físicos, y la principal ventaja generada por la implementación de este software es el ahorro de tiempo, como se puede observar en la **Figura 8**, en base a una cantidad específica de datos cargados, la reducción de tiempo en el procesamiento de datos automatizado se reduce considerablemente aportando así productividad en la gestión del tiempo.

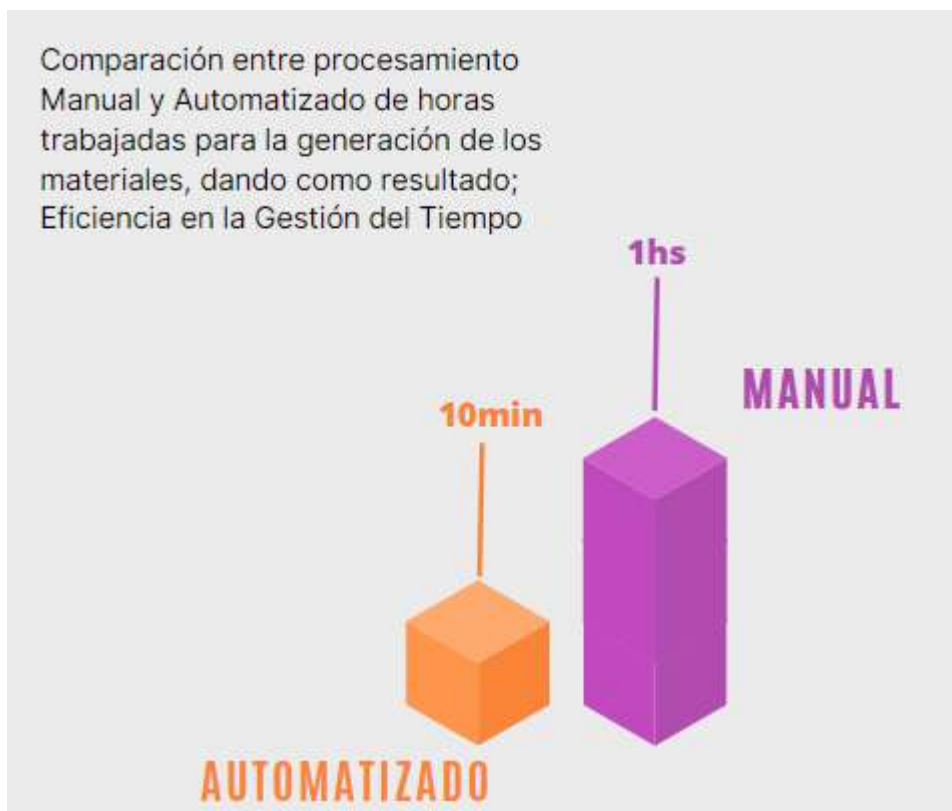


Figura 8. Resultado comparativo del procesamiento automatizado de datos frente al procesamiento manual

El resultado de la utilización del software generó una respuesta favorable para su implementación continua en el área de fiscalización de la ANDE, con elementos bien estructurados e interacción dinámica, ofreciendo un nivel de conformidad notablemente alto, siendo así una solución innovadora implementando herramientas actuales para el procesamiento y automatización de datos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego del desarrollo completo y análisis del resultado del sistema se concluye que el software cumple con la totalidad de los requerimientos analizados en un inicio, puede extraer información de los planos estructurales y calcular la lista de materiales totales correspondientes a cada plano procesado. El sistema es fácil de usar y los usuarios se adaptan rápidamente a ella, satisface las necesidades de precisión y agilidad el trabajo en el departamento de fiscalización de la ANDE.

En base a las necesidades que se recabaron se establecieron los parámetros de exigencia para el desarrollo del sistema, en base a las cuales se fueron creando los módulos y funcionalidades de la manera más precisa posible, tratando siempre de involucrar al usuario para que cada módulo consiga un funcionamiento efectivo.

Gracias a la implementación del OCR en el desarrollo del software, se pueden extraer caracteres de los planos de manera efectiva debido a que la entrada de datos utilizada posee una estructura bastante similar en todos ellos y los caracteres contenidos son legibles y nítidos, esto posibilita obtener resultados óptimos, por medio de esta técnica se aumenta el rendimiento, se reducen costes y mejora la confiabilidad de los resultados, además, el sistema realiza los cálculos necesarios para realizar el conteo de estructuras repetidas y las cantidades necesarias de materiales en base a la cantidad de estructuras detectadas. Las pruebas realizadas indican que el software es bastante efectivo, desde un inicio, se realizó el diseño preliminar a partir de los requerimientos analizados para lograr un funcionamiento óptimo. Así también, se cuidaron los detalles de usabilidad para cada parte, por ello se implementó una interfaz gráfica sencilla y que contiene toda la información necesaria para los usuarios.

Se recomienda la implementación del software para lograr los objetivos para los que fue creado, beneficiando a aquellos funcionarios para un trabajo exitoso. El software resultante es escalable y puede permitir integrar más funcionalidades, inclusive es recomendable que en trabajos futuros puedan incluir más módulos de funcionalidades del mismo u otros departamentos del área de la ANDE. De este modo obtener un software amplio que puedan realizar diversas tareas. También es posible considerar una entrada de datos distinta a los planos estructurales, es decir, realizar una actualización en la visión del software y enfocarla en la entrada de datos. Recibir una diversidad de posibilidades de tipos de archivos facilitaría al software utilizarse en distintas áreas ya que podría aceptar cualquier entrada de datos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] G. M. ÁNGEL, Y. Y. C. SEGURA and G. BURLAK, "Reconocimiento de caracteres mediante OCR (Optical Character Recognition)," *Programación Matemática y Software*, vol. vol. 10, no. no 1, pp. p. 44-56., 2018.
- [2] G. E. LOYOLA SANDOYA and H. J. ÁNGEL ZÚÑIGA, "Desarrollo un sistema de gestión documental por medio de un repositorio digital, digitalización e indexación ocr para el registro de la propiedad y mercantil del cantón milagro, Guayas," *Bachelor's thesis*, 2022.
- [3] M. P. A. J. L. M. A. C. S. C. W. J. M. Yhon FUENTES HUAMÁN, "Algoritmo de reconocimiento de patrones de imágenes digitales implementados en Web Service para la búsqueda de textos bibliográficos," *Memorias de la Décima Segunda Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética*, 2022.
- [4] E. a. F. A. A. M. Martínez Cortés, "Algoritmo para la Lectura por medio de Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR) de Etiquetas Nutricionales y la Generación de un Tipo de Sellos Frontales," *Universidad Antonio Nariño*, 2020.
- [5] M. E. S. Gutierrez and S. F. E. Vazquez,, *Evaluación de Estandares para el Diseño Arquitectonico*, 2017.
- [6] Administracion Nacional de Electricidad, *Manual de la Administracion Nacional de Electricidad*.
- [7] Administracion Nacional de Electricidad, *Manual de organizacion*.
- [8] F. PUPPO, "Reconocimiento óptico de caracteres de la etiqueta nutricional de productos alimenticios.," 2022.
- [9] "Tesseract," [Online]. Available: <https://github.com/tesseract-ocr/tesseract>.
- [10] Pytesseract, "Pytesseract," [Online]. Available: <https://pypi.org/project/pytesseract/>.
- [11] G. BRADSKI and A. .. KAEHLER, *Aprendiendo OpenCV: visión artificial con la biblioteca OpenCV .*, O'Reilly Media, Inc., 2008.
- [12] G. Viera-Maza, *PROCESAMIENTO DE IMÁGENES USANDO OPENCV APLICADO EN RASPBERRY PI PARA LA CLASIFICACIÓN DEL CACAO*, 2017.
- [13] S. S. Yamberla De La Torre, "Algoritmo para la clasificación de aguacates tipo fuerte según el estado de madurez mediante visión artificial," p. 38, 2023.
- [14] B. L. A. L. B. B. E. d. J. O. G. Br. Gissella Danelia Grillo Moreno, *Prácticas de laboratorio para el desarrollo de aplicaciones de escritorio*, 2021.
- [15] C. E. Montes, *Metodologia de investigacion tecnologica*, 2010.

**Software para cálculo de materiales de distribución por medio de
Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú
de la ANDE, año 2023.**

Yamila Benítez – Daisy Jara

- [16] M. D. C. GOMEZ FUENTES, J. CERVANTES OJEDA and P. P. GONZALEZ PEREZ,
Fundamentos de ingeniería de software, 2019.
- [17] A. García Mosquera, "Lecturabilidad de las imágenes en la web.," 2021.
- [18] Python Software Foundation., "Python Software Foundation.," [Online]. Available:
<https://docs.python.org/es/3/library/tkinter.html>.
- [19] International Organization for Standardization ISO 9241., "Ergonomic requirements for office work
with visual display," 1999. [Online]. Available: <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9241:-11:ed-1:v1:en>.

ANEXOS

Preguntas realizadas para el recabado de datos, desde el cual se detectó la problemática y requerimientos necesarios para el desarrollo del trabajo.

Preguntas realizadas para recabar datos

1. ¿Cuáles son los pasos requeridos para el procesamiento de la información?
2. ¿Realiza el procesamiento de la información de forma totalmente manual?
3. ¿Cómo reciben los datos al departamento de fiscalización?
4. ¿Cómo extrae la información del plano?
5. ¿Qué procedimiento se realiza luego de extraer las estructuras necesarias del plano?
6. ¿Cómo o donde almacenan la información extraída de los planos?
7. ¿Cómo o donde tienen almacenados el listado de materiales de cada estructura?
8. ¿Lleva mucho tiempo el procesamiento total?
9. ¿Qué procedimiento se realiza luego de terminar de listar los materiales?
10. ¿Esta metodología de procesamiento ha causado retrasos en la realización del trabajo?
11. ¿Se han generado errores o inconsistencias con los datos?
12. ¿Considera que la automatización de procesos mediante un software agilizaría el trabajo?

Software para cálculo de materiales de distribución por medio de Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú de la ANDE, año 2023.

Yamila Benítez – Daisy Jara

ANEXO 2

Modelos de los tipos de planos estructurales utilizados en el departamento de fiscalización de la ANDE, los planos poseen una estructura similar variando la ubicación de las obras y los distintos tipos de estructuras.

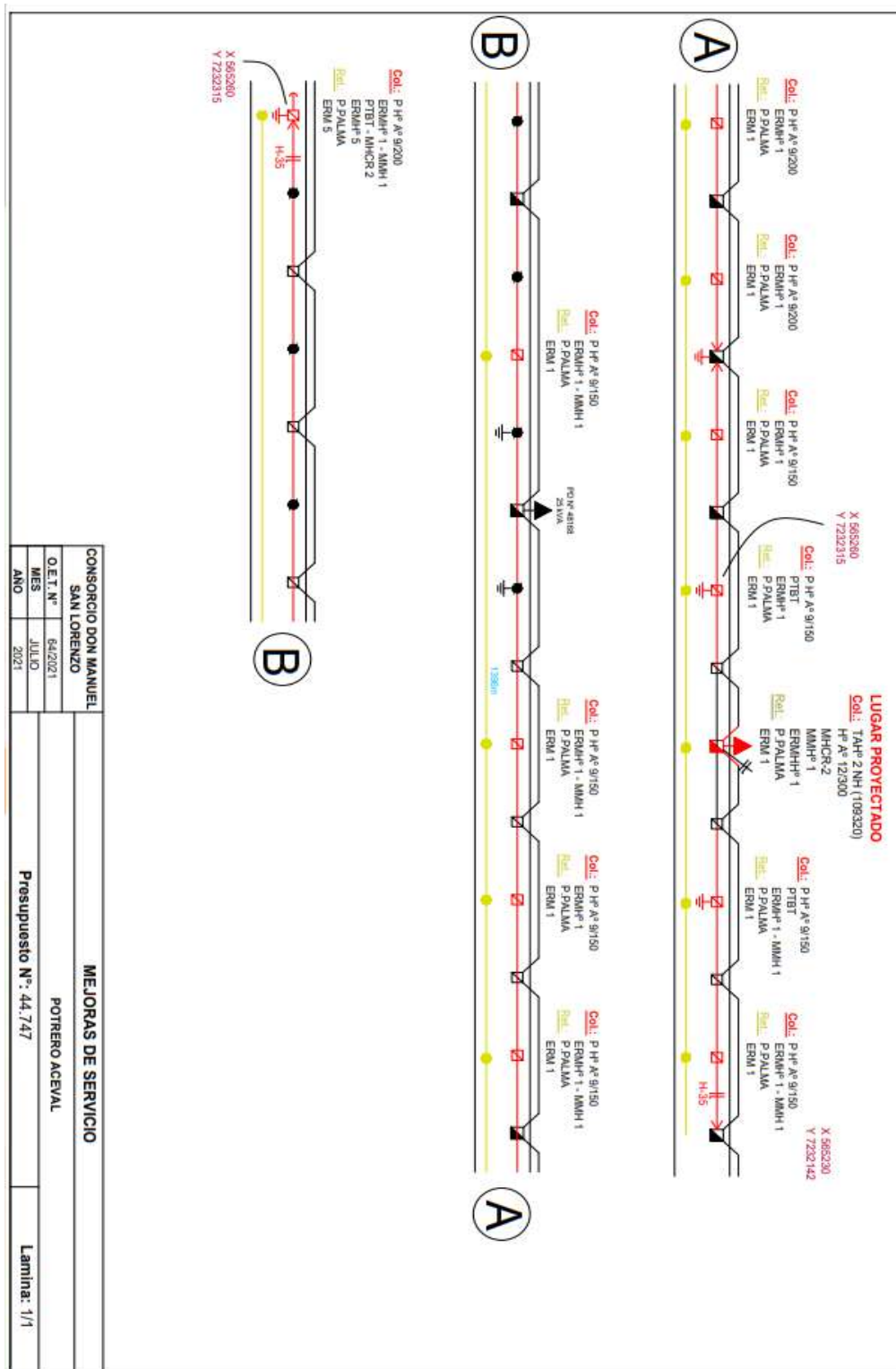


Figura 9. Modelo de plano estructural

Software para cálculo de materiales de distribución por medio de Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú de la ANDE, año 2023.

Yamila Benítez – Daisy Jara

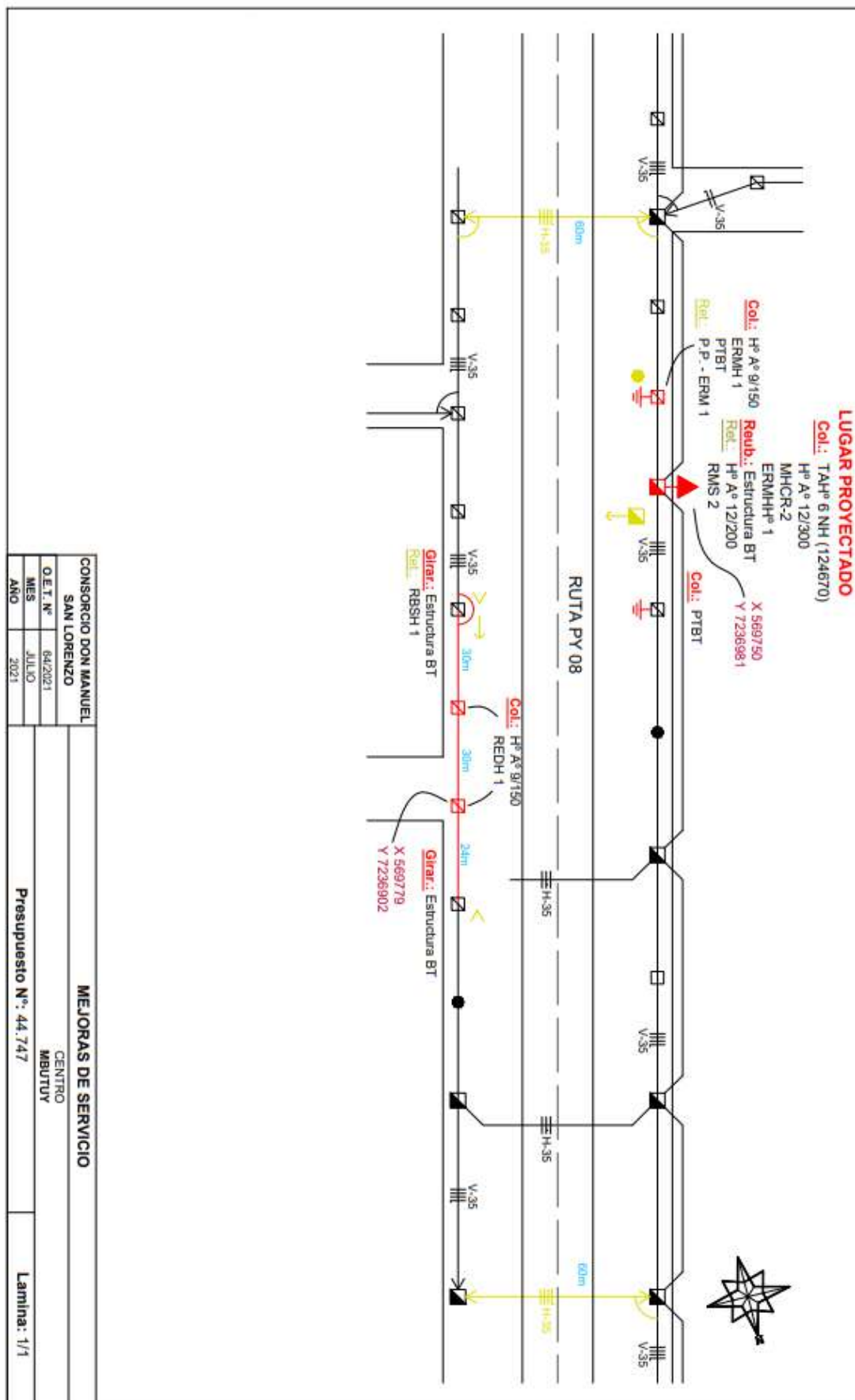


Figura 10. Modelo de plano estructural

Software para cálculo de materiales de distribución por medio de Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú de la ANDE, año 2023.

Yamila Benítez – Daisy Jara

ANEXO 3

Modelos de datos extraídos de los planos estructurales, dependiendo de la región de interés seleccionada por el usuario.

<p>Col.: P H° A° 9/200 ERMH° 1</p>	<p>Col.: TAH° 2 NH (109320) H° A° 12/300 MHCR-2 MMH° 1 ERMHH° 1</p>	<p>Col.: TAH° 2 NH H° A° 12/300 MHCR-2 P MMH° 5 ERMHH° 1 RMA (S/A)</p>
---	--	---

Figura 11. Modelos de estructuras contenidas en los planos

ANEXO 4

Lista de materiales y cantidades correspondientes a las estructuras detectadas en los distintos planos. Estas listas fueron cargadas en la base de datos a modo de listar los materiales, posterior al reconocimiento de caracteres.

MTDH° 2	APOYO EN ANGULO (6° a 30°)		0
MATRICULA	MATERIALES	CANT.	
0538-0110	CRUCETA POLIMERICA P/MT DE 2400MM SIN REFUERZO	2	0
2014-0012	MANO FRANCESA NORMAL ACCGALV 666X38X5MM MF2	4	0
0059-0027	ARANDELA LISA CUAD ACCGALV 50X50X5MM, (5/8") AC5	10	0
0023-0016	AISLADOR PORCELANA P/PERNO RECTO 23KV MT T/2	6	0
2533-0038	PERNO RECTO 3/4"X11" P/MT TIPO PRTP1	6	0
0256-0465	BULON CAB.HEXA.AC. GALV 5/8"X7"	1	0
	BULON CAB.HEXA.AC. GALV 5/8"X5"	4	0
2533-0019	PERNO TODO ROSCA 5/8"X16" PRT6	3	0
	ALAMBRE PREF LATERAL DOBLE	3	0

Tabla 6. Modelo de estructura y listas

Software para cálculo de materiales de distribución por medio de Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú de la ANDE, año 2023.

Yamila Benítez – Daisy Jara

MMH° 2	APOYO EN ANGULO (6° a 30°)		0
MATRICULA	MATERIALES	CANT.	
0538-0038	CRUCETA MAD KURUPAY 3" X 4" X 1M	2	0
2014-0012	MANO FRANCESA NORMAL ACCGALV 666X38X5MM MF2	2	0
0059-0027	ARANDELA LISA CUAD ACCGALV 50X50X5MM, (5/8") AC5	6	0
0023-0016	AISLADOR PORCELANA P/PERNO RECTO 23KV MT T/2	2	0
2533-0038	PERNO RECTO 3/4"X11" P/MT TIPO PRTP1	2	0
0256-0465	BULON CAB.HEXA.AC. GALV 5/8"X7"	1	0
	BULON CAB.HEXA.AC. GALV 5/8"X5"	2	0
2533-0019	PERNO TODO ROSCA 5/8"X16" PRT6	2	0
	ALAMBRE PREF LATERAL DOBLE	1	0

Tabla 7. Modelo de estructura y listas

MTDH° 3	ANCLAJE DOBLE EN ANGULO (31° a 60°)		0
MATRICULA	MATERIALES	CANT.	
0538-0110	CRUCETA POLIMERICA P/MT DE 2400MM SIN REFUERZO	2	0
2014-0012	MANO FRANCESA NORMAL ACCGALV 666X38X5MM MF2	4	0
0059-0027	ARANDELA LISA CUAD ACCGALV 50X50X5MM, (5/8") AC5	10	0
0023-0016	AISLADOR PORCELANA P/PERNO RECTO 23KV MT T/2	2	0
2533-0038	PERNO RECTO 3/4"X11" P/MT TIPO PRTP1	2	0
0256-0465	BULON CAB.HEXA.AC. GALV 5/8"X7"	1	0
	BULON CAB.HEXA.AC. GALV 5/8"X5"	4	0
2533-0019	PERNO TODO ROSCA 5/8"X16" PRT6	3	0
	ALAMBRE PREF TOPE P/CABLE AL	2	0
	ALAMBRE PREF. RETENCIÓN P/CABLE DE AL	6	0
1330-0002	GUARDACABO ACCGALV RIENDA CAC 3/8"	6	0
3380-0002	TUERCA CON OJAL DE 5/8"	6	0
0023-0229	AISLADOR POLIMERICO RETENCIÓN C/PERNO Y CHAVETA, 23 KV	6	0
	CONECTOR A COMPRESION AL-AL	6	0

Tabla 8. Modelo de estructura y listas

**Software para cálculo de materiales de distribución por medio de
Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú
de la ANDE, año 2023.**

Yamila Benítez – Daisy Jara

MMH° 6	ANCLAJE DE PASO EN RECTA		0
MATRICULA	MATERIALES	CANT.	
2533-0051	PERNO OJAL 5/8"X8" T.P02	1	0
	ALAMBRE PREF. RETENCIÓN P/CABLE DE AL	2	0
0059-0027	ARANDELA LISA CUAD ACCGALV 50X50X5MM, (5/8") AC5	5	0
0023-0229	AISLADOR POLIMERICO RETENCIÓN C/PERNO Y CHAVETA, 23 KV	2	0
3380-0002	TUERCA CON OJAL DE 5/8"	1	0
	CONECTOR A COMPRESION AL-AL	2	0
1330-0002	GUARDACABO ACCGALV RIENDA CAC 3/8"	2	0
0023-0016	AISLADOR PORCELANA P/PERNO RECTO 23KV MT T/2	1	0
2533-0038	PERNO RECTO 3/4"X11" P/MT TIPO PRTP1	1	0
	BULON CAB.HEXA.AC. GALV 5/8"X5"	1	0
0256-0236	BULON CAB.HEXA.AC. GALV 5/8"X9"	1	0
0256-0465	BULON CAB.HEXA.AC. GALV 5/8"X7"	1	0
0538-0038	CRUCETA MAD KURUPAY 3" X 4" X 1M	1	0
2014-0012	MANO FRANCESA NORMAL ACCGALV 666X38X5MM MF2	1	0
	ALAMBRE PREFORMADO DE TOPE	1	0

Tabla 9. Modelo de estructura y listas

ANEXO 5

Interfaces de usuario

La interfaz de usuario del login en el que el usuario ingresa al sistema mediante sus credenciales.



ANDE

Usuario

Ingrese Usuario

Contraseña

Mostrar Contraseña

Iniciar Sesión

Salir

Figura 12. Interfaz de usuario – Login

Una vez que el usuario ingrese al sistema, aparece la siguiente pantalla que contiene el menú principal. La primera pestaña brinda acceso a la Lectura de OCR o al seguimiento.

**Software para cálculo de materiales de distribución por medio de
Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú
de la ANDE, año 2023.
Yamila Benítez – Daisy Jara**



Figura 13. Interfaz de usuario – Menú principal

La siguiente pestaña brinda accesos a la carga de materiales, estructuras y cantidades. Esto en caso de necesitar cargar nuevos materiales al sistema.



Figura 14. Interfaz de usuario – Menú principal

Si el usuario ingresa a la pestaña de lectura, se encuentra con las siguientes opciones de realizar una nueva entrada de datos y extraer texto. También puede realizar la lectura de un archivo resultado de la extracción de caracteres para listar materiales.

Software para cálculo de materiales de distribución por medio de Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú de la ANDE, año 2023.
Yamila Benítez – Daisy Jara

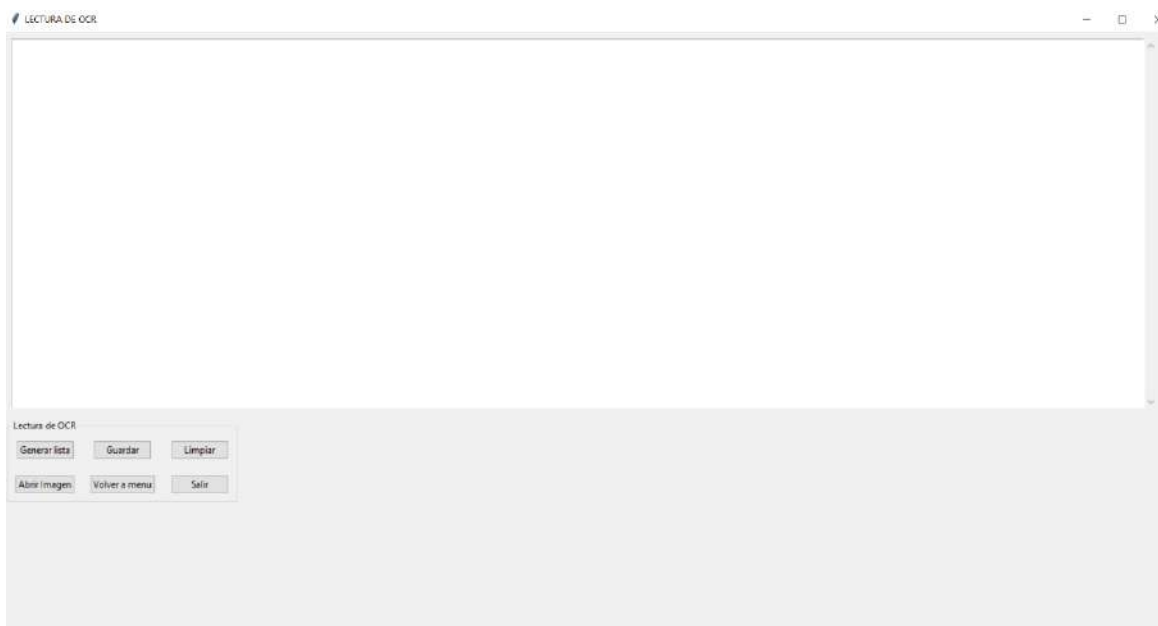


Figura 15. Interfaz de usuario – Lectura y procesamiento de datos

Esta pantalla es la de seguimiento, donde se podrán ingresar los datos de las obras para realizar un monitoreo del avance de la construcción o almacenar un registro de seguimientos.

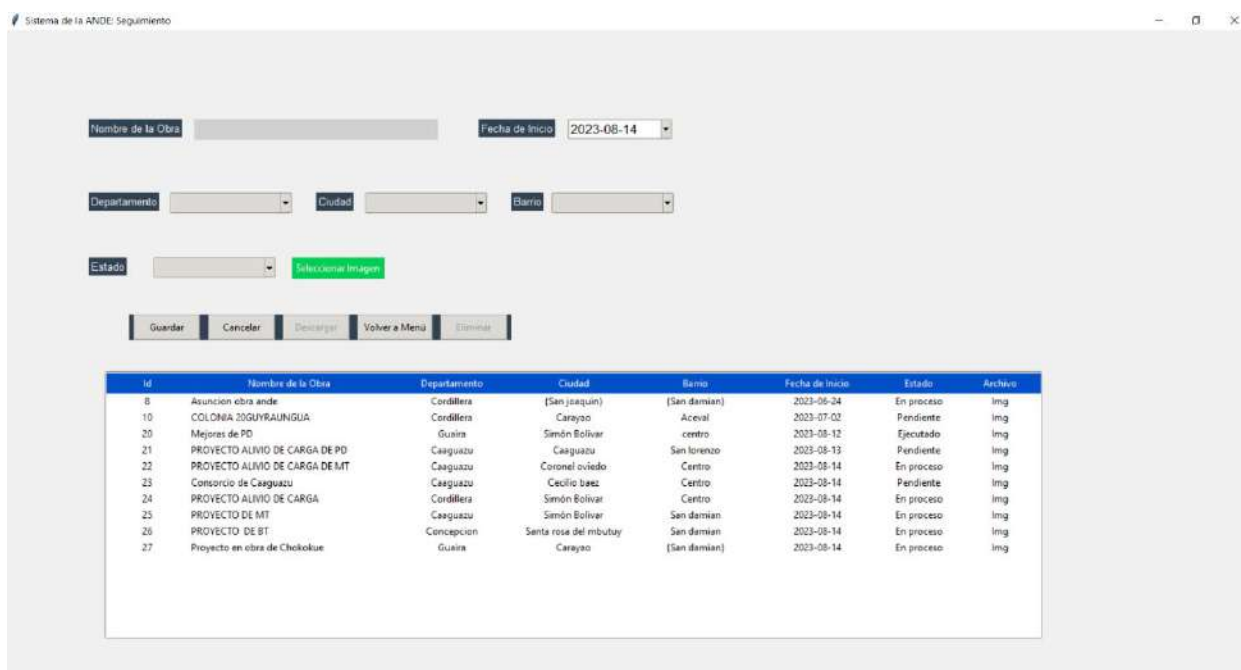
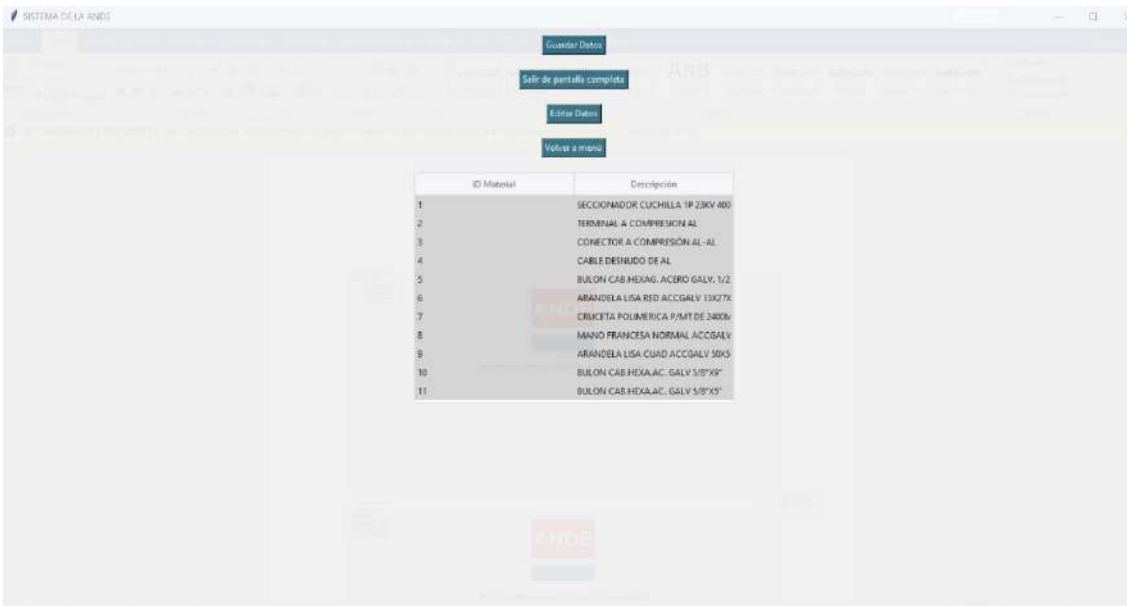


Figura 16. Interfaz de usuario – Seguimiento

**Software para cálculo de materiales de distribución por medio de
Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú
de la ANDE, año 2023.
Yamila Benítez – Daisy Jara**

El usuario podrá visualizar la lista de los materiales cargados en la siguiente pantalla.



ID Material	Descripción
1	SECCIONADOR CUCHILLA 1P 23KV 400
2	TERMINAL A COMPRESION AL
3	CONECTOR A COMPRESION AL-AL
4	CABLE DESNUDO DE AL
5	BULON CAB.HEXAG. ACERO GALV. 1/2
6	ARANDELA LISA RED ACCGALV. 13X72
7	CRUCETA POLIMERICA P/MT DE 2400N
8	MANO FRANCESA NORMAL ACCGALV
9	ARANDELA LISA CUAD ACCGALV 50x5
10	BULON CAB.HEXALAC. GALV 5/8"x9"
11	BULON CAB.HEXALAC. GALV 5/8"x5"

Figura 17. Interfaz de usuario – Lista de materiales

ANEXO 6

Diagrama de Entidad - Relación

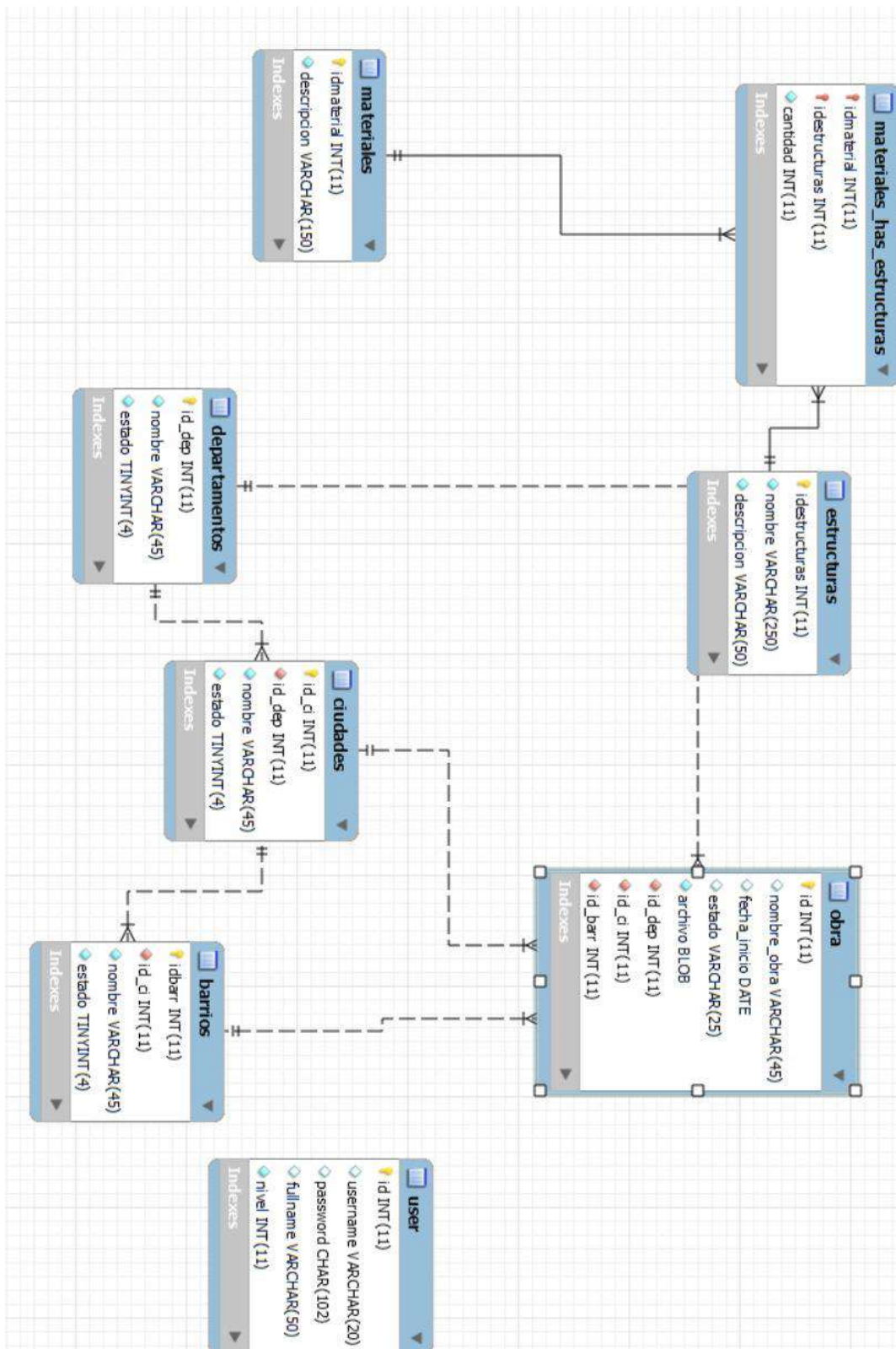
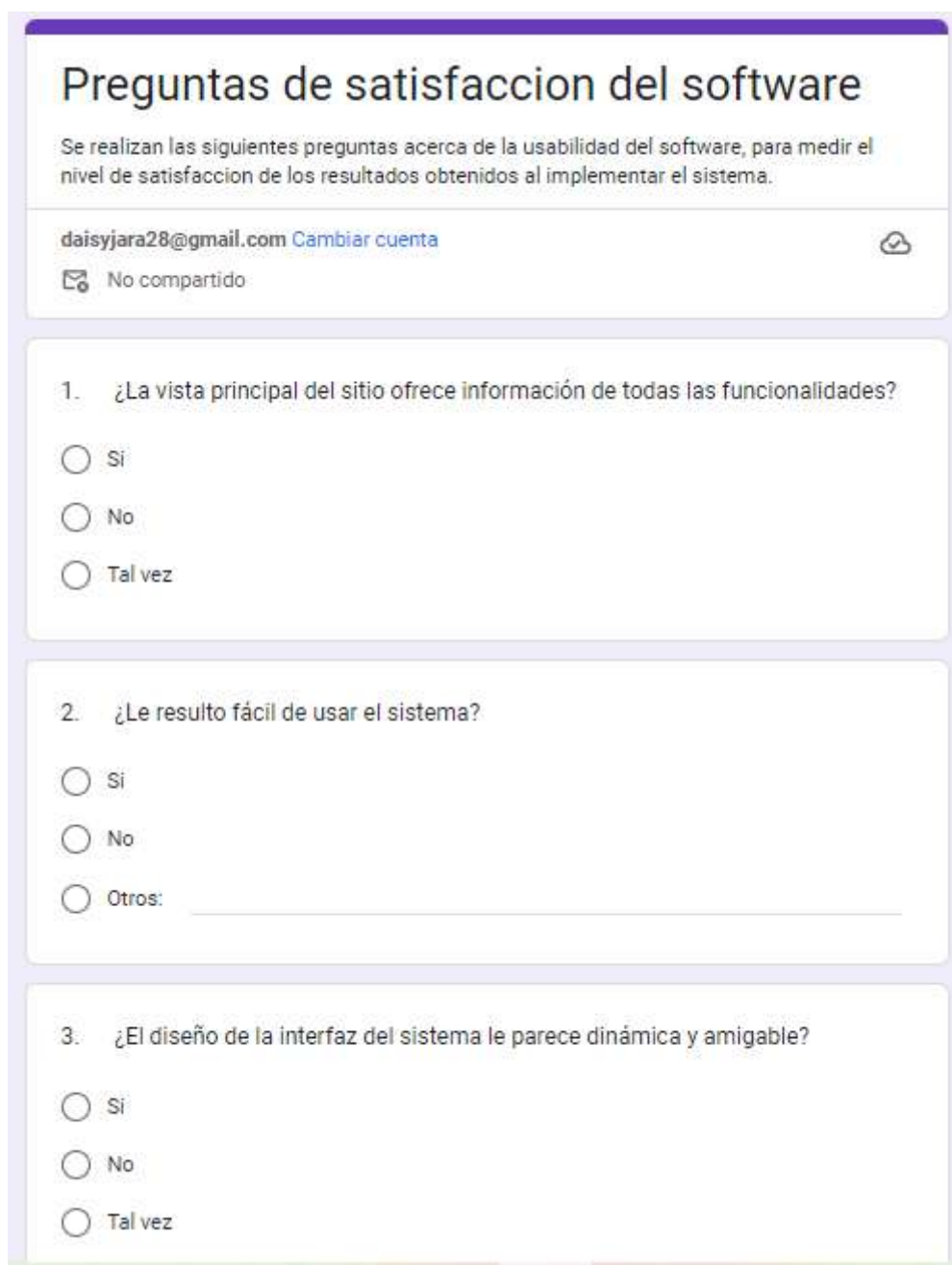


Figura 18. Diagrama de entidad-relación


ANEXO 7


Preguntas de satisfacción al usuario



Preguntas de satisfacción del software

Se realizan las siguientes preguntas acerca de la usabilidad del software, para medir el nivel de satisfacción de los resultados obtenidos al implementar el sistema.

daisyjara28@gmail.com [Cambiar cuenta](#) 

 No compartido

1. ¿La vista principal del sitio ofrece información de todas las funcionalidades?

Sí

No

Tal vez

2. ¿Le resulta fácil de usar el sistema?

Sí

No

Otros: _____

3. ¿El diseño de la interfaz del sistema le parece dinámica y amigable?

Sí

No

Tal vez

Figura 19. Preguntas de satisfacción de usuario

Software para cálculo de materiales de distribución por medio de Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú de la ANDE, año 2023.

Yamila Benítez – Daisy Jara

4. ¿Cuál es el nivel de conformidad al interactuar con el sistema?

	0	1	2	3	4	5	
Nada conforme	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muy conforme

5. ¿Las funcionalidades del sistema cubren las necesidades del procesamiento manual en el área de fiscalización?

- Si
- No
- Tal vez

6. El software realiza los calculos pertinentes para listar el total de materiales necesarios en cada procesamiento de datos?

- Si
- No
- Otros: _____

7. ¿Considera que el sistema agiliza su procesamiento de datos?

- Si
- No
- Tal vez

Software para cálculo de materiales de distribución por medio de Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú de la ANDE, año 2023.

Yamila Benítez – Daisy Jara

8. ¿Qué funcionalidades del software le ha resultado más útil?

Tu respuesta

9. ¿El tiempo de respuesta del sistema es óptimo?

Si

No

Tal vez

10. ¿Ha presentado algún problema mientras utilizó el sistema?

Tu respuesta

11. ¿Le parece que el software ha contribuido a reducir errores o pérdidas de datos?

Tu respuesta

12. Recomendaría la utilización del sistema ?

Si

No

Otros: _____

13. Observaciones y/o sugerencias acerca del software que le parezca pertinente.

Tu respuesta

**Software para cálculo de materiales de distribución por medio de
Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú
de la ANDE, año 2023.
Yamila Benítez – Daisy Jara**

Guía de uso del software

Descripción del software

Software de escritorio destinado a la extracción de caracteres de los planos estructurales del área de fiscalización de la ANDE departamento de Caaguazú, listar materiales y cálculos de materiales totales.

Observación: Para el uso del software se necesita de un usuario y una clave de acceso, estos datos son asignados únicamente por el administrador del software.

Instrucciones para procesar archivos

1. Inicie o ingrese al software.
2. Al ejecutar el software, aparecerá el Login donde el usuario debe ingresar sus credenciales (usuario y clave de acceso). En caso de ingresar datos incorrectos, el software lanzara un mensaje de error.

Obs.: Para ingresar sus credenciales se debe tener cuidado con mayúsculas y minúsculas.

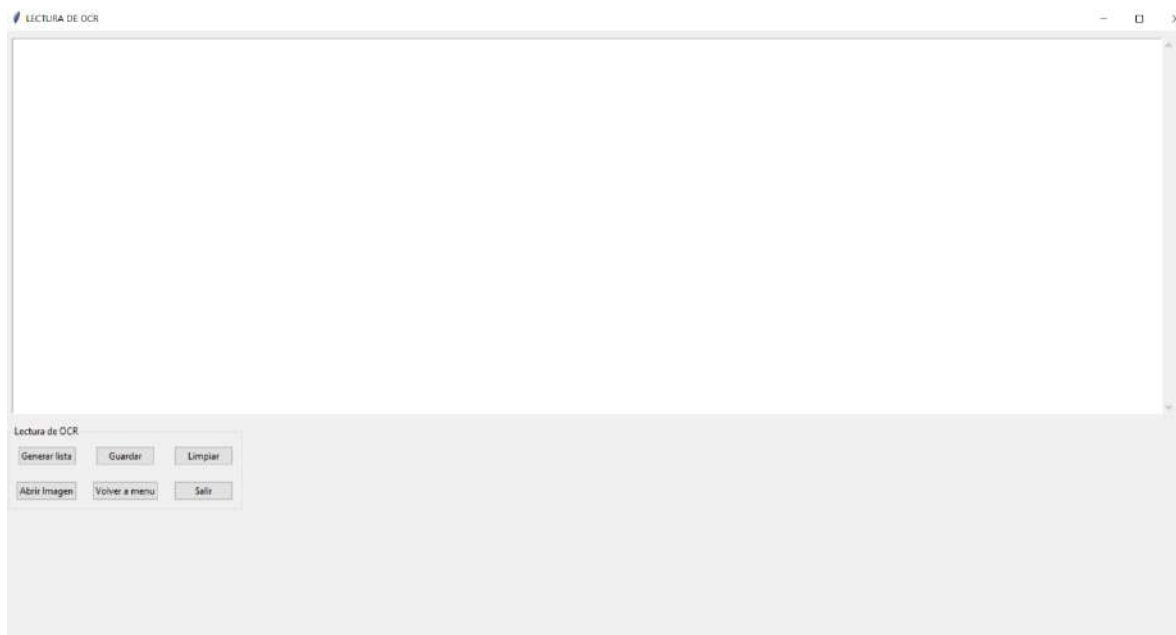


3. Una vez verificadas las credenciales del usuario, el software pasara a la pantalla principal con un menú con las funcionalidades disponibles.

**Software para cálculo de materiales de distribución por medio de
Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú
de la ANDE, año 2023.
Yamila Benítez – Daisy Jara**



4. En la primera pestaña (Archivo) aparecen las opciones del procesamiento de imágenes y seguimiento. Para elegir una imagen y extraer los datos, se debe seleccionar “Abrir imagen” y abrir una imagen.



5. Seleccionar la imagen e ir marcando los datos que deseamos extraer, los resultados de las extracciones aparecerán en un archivo txt listo para modificarlo si así lo desea, luego de esto puede guardar el archivo en la carpeta que usted elija, seleccionando el botón “Guardar”.

Software para cálculo de materiales de distribución por medio de Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú de la ANDE, año 2023.

Yamila Benítez – Daisy Jara

6. En la opción de “Leer” usted puede elegir un archivo de las extracciones que previamente ya realizó y listar los materiales.
7. En la pestaña de (Archivo) también aparece la opción de “Seguimiento”, en esta funcionalidad usted podrá generar un registro de seguimiento cargando los datos de la obra que desee, inclusive tiene la opción de subir el plano correspondiente a dicho seguimiento para una mejor referencia.
8. En la siguiente pestaña encontrará la opción de (Cargar), en esta funcionalidad usted podrá realizar la carga de nuevas estructuras, nuevos materiales y sus cantidades. Así también podrá visualizar sus respectivos listados.



Software para cálculo de materiales de distribución por medio de Reconocimiento Óptico de Caracteres dirigido a la Agencia Regional Caaguazú de la ANDE, año 2023.

Yamila Benítez – Daisy Jara

- Una vez seleccionado alguna de las opciones usted puede realizar la carga de materiales, estructuras o cantidades. Si desea editar o eliminar algún registro, debe seleccionar el registro que desea eliminar y luego presionar el botón de editar o eliminar.

Id	Nombre de la Obra	Departamento	Ciudad	Barrio	Fecha de Inicio	Estado	Archivo
8	Asuncion obra ande				2023-06-24	En proceso	img
10	COLONIA ZOGUYRAUNGUA	Cordillera	Carayao	Aceval	2023-07-02	Pendiente	img
20	Mejoras de PD	Guaira	Simón Bolívar	centro	2023-08-12	Ejecutado	img
21	PROYECTO ALIVIO DE CARGA DE PD	Caaguazu	Caaguazu	San lorenzo	2023-08-13	Pendiente	img
22	PROYECTO ALIVIO DE CARGA DE MT	Caaguazu	Coronel oviedo	Centro	2023-08-14	En proceso	img
23	Consortio de Caaguazu	Caaguazu	Cecilio baez	Centro	2023-08-14	Pendiente	img
24	PROYECTO ALIVIO DE CARGA	Cordillera	Simón Bolívar	Centro	2023-08-14	En proceso	img
25	PROYECTO DE MT	Caaguazu	Simón Bolívar	San damian	2023-08-14	En proceso	img
26	PROYECTO DE BT	Concepcion	Santa rosa del mbutuy	San damian	2023-08-14	En proceso	img
27	Proyecto en obra de Chokokué	Guaira	Carayao	(San damian)	2023-08-14	En proceso	img

- Si terminó el procesamiento y desea volver al menú principal y cerrar su sesión, debe dar clic en el botón de volver a menú y luego cerrar sesión.