



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN Y  
REGISTRO DE GANADO PARA EL PROCESO DE  
ESTABULACIÓN EN LA EMPRESA COLETMAX S.A. –  
ESMERALDAS”**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTORA:**

**GUALOTUÑA MORENO GENESIS GABRIELA**

Riobamba – Ecuador

2022



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN Y  
REGISTRO DE GANADO PARA EL PROCESO DE  
ESTABULACIÓN EN LA EMPRESA COLETMAX S.A. –  
ESMERALDAS”**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTORA: GUALOTUÑA MORENO GENESIS GABRIELA**

**DIRECTOR: ING. GARCÍA CABEZAS EDUARDO FRANCISCO**

Riobamba – Ecuador

2022

**©2022, Genesis Gabriela Gualotuña Moreno**

La reproducción parcial o total con fines académicos del presente documento es autorizada, esto por cualquier medio en donde sea incluida la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Genesis Gabriela Gualotuña Moreno, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 8 de marzo de 2022



**Genesis Gabriela Gualotuña Moreno**

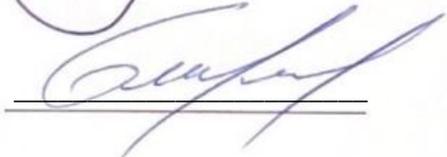
**172312311-0**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación: Tipo: Proyecto Técnico, “**AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN Y REGISTRO DE GANADO PARA EL PROCESO DE ESTABULACIÓN EN LA EMPRESA COLETMAX S.A. – ESMERALDAS**”, realizado por la señorita **GUALOTUÑA MORENO GENESIS GABRIELA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Almendariz Puente Marco Homero <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2022-03-08
Ing. García Cabezas Eduardo Francisco <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		2022-03-08
Ing. Moyano Alulema Julio Cesar <b>MIEMBRO DE TRIBUNAL</b>		2022-03-08

## DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

Mis padres y abuelos quienes con su amor, paciencia y esfuerzo han batallado día a día enseñándome lo bueno y malo de la vida. Guiándome sobre los caminos que debo seguir y las decisiones que debo de tomar para no desfallecer en el largo camino que conlleva alcanzar mis metas. Porque en mis ansias de causar orgullo en ellos, y ver la felicidad en sus ojos. Me incentivaron a no rendirme y a apresurar este largo camino.

Mis hermanos y primos quienes a lo largo de los años me han acompañado y han sido causantes de momentos felices e inolvidables. Ellos, que en los días más difíciles jamás me dejaron tirar la toalla y con sus consejos, risas y palabras de aliento lograban convencerme de que las cosas difíciles de la vida son solo eso y que todo tiene una solución.

A mis amigos incondicionales con quienes disfrute la mejor etapa de mi vida y a quienes le debo muchas cosas. Ellos que fueron compañeros, cómplices, mejores amigos y hasta podría llamarlos mis hermanos. Puesto que los 5 años que pasamos juntos fuimos testigos de muchas penas, decepciones y miedos, pero también alegrías, locuras, viajes y momentos inolvidables.

Finalmente, quiero dedicar este proyecto a quien siempre estuvo a mi lado y creía en mí, mis capacidades y templanza para alcanzar mis metas aun cuando yo no lo creía.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi agradecimiento a Dios por la sabiduría y las bendiciones puestas sobre mi vida.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la carrera de Ingeniería Industrial, a todos mis profesores que durante estos años me ofrecieron su paciencia, dedicación, apoyo y amistad logrando que esta etapa haya sido emocionante e inolvidable

En especial a mis docentes Ing. Eduardo García, Ing. Julio Moyano quienes con su enseñanza y guía hicieron que pueda crecer como persona y profesional. Quienes con su dirección, conocimiento y colaboración permitieron la realización del presente trabajo de titulación

Finalmente quiero expresar mi agradecimiento a la empresa COLETMAX S.A. a todos sus directivos y personal de planta por confiar en mí, abrirme sus puertas y permitirme realizar todo este proceso junto a ellos.

## TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	2
1 <b>DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA</b> .....	2
1.1    Antecedentes.....	2
1.2    Planteamiento del problema .....	3
1.3    Delimitación Geográfica.....	4
1.4    Alcance del proyecto.....	5
1.5    Beneficios.....	5
1.6    Justificación.....	5
1.7    Objetivos.....	6
1.7.2    Objetivos Específicos.....	6
CAPÍTULO II .....	7
2 <b>FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b> .....	7
2.1    Estabulación .....	7
2.1.1    Tipos de Estabulación .....	8
2.1.2    Tipos de estabulación de ganado bovino .....	8
2.1.2.2    Estabulación fija con sistema de recogida de estiércol semilíquido o lisier. ....	9
2.1.2.3    Estabulación libre con sistema diferenciado de recogida de estiércol sólido y purín...	9
2.1.2.4    Estabulación libre con sistema de recogida de estiércol semilíquido o lisier. ....	9
2.2    Codificación de animales bovinos .....	9
2.2.1    Marcado con hierro y fuego.....	9
2.2.2    Métodos temporales y no invasivos .....	10
2.3    Visión artificial.....	10
Sistema de control de calidad.....	11
Sistema de clasificación industrial .....	11
2.3.1    Componentes del sistema de visión artificial.....	11
El sensor o cámara de captura de imagen .....	12
PC y Tarjeta de adquisición .....	12
Procesamiento de imagen.....	12
2.3.2    Ventajas y desventajas de la visión artificial.....	13

2.3.3	Aplicación de la visión artificial en la industria.....	13
2.4	Programación y Lenguaje de programación.....	13
2.4.1	Programación por Python.....	14
2.4.2	Librería OpenCV.....	15
2.4.3	Librería Pygame.....	15
2.5	<i>Registro de información</i> .....	16
2.5.1	Base de datos.....	16
	Base de datos .xml .....	16
2.6	Automatización .....	16
2.6.1	Beneficios de la Automatización.....	16
2.6.2	Tipos o Clasificación de Automatización de procesos .....	17
2.6.3	Etapas de la Automatización .....	18
2.7	Estructura de un sistema automatizado .....	19
	<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>21</b>
3	<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>21</b>
3.1	Tipo de Estudio .....	21
3.2	Tipo de Investigación.....	21
3.2.1	Investigación Documental.....	21
3.2.2	Investigación de Campo .....	21
3.3	Metodología.....	21
3.3.1	Método Inductivo.....	21
3.3.2	Método Deductivo.....	22
3.4	Análisis de la situación Actual.....	22
3.5	Definición de requerimientos.....	23
3.6	Arquitectura del prototipo.....	23
3.7	Hardware.....	24
3.7.1	Hardware para la adquisición de imágenes .....	24
3.7.1.1	Cámara Web Microsoft LifeCam Studio .....	24
3.7.1.2	Cámara de video profesional Sigma FP.....	25
3.7.1.3	Selección de elementos de adquisición.....	26
3.7.2	Hardware para el procesamiento de imágenes .....	26
3.7.2.1	Raspberry PI 4 .....	26
3.7.2.2	Arduino Mega.....	27
3.7.2.3	Computadora HP 240 g6 .....	27
3.7.2.4	Selección de elementos de procesamiento.....	27
3.8	Requerimientos de Software.....	28
3.8.1	Diseño de la interfaz grafica .....	28

<b>3.8.2</b>	<b>Definición de elementos.....</b>	<b>28</b>
<b>3.8.3</b>	<b>Estructura para la visualización de la interfaz grafica .....</b>	<b>29</b>
3.8.3.1	Asignación de espacios en el área de trabajo.....	29
<b>3.8.4</b>	<b>Generación de la base de datos.....</b>	<b>30</b>
<b>3.8.5</b>	<b>Desarrollo de algoritmo de visión artificial para la adquisición de pesos .....</b>	<b>32</b>
3.8.5.1	Lectura de la imagen – Extracción de elementos de color .....	33
3.8.5.2	Lectura de la imagen - Extracción del dígito.....	36
3.8.5.3	Extracción por medio de mascararas .....	37
3.8.5.4	Extracción por medio de secciones de la imagen .....	38
3.8.5.5	Diferencia entre métodos de extracción de dígitos.....	39
<b>3.8.6</b>	<b>Desarrollo de un de algoritmo de visión artificial para la adquisición de distintivos únicos de los animales .....</b>	<b>39</b>
3.8.6.1	Codificación del dígito del bovino .....	39
3.8.6.2	Algoritmo de visión artificial .....	41
<b>3.8.7</b>	<b>Creación de Plano de la Balanza .....</b>	<b>44</b>
<b>3.9</b>	<b>Adecuación del área de trabajo.....</b>	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>50</b>
<b>4</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>50</b>
<b>4.1</b>	<b>Conexión Inicial .....</b>	<b>50</b>
<b>4.2</b>	<b>Pruebas de Operación .....</b>	<b>51</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Resultado de la base de datos .....</b>	<b>53</b>
4.2.1.1	Rendimiento vs Cantidad de Datos.....	54
<b>4.2.2</b>	<b>Respuesta de interacción entre sistema actual y software para la toma de datos</b>	<b>56</b>
4.2.2.1	Comparación entre sistemas .....	57
<b>4.2.3</b>	<b>Claridad en la toma de datos .....</b>	<b>60</b>
<b>4.2.4</b>	<b>Cálculo de eficiencia – Comparación de valores.....</b>	<b>62</b>
<b>4.2.5</b>	<b>Diseño experimental para determinar las variables que afectan a la identificación del animal.....</b>	<b>63</b>
<b>4.3</b>	<b>Gestión del proyecto .....</b>	<b>65</b>
<b>4.3.1</b>	<b>Cronograma .....</b>	<b>65</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Costos.....</b>	<b>66</b>
<b>4.3.3</b>	<b>Recurso Humanos.....</b>	<b>66</b>
<b>4.3.4</b>	<b>Recurso Material .....</b>	<b>66</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>67</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>68</b>
<b>GLOSARIO .....</b>		<b>69</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>70</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>74</b>

## NDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Datos de la ubicación.....	4
<b>Tabla 2-1:</b> Tipos de procesos automatizados según su parámetro matemático.....	17
<b>Tabla 1-3:</b> Comparación y selección de cámara.....	26
<b>Tabla 2-3:</b> Comparación y selección de unidad de procesamiento .....	27
<b>Tabla 3-3:</b> Descripción de elementos .....	30
<b>Tabla 4-3:</b> Extracción de color .....	35
<b>Tabla 5-3:</b> Comparativa entre métodos.....	39
<b>Tabla 6-3:</b> Comparación entre pruebas de obtención.....	49
<b>Tabla 7-3:</b> Asignación de colores por digito .....	49
<b>Tabla 8-3:</b> Detalle rango de color.....	49
<b>Tabla 9-3:</b> Prueba de extracción de rango de color .....	49
<b>Tabla 10-3:</b> Comparación entre pruebas de adecuación.....	49
<b>Tabla 1-4:</b> Cantidad de movimientos en la base de datos primeros días.....	54
<b>Tabla 2-4:</b> Cantidad de movimientos en la base de datos primeras semanas.....	55
<b>Tabla 3-4:</b> Cantidad de movimientos en la base de datos de los primeros meses .....	55
<b>Tabla 4-4:</b> Cantidad de movimientos en la base de datos de los primeros años .....	56
<b>Tabla 5-4:</b> Toma de tiempos situación inicial empresa COLETMAX S.A.....	56
<b>Tabla 6-4:</b> Toma de tiempos implementación de automatización.....	57
<b>Tabla 7-4:</b> Mediciones y tomas de tiempo sistema inicial .....	57
<b>Tabla 8-4:</b> Indicadores Cp y Cpk .....	58
<b>Tabla 9-4:</b> Mediciones y tomas de tiempo sistema implementado .....	59
<b>Tabla 10-4:</b> Indicadores Cp y Cpk .....	59
<b>Tabla 11-4:</b> Datos tomados de la base de datos final .....	61
<b>Tabla 12-4:</b> Comparación datos de peso .....	64
<b>Tabla 13-4:</b> Comparación código de identificación .....	653
<b>Tabla 14-4:</b> Diseño factorial.....	65
<b>Tabla 15-4:</b> ANOVA calculada.....	65
<b>Tabla 16-4:</b> Cronograma de actividades .....	65
<b>Tabla 17-4:</b> Costos .....	66

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-2:</b> Estructura de un sistema de automatizado de registro e identificación de ganado	20
<b>Gráfico 1-3:</b> Arquitectura del prototipo .....	24
<b>Gráfico 2-3:</b> Diagrama de flujo de la programación .....	324
<b>Gráfico 3-3:</b> Diagrama del sistema.....	24
<b>Gráfico 1-4:</b> Carta de control previo a sistema implementado.....	58
<b>Gráfico 2-4:</b> Carta de control con implementación de sistema .....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Ubicación de la empresa comercializadora de bovinos .....	4
<b>Figura 1-2:</b> Establo COLETMAX S.A .....	7
<b>Figura 2-2:</b> Establo COLETMAX S.A – Estabulación fija.....	9
<b>Figura 3-2:</b> Establo COLETMAX S.A – Marcado con hierro .....	10
<b>Figura 4-2:</b> Establo COLETMAX S.A – Marcado por métodos no invasivos .....	10
<b>Figura 1-3:</b> Toma de datos ingreso de animales – situación inicial .....	22
<b>Figura 2-3:</b> Área para la toma de datos – situación inicial.....	23
<b>Figura 3-3:</b> Cámara Microsoft LifeCam Studio 1080p HD Webcam.....	25
<b>Figura 4-3:</b> Sigma FP cámara digital .....	25
<b>Figura 5-3:</b> Raspberry PI 4.....	26
<b>Figura 6-3:</b> Arduino Mega 2560 .....	27
<b>Figura 7-3:</b> Computadora Hp .....	27
<b>Figura 8-3:</b> Designación de áreas de trabajo.....	29
<b>Figura 9-3:</b> Pantalla Principal .....	29
<b>Figura 10-3:</b> Detección de dígito .....	30
<b>Figura 11-3:</b> Imagen de indicador de peso capturada por cámara web.....	33
<b>Figura 12-3:</b> Indicador de peso en escala de grises .....	34
<b>Figura 13-3:</b> Intervalos de Color.....	34
<b>Figura 14-3:</b> Resultados extracción de color.....	35
<b>Figura 15-3:</b> Áreas de segmentos de Display.....	36
<b>Figura 16-3:</b> Segmentos de Display .....	37
<b>Figura 17-3:</b> Aplicación de puntos en plantilla - método de la máscara.....	37
<b>Figura 18-3:</b> Imagen binaria.....	38
<b>Figura 19-3:</b> Extracción de puntos – método de secciones .....	38
<b>Figura 20-3:</b> Rango color arete para la distinción animal.....	45
<b>Figura 21-3:</b> Nuevo arete para la distinción animal.....	45
<b>Figura 22-3:</b> Encapsulación de área.....	45
<b>Figura 23-3:</b> Simulación de arete para definición de unidades.....	45
<b>Figura 24-3:</b> Preparación del entorno antes .....	45
<b>Figura 25-3:</b> Preparación del entorno después .....	45
<b>Figura 26-3:</b> Imagen modelo.....	45
<b>Figura 27-3:</b> Imagen a un editor de imágenes.....	46
<b>Figura 28-3:</b> Resultado de capas y transparencia.....	46

<b>Figura 29-3:</b> Obtención de las coordenadas.....	46
<b>Figura 30-3:</b> Situación inicial.....	47
<b>Figura 31-3:</b> Prueba piloto de funcionamiento y adecuación.....	47
<b>Figura 32-3:</b> Diseño de cabina .....	48
<b>Figura 33-3:</b> Encapsulamiento de indicador de peso .....	48
<b>Figura 34-3:</b> Zona abierta.....	48
<b>Figura 35-3:</b> Zona con ranuras.....	49
<b>Figura 36-3:</b> Zona sellada .....	49
<b>Figura 1-4:</b> Pantalla inicial del programa de captación de peso .....	50
<b>Figura 2-4:</b> Ejemplificación de una toma de peso.....	50
<b>Figura 3-4:</b> Perfil del animal con muestra de aumento de evolución de peso .....	51
<b>Figura 4-4:</b> Primera prueba de lectura de visión artificial .....	51
<b>Figura 5-4:</b> Prueba de lectura y ubicación de elementos para la visión.....	51
<b>Figura 6-4:</b> Funcionamiento de lectura de display.....	51
<b>Figura 7-4:</b> Areteado de animales con nuevo modelo de aretes .....	51
<b>Figura 8-4:</b> Pesaje de animales con sistema actualizado .....	51
<b>Figura 9-4:</b> Toma de datos en situación inicial .....	60
<b>Figura 10-4:</b> Toma de datos durante desarrollo del proyecto de titulación.....	61

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación se realizó con el objetivo de automatizar del sistema de identificación y registro de ganado en la empresa COLETMAX S.A. ubicada en el poblado Tonchigüe de la ciudad de Esmeraldas donde se planificó la inserción de elementos tecnológicos para automatizar este proceso, donde se desarrolló un algoritmo de visión artificial mediante las librerías OpenCV y Pygame provenientes de Python. Con este algoritmo fue posible adquirir información del display de una balanza y del arete distintivo que porta cada animal para de esta manera direccionar esta información a una base de datos con la finalidad de incrementar la exactitud y reducir tiempos en la recolección de información propia de los bovinos, esto en busca de mantener un control de evolución dentro del proceso de crecimiento muscular previo a su comercialización. Al analizar los resultados estadísticos de la implementación del proyecto se pudo comprobar que existe una mejora significativa en la carta de control y en los indicadores de capacidad del proceso, esto con un índice de capacidad que enseña un incremento significativo de 1.10 puntos transformando el proceso de categoría 4 a categoría 1 obteniendo una eficiencia del 98% y convirtiendo el proceso en adecuado. Se concluye que la luminosidad, estado del animal y el estado del arete son factores que influyen en la toma de información de la implementación, lo cual se debe tener en cuenta para un mejor resultado. Se recomienda para un futuro estudio buscar la forma de tener un mayor campo de visión para captar la información si se encuentra en cualquier posición.

**Palabras clave:** <BOVINO/(bobinae)>, <SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN>, <SISTEMA DE REGISTRO>, <VISIÓN ARTIFICIAL>, <AUTOMATIZADO>.



Firmado digitalmente por:  
**HOLGER GERMAN  
RAMOS UVIDIA**

1355-DBRA-UTP-2022  
2022-06-24

## SUMMARY

The present degree work was carried out with the objective of automating the identification and registration system of cattle in the company COLETMAX S.A. which is located in the town of Tonchigue, of the city of Esmeraldas. The insertion of technological elements was planned to automate this process, and an artificial vision algorithm was developed using the OPEN CV and Pygame libraries from Python. With this algorithm, it was possible to acquire information from the display of a scale and the distinctive ear tag that carries each animal, in order to direct this information to a database, with the aim of increasing accuracy and reducing time in the collection of information specific to the bovine, and this maintain control of the evolution within the process of muscular growth prior to its commercialization. By analyzing the statistical results of the project implementation, it was possible to see that there is a significant improvement in the control chart and process capacity indicators, with a capability index that shows a significant increase of 1.10 points transforming the process suitable. It is concluded that the luminosity, condition of the animal and the state of the ear tag are factors that influence the information taking of the implementation, which must be considered for the better result. It is recommended for a future study to look for a way to have a greater field of vision to capture the information if it is in any position.

**Key words:** <CATTLE>, <IDENTIFICATION SYSTEM>, <REGISTRATION SYSTEM>, <MACHINE VISION>, <AUTOMATED>.



Lic. Angela Cecibel Moreno Novillo  
0602603938

## **INTRODUCCIÓN**

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, la población ganadera del Ecuador es de 5,2 millones de reses. De las cuales se pueden obtener 3000 millones de libras de carne anualmente. También se conoce que el 70% de la producción ganadera del país se encuentra en la costa ecuatoriana siendo Manabí, Esmeraldas y Santo Domingo los principales productores. La provincia de Esmeraldas tiene uno de los hatos ganaderos más grande de Ecuador, con cuatrocientos mil cabezas de ganado.

COLETMAX S.A. es una empresa sociedad anónima, con 18 empleados, 6 hectáreas en el establo principal donde se pueden tener alrededor de 1000 cabezas de ganado, a su vez poseen tres fincas secundarias ubicadas en parroquias cercanas, las cuales sirven de criadero de ganado previo al ingreso al centro de estabulación principal y ventas mayores.

El ganado propio del proceso de estabulación de la empresa COLETMAX S.A. ha sido reconocido por empresas nacionales de gran nivel como lo son AGROPESA Y CORPORACIÓN LA FAVORITA como ganado de la más alta calidad, posicionándose en el nivel más alto en cuanto a clasificación por calidad para el consumo. Esto gracias a las fórmulas de engorde y a las técnicas para un desarrollo más veloz.

COLETMAX S.A. tiene un compromiso con el avance ganadero del país, por lo que ha impulsado la realización de diálogos que persiguen las reformas de leyes en beneficio de los sectores rurales del Ecuador. Estos diálogos o también llamados “mesas ganaderas” son realizadas en la hacienda COLETMAX S.A. ubicada en la parroquia Tonchigue, cantón Atacames.

A pesar de tener buenos resultados a la hora de la venta, previo a la implementación del sistema automatizado, se podían comprobar problemáticas presentes en las cuales la baja eficiencia y eficacia eran sus principales detonantes. Mediante un estudio de campo se busca determinar las necesidades de la empresa y las mejores alternativas para la solución de estas. A través de una primera inspección del establo ha sido fácil observar que existen dificultades en el sistema de control de reses al momento de su arribo a la finca.

La automatización del sistema de medición de pesos y el control digital de la identificación propia de cada uno de los animales podrá beneficiar al avance y al proceso de mejora de la empresa.

## **CAPÍTULO I**

### **1 DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA**

#### **1.1 Antecedentes**

En los principios de la historia y previo al conocimiento de la moneda como objeto de valor en las civilizaciones primitivas, la riqueza se medía en base al número de cabezas de ganado que una familia poseía (García, 2006). Debido al mantenimiento de creencias y costumbres heredados generación tras generación, según el Sistema de Investigación sobre la Problemática Agraria en el Ecuador (2007), esto aún se puede observar en zonas rurales del país, donde la crianza de ganado se considera el medio más adecuado para la manutención de las economías de las familias y sociedades.

A lo largo de los años, Korovkin., Sánchez e Isama (2002) señalan que la ganadería en Ecuador se ha visto representada por un deficiente y, en algunos casos, inexistente control dentro de la comercialización de la población bovina, donde los conocimientos empíricos sobre la actividad han generado una base poco estable en la cual asentarse. Es decir que, desde un enfoque de comercio justo, no han existido los adecuados procesos en la crianza del animal, su proceso de desarrollo y su posterior fase de comercialización. Korovkin., Sánchez e Isama (2002), indican que todo esto ha hecho que se den ventas arbitrarias y poco justas dentro de este mercado, en el cual “una automatización no solo agilizaría los procesos, sino que también mostraría los productos con transparencia al comprador.”

Gracias al desarrollo de la tecnología se ha podido mejorar diversos procesos en beneficio del desarrollo de la economía y el progreso de la sociedad. Actualmente, se conoce que, dentro de las grandes industrias, la implementación de un sistema de automatización es la clave para el correcto funcionamiento de las empresas debido a sus múltiples beneficios. Para Nexus Integra (2020), la automatización tiene que ver con sistemas utilizados para controlar y monitorear un proceso, máquina o dispositivo de manera informatizada que por lo regular cumple funciones o tareas repetitivas. Tienen el objetivo de operar de forma automática para así reducir y mejorar el trabajo humano en la industria. Es por esto que Nexus Integra (2020) señala que la existencia de los procesos de automatización se remonta en la revolución industrial, pero poco a poco han ido mejorando gracias al desarrollo de la TICS hasta consolidarse lo que son hoy en día y cada vez más se ve que estos sistemas resultan fundamentales en el establecimiento y durabilidad de una empresa.

## **1.2 Planteamiento del problema**

La empresa ganadera COLETMAX S.A. es una empresa sociedad anónima, encargada de la crianza y distribución de ganado. Se encuentra localizada en la avenida Troncal del Pacífico E15, en la ciudad de Tonchigue, cantón Atacames, provincia de Esmeraldas y cuenta con tres fincas de crianza de ganado y un establo de tabulación con capacidad máxima de 1200 reses, este es el lugar de donde se realizan todas las negociaciones. Dentro de este establo se manejan sistemas de contaduría donde se lleva el control del avance de peso de cada uno de los animales, el costo de alimentación y las medicaciones que cada uno necesita.

Desde la llegada de los animales se puede verificar que la distinción de los bovinos se realiza con la escritura manual del código del animal sobre un arete de plástico propio de la actividad, colocados por los mismos técnicos ganaderos de la empresa, añadiéndoles una numeración que parte de la base de datos existente y que en ocasiones puede ser incorrecta debido al error humano o a la pérdida de los códigos. Al ser necesario un control del peso del animal en su arribo al establo, el encargado de esta actividad sube al bovino a la balanza especial y por medio de hojas sueltas registra el peso, el código de distinción y la fecha en que se realizó esta medición. Este proceso dura alrededor de 10 minutos y se realiza con cada uno de los animales que llegan al establo, donde usualmente llegan hatos de entre a 200 o 300 bovinos, por lo que es más fácil que se pierda o se confunda la información. Además, la falta de estandarización de la tipografía es otra cuestión que dificulta y ralentiza todo el proceso y que al instalar un sistema de lectura por medio de visión artificial se obtendría precisión en la toma de datos para la correcta identificación del ganado.

Posterior a todo este proceso de recolección de datos, se entrega a contaduría un paquete de hojas de control donde se ha escrito toda la información detallada, aproximadamente 25 días después de la toma de datos. Los mismos procesos son repetidos cada veinte días con el fin de conocer y llevar un registro de la evolución muscular del animal, o también con cada arribo y salida de ganado. Se deben realizar continuamente procesos de registro, evolución y salida, este proceso de forma manual ha reflejado errores un sin número de veces provocando pérdidas en la utilidad neta de la empresa.

Básicamente, la problemática dentro de la empresa se ve reflejada en la metodología manual de ingreso y procesamiento de información que ha presentado varios inconvenientes a lo largo de los años de existencia dentro de la empresa. Dicha metodología ha conllevado a pérdidas de información, inadecuado registro de la información, pérdida del registro de la información de ingreso y control evolutivo y por supuesto, falta de agilidad en el proceso del recibimiento, mantenimiento y posterior venta del ganado.

COLETMAX S.A es una compañía que carece de estas actualizaciones y sabe que es de gran importancia contar con un control a adecuado de todos los procesos internos debido a que actualmente la empresa comercializa bovinos de alta calidad a todo el país, teniendo compañías como “Corporación La Favorita” entre uno de sus más grandes clientes; en base a ese contexto es que buscan la implementación de un sistema de automatización, siendo este su razón de ser.

### 1.3 Delimitación Geográfica

**Tabla 1-1:** Datos de la ubicación

DETALLE	DESCRIPCIÓN
Empresa	COLETMAX S.A.
Ubicación	Ruta del Spondylus E15

Fuente: COLETMAX S.A.

Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021

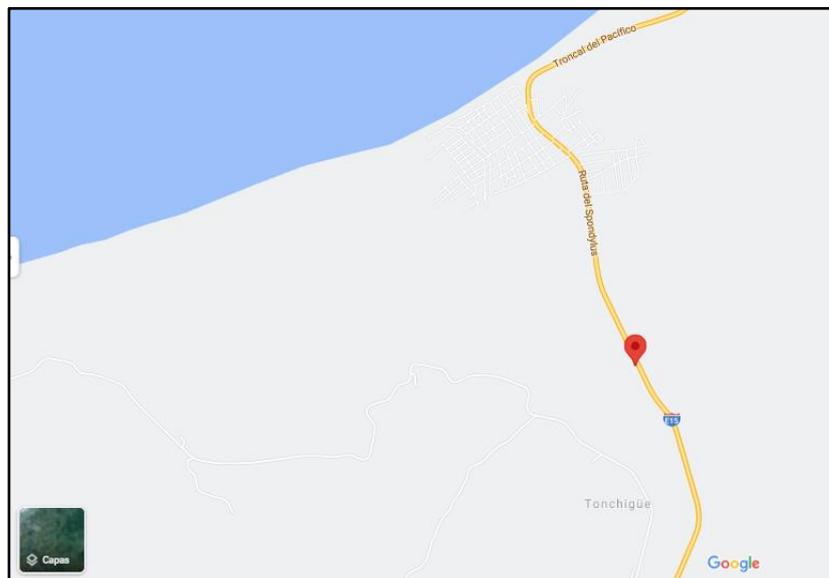
La delimitación de la ubicación de la empresa COLETMAX es la siguiente:

**Provincia:** Esmeraldas

**Cantón:** Atacames

**Parroquia:** Tonchigue

**Dirección:** Ruta del Spondylus E15



**Figura 1-1:** Ubicación de la empresa comercializadora de bovinos

Fuente: (Google Maps, 2021)

Las coordenadas obtenidas por Google Maps acerca de la ubicación de la empresa son las siguientes: (0°48'47.2"N 79°56'21.4"W ; 0.813114, -79.939286)

#### **1.4 Alcance del proyecto**

Realizar la automatización del sistema de registro de ganado, empleando los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera estudiantil, para codificar e implementar un sistema de obtención de pesos e identificación que permita tener un mayor control sobre la población animal que arribe o permanezca en el establo.

#### **1.5 Beneficios**

La implementación de este tipo de sistemas es de gran ayuda para las empresas ganaderas del país, ya que permite tener un mejor control de los hatos ganaderos, conociendo la cantidad exacta de peso obtenido por cada animal durante el tiempo de permanencia en las haciendas, fincas o establos, beneficiando de esta manera a la imagen de la empresa, dueños y también ayudaran en la focalización de atención en base a la necesidad de cada animal.

#### **1.6 Justificación**

El plan nacional para el Buen Vivir de la República del Ecuador establece que se debe fomentar asistencia técnica, capacitación y procesos adecuados de transferencia de ciencia, tecnología y conocimientos ancestrales, para la innovación y el mejoramiento de los procesos productivos, con la activa participación de los diversos actores incluyendo a las universidades e institutos técnicos. Por tal razón, el presente proyecto busca construir un sistema de automatización que, por medio de procesos tecnológicos, innove y mejore los procesos productivos de la empresa COLETMAX S.A. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – SENPLADES, 2009).

Un sistema de automatización brinda la posibilidad de aplicar técnicas orientadas al control y monitoreos de los procesos productivos que realizan tareas de forma repetitiva. Justamente la tecnología necesaria para mejorar un sistema de identificación y registro en donde se puede constatar falencias en la toma e interpretación de datos. De ahí, la importancia de implementar la automatización, para obtener un sistema capaz de mejorar la productividad de la empresa, reducir costos, mejorar la calidad de los bovinos y a su vez poder integrar la gestión y la producción dentro de la empresa. De esta manera, se fomenta una cultura de comercio justo dando un valor exacto a la comercialización por kilogramo de cada animal en donde tanto como comerciante como comprador se encuentran satisfechos y el público final recibe productos de calidad.

En base a esto y dado que el establo de la empresa COLETMAX S.A actualmente cuenta con un sistema obsoleto de medición previamente detallado. El presente proyecto pretende aportar a la innovación dentro del campo ganadero, a razón de que el sistema de medición actual pueda ser mejorado y automatizado ofreciendo beneficios a la empresa a la hora de mantener un control sobre cada uno de los bovinos garantizando la calidad de estos dentro de la comercialización de productos cárnicos en el Ecuador. Además, servir de ejemplo de referencia para que otros establos

hagan uso de las herramientas tecnológicas para mejorar la producción, calidad de sus productos, economía de sus empresas y largo plazo, incluso garantizar la salud de los consumidores.

## **1.7 Objetivos**

### ***1.7.1 Objetivo General***

Automatizar el sistema de identificación y registro de ganado para el proceso de estabulación de la empresa COLETMAX S.A. – Esmeraldas

### ***1.7.2 Objetivos Específicos***

- 1.** Establecer la situación actual del proceso de identificación y registro del ganado en la empresa COLETMAX S.A.
- 2.** Seleccionar los elementos de hardware necesario para la adquisición de información de las variables definidas para el control de los bovinos.
- 3.** Seleccionar la plataforma software libre para el desarrollo de una aplicación informática para la gestión de información de identificación y registro de bovinos.
- 4.** Codificar un algoritmo de visión artificial para la adquisición del código de identificación montado sobre aretes en los bovinos.
- 5.** Vincular el hardware y software para la implementación del sistema de registro e identificación de los bovinos.
- 6.** Realizar pruebas de funcionalidad del sistema y determinar su eficiencia.

## CAPÍTULO II

### 2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### 2.1 Estabulación

Una estabulación que viene de la palabra "establo" no es otra cosa que la permanencia de un conjunto de animales dentro de un establecimiento cerrado donde cada animal cuenta con un puesto en el cual su desplazamiento es limitado y de esa manera asegurar su correcta alimentación y limpieza. De acuerdo con (Sánchez y Álvarez, 2003; citados en Quezada, 2018), una estabulación es un sistema de producción ganadero similar a un confinamiento a diferencia del sistema de pastoreo donde el animal transita libre. En la estabulación, "el objetivo es proporcionar cantidades adecuadas de alimento de buen valor nutritivo, el cual se aproxime lo máximo posible a la satisfacción de los requerimientos del animal, para que éste muestre todo su potencial genético en la producción". Lógicamente, al encontrarse el animal limitado en su movilización no le demandara esfuerzo físico, pero también este sistema implica que el establo o establecimiento deberá contar con las todas las condiciones higiénicas necesarias que garanticen la limpieza manual o automatizada del animal y el entorno en el que se encuentra.



**Figura 1-2:** Establo COLETMAX S.A

**Realizado por:** Gualotuña, Génesis, 2021

Entre las ventajas de este sistema se encuentra una mayor producción por hectárea, mayor control diario del animal, el manejo del excremento del animal permite que posteriormente sea utilizado como fertilizante, es un sistema de explotación ganadera más rentable y amigable con el ambiente (Quezada, 2018). Entre las desventajas que posee, está el maltrato animal, no existen estudios de remediación de medio ambiente, requiere de una mayor inversión en cuanto a alimentación por fórmulas de engorde y cuidado del personal hacia el ganado.

### **2.1.1 Tipos de Estabulación**

La literatura señala principalmente dos tipos de estabulación; la estabulación libre y la estabulación fija. La estabulación fija es aquella en la que el animal se encuentra atado e inmovilizado de manera permanente. En este tipo de estabulación, el suelo es de cemento y posee un sistema de recolección de heces el cual suele hacerse de forma semilíquida, aunque en algunos casos se cuenta con un sistema de drenaje de líquidos y se recoge el estiércol de forma sólida. Por el contrario, la estabulación libre es aquella en la cual el animal no se encuentra atado, aunque sí dentro de un lugar limitado. Dentro de este tipo también hay 2 maneras de hacerlo, una si permite la movilización del animal dentro de un espacio cercado y la otra limita la movilización del animal mediante la división de cubículos individuales pero los animales no se encuentran atados (Instituto Vasco de Estadística, 2021).

De acuerdo con el Instituto Vasco de Estadística (2021), los tipos de estabulación según el grupo animal ya sea bovino, porcino, o gallinas ponedoras son los siguientes:

Tipo de estabulación para el ganado porcino:

- Establos con suelos parcialmente enrejados.
- Establos con suelos totalmente enrejados.
- Estabulación libre sobre cama de paja y con foso de recogida de heces.
- Otro tipo de establos.

Tipo de estabulación para las gallinas ponedoras:

- Jaulas acondicionadas de al menos 750 cm<sup>2</sup> por gallina.
- Jaulas no condicionadas de al menos 550 cm<sup>2</sup> por gallina.
- Nidos sin jaulas, mínimo 1 nido por 7 gallina.

Y las formas de estabulación pueden ser por libre con yacija, jaulas en batería con cinta transportadora de gallinaza, jaulas en batería con fosa de deyecciones, jaulas en batería sobre zancos.

### **2.1.2 Tipos de estabulación de ganado bovino**

Dentro de los tipos de estabulación están: la estabulación fija con sistema diferenciado de recogida de estiércol sólido y purín, estabulación fija con sistema de recogida de estiércol semilíquido o lisier, estabulación libre con sistema diferenciado de recogida de estiércol sólido y purín, estabulación libre con sistema de recogida de estiércol semilíquido o lisier y otros tipos de estabulaciones. Este último generalmente incluyen “los establos con suelos de paja donde los animales no están atados” (Instituto Vasco de Estadística, 2021).

#### *2.1.2.1 Estabulación fija con sistema diferenciado de recogida de estiércol sólido y purín.*

En este tipo de estabulación los animales se encuentran atados y privados del movimiento y los excrementos se retiran de manera mecánica en forma de estiércol sólido.

#### *2.1.2.2 Estabulación fija con sistema de recogida de estiércol semilíquido o lisier.*

En este caso, los animales se encuentran atados y privados de movimiento igual que en la anterior y los excrementos se recogen en un foso debajo del suelo en forma de estiércol semilíquido.

#### *2.1.2.3 Estabulación libre con sistema diferenciado de recogida de estiércol sólido y purín.*

En este tipo, en cambio, los animales no se encuentran atados y los excrementos en forma solida se retiran de manera mecánica fuera del establo.

#### *2.1.2.4 Estabulación libre con sistema de recogida de estiércol semilíquido o lisier.*

En este tipo, los animales se pueden mover libremente y los excrementos son recogidos en un foso bajo el suelo en forma de estiércol semilíquido.



**Figura 2-2:** Establo COLETMAX S.A – Estabulación fija  
Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.

## **2.2 Codificación de animales bovinos**

A lo largo de los años el ganado vacuno ha sido considerado como una propiedad y es por esta razón que a través de diferentes métodos es necesario denotar su pertenencia a determinadas ganaderías o centros de concentración de ganado.

### **2.2.1 Marcado con hierro y fuego**

Este tipo de marcado es un método permanente que se caracteriza por la aplicación de figuras de hierro con el sello que elija el propietario. Estas figuras son sometidas a fuego con el fin de marcar al animal, teniendo por objetivo reconocer el hato ganadero al que pertenecen.



**Figura 3-2:** Establo COLETMAX S.A – Marcado con hierro  
Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.

### **2.2.2 Métodos temporales y no invasivos**

Usualmente los animales son identificados con aretes, collares o accesorios colgantes marcados con algún código distintivo en tinta negra permanente. Esto con la finalidad de poder distinguir entre un animal y otro perteneciente al mismo hato ganadero.



**Figura 4-2:** Establo COLETMAX S.A. –  
Marcado por métodos no invasivos  
Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.

### **2.3 Visión artificial**

Es también conocida como visión por computadora o visión por ordenador, es una “técnica que se basa en la adquisición de imágenes que, mediante un procesamiento computacional permite el procesamiento, análisis y obtención de cualquier tipo de información obtenida a través de imágenes digitales” (Aguagüña, 2018, p.20). Es decir, la visión artificial sería como el ojo humano y sus funciones cerebrales, pero de la tecnología porque realiza el mismo proceso de capturar la imagen para luego comprender, interpretar y ejecutar acciones.

### *Sistema de visión artificial*

Para García y Caranqui (2015), es una disciplina que busca que los ordenadores puedan almacenar determinada capacidad, es decir, busca obtener que las máquinas logren comprender y perciban ya sea una o muchas imágenes y reaccionar de cierta manera.

### *Sistema de presencia-ausencia.*

Este sistema busca delimitar y resaltar las zonas de interés, y de esta manera extraer los datos exactos o necesarios para el proceso. (García y Caranqui, 2015)

### *Sistema de pick-up & place.*

Para Osorio, Vargas y Escobar (2012) es un sistema caracterizado por la identificación de la posición de objetos a través de coordenadas para posteriormente tomarlo y desplazarlo según lo deseado. Es muy empleado en grandes empresas.

### *Sistema de control de calidad.*

Haciendo uso de la visión artificial en este sistema, se hace posible reconocer un producto que no cumpla con los estándares dentro del proceso productivo; identificándolo, ya que no encajaría a la norma establecida, seleccionándolo y finalmente separándolo agilizando el proceso; logrando así ayudar a llegar a estos requerimientos, cumpliendo estos parámetros impuestos dentro de las diferentes empresas y sus expectativas de calidad. (García, Navalón, Jordá y Juárez, 2014)

### *Sistema de clasificación industrial.*

Este tipo de sistema se desarrolla a través de la asignación de objetos a categorías en dependencia a la extracción y procesamiento de características propias del elemento. (Romero, Marín y Jiménez, 2015)

### **2.3.1 Componentes del sistema de visión artificial**

Para Constante y Gordón (2015), la visión artificial describe la deducción automática de la estructura y propiedades de un mundo tridimensional posiblemente dinámico, bien a partir de una o varias imágenes bidimensionales del mundo. Las imágenes pueden ser monocromáticas (de niveles de gris) o colores, pueden provenir de una o varias cámaras e incluso cada cámara puede estar estacionaria o móvil. Es importante señalar sus componentes:

#### *Iluminación*

La iluminación es uno de los componentes más importantes dentro de un sistema de visión artificial ya que permitirá que el objeto sea captado con claridad. Por lo tanto, la iluminación será la encargada “de controlar la forma en que la cámara va a ver al objeto” (Ministerio de Educación de España, 2012). Además, menciona que el sistema iluminación puede ser variado ya sea con luz LED,

fluorescente, polarizada, laser, pero debe ajustarse de acuerdo al objeto a iluminar. Por lo tanto, se deben tener ciertas consideraciones al momento de armar el sistema de iluminación y el autor sugiere tener en cuenta aspectos como:

- Intensidad de luz necesaria
- Longitud de onda adecuada
- Superficie para iluminar
- Reflectividad del objeto
- Color del objeto
- Espacio disponible
- Tipo de cámara utilizada

#### *El sensor o cámara de captura de imagen*

El tipo de cámara y el tipo de lente pueden variar según la necesidad de la empresa. De acuerdo con Romero y Sotelo (2016), las cámaras que se utilizan en visión artificial necesitan de ciertas características que tengan el control de los disparos de la cámara; por lo tanto, es necesario analizar que las características de la cámara permitan el adecuado funcionamiento de la visión artificial.

#### *PC y Tarjeta de adquisición*

Para Cárdenas y Tirado (2004), la PC o computador es el cerebro de la visión artificial el cual además de leer y mostrar la imagen capturada, la procesa para realizar el propósito del sistema; mientras que las tarjetas de adquisición o también llamadas Grabbers vienen a realizar la función de intermediario entre la cámara y el software, de ellas depende la calidad y el almacenamiento de la información obtenida, ya que muchas veces las cámaras utilizadas son estándar y no brindan la mejor calidad.

Según el Ministerio de Educación de España (2012) debe tenerse en cuenta que las necesidades técnicas del proyecto ya que los precios pueden ir desde económicos hasta muy costosos. Las tarjetas de adquisición pueden ser:

- Frame Grabbers estándar de bajo coste
- Frame Grabbers avanzados de altas prestaciones y con características multicanal
- Frame Grabbers "inteligentes" con procesadores abordo.

#### *Procesamiento de imagen*

Para el procesamiento de la imagen se necesita de una interfaz, actuadores externos y el software de la computadora, cosa que con los años ha ido mejorando hasta poder realizar la interpretación de la imagen en tiempo real. De acuerdo con el Ministerio de Educación de España (2012) “la base del

software de un sistema de visión es la interpretación y análisis de los píxeles” (p.16), que puede ir desde una partícula pequeña hasta cualquier imagen.

### ***2.3.2 Ventajas y desventajas de la visión artificial***

Según el Ministerio de Educación de España (2012), entre las ventajas de la visión artificial se encuentran la rapidez y precisión con la que se distingue los objetos, el aumento de la calidad y del rendimiento de la producción, evita los errores humanos, detecta los defectos en la producción, también permite la detección de cuerpos extraños como los rayos X.

Mientras que como desventajas de la visión artificial se evidencia el alto valor de inversión para la implementación del sistema, el mantenimiento del sistema debe hacerse por personal especializado y la correcta sincronización de los componentes del sistema.

### ***2.3.3 Aplicación de la visión artificial en la industria***

De acuerdo con el Ministerio de Educación de España (2012), la visión artificial puede aplicarse tanto en la industria alimentaria, como en la farmacéutica, electrónica y la automatización, y tiene tres principales aplicaciones: el control de los procesos, control de calidad y aplicaciones no industriales.

Por otro lado, INFAIMON (2020) afirma que son varias las aplicaciones de los sistemas de visión artificial, ya que son muy diferentes y se adaptan a cada sector, cada actividad por diferente que sea y también cumple con las necesidades de la línea de producción. En el caso de la industria alimentaria y la industria sanitaria- científica está presente en la mejora de la calidad y la agilización del producto; en el sector electrónico evita los posibles errores humanos y en la automatización facilita la inspección de piezas o productos.

## **2.4 Programación y Lenguaje de programación**

De acuerdo con Trejos (2017) el término programación se refiere al área que estudia el arte de programar. Esta constituye el área formal en la cual se estudian las bases matemáticas, metodológicas, conceptuales y tecnológicas para llegar a programar con suficiencia, eficiencia y pureza en el código. Sin embargo, para comprender mejor este concepto es necesario definir también el significado de programar, según Trejos (2017), se describe como la capacidad que tiene una persona para articular instrucciones de un lenguaje de programación y lograr que un computador trabaje por sí mismo de forma más rápida y confiable. Es decir, es configurar un determinado dispositivo para que cumpla ciertas funciones o tarea, cuya configuración se realiza ingresando códigos que responden a un lenguaje de programación específico. La manera en que se desarrolla dicha configuración o programación depende de la persona que lo realiza, su creatividad y su experiencia.

En tanto el lenguaje de programación resulta indispensable al momento de programar. Es necesario mencionar también que desde el punto de vista de Trejos (2017), un lenguaje de programación es un “conjunto de instrucciones entendibles y ejecutables por un computador, que tiene una sintaxis propia y que, normalmente, cuenta con un entorno y unas reglas de desarrollo” (p. 20). Esto quiere decir que al igual que en nuestro idioma se tienen ciertas reglas ortográficas para entendernos apropiadamente, también en los idiomas computacionales se hacen indispensable que su lenguaje contemple el uso correcto de sus reglas para que el ordenar pueda ejecutar lo que se le está ordenando.

#### ***2.4.1 Programación por Python***

Python es un lenguaje de programación poderoso, flexible, fácil y sencillo de aprender; creado por Guido van Rossum a principios de los noventa, se trata de un lenguaje que procesa todo tipo de datos ya sean numéricos o de texto. (Caballero, 2021)

Caballero (2021) también señala que Python es un software libre utilizado en todas las plataformas y sistemas operativos habituales y posee una licencia de código abierto, lo que quiere decir que se puede usar y distribuir libremente incluso para uso comercial. Sus características se resumen en las siguientes:

Es un lenguaje interpretado, no compilado, usa tipado dinámico, fuertemente tipado.

Es multiplataforma, lo cual es ventajoso para hacer ejecutable su código fuente entre varios sistemas operativos.

Es un lenguaje de programación multiparadigma, el cual soporta varios paradigmas de programación como orientación a objetos, estructurada, programación imperativa y, en menor medida, programación funcional.

Entre sus ventajas se destacan, ser simple y rápido, elegante y flexible, posee una programación sana y productiva, ordenado y limpio, portable, y tiene en consideración a la comunidad que lo utiliza (Caballero, 2021). Por tanto, este lenguaje es el que se usa para el desarrollo del presente proyecto.

A la hora de programar en Python es importante conocer y elegir una librería como herramienta central para un correcto desarrollo de visión artificial, las librerías más importantes para desarrollar aplicaciones de visión artificial son:

- Torch3vision
- VLX
- RA VL
- LTI-lib
- OpenCV

Para el desarrollo de la automatización de un sistema de registro e identificación de ganado fueron utilizadas las siguientes librerías:

#### *Interfaz por librería de Python*

Para Sáez (2019) una interfaz gráfica, también llamada GPU, por sus siglas en inglés que significa Graphic User Interface, son ventanas mediante la cual los usuarios interactúan con los programas, actúan como intermediarios entre el programa y el usuario. En su interior suele tener varios elementos y gráficos que permiten la interacción. Para poder construir una interfaz gráfica en Python es necesario trabajar con una librería ya sea Tkinter, WxPython, PyQt o PyGTK, entre otros. Además, la estructura de una interfaz gráfica en *Python* está compuesta de 3 partes: la raíz, que es la ventana de la aplicación propiamente dicha; el frame, que es una estructura que agrupa diversos elementos y, por último, los widgets: que son los elementos dentro de la aplicación con el que usuario va a interactuar, desplegar textos, ejecutar comandos, etc. Aunque en algunas ocasiones el frame también puede ser considerado un *widget* (Sáez, 2019).

#### **2.4.2 Librería OpenCV**

OpenCV (Open Source Computer Vision) que en español significa visión por ordenador o visión artificial de código abierto, es la biblioteca de visión por computadora libre más grande en términos de funciones poseídas y contiene interfaces para varios lenguajes entre ellos el anteriormente mencionado, Python. Esta biblioteca es utilizada especialmente para fotografía, marketing, o seguridad (Marín, 2020). Algunos ejemplos de uso de OpenCV son la detección de movimiento, reconocimiento de objetos, reconstrucción 3D a partir de imágenes, entre otros.

La librería open CV puede ser representada en diferentes tipos de imágenes

- Imagen binaria.
- Imagen en escala de grises.
- Imagen en color.

En el proyecto de automatización es utilizada la imagen en color, este tipo de imagen se representan como una combinación de rojo, azul y verde, los demás colores se pueden lograr mezclando estos colores en porciones correctas.

#### **2.4.3 Librería Pygame**

Esta librería se utiliza, a pesar de ser una interfaz de juegos, como librería facilitadora de la manipulación de imágenes, animaciones, designar espacios y a su vez permite tener una mejor gama de colores.

## **2.5 Registro de información**

### **2.5.1 Base de datos**

Peiró (2020) define a la base de datos como el cúmulo de información y datos con cierto contenido que se pueden averiguar de forma ágil y separar por agrupaciones o categorías la información que se busca. De hecho, se trata de un conjunto de información dentro de un mismo contexto y que generalmente se encuentra de manera ordenada, que, como la autora los describe facilita la búsqueda y consulta por medio de palabras claves.

#### *Extensión .xml*

El XML no es un gestor de bases de datos, sino que se trata de un metalenguaje con el que los datos son almacenados” (AyudaLey, 2019). Este formato permite que la información sea organizada y exportada; por lo tanto, una base de datos XML provee un lenguaje más fácil de comprender y es amigable a la hora de intercambiar información.

## **2.6 Automatización**

Para VITC (2019) es una aplicación de distintas tecnologías que han tenido un enfoque al control y al monitoreo de una máquina, dispositivo o aparato que ejecutan tareas repetitivas, haciendo que este trabajo de forma automática y disminuye al máximo la intervención con personas.

Uno de los principios de la automatización es optimizar la calidad de los productos y a su vez reducir los esfuerzos y tiempos de producción. Sus principales elementos son equipamientos, sistemas de información y procedimientos. Todos estos elementos se relacionan funcionalmente entre sí (Castellanos, 2012).

### **2.6.1 Beneficios de la Automatización**

Es bien conocido las múltiples ventajas que brinda un proceso automatizado como la mejora del tiempo y de la calidad de los procesos, así como el ahorro de costo. Da Silva (2021), desde un punto de vista más actual, establece 7 beneficios de la automatización de procesos y son los siguientes:

- El Aumento de la productividad, ya que, al reducir esfuerzos, tiempo, costos en una determinada actividad, estos pueden ser invertidos en otros recursos o mejorar otros aspectos.
- El Paso a la transformación digital, que, aunque puede ser complejo, la sociedad actual exige cambios y las empresas deben ir a la par de esos cambios y necesidades.
- Una mayor claridad, la precisión en la ejecución de los procesos brinda mayor claridad en la información que puede ser usada en beneficio de la empresa.
- La agilización de los procesos, debido a que la principal ventaja de la automatización es la simplificación tanto en el proceso como en los resultados

- La obtención de registros de cumplimiento de tareas, ya que la automatización realiza un registro de cada detalle de una determinada actividad y esta información puede ser utilizada para procesos de evaluación.
- La estandarización de las operaciones, este beneficio se refiere a que con la información obtenido de los registros se puede establecer resultados esperados y fomentar confianza en los clientes.
- Y, por último, el aumento de la satisfacción del cliente, que se obtienen al cumplir de forma constante los resultados esperados y que va a marcar la diferencia con la competencia.

Como se observa, existen muchos beneficios en la automatización de los procesos pese a que, por supuesto también existen desventajas, estas últimas pueden ser superadas realizando evaluaciones diagnósticas para considerar la realidad situacional de cada empresa y así, garantizar la obtención de todos los beneficios mencionados. A su vez contrarrestar el impacto negativo de su implementación; por ejemplo, una de las desventajas de la automatización suele ser el despido de personal, en lugar de recurrir a esas medidas las personas pueden ser reubicadas en otras actividades que mejoren la productividad de la empresa.

### 2.6.2 Tipos o Clasificación de Automatización de procesos

De acuerdo con el Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), señala que hay diferentes tipos de sistemas automatizados aun cuando comparten elementos comunes como hardware, software, personas, datos y procedimientos. Se pueden clasificar de acuerdo con los parámetros característicos o de acuerdo a los parámetros matemáticos principales (UNED, 2011).

Según los parámetros característicos pueden ser: sistema en línea, sistema de tiempo real, sistema de apoyo a decisiones y sistemas basados en el conocimiento. Mientras que, según el parámetro matemático principal pueden ser los detallados en la tabla 2-1.

**Tabla 2-1:** Tipos de procesos automatizados según su parámetro matemático

	Parámetro matemático	Parámetro secundario
	I. Automatización de objetos	Procesamiento industrial
		Construcciones
		Ingeniería de diseño
		Organización y planificación
		Investigación y entrenamiento
		Militar y objetos cósmicos
		Medicina y técnicas de diagnóstico
		Procesamiento de datos
		Programación

AS		Cálculos de ingeniería etc.
	II. Grado de universalidad	Universal
		Especializado
	III. Principio de la operación	Digital
		Analógico
		Digital-analógico
	IV. Modo de utilización	Continua
		Regular
		Irregular
	V. Grado de automatización	Automático
		Semi-automático
	VI. Estacionalidad e invariancia	Estacionario
		Semi-estacionario
		Portátil
		Modular
	VII. Energía utilizada	Eléctrica
		Hidráulica
		Neumática
		Mixta

**Fuente:** Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control, UNED, 2011.

**Realizado por:** Gualotuña, Génesis, 2021.

El tipo de sistema automatizado que se usará en el presente proyecto es un sistema de Control de Supervisión y Adquisición de Datos (SCADA), que de acuerdo con Proymec (2018) es una red de control industrial más grande que a menudo está compuesta por subsistemas más pequeños, que incluyen sistemas de interfaz hombre-máquina conectados a unidades terminales remotas, que trabajan para traducir señales de sensores en datos comprensibles.

En este caso este término es aplicado porque se está realizando la automatización de un proceso de identificación y registro, generalmente este proceso sería realizado en inicio por dos técnicos veterinarios. Por lo tanto, los sistemas SCADA según su parámetro característicos son sistemas en tiempo real y según su parámetro matemático son automatización de objetos – procesamiento de datos, con un grado especializado, con principio digital-analógico, con un modo de automatización regular, con un grado semiautomático, estacionario y con energía mixta.

### ***2.6.3 Etapas de la Automatización***

Munuera (2020) realiza una investigación llamada “Estudio de las etapas de automatización de un proceso industrial: Comunicaciones y operación” en el que menciona levemente que abarca etapas como el diseño de la automatización, la integración, la programación y la validación. Además, afirma que en este proceso intervienen controladores programables, protocolos de comunicación, detectores y actuadores. Por lo tanto, su estudio lo divide en las siguientes partes; consideraciones previas: el controlador lógico programable, consideraciones previas: las comunicaciones

industriales, descripción del sistema, diseño del automatismo programable, luego sería la programación, y, por último, la validación de la automatización.

En cambio, INFAIMON (2020) establece que las etapas de la automatización desde el punto de vista del producto en sí, a diferencia del anterior estudio que establece el diagnóstico y diseño del proceso de automatización, el instrumento automatizado ya sea la máquina o mediante un robot debe cumplir las siguientes etapas:

Primero, captar datos y procesarlos, estos datos son obtenidos a través de la visión artificial que realiza la captación de imágenes que posteriormente un software se encargará de interpretar. Un sistema de visión artificial es imprescindible dentro de la automatización debido a que el sistema de visión artificial integra tributos para identificar patrones, leer código de barras, realizar el seguimiento de productos, entre otros, y a su vez posee procesadores que son softwares que permiten interpretar la información y responder en tiempo real. De tal manera que la automatización no podría darse sin un sistema de visión artificial.

La siguiente etapa sería el convertir los datos en información de valor, ya que la información que se puede recoger es amplia, lo realmente beneficioso de una automatización es el procesamiento de toda la información recopilado, extrayendo un producto de información que sea claro, conciso y útil para la empresa.

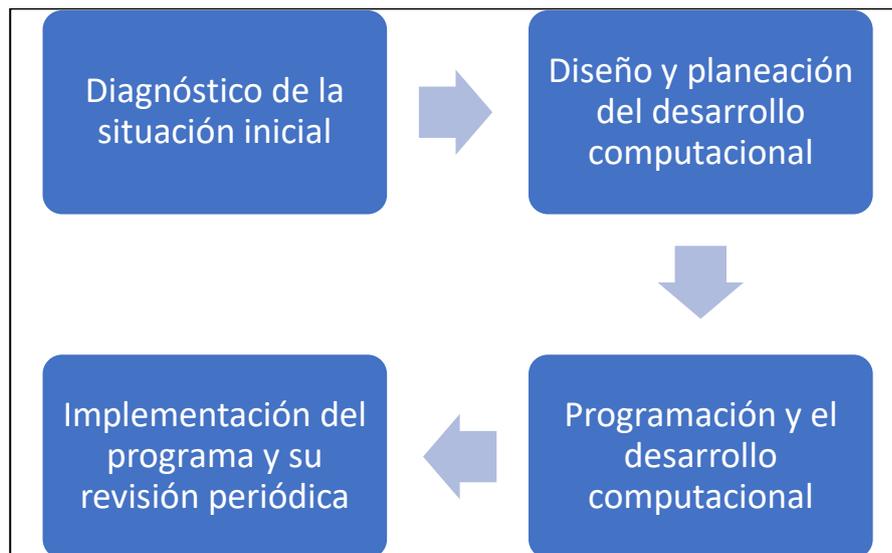
Facilitar la toma de decisiones acorde a la información obtenida sería la siguiente y última etapa, este procedimiento de tomar decisiones también puede darse de forma automatizada sin la intervención del ser humano siempre y cuando el instrumento automatizado este dotado de suficiente inteligencia artificial para tomar decisiones con relación a la información obtenida. Esta etapa no siempre está incluida en todo proceso de automatización.

## **2.7 Estructura de un sistema automatizado**

De acuerdo con el Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control de la UNED, la estructura de un sistema automatizado (SA) puede variar según “la complejidad del objeto a automatizar y los componentes que lo constituyen (...) la arquitectura del AS se determina a partir de las tareas que deben solucionarse” (UNED, 2011, p.12). El Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control de la, señalan que para diseñar un sistema automatizado se debe tener en cuenta 3 aspectos:

- La topología física o disposición real de cada uno de los elementos de la red.
- La topología lógica, o forma en la que los hosts se comunican a través del medio (broadcast o Ethernet y transmisión de tokens o Token Ring).
- La topología matemática, donde los mapas nodos y enlaces forman ciertos patrones. (UNED, 2011, p.12).

Dentro de este proyecto se establecen 4 pilares estructurales para la construcción del sistema automatizado. El primero involucra el *diagnóstico de la situación inicial* dentro del sistema actual de la empresa COLETMAX S.A para el ingreso, control y cuidado de los animales y así, evaluar las falencias del sistema actual y realizar un diseño que se ajuste a las necesidades de la empresa, reubicando también al personal y capacitando a quienes se quedaran en el manejo del nuevo sistema automatizado. El segundo pilar implica *el diseño y planeación del desarrollo computacional* y consecuentemente la adquisición de elementos hardware. En esta fase se procede a comprar todos los elementos necesarios para el proyecto. El tercer pilar comprende la ejecución de la anteriormente diseñado; es decir, *la programación y el desarrollo computacional*. Se realizan todos los procesos programables que deben estar presentes dentro del proyecto, así como la verificación de su correcto funcionamiento. Por último, el cuarto pilar abarca *la implementación del programa y su revisión periódica*. En esta fase se instala el programa junto con sus equipos dentro de la empresa COLETMAX S.A, se realizan capacitaciones al personal encargado y se realizan evaluaciones posteriores para verificar el funcionamiento. Los 4 pilares quedan representados en la ilustración a continuación.



**Gráfico 1-2:** Estructura de un sistema de automatizado de registro e identificación de ganado

**Realizado por:** Gualotuña, Génesis, 2021.

## **CAPÍTULO III**

### **3 MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Tipo de Estudio**

El presente trabajo es de carácter técnico investigativo considerando que se realiza la revisión teórica y bibliográfica necesaria para implementar un sistema automatizado de registro y estabulación de ganado dentro de la empresa COLETMAX S.A. que necesitará, además de conocimientos teóricos, también conocimientos prácticos dentro de la dinámica de la empresa, así como también contar con recursos tecnológicos e informáticos para desarrollar este proyecto con eficiencia y eficacia.

#### **3.2 Tipo de Investigación**

##### ***3.2.1 Investigación Documental***

La investigación documental es la encargada de recopilar información, analizarla para posteriormente organizarla en un documento teórico generalmente como anticipo del desarrollo de otro tipo de investigaciones ya que solo así se puede conocer el estado actual de la problemática de cualquier proyecto (Significados, 2020). Por esa razón, la presente investigación es de tipo documental debido a que cuenta con su documento teórico del cual el lector hace uso en este momento y en donde se detalla todo los antecedentes, definiciones y detalles específicos sobre el proyecto en cuestión.

##### ***3.2.2 Investigación de Campo***

La presente investigación también es de campo con un diseño experimental debido a que incluye su parte práctica fuera de un laboratorio y se mantiene contacto directo con las variables presentes en la empresa COLETMAX S.A. Además, cuenta con un diseño experimental debido a que se realiza la manipulación de variables en la estabulación, justamente una parte clave del proyecto es registrar el proceso de engorde del ganado.

#### **3.3 Metodología**

##### ***3.3.1 Método Inductivo***

Se utiliza el método inductivo al observar las dinámicas específicas dentro de la empresa COLETMAX S.A. Este método analiza sus antecedentes y el estado actual de la problemática en relación con el proceso manual de registro y estabulación del ganado, para posteriormente llegar a conclusiones como sus falencias, y luego establecer procesos de reparación en base a conceptos generales como la automatización de procesos.

### 3.3.2 Método Deductivo

Asimismo, se utiliza el método deductivo al establecer razonamientos desde conceptos y teorías generales como la automatización de los procesos, previamente descrita, y la forma correcta de implementar y ejecutar la automatización para el proceso de registro y estabulación de ganado de la empresa COLETMAX S.A.

### 3.4 Análisis de la situación Actual

Las condiciones iniciales en las que se desarrolló el proyecto dan a denotar la precariedad con la que se desarrollan los trabajos empíricos en el campo. Es así como se pudo observar que al momento de la toma de datos el personal técnico no mantenía un cuidado durante la anotación de los valores como se puede observar en la Figura 1-3.

#	ARETE	PESO	COLOR	ARETE	PESO	COLOR
1.33	1022		Amarillo	1165	988	Café
1.405	1330		Blanco	095	1124	Negro
448	1800		Blanco	1035	977	Blanco
1.320	1800		Blanco	313	1065	Blanco
324	983		Blanco	175	980	Blanco
920	8000		Blanco	588	980	Blanco
519	972		Blanco	1473	951	Blanco
1.438	771		Blanco	1254	928	Blanco
315	9000		Blanco	348	915	Café
570	10055		Blanco	1264	955	Café
1.348	928		Rojo	1434	910	Blanco
303	960		Blanco	1140	948	Blanco
1.179	900		Café	1300	948	Blanco
1.344	980		Blanco	1532	957	Blanco
1.445	1005		Gris	1342	925	Blanco
498	1015		Gris	1116	1000	Blanco
1.460	815		Negro	108	1008	Blanco
258	968		Amarillo	108	1008	Blanco
1.407	955		Gris	1255	991	Blanco
536	1045		Blanco	354	946	Pintado
1.442	780		Gris	0066	926	Blanco
1.393	1009		Café	306	965	Café
1.433	1186		Blanco	1130	1100	Blanco
1.224	1035		Rojo	1103	923	Café
1.498	763		Blanco	606	1008	Pintado
1.242	917		Blanco	234	1000	Café
399	918		Negro	658	1000	Blanco
1.499	1046		Amarillo	306	1100	Barro
1.084	621		Rojo	1173	1000	Amarillo
1.462	910		Blanco	1361	943	Amarillo
1.163	898		Blanco	1381	1060	Gris
497	1013		Amarillo	314	808	Blanco
635	838		Blanco	495	1100	Negro
1.444	1664		Blanco	1143	1100	Blanco
121	1039		Negro	216	070	Blanco
992	988		Rosado			
993	944		Negro			

**Figura 1-3:** Toma de datos ingreso de animales – situación inicial  
**Realizado por:** Gualotuña, Génesis, 2021.

Esto a causa de que no existía un sitio adecuado para la toma de datos y tampoco un cuidado en las condiciones en que estos datos eran escritos como se puede observar en la figura 2-3 que los datos adquiridos no tenían un resguardo, ni condiciones para la toma de datos que les permitiese tener un correcto control para la manipulación de las hojas de escritura.



**Figura 2-3:** Área para la toma de datos – situación inicial  
Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.

### 3.5 Definición de requerimientos

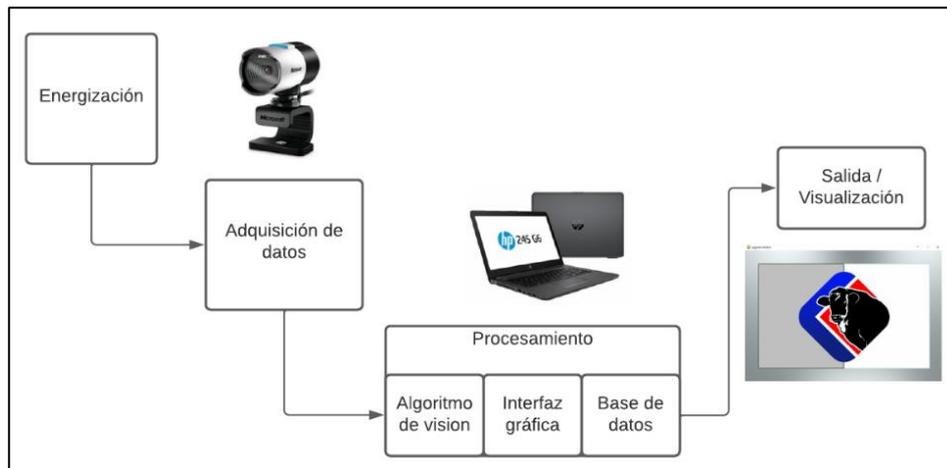
Se propuso el desarrollo de un sistema para la identificación y registro de pesos provenientes de animales, esto origina como principal objetivo el reconocimiento y clasificación de objetos a través de visión artificial. Por lo cual posterior a una selección y comparación de productos, es necesario determinar todos los elementos adecuados para la ejecución del trabajo

- Extraer el valor del peso de una balanza digital, por medio de reconocimiento de imagen debido a que la balanza no proporciona el medio para la extracción de información.
- Generar un HMI.
- Desarrollar una base de datos.
- Desarrollar una interfaz amigable que permita procesar los datos obtenidos correspondiente al bovino.

### 3.6 Arquitectura del prototipo

La figura detallada a continuación expone la arquitectura del sistema de toma de pesos mediante la implementación de visión artificial, se considera un bloque general con subetapas que van a partir de la toma de información y su procesamiento.

El sistema programable capta información a través de una cámara de video o también mencionado como dispositivo para la adquisición, aquí la información se direcciona a unidades de procesamiento donde el algoritmo de procesamiento de imágenes las identifica y reconoce las características de cada elemento numérico con las cualidades propias del indicador de peso, esto será realizado con cada toma de datos a la salida de los animales.



**Gráfico 1-3:** Arquitectura del prototipo

**Realizado por:** Gualotuña, Génesis, 2021.

*Etapa de energización:* es aquella en que se da energía al sistema para que este funcione en su totalidad

*Etapa adquisición de datos:* A través de una cámara de video es posible visualizar los elementos que se requieren y transportarlos al desarrollo y procesamiento de datos

*Etapa de procesamiento:* Aquí se contiene el algoritmo de visión, interfaz gráfica y la base de datos puesto que la unión de estos tres elementos conforma el desarrollo de un sistema capaz de procesar los datos provenientes de la etapa de adquisición para que posteriormente estos sean visualizados

*Etapa de visualización:* En esta etapa se puede observar todos los datos obtenidos por las distintas etapas, y así lograr conocer en tiempo real lo que está sucediendo con el sistema

### **3.7 Hardware**

Seleccionar el hardware que cumpla con los requerimientos necesarios para la adquisición y procesamiento de imágenes.

#### ***3.7.1 Hardware para la adquisición de imágenes***

El elemento para la adquisición de imágenes tipo cámara de video puede ser considerado el más importante o de mayor relevancia dentro del proyecto. Es por esto que se ponen a consideración diferentes tipos y modelos de cámaras para la adquisición de imagen

##### ***3.7.1.1 Cámara Web Microsoft LifeCam Studio***

Una cámara web es una cámara digital que necesita ser conectada a una computadora para poder capturar y transmitir elementos tipo imagen de forma privada. Este tipo de cámaras son de baja resolución y dependiendo el modelo suelen tener la lente giratoria.

Su instalación es sencilla puesto que consiste en la conexión entre la cámara y una computadora, esto mediante a un cable y puerto USB. Estas cámaras están formadas por un lente, sensor de imagen y conexiones eléctricas necesarias



**Figura 3-3:** Cámara Microsoft LifeCam Studio 1080p HD Webcam

Fuente: <https://www.freepik.com/>

#### 3.7.1.2 Cámara de video profesional Sigma FP

Dispositivo para capturar imágenes y videos convirtiéndolas en señales eléctricas, aquí se pueden dar a notar las cámaras de grandes dimensiones para TV y las cámaras de video más compactas. La cámara Sigma FP es característica por su alta resolución y su calidad dentro del mercado cuando se adquieren distintos accesorios para potenciar sus cualidades. Es un dispositivo pequeño con posibilidad de obtener tomas 4k.



**Figura 4-3:** Sigma FP cámara digital

Fuente: <https://www.freepik.com/>

### 3.7.1.3 Selección de elementos de adquisición

**Tabla 1-3:** Comparación y selección de cámara

	<b>Sigma FP</b>	<b>LifeCam Studio</b>
<b>Resolución</b>	2160 p	1080p (1920 x 1080)
<b>Lente</b>	Vidrio	Vidrio
<b>Enfoque</b>	Autoenfoque	Autoenfoque
<b>True color tecnología</b>	Si	Si
<b>Fácil adaptación a estructura</b>	No	Si
<b>Peso</b>	14.9 onzas	4.52 onzas
<b>Dimensiones</b>	9.1 x 9.1 x 9.1 pulgadas	1.77 x 2.36 x 4.49 pulgadas
<b>Precio</b>	\$1,699.00	\$ 99.90

Fuente: Microsoft.com

Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.

La Cámara Microsoft Life Cam Studio es la más adecuada para la implementación de un sistema de visión artificial, iniciando con la estructura de esta que otorga más facilidades para la adaptación del indicador de peso con la finalidad de mejorar las condiciones de iluminación a la hora de extraer los valores de la balanza mediante visión artificial.

Además de que algunas de sus características son similares a las de la cámara en comparativa donde la resolución otorgada por la LifeCam es suficiente para el desarrollo del proyecto, por lo que la diferencia del valor entre ambas cámaras no representaría una selección adecuada.

## 3.7.2 Hardware para el procesamiento de imágenes

### 3.7.2.1 Raspberry PI 4

La Raspberry a pesar de su tamaño reducido es en teoría un ordenador de bajo coste que es adaptado a las necesidades básicas de programación. Fue diseñado en un principio para el aprendizaje informático sin embargo sus funcionalidades han dado una mayor apertura de desempeño permitiéndolo funcionar como ordenador, servidor, centro multimedia, controlador, bot, entre otros.



**Figura 5-3:** Raspberry PI 4

Fuente: <https://www.freepik.com/>

### 3.7.2.2 Arduino Mega

Placa de desarrollo que se basa en un microcontrolador y posee 54 entradas/salidas, Arduino es un entorno de desarrollo de fácil interacción que tiene infinitas posibilidades de desarrollo a través de sensores, actuadores y demás dispositivos dentro de entornos domésticos, académicos e incluso en ámbitos empresariales.



**Figura 6-3:** Arduino Mega 2560

Fuente: <https://www.freepik.com/>

### 3.7.2.3 Computadora HP 240 g6

Maquina diseñada para desarrollar múltiples tareas de la vida cotidiana procesando datos para otorgarle un grado de utilidad elevado. Todo esto se logra a través de cumplir instrucciones que el usuario de en base a funciones específicas.



**Figura 7-3:** Computadora Hp

Fuente: <https://www.freepik.com/>

### 3.7.2.4 Selección de elementos de procesamiento

**Tabla 2-3:** Comparación y selección de unidad de procesamiento

	<b>RASPBERRY PI 4</b>	<b>ARDUINO MEGA</b>	<b>HP 240 g6</b>
<b>Conectividad</b>	WIFI - ETHERNET	ETHERNET	WIFI – ETHERNET
<b>Cpu</b>	1.5GHz 64-bit quad-core	16 MHz	3.1GHz, 3MB cache, 2 núcleos
<b>Memoria</b>	1 GB, 2 GB, 4 GB u 8 GB	8KB RAM y 4KB Eeprom	RAM : 4 GB DDR4 / Disco Duro 1 TB 5400rpm
<b>Consumo</b>	Máximo 3 <sup>a</sup>	93 mA	Unknow
<b>Pantalla</b>	No	No	Si

Fuente: Raspberrypi.com

Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.

Basado en sus características de CPU y memoria, facilidad para la visualización de los elementos, así como la fácil manipulación del elemento, sumado con los requerimientos del dueño para con el proyecto de automatización la computadora hp 240 g6 es la mejor opción para el procesamiento de información proveniente de los elementos de adquisición, así como también la óptima para la visualización del programa y su manipulación.

### **3.8 Requerimientos de Software**

Definir la plataforma software de desarrollo para la elaboración de una aplicación informática que permita:

- Desarrollar una interfaz gráfica que cuente con los recursos necesarios para la anexión.
- Seleccionar la plataforma adecuada para la codificación de un algoritmo de visión que me permita extraer los valores numéricos.
- Diagrama de proceso.

#### ***3.8.1 Diseño de la interfaz gráfica***

Esta sirve como medio de interacción entre el usuario y el sistema, así como también permite visualizar la información de la base de datos. La interfaz gráfica propia del proyecto posee un entorno visual amigable para el usuario, en este caso los empleados del establo. Donde el manejo del programa se caracteriza por su sencillez y agilidad, permitiendo ahorrar tiempo y recursos en el registro del bobino.

#### ***3.8.2 Definición de elementos***

El proceso de estabulación se encuentra dividido en dos centros de concentración animal, ambos pertenecientes a la misma empresa; es por esta razón que es fundamental la división de la página principal en dos secciones. Cada una de estas única para cada centro de estabulado.

A su vez se necesita una pestaña que permita la visualización mediante la cámara de video. En la que se pueda comprobar que el dígito que marca la báscula es el mismo que se refleja en la interfaz.

Es necesaria la presencia de un teclado que permita ingresar de forma manual la numeración de los aretes por si existe alguna complicación en la toma de datos mediante visión artificial.

Por último, Un enlace directo que permita conocer a través de la base de datos cualquier información perteneciente a cada animal. Esto con el fin de identificar el progreso que tuvo el bovino durante su estancia en el establo.

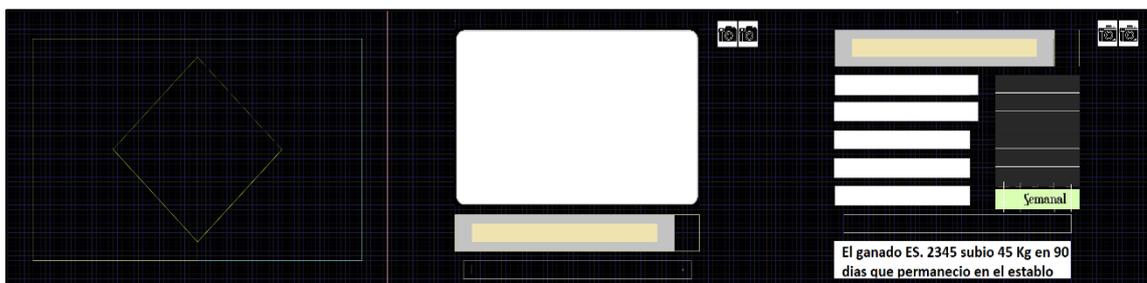
### 3.8.3 Estructura para la visualización de la interfaz gráfica

#### 3.8.3.1 Asignación de espacios en el área de trabajo

Después de definir los elementos que intervienen en la interfaz y el número de pestañas se define el área de trabajo junto con las proporciones que manejan, Con la finalidad de una mayor compatibilidad con la mayor cantidad de ordenadores sin alterar sus valores predeterminados se utilizan los valores mínimos de resoluciones para monitores y se utiliza valores similares en la relación de aspecto.

Los valores seleccionados son de 900 pixeles de ancho y 600 pixeles de alto y su relación de aspecto es de 3:2 por cada píxel 3 pixeles de ancho 2 de alto.

El proceso se lo realiza en un programa de edición de dibujo y se obtiene como resultados las coordenadas donde se encontrará cada elemento de la interfaz grafica.



**Figura 8-3:** Designación de áreas de trabajo

Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.

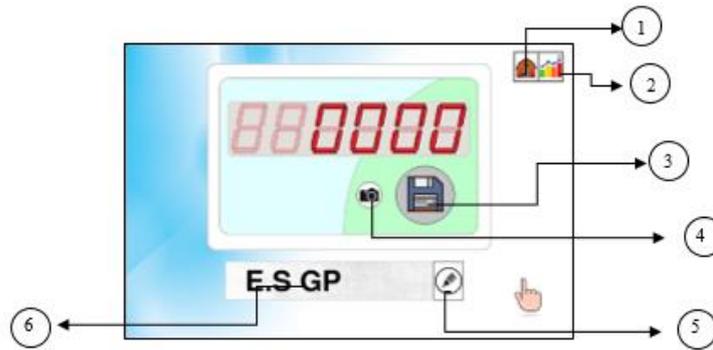
#### 3.8.3.2 Asignación de imágenes

Luego de haber obtenido y definido las propiedades de las imágenes y las posiciones que tomarán, los diseños previamente entregados por la empresa son colocados en estos espacios predefinidos donde cumplirán sus funciones específicas. Las cuales son el registro y almacenamiento de datos propio de cada animal. Finalmente, mediante la librería Pygame se agrega un fondo con transparencia que otorga una visualización uniforme y acorde a todo el desarrollo gráfico.



**Figura 9-3:** Pantalla Principal

Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.



**Figura 10-3:** Detección de dígito  
**Realizado por:** Gualotuña, Génesis, 2021.

**Tabla 3-3:** Descripción de elementos / dígitos

ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Botón vínculo a inicio
2	Base de datos y registros por código
3	Guardar
4	Visualización en tiempo real de estado del display
5	Ingresar código del animal
6	Nomenclatura Fija / Identificación de propietario

**Realizado por:** Gualotuña, Génesis, 2021.

### 3.8.4 Generación de la base de datos

Una base de datos es la compilación de elementos, en este caso valores cronológicos que son almacenados uno tras de otro de manera sucesiva. La plataforma seleccionada para la realización de una base de datos es Microsoft Excel puesto que es un programa nativo del sistema Microsoft Windows el cual se encuentra en una gran cantidad de computadores y además presenta compatibilidad con otros sistemas operativos.

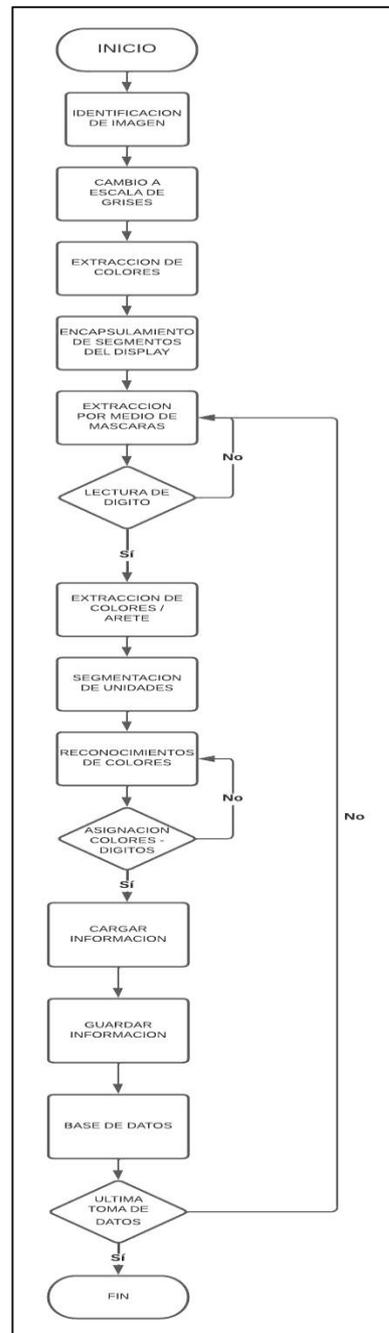
Definida la plataforma para la base de datos se utiliza la librería Openpyxl que permite manipular hojas de trabajo en Excel donde su uso principal es en la comunicación bilineal Python-Excel y Excel-Python

Para ello el primer paso es llamar a la hoja de Excel para la manipulación de los valores mediante las siguientes sentencias:

- Filesheet: con esta sentencia se genera una variable de tipo filesheet para que un variable .xlsx sea otorgada
- Load\_workbook (filesheet): Sentencia que permite cargar el archivo que se crea previamente con la extensión Excel

- Posterior a la creación de una variable tipo .xlsx se debe activar la comunicación Python – Excel, para ello se utiliza los comandos “sheet” y “wb.sheet” las cuales son proporcionadas por la librería Openpyxl.
- La Escritura en la base de datos se encuentra asignada con el botón guardar, permitiendo almacenar los datos correspondientes a la fecha, numero de bovino y peso del animal.
- Finalmente, para poder obtener la lectura dentro de la base de datos es utilizado el comando “contador” y la sentencia “.value” de la librería Python que permite obtener el valor exacto de la celda asignada.

### 3.8.5 Desarrollo de algoritmo de visión artificial para la adquisición de pesos



**Gráfico 2-3:** Diagrama de flujo de la programación  
**Realizado por:** Gualotuña, Génesis, 2021.

El proceso de automatización se encuentra centrado en la utilización de visión artificial para la lectura de los dígitos del indicador de peso, posteriormente este valor se vincula con la parte de interacción conocida también como una interfaz gráfica. El desarrollo del software fue trabajado en el lenguaje de programación interpretado tipo PYTHON donde en principio se obtiene la identificación de la imagen proveniente del display de la báscula, esta imagen es cambiada a escala de grises, se extraen los colores y se encapsula cada uno de los segmentos del display para de esta manera extraer por medio de máscaras los números que se reflejan en la pantalla digital.

Cuando se ha obtenido la lectura del dígito se procede a la extracción del código distintivo del animal de la misma manera en que se pudo obtener los datos de peso, el sistema de extracción de dígito viene delimitado por el reconocimiento derivado a partir de asignación de colores a números definidos.

En el momento en que se han obtenido la información numérica tanto de peso y codificación se procede a cargar y guardar la información dentro del programa, para así almacenarla en una base de datos. Este proceso se repite la cantidad de veces deseada de acuerdo con la necesidad diaria de ingresos y salidas de animales.

A continuación, se detallan los elementos más importantes para el desarrollo del sistema y sus funciones.

#### 3.8.5.1 Lectura de la imagen – Extracción de elementos de color

El primer paso es obtener una imagen sobre la que se va a elaborar el algoritmo, este posteriormente se adaptará a un video para poder trabajarlo en tiempo real. Es importante que la imagen sea capturada con el dispositivo de adquisición propio del sistema automatizado puesto que a partir de esta imagen se determinarán las medidas y los colores propios del dispositivo a identificar.



**Figura 11-3:** Imagen de indicador de peso capturada por cámara web.  
**Realizado por:** Gualotuña, Génesis, 2021.

Los atributos que posee una imagen son las dimensiones, los canales de color y otros. Una imagen normalmente posee tres canales de color.

Para la distinción de los colores es utilizada la librería OpenCv, la cual lee las imágenes con el modelo de color BGR. Este tiene base en la percepción humana de colores y es por esto que cada color de la gama se encuentra dentro del modelo.

El proceso de cambio de un modelo tricromático a un monocromático permite realizar operaciones, detección de bordes y umbralización. Es necesario utilizar el comando “gris” que permite cambiar el modelo de BGR a escala de grises.



**Figura 12-3:** Indicador de peso en escala de grises  
Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.

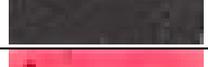
Es necesario poder identificar los colores primordiales que deben estar presentes a la hora de un reconocimiento exacto del indicador de peso mediante visión artificial. Es por esto por lo que se debe señalar dichos colores para posteriormente extraer los mismos y su tonalidad exacta



**Figura 13-3:** Intervalos de Color  
Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.

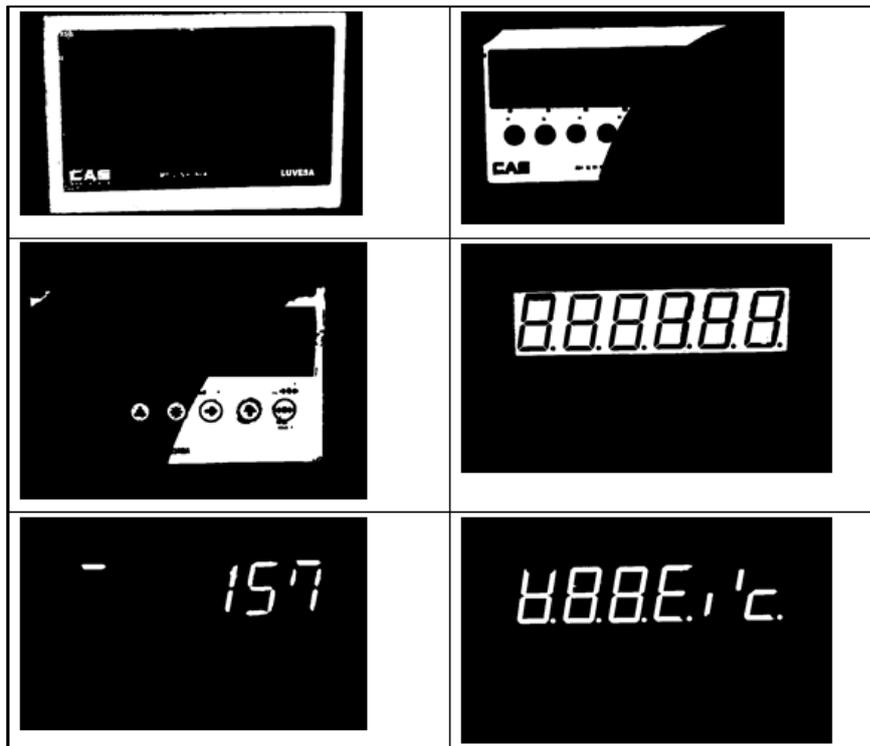
Definidos los intervalos de color se los expresa en la codificación con un algoritmo definiendo los valores mínimos y máximos. A través del comando `np.array`; posteriormente estos valores se asignan en rangos dentro una máscara. (comando 'mask')

**Tabla 4-3:** Extracción de color

	Nombre	Color	Muestra	Color HSV	Intervalo Mínimo	Intervalo Máximo
1	Marco o Borde	Escala de Grises		[80, 191, 86]	[0, 80, 0]	[180, 255, 220]
2	Botonera	Celeste		[89,252,211]	[85, 220, 170]	[95, 255, 240]
3	Botonera	Verde		[33,252,197]	[28, 220, 150]	[38, 255, 255]
4	Carcaza	Negro		[170,36,63]	[ 0, 0, 0]	[180, 100, 100]
5	Leds Encendido	Rojo		[177,137,215]	[170, 100, 180]	[180, 180, 255]
6	Led Apagado	Gris		[145,9,167]	[0, 0, 100]	[180, 50, 200]
7	Borde Carcaza	Verde Oscuro		[39,139,185]	[36, 110, 155]	[42, 170, 215]

*Realizado por: Gualotuña, Genesis, 2021.*

En la tabla 4-3 se observan los valores obtenidos por la extracción de color que se realiza a través de los elementos de visión artificial, esto con la finalidad de obtener un valor de color que debe ser asignado a los elementos de la interfaz gráfica y a su vez esta extracción de color permite dejar los elementos gráficos de la báscula como se observa en la figura 14-3



**Figura 14-3:** Resultados extracción de color

*Realizado por: Gualotuña, Genesis, 2021.*

En la figura 14-3 se puede evidenciar el estado de la visualización del display de la báscula después de haber sido aplicado el proceso de extracción de color previamente mencionado. Esto se realiza en busca de poder resaltar los valores numéricos de la báscula.

### 3.8.5.2 Lectura de la imagen - Extracción del dígito

Se puede definir a los métodos como el proceso que existe para llegar a un resultado siguiendo una ruta establecida, cabe mencionar que existe una gran variedad de métodos juntos con sus variaciones.

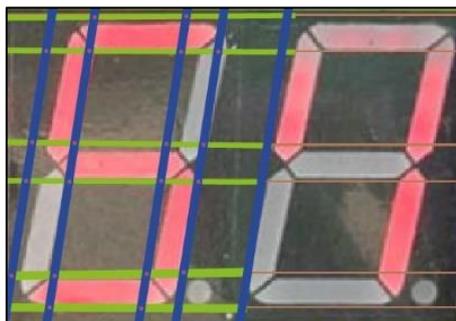
En la definición de los elementos de la balanza se mencionó que las secciones del dígito presentan características para ser analizadas en el algoritmo, entre ellas el color la que presenta la cualidad uniformidad en toda su área, por ello se justifica que pueda ser extraída una sección de esta sin alterar el funcionamiento ni la eficiencia del algoritmo.

Sin embargo, esto no sucede con los números o dígitos del display, puesto que, su variación en función al elemento externo puede significar una ineficiencia del algoritmo. Es por ello que es necesario obtener los segmentos propios del display.

Mediante la ubicación de líneas de encapsulamiento por coordenadas se pueden observar las delimitaciones dentro del display. Para de esta manera poder extraer e identificar los segmentos propios de cada uno de los números.

La obtención de las coordenadas se realiza con la creación de la réplica de la balanza, utilizando un vector unitario y multiplicando el ancho y el alto de la imagen.

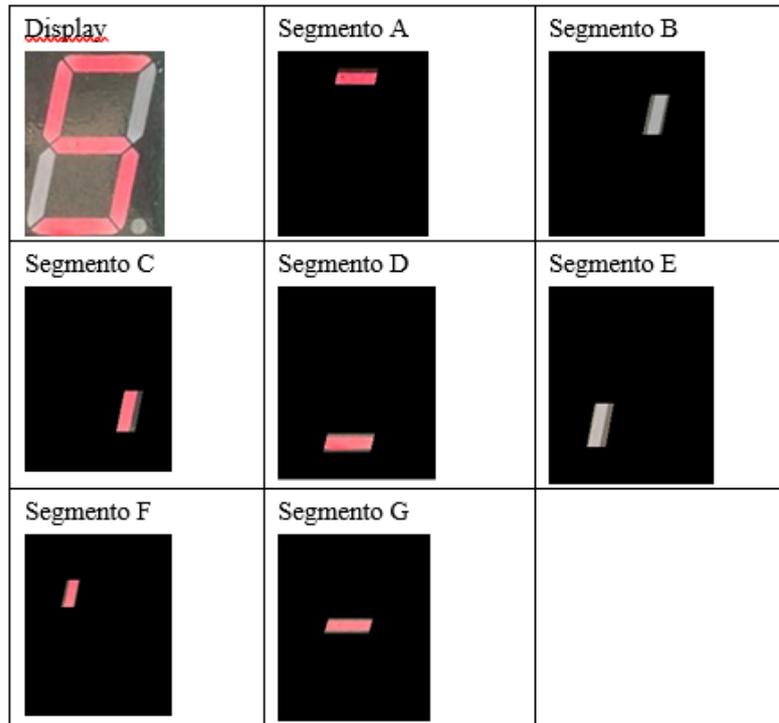
Se generó esta imagen con fines explicativos, donde los puntos de color morada representan los vértices para generar el área de cada led, además se visualiza la distancia entre los dígitos.



**Figura 15-3:** Áreas de segmentos de Display  
Realizado por: Gualotuña, Genesis, 2021.

Los nombres son asignados tomando como referencia el funcionamiento real de los displays con las letras a, b, c, d, e, f, g.

Desarrollando una ejemplificación con un numero perteneciente a una imagen real del elemento visualizador (display) se pueden obtener los siguientes datos:



**Figura 16-3:** Segmentos de Display  
 Realizado por: Gualotuña, Genesis, 2021.

Existen dos tipos de extracción del dígito que pueden ser utilizadas para obtener los números del display mediante visión artificial. Estos métodos son los siguientes:

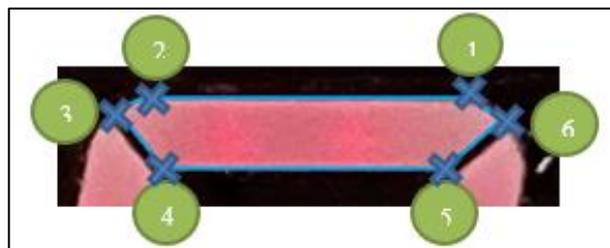
### 3.8.5.3 Extracción por medio de máscaras

El método de extracción por medio de máscaras se basa en la realización de tres pasos fundamentales los cuales son:

- 1) Ingreso de Puntos para la creación del área de interés

Para la creación de un área de interés se coloca los puntos para crear un polígono cerrado.

Los puntos seleccionados en la imagen son los que proporciona la plantilla, y se definen del 1 al 6 en sentido antihorario. Donde los valores se los agrega a una array obteniendo un listado de coordenadas.



**Figura 17-3:** Aplicación de puntos en plantilla - método de la máscara  
 Realizado por: Gualotuña, Genesis, 2021.

## 2) Creación de una imagen binaria con el área seleccionada

Se dibuja la figura con el conjunto de coordenadas en una imagen totalmente vacía, donde la marcación de puntos da como resultado lo siguiente:



**Figura 18-3:** Imagen binaria  
Realizado por: Gualotuña, Genesis, 2021.

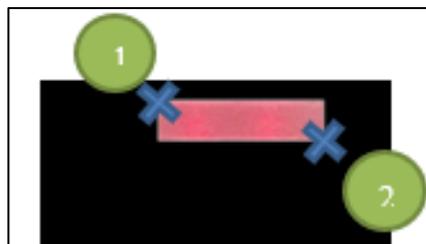
## 3) Extracción de área de interés mediante el uso de máscaras

La imagen binaria ofrece trabajar con máscaras en la sección marcada de color blanco o 1, mediante el comando 'image área= 'se aplica el uso de una máscara a la imagen original donde el resultado que se aprecia es cada uno de los segmentos iluminados del display de manera individual.

### 3.8.5.4 Extracción por medio de secciones de la imagen

Existe un único paso y consiste en seleccionar una sección de la imagen mediante las coordenadas inicial y final de nuestro rectángulo.

Los puntos mencionados son los vértices opuestos del rectángulo y esto se logra utilizando el comando 'área.pts'.



**Figura 19-3:** Extracción de puntos – método de secciones  
Realizado por: Gualotuña, Genesis, 2021.

### 3.8.5.5 Diferencia entre métodos de extracción de dígitos

**Tabla 5-3:** Comparativa entre métodos

	<b>Máscaras</b>	<b>Secciones Rectangulares</b>
Resultado Visual		
Polígonos	Cualquier polígono cerrado, insertando las coordenadas de los puntos en sentido anti horario.	Únicamente rectángulos, insertando las coordenadas de los vértices opuestos del rectángulo.
Contención del área del Segmento	La mayor parte del segmento se encuentra encapsula en un hexágono irregular.	Cerca del 70% del área de interés de encuentra limitada.
Operaciones	Creación de una imagen binaria por cada segmento. Aplicación de operadores Lógicos en conjuntos	Seleccionar una sección de imagen y crear una imagen con la sección.
Usos	Extracción de área de interés en figuras geométricas complejas.	Trabaja con cuadrículas, pequeñas regiones y patrones rectangulares. Normalmente las secciones poseen características similares.
Área del Resultado	Su área como resultado será igual al alto y ancho de la imagen original.	El área tiene un valor igual a la sección extraída.

Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.

Puesto que los segmentos del display poseen más de cuatro puntos de interés se ha seleccionado el método de extracción por mascarar. Esto permite que se obtenga de forma más precisa los datos que el elemento visualizador otorgue.

### 3.8.6 Desarrollo de un de algoritmo de visión artificial para la adquisición de distintivos únicos de los animales

Inicialmente en el proceso de pesaje del animal se pudo evidenciar una problemática en la lectura de los códigos puesto que, en muchas ocasiones la tipografía de escritura del técnico veterinario no era lo suficientemente legible y en algunos casos la transcripción era errónea.

#### 3.8.6.1 Codificación del dígito del bovino

El establo no cuenta con un sistema estandarizado de codificación del dígito del bobino, para automatizar el proceso se decidió la realización de una codificación propia basada en el uso de visión artificial en donde se plantearon dos soluciones.

- La codificación numérica y su lectura realizada mediante algoritmo OCR. (Reconocimiento óptico de caracteres)
- Codificación por rango de colores.

**Tabla 6 -3:** Comparativa entre pruebas de obtención

	OCR (Reconocimiento óptico de caracteres)	Codificación por rango de colores
Ventajas	Alto tiempo de procesamiento en el algoritmo.	Bajo tiempo de procesamiento en el algoritmo.
Desventajas	Remueve parte del dígito, lo que imposibilita su lectura. Números demasiados pequeños. Suciedad.	Pérdida de tonalidad de color. Los operarios deben conocer la codificación. Suciedad.

**Realizado por:** Gualotuña, Genesis, 2021.

Se escogió la codificación por colores a razón de que esta presenta un tiempo relativamente corto de procesamiento, también se conoce que los animales en su entrada a la balanza lo hacen alterados; por lo que ocupar OCR para la lectura es muy complicado gracias a la distorsión que puede existir a causa del movimiento del animal, por otro lado, la codificación por colores es uniforme a lo largo de toda su área por lo que al momento de la captación de la imagen no existe problema alguno.

Al haber seleccionado un método para de codificación del digito se procede en asignar un tono color para cada número.

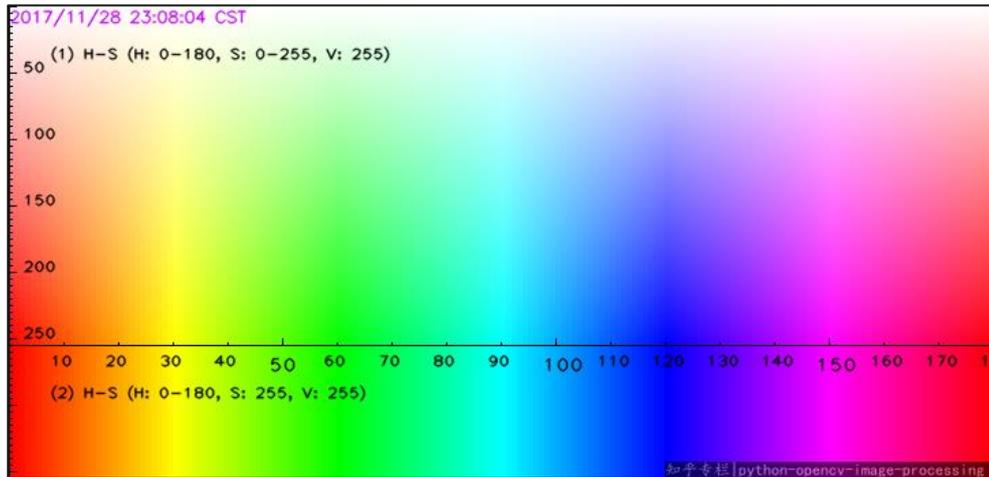
**Tabla 7 -3:** Asignación de colores por dígito.

Dígito	Color	Dígito	Color
0	Celeste	5	Violeta
1	Amarillo	6	Negro
2	Rojo	7	Blanco
3	Azul	8	Rosado
4	Naranja	9	Verde

**Realizado por:** Gualotuña, Genesis, 2021.

Es necesario trabajar con rangos de colores esto a razón de que la tonalidad del color cambia en dependencia de la luminosidad del ambiente.

Aquí se trabaja con el modelo de color HSV que es aquel que se desarrolla bajo rangos de colores. La figura 3-20 representa el modelo de color HSV y su matiz que inicia en el color rojo con un valor inicial de 0 y culmina la gama de colores en 180.



**Figura 20-3:** Rango color arete para la distinción animal  
**Realizado por:** Gualotuña, Genesis, 2021.

El modelo de color HSV permite la extracción de la tonalidad del color, mediante un programa de edición de imágenes se puede determinar exactamente los límites para cada color. La tabla 7-3 detalla el color y rango matiz para cada número.

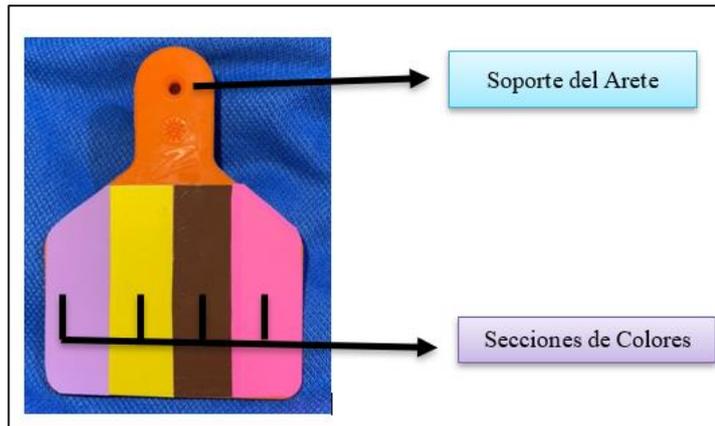
**Tabla 8 -3:** Detalle rango de color

Dígito	Color	Muestra de Color	Rango de Matiz
0	Celeste		82 -93
1	Amarillo		24 -32
2	Rojo		1-10
3	Azul		112 - 128
4	Café		1-5
5	Rosado		148-160
6	Negro		V (0-30)
7	Blanco		S (0-30)
8	Morado		132-142
9	Verde		38-52
Referencia	Naranja		12-20

**Realizado por:** Gualotuña, Génesis, 2021.

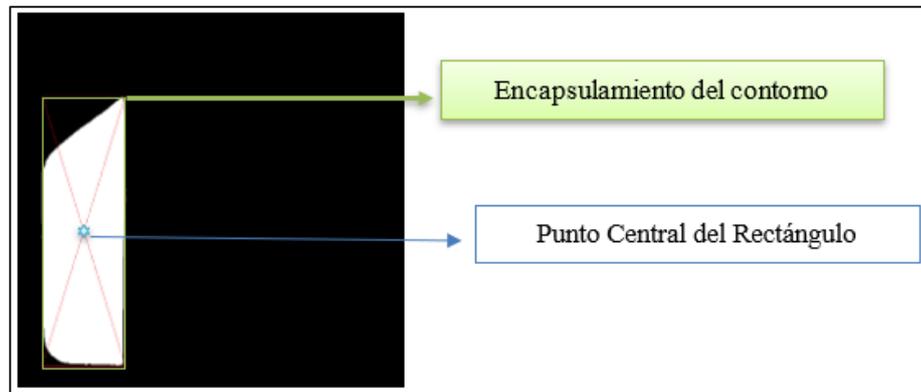
### 3.8.6.2 Algoritmo de visión artificial

El primer paso es la obtención de imágenes que funciona como modelo para la creación del algoritmo, se realizó una adaptación a los aretes del bovino donde la Figura 3-20 detalla la modificación realizada a los aretes.



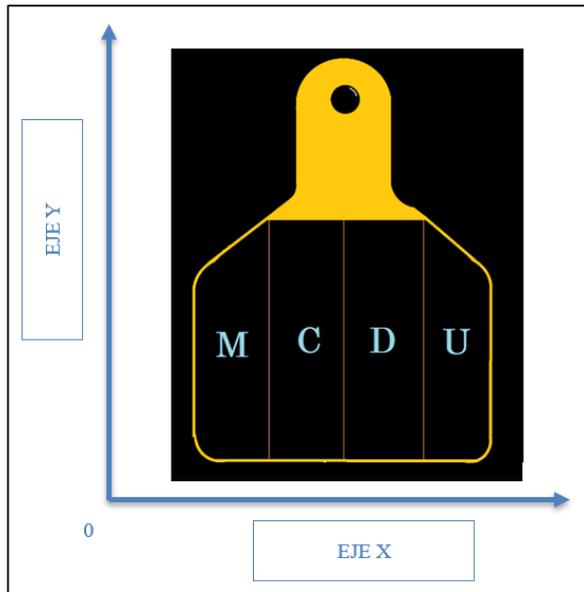
**Figura 21-3:** Nuevo arete para la distinción animal  
 Realizado por: Gualotuña, Genesis, 2021.

Se realiza la extracción de color encapsulando el contorno del área delimitada por el color y se extrae las coordenadas del punto central del rectángulo.



**Figura 22-3:** Encapsulamiento de área  
 Realizado por: Gualotuña, Genesis, 2021.

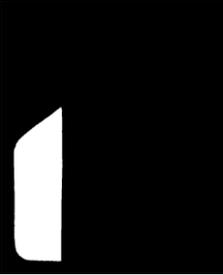
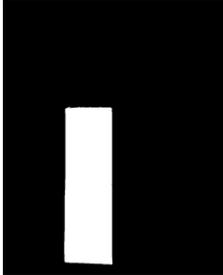
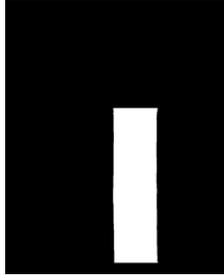
La posición obtenida permite determinar si el dígito extraído corresponde a U de unidad, D de décima, C de centena y M de mil. La coordenada X es la que permite determinar la posición correspondiente mediante una comparación entre los 4 puntos centrales encontrados.



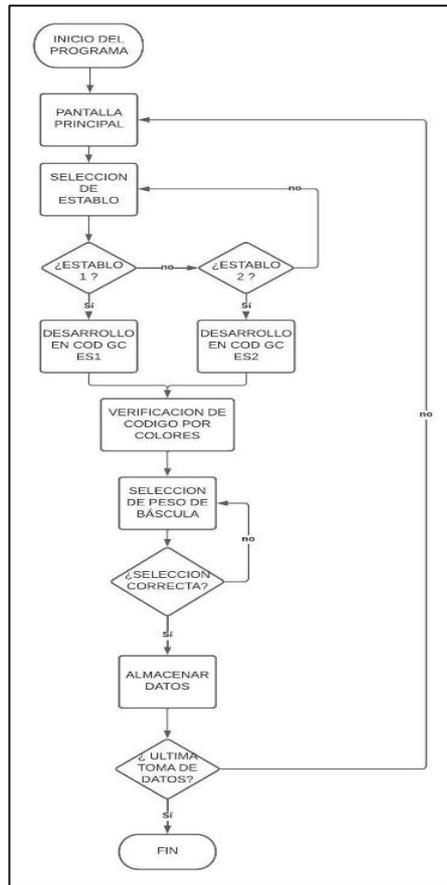
**Figura 23-3:** Simulación de arete para definición de unidades  
**Realizado por:** Gualotuña, Genesis, 2021.

Aplicando los pasos anteriormente detallados se puede obtener la información del color correspondiente al dígito y la posición del punto central.

**Tabla 9-3:** Prueba de extracción de rango de color y asignación de número.

Mil	Centena	Décima	Unidad
			
Morado	Amarillo	Café	Rosado
8	1	4	5

**Realizado por:** Gualotuña, Génesis, 2021.



**Gráfico 3-3:** Diagrama del sistema  
 Realizado por: Gualotuña, Genesis, 2021.

### 3.8.7 Creación de Plano de la Balanza

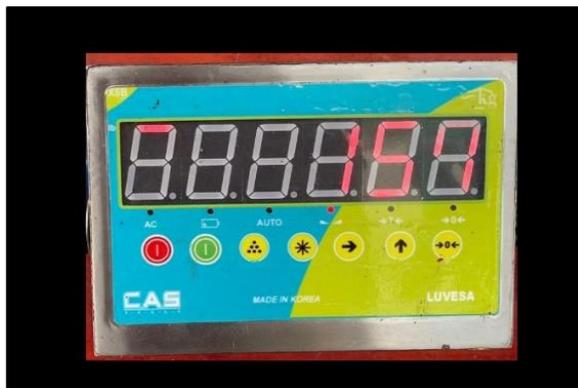
Los objetivos de diseñar los planos de balanza son dos, primero conseguir las coordenadas rectangulares que conforman todos los elementos de la balanza, y el segundo ingresar la imagen resultante en la interfaz mejorando su presentación.

Recordando que en la visita in situ se capturo en video el proceso previo a la automatización, se puede observar que la balanza se encontraba centrada y empotrada, así como también que el operario no presentaba dificultades al momento de su lectura, esto a razón de que el usuario puede centrar su vista en un solo objetivo sin considerar elementos que lo rodean.

Las cámaras por el contrario realizan una captura de todo su entorno, sin enfocarse en un único objetivo. Es por ello por lo que es necesario despejar la zona aladaña, los resultados son los siguientes:



**Figura 24-3:** Preparación del entorno antes  
Realizado por: Gualotuña, Genesis, 2021.



**Figura 25-3:** Preparación del entorno después  
Realizado por: Gualotuña, Genesis, 2021.

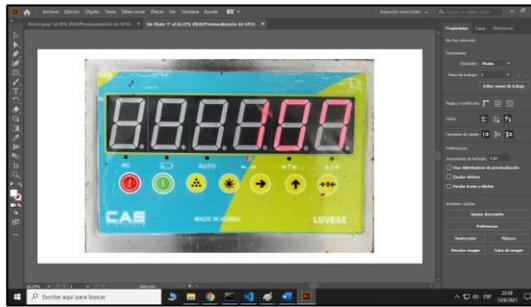
Concluida la etapa de preparación del entorno se logra capturar la imagen que servirá para la visión artificial. Es importante considerar que la imagen de la balanza debe ser completa y la visualización la mejor posible, evitando elementos externos que alteren la calidad de la imagen.

La imagen que se capturó es la siguiente:



**Figura 26-3:** Imagen modelo  
Realizado por: Gualotuña, Genesis, 2021.

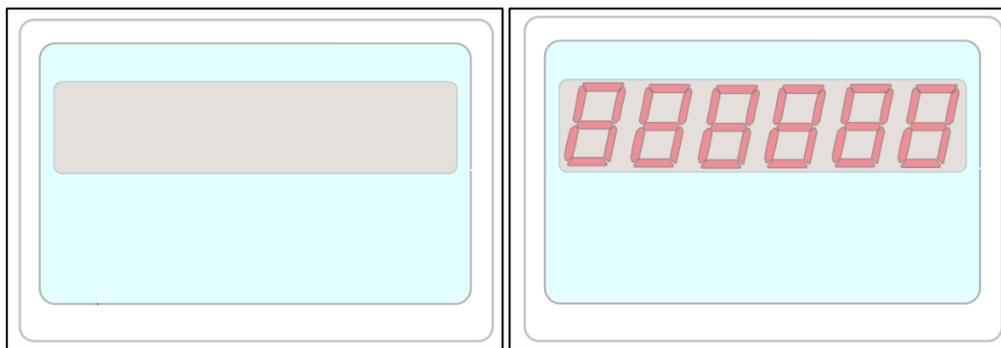
Posteriormente se ingresa la imagen en el editor para comenzar el proceso de modelado.



**Figura 27-3:** Imagen a un editor de imágenes  
Realizado por: Gualotuña, Genesis, 2021.

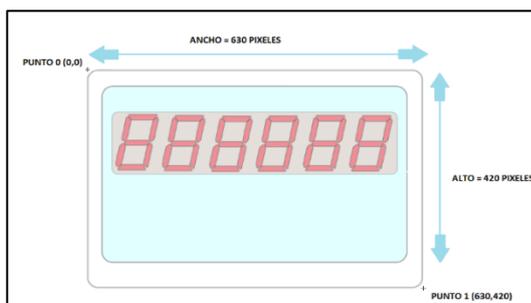
El proceso continúa con la aplicación de capas y transparencia la cual permite visualizar el elemento que se encuentra en la parte inferior de la imagen guía, con ella se crea el molde para el proceso de automatización que será utilizado en el programa final.

El proceso para el display es el mismo que para la base, dándole transparencia a la imagen obteniendo el siguiente resultado:



**Figura 28-3:** Resultado de capas y transparencia  
Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.

La imagen que se creó es una réplica de la balanza original, esto permite obtener las coordenadas de los elementos a ser analizados, este proceso se realiza principalmente para conocer las proporciones y distancias que presenta cada elemento, así como también la relación de aspecto que presenta.



**Figura 29-3:** Obtención de las coordenadas  
Realizado por: Gualotuña, Genesis, 2021.

### 3.9 Adecuación del área de trabajo

Dentro del desarrollo físico del proyecto, fue necesario la adecuación del área de trabajo donde en inicios se podía observar una zona para la toma de pesos sin un lugar adecuado para la misma como se puede observar en la figura 30-3, es por esto por lo que en inicio se estableció una zona específica para la toma de datos.

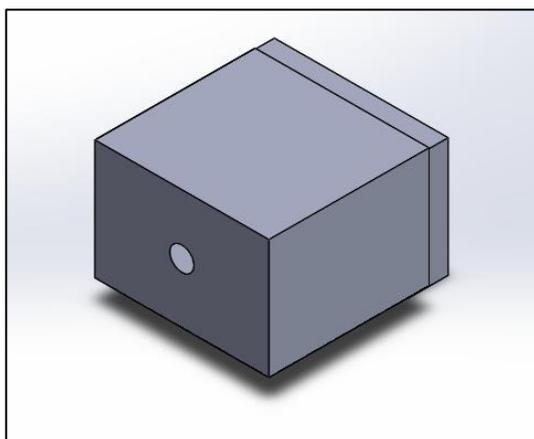


**Figura 30-3:** Situación inicial  
**Realizado por:** Gualotuña, Genesis, 2021.

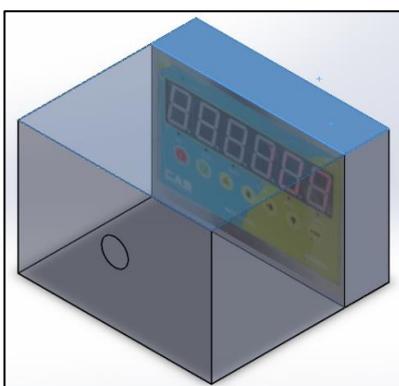


**Figura 31-3:** Prueba piloto de funcionamiento y adecuación  
**Realizado por:** Gualotuña, Genesis, 2021.

Así como también a la hora de implementar el sistema de visión artificial fue notorio el papel que la luminosidad natural tenía, afectando de esta manera a una buena toma de datos por lo cual se planteó el encapsulamiento del indicador de peso creando de esta manera una zona oscura.



**Figura 32-3:** Diseño de cabina  
Realizado por: Gualotuña, Genesis, 2021.



**Figura 33-3:** Encapsulamiento de indicador de peso  
Realizado por: Gualotuña, Genesis, 2021.

Por lo cual se realizaron tres pruebas de funcionamiento para determinar en encapsulamiento óptimo del componente basadas en la apertura de la zona de manipulación del indicador de peso.



**Figura 34-3:** Zona abierta  
Realizado por: Gualotuña, Genesis, 2021.

La figura 34-3 demuestra el funcionamiento del indicador de peso con un encapsulamiento con compuerta abierta que permite el ingreso de la luz externa.



**Figura 35-3: Zona con ranuras**  
**Realizado por:** Gualotuña, Genesis, 2021.

En la figura 35-3 se puede observar la visibilidad de los datos de la báscula cuando se tiene encapsulado el equipo, con la compuerta de manipulación cerrada, pero sin embargo no se hace una cobertura total de las ranuras de la compuerta.



**Figura 36-3: Zona sellada**  
**Realizado por:** Gualotuña, Genesis, 2021.

En la figura 36-3 se puede observar el encapsulamiento total del sistema de toma de pesos, así como también la cobertura y sellamiento de las ranuras evitando de esta manera el ingreso de luz externa a la zona de encapsulamiento. Por lo cual se propone la siguiente comparativa con el fin de seleccionar el mejor método de encapsulamiento.

**Tabla 10-3:** Comparación entre pruebas de adecuación.

	<b>Zona de manipulación</b>		
	<b>34-3</b>	<b>35-3</b>	<b>36-3</b>
<b>Visibilidad de display</b>	Si	Si	Si
<b>Visibilidad de comandos</b>	Si	SI	NO
<b>Reflexión externa</b>	Media	Baja	Nula
<b>Reflexión interna</b>	Baja	Media	Alta
<b>Facilidad de manipulación</b>	Alta	Media	Baja

**Realizado por:** Gualotuña, Genesis, 2021.

En base a los datos obtenidos por la tabla 9-3 de comparación y la percepción en función de las necesidades, se escogió la opción número dos para la implementación del sistema automatizado.

## CAPÍTULO IV

### 4 RESULTADOS

#### 4.1 Conexión Inicial

En la ilustración 1-4 se muestra la primera vista del programa como tal, es decir los parámetros iniciales del sistema de visión artificial en donde se selecciona un lado de la imagen para seleccionar el “Establo 1” o “Establo 2”.



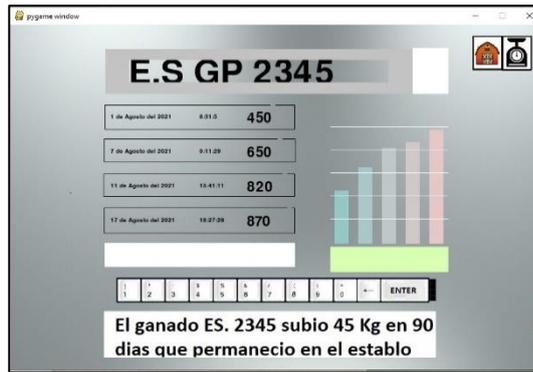
**Figura 1-4:** Pantalla inicial del programa de captación de peso  
**Realizado por:** Gualotuña, Genesis, 2021.

En la ilustración 2-4 se puede observar el parámetro de la toma de pesos en donde se verifican los botones de revisión de peso real, codificación del animal, data base y guardar información.



**Figura 2-4:** Ejemplificación de una toma de peso  
**Realizado por:** Gualotuña, Genesis, 2021.

La ilustración 3-4 es una ejemplificación de los datos de un animal, en este caso el ES GC 2345 en donde se puede ver las diferentes tomas de datos y el avance en peso que el animal ha tenido toma tras toma.



**Figura 3-4:** Perfil del animal con muestra de aumento de evolución de peso  
**Realizado por:** Gualotuña, Génesis, 2021.

## 4.2 Pruebas de Operación

En la figura 4-4 se muestra la colocación de los elementos de hardware y su posicionamiento para una correcta toma de datos. En donde el encuadre y la distancia son factores fundamentales para una correcta obtención de datos.



**Figura 4-4:** Primera prueba de lectura de visión artificial

**Realizado por:** Gualotuña, Génesis, 2021.



**Figura 5-4:** Prueba de lectura y ubicación de elementos para la visión  
**Realizado por:** Gualotuña, Genesis, 2021.

En la figura 5-4 y 6-4 se puede observar la prueba de funcionamiento del sistema de visión artificial, así como también el uso del sistema de encapsulamiento para una correcta toma de imagen.



**Figura 6-4:** Funcionamiento de lectura de display  
**Realizado por:** Gualotuña, Genesis, 2021.



**Figura 7-4:** Areteado de animales con nuevo modelo de aretes  
**Realizado por:** Gualotuña, Génesis, 2021.

En la figura 7-4 se puede observar parte de la primera tanda de animales que llevan los nuevos tipos de arete que facilitan la obtención de datos por medio del sistema de visión artificial. Este sistema fue explicado en el punto 3.8.6.



**Figura 8-4:** Pesaje de animales con sistema actualizado  
**Realizado por:** Gualotuña, Génesis, 2021.

#### **4.2.1 Resultado de la base de datos**

En promedio los bovinos pasan un total de 4 meses dentro del establo y su estadía en el mismo presenta unos límites mínimos de 2 meses y máximos de hasta 6 meses. En este tiempo los novillos tienen chequeos de control periódicos en donde se revisa su salud y el progreso relacionado al engorde o evolución muscular.

Un número de aproximadamente 140 a 180 animales ingresan y un aproximado entre 220 a 300 son despachados mes a mes. Estos animales que salen son seleccionados por los técnicos bajo criterios de peso mínimo, relación de calidad y cantidad de músculo. Es por esta razón que no existe un tiempo de permanencia fijo de cada animal esto se debe a que existen distintas razas de animales y cada una tiene una mayor facilidad de desarrollo muscular.

La base de datos de los animales es el registro histórico de todo bovino dentro del establo, aquí los datos tienden a acumularse afectando al desempeño de la aplicación es por ello que se realizó una simulación del comportamiento de la plataforma en los próximos días, meses y años.

#### 4.2.1.1 Rendimiento vs Cantidad de Datos

La simulación fue realizada tomando valores medios de ingreso y salida de bovino con sus respectivas medidas de tiempo, los valores mostrados presentes son de la acumulación de los movimientos dentro del establo.

La simulación permite conocer cuál es el tiempo aproximado para el mantenimiento de la base de datos. La aplicación siempre tiene el mismo funcionamiento durante su uso, por ello se define que esta no necesita un mantenimiento y está abierta a posibles actualizaciones y cambios en su ejecución por encontrarse en software de código abierto.

Una unidad equivale a 1 segundos, los valores menores a una milésima de segundo se definen como que el procesamiento es tiempo real.

**Tabla 1-4:** Cantidad de movimientos en la base de datos primeros días.

<b>14 movimientos por día</b>		
<b>Día</b>	<b>Muestras</b>	<b>Tiempo (s)</b>
1	14	Procesamiento en tiempo real
2	28	Procesamiento en tiempo real
3	42	Procesamiento en tiempo real
4	56	Procesamiento en tiempo real
5	70	Procesamiento en tiempo real
6	84	Procesamiento en tiempo real
7	98	Procesamiento en tiempo real

**Realizado por:** Gualotuña, Genesis, 2021.

En los primeros 7 días el tiempo en el procesamiento es en tiempo real, no es necesario un mantenimiento además que no equivale al tiempo medio de la estadía del bovino.

**Tabla 2-4:** Cantidad de movimientos en la base de datos Primeras Semanas

95 movimientos por Semana		
Semana	Muestras	Tiempo(s)
1	95	Procesamiento en tiempo real
2	190	0.014999999999417923
3	285	0.01599999999962165
4	380	0.030999999999039574

**Realizado por:** Gualotuña, Génesis, 2021.

El tiempo en la primera semana equivale al procesamiento en tiempo real con un valor de 3 centésimas de segundo, esto todavía representa un valor ínfimo de procesamiento y no es necesario una actualización o un mantenimiento a la aplicación o a la base de datos.

**Tabla 3-4:** Cantidad de movimientos en la base de datos de los primeros meses.

390 movimientos por Mes		
Mes	Muestras	Tiempo(s)
1	390	0.030999999999039574
2	780	0.0470000000022992
3	1170	0.06199999999807915
4	1560	0.09400000000096043
5	1950	0.10900000000037835
6	2340	0.125
7	2730	0.156999999992433
8	3120	0.18700000000171713
9	3510	0.18799999999828287
10	3900	0.2180000000007567
11	4290	0.25
12	4680	0.2659999999962165

**Realizado por:** Gualotuña, Génesis, 2021.

Los valores comienzan desde las 3 centésimas de segundos hasta más de un cuarto de segundos, se puede concluir que una cuarta de segundo se multiplica por el total de movimientos diarios con un resultado acumulado de 4 segundos diarios que todavía no representan un tiempo considerable para un mantenimiento a la base de datos.

**Tabla 4-4:** Cantidad de movimientos en la base de datos de los primeros años.

<b>4680 movimientos por Año</b>		
<b>Año</b>	<b>Muestras</b>	<b>Tiempo (s)</b>
1	4680	0.265
2	9360	0.5
3	14040	1.1090000000003783
4	18720	1.1709999999984575
5	23400	1.5160000000032596
6	28080	1.9369999999980791
7	32760	1.9840000000003783
8	37440	2.2030000000013388
9	42120	2.4690000000009604
10	46800	2.75

**Realizado por:** Gualotuña, Genesis, 2021.

Los valores definidos van desde el cuarto de segundos hasta los 3 segundos, de igual manera diariamente se invierten un total acumulado de 42 segundos, que a la larga esto ya representa como un alto tiempo de respuesta para la percepción humana. Que a su vez puede ocasionar altas temperaturas en el ordenador obligándolo a reiniciar. Es recomendable después de cada año realizar un manteniendo a la base de datos junto con la eliminación de valores obsoletos

#### **4.2.2 Respuesta de interacción entre sistema actual y software para la toma de datos**

Realizando una comparación entre ambos sistemas (obtención manual de los datos y automatización de sistema de registro) se pretende determinar cuál es más eficiente y cual tiene una variabilidad menor, para lo cual se realizaron 10 tomas de datos para cada una de las pruebas.

Es imprescindible conocer el desarrollo del programa y los tiempos que el mismo presente durante su funcionamiento para lo cual se pudo observar lo siguiente:

**Tabla 5-4:** Toma de tiempos situación inicial empresa COLETMAX S.A.

<b>Toma de tiempos</b>						
	<b>Preparación para la toma de datos</b>	<b>Seleccionar establo</b>	<b>Escribir dígitos</b>	<b>Tiempo en balanza</b>	<b>Escritura de valor</b>	<b>Guardar</b>
1	8.00	0.00	9.00	60.00	6.00	0.00
2	5.00	0.00	8.00	14.00	9.00	0.00
3	4.00	0.00	9.00	25.00	4.00	0.00
4	9.00	0.00	11.00	24.00	10.00	0.00
5	9.00	0.00	6.00	34.00	7.00	0.00
6	6.00	0.00	7.00	45.00	10.00	0.00

7	7.00	0.00	9.00	58.00	8.00	0.00
8	5.00	0.00	6.00	8.00	10.00	0.00
9	9.00	0.00	9.00	11.00	9.00	0.00
10	9.00	0.00	11.00	32.00	11.00	0.00

Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.

**Tabla 6-4:** Toma de tiempos implementación de automatización

Toma de tiempos						
	Inicio del Programa	Seleccionar establo	Escribir dígitos	Tiempo en balanza	Comprobación de valor	Guardar
1	6.378440	7.252687	8.465332	13.741849	16.254163	18.634581
2	6.602410	7.073032	7.964013	13.992475	15.815115	18.091211
3	6.164669	6.887126	9.202906	14.375111	15.304954	17.205603
4	6.542321	7.114453	8.067176	12.869192	13.953023	15.577405
5	6.316666	7.612354	8.309806	12.887619	14.164534	15.936507
6	6.398266	7.665481	8.889439	14.712861	16.551283	18.089465
7	6.291777	6.984114	7.970093	12.733879	13.930678	16.373183
8	6.034095	6.574265	7.536280	13.353945	14.336949	16.113604
9	6.236436	6.714991	7.897708	12.958781	14.135311	16.277742
10	6.125264	6.589735	7.160959	12.423462	13.920753	15.677394

Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.

#### 4.2.2.1 Comparación entre sistemas

Realizando una comparación entre ambos sistemas (obtención manual de los datos y automatización de sistema de registro) se pretende determinar cuál es más eficiente en base al tiempo empleado, claridad en la toma de datos y eficiencia. Esto mediante la utilización del método Cpk y cartas de control

- Análisis de sistema inicial

**Tabla 7-4:** Mediciones y tomas de tiempo sistema inicial

Muestras	Medición de peso						TOTAL	Media esperada $\mu$	LIE	LSE
	Preparación para la toma de datos	Seleccionar establo	Escribir dígitos	Tiempo en balanza	Escritura de valor	Guardar				
1	8,00	0,00	9,00	60,00	6,00	0,00	83,000	65,000	55,000	75,000
2	5,00	0,00	8,00	14,00	9,00	0,00	36,000	65,000	55,000	75,000
3	4,00	0,00	9,00	25,00	4,00	0,00	42,000	65,000	55,000	75,000
4	9,00	0,00	11,00	24,00	10,00	0,00	54,000	65,000	55,000	75,000
5	9,00	0,00	6,00	34,00	7,00	0,00	56,000	65,000	55,000	75,000
6	6,00	0,00	7,00	45,00	10,00	0,00	68,000	65,000	55,000	75,000
7	7,00	0,00	9,00	58,00	8,00	0,00	82,000	65,000	55,000	75,000
8	5,00	0,00	6,00	8,00	10,00	0,00	29,000	65,000	55,000	75,000

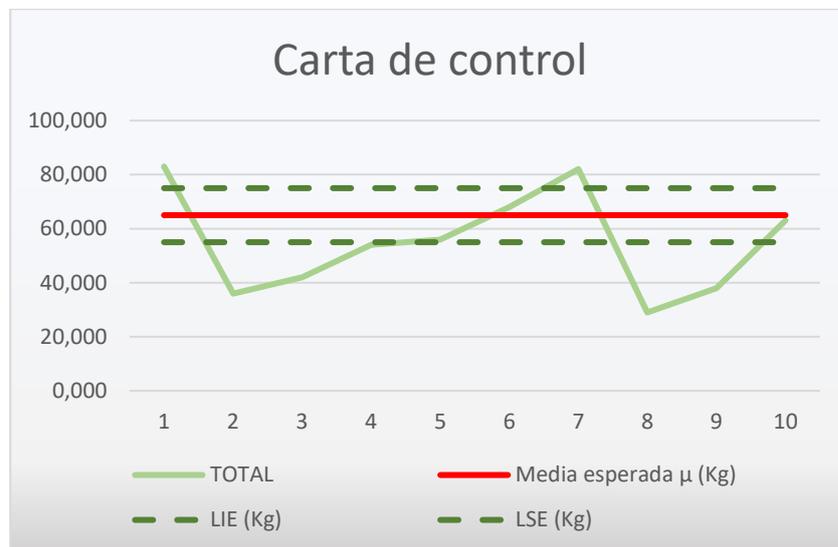
9	9,00	0,00	9,00	11,00	9,00	0,00	38,000	65,000	55,000	75,000	
10	9,00	0,00	11,00	32,00	11,00	0,00	63,000	65,000	55,000	75,000	
							Media $\mu$ =	55,100			

Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.

**Tabla 8-4:** Indicadores Cp y Cpk

Indicadores Cp y Cpk	
Es	75,000
Ei	55,000
$\mu$	55,100
$\sigma$	18,9821554
Cp =	0,18
Cpk =	0,00176
Cpi	Cps
0,35	0,00

Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.



**Gráfico 1-4:** Carta de control previo a sistema implementado

Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.

Analizando la carta de control se puede concluir que existen mediciones del proceso que no se encuentran dentro de los parámetros que la empresa requiere, lo que indica que se necesita una mejora.

Con el valor Cp de 0,18 se puede concluir que el proceso se encuentra en la categoría 4 ya que es menor a 0,67; es decir, que no es adecuado para el trabajo y requiere modificaciones muy serias.

Con el valor Cpk de 0,0018 se puede concluir que el proceso se encuentra descentralizado y se requiere realizar mejoras para optimizar el proceso ya que es muy bajo el valor de Cpk.

- Análisis de sistema implementado

**Tabla 9-4:** Mediciones y tomas de tiempo sistema implementado

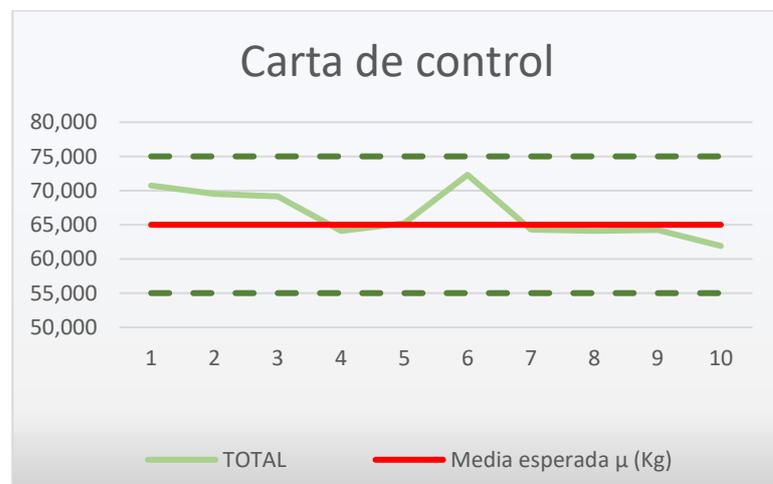
Muestras	Medición de peso (Kg)						TOTAL	Media esperada $\mu$ (Kg)	LIE (Kg)	LSE (Kg)	
	Preparación para la toma de datos	Seleccionar establo	Escribir dígitos	Tiempo en balanza	Escritura de valor	Guardar					
1	6,38	7,25	8,47	13,75	16,25	18,63	70,730	65,000	55,000	75,000	
2	6,60	7,07	7,96	13,99	15,82	18,09	69,530	65,000	55,000	75,000	
3	6,16	6,89	9,20	14,38	15,30	17,21	69,140	65,000	55,000	75,000	
4	6,54	7,11	8,07	12,87	13,95	15,58	64,120	65,000	55,000	75,000	
5	6,31	7,61	8,31	12,89	14,16	15,94	65,220	65,000	55,000	75,000	
6	6,40	7,67	8,89	14,71	16,55	18,09	72,310	65,000	55,000	75,000	
7	6,29	6,98	7,97	12,73	13,93	16,37	64,270	65,000	55,000	75,000	
8	6,03	6,57	7,54	13,53	14,34	16,11	64,120	65,000	55,000	75,000	
9	6,24	6,71	7,90	12,96	14,14	16,27	64,220	65,000	55,000	75,000	
10	6,13	6,59	7,16	12,42	13,92	15,68	61,900	65,000	55,000	75,000	
Media $\mu$ (Kg) =							66,556				
Muestras	Medición de peso										

Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.

**Tabla 10-4:** Indicadores Cp y Cpk

Indicadores Cp y Cpk	
Es	75,000
Ei	35,000
$\mu$	66,556
$\sigma$	3,52871774
Cp =	1,89
Cpk =	0,80
Cpi	Cps
0,80	2,98

Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.



**Gráfico 2-4:** Carta de control con implementación de sistema

Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.

Con la implementación del proyecto se puede concluir que el proceso ya está controlado y centralizado como lo que se puede evidenciar en la carta de control, en la que indica que las mediciones del proceso se encuentran dentro de los límites impuestos por la empresa.

Con el valor Cp de 1,89 se puede concluir que el proceso se encuentra en la categoría 1 ya que es mayor a 1,33; es decir que el proceso es adecuado.

Con el valor Cpk de 0,8 se puede concluir que el proceso ha mejorado significativamente pero que aún se puede mejorar en ciertas especificaciones del proceso que sería motivo de futuros estudios.

#### 4.2.3 Claridad en la toma de datos

En la situación inicial del sistema de registro de peso que se desempeñaba de forma manual se podía evidenciar el uso de hojas cuadriculadas para la toma de datos en donde únicamente se registraba el código del animal que ingresaba o salía del recinto, posteriormente fue implementado un sistema protocolario de ingreso y salida en el que se obtenía un mayor control de los animales para que finalmente el sistema automatizado fuese puesto en marcha y de esta manera poder obtener una mayor claridad y exactitud en la toma de datos.

1572	Centeo	1620	Amarillo
1573	Bianco	1621	Amarillo
1574	Negro	1622	ROJO
1575	Centeo	1623	Bianco
1576	Bianco	1624	Negro
1577	Bianco	1625	Negro
1578	ROJO	1626	ROJO
1579	Bianco	1627	Negro
1580	Bianco	1628	Amarillo
1581	Bianco	1629	Amarillo Negro
1582	Bianco	1630	Amarillo
1583	Negro	1631	Amarillo ROJO
1584	Centeo	1632	ROJO
1585	Bianco	1633	Bianco
1586	Dorado	1634	Bianco
1587	Negro	1635	Negro
1588	Bianco	1636	ROJO
1589	Dorado	1637	Bianco
1590	Bianco	1638	Bianco
1591	Bianco	1639	Negro
1592	ROJO	1640	Negro
1593	Bianco	1641	Negro ROJO
1594	Negro	1642	ROJO BIANCO
1595	Bianco	1643	Bianco
1596	Bianco	1644	OSCO BIANCO
1597	Bianco	1645	Amarillo
1598	ROJO	1646	Bianco
1600	Dorado	1647	Negro
1601	Negro	1648	Amarillo Negro
1602	ROJO	1649	Bianco
1603	ROJO	1650	ROJO
1604	Centeo	1651	Negro
1605	Bianco		
1606	Bianco		
1607	Bianco		
1608	Bianco		
1609	OSCO		
1610	Bianco		
1611	Negro		
1612	ROJO		
1613	Negro		
1614	Centeo		
1615	Dorado		
1616	Negro		
1617	Bianco		

**Figura 9-4:** Toma de datos en situación inicial  
Realizado por: Gualotuña, Genesis, 2021.

COLETMAX. S.A.				
REGISTRO DE SALIDA DE ANIMALES				
FECHA		11-Nov-2021		
CLIENTE		Agropecuaria		
CATEGORÍA DE ANIMALES				
NÚMERO DE ANIMALES		30		
Nº	IDENTIFICACION	CARACTERÍSTICA	PESO EN LIBRAS	OBSERVACIONES
1	1-6664	NOVILLO	1037	
2	2-261	"	1146	
3	FS-210	"	1200	
4	2474	"	1010	
5	FS-003	"	910	
6	FS-019	"	1040	
7	2-385	"	1085	
8	2-416	"	994	
9	2-328	"	1217	
10	1-310	"	1032	
11	1-410	"	986	
12	FS-379	"	1099	
13	FS-417	"	1068	
14	FS-348	"	1114	
15	FS-362	"	1026	
16	FS-393	"	1172	
17	FS-053	"	931	
18	FS-272	"	1005	
19	FS-415	"	938	
20	<del>FS-2159</del>	"	943	
21	FS-383	"	1085	
22	FS-390	"	1100	
23	FS-352	"	977	
24	FS-367	"	1146	
25	2-588	"	996	
26	S/N	"	1063	Arete desprendido
27	FS-285	"	982	
28	FS-378	"	1035	
29	FS-220	"	1040	
30	FS-691	"	1209	
PESO EN LIBRAS			0	31986 lb = 14352,27 kg
PESO PROMEDIO			0,0	1052,86 lb
PRECIO BALAZA				
PRECIO TOTAL			40,00	26259,27 promedio estimado

**Figura 10-4:** Toma de datos durante desarrollo del proyecto de titulación  
**Realizado por:** Gualotuña, Genesis, 2021.

**Tabla 11-4:** Datos tomados de la base de datos final

ESTABLO 2									Número de Registros
									25
Número	Código	Peso	Año	Mes	Día	Hora	Minuto	Segundo	Observación
1	2345	450	2021	8	1	8	31	5	NINGUNA
2	7007	500	2021	8	3	8	11	32	NINGUNA
3	7007	550	2021	8	5	8	41	21	NINGUNA
4	8500	600	2021	8	6	8	10	33	NINGUNA

**Realizado por:** Gualotuña, Génesis, 2021.

Los datos visualizados en la tabla 11-4 muestran que mediante la implementación de un sistema automatizado es posible diferenciar un mayor control de los datos y así también percatarse de la facilidad que representa el mantener una base de datos digitalizada.

A su vez, esta clase de registro permite al sistema de contaduría y veterinaria de la empresa poder mantener un control más eficiente sobre los animales. Donde el sistema de contaduría obtiene los datos digitalizados al momento de finalizar el pesaje en lugar de una vez cada dos meses cuando

se percataban de la falta de actualización de datos. Y el departamento de veterinaria logra conocer que animales deben ser separados y ubicados en base a sus necesidades alimenticias.

#### 4.2.4 Cálculo de eficiencia – Comparación de valores

Se realizó una prueba inicial que consistía en verificar si los datos obtenidos por el programa y los datos percibidos por el operario coincidían en su totalidad obteniendo lo siguiente:

**Tabla 12-4:** Comparación datos de peso

Toma de datos – verificación de concordancia			
Pesos obtenidos en báscula			
Animal N°	valor obtenido en programa	Valor real báscula	Concordancia
1	947	947	SI
2	1149	1149	SI
3	1096	1096	SI
4	866	866	SI
5	1036	1036	SI
6	1189	1189	SI
7	1101	1101	SI
8	943	948	NO
9	1175	1175	SI
10	813	813	SI

Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.

En la tabla 12-4 se puede evidenciar que de 10 tomas de datos únicamente 1 no coincidía con el valor real dado por el sistema de pesaje, con lo cual se procede al cálculo de eficiencia para el sistema de obtención de datos propios del peso de los animales:

$$Eficiencia P = \frac{Concordancia\ obtenida}{Concordancia\ esperada} * 100$$

$$Eficiencia P = \frac{9}{10} * 100$$

$$Eficiencia P = 90\%$$

**Tabla 13-4:** Comparación código de identificación

Toma de datos - verificación de concordancia				
Códigos de distinción				
Animal N°		Valor obtenido en programa	Valor real	Concordancia
1	G.C	1.601	1.651	NO
2	G.C	1.607	1.640	NO
3	G.C	1.576	1576	SI

4	G.C	1.577	1577	SI
5	G.C	1.617	1.620	NO
6	G.C	1.611	1.611	SI
7	G.C	1.588	1.588	SI
8	G.C	1.572	1.572	SI
9	G.C	1.595	1.595	SI
10	G.C	1.584	1.584	SI

Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.

$$Eficiencia C = \frac{Concordancia\ obtenida}{Concordancia\ esperada} * 100$$

$$Eficiencia C = \frac{7}{10} * 100$$

$$Eficiencia C = 70\%$$

$$ET = \frac{\sum E}{n}$$

$$ET = \frac{90\% + 70\%}{2}$$

$$ET = 80\%$$

El valor de la eficiencia en la aplicación del estudio es de un 80% el cual es principalmente afectado en la toma de datos del código distintivo del animal, esto a causa de varias consideraciones del estado del arete o de la toma de datos que es detallado en el diseño experimental para determinar las variables que afectan a la identificación del animal.

#### ***4.2.5 Diseño experimental para determinar las variables que afectan a la identificación del animal***

En el desarrollo de un sistema capaz de identificar el código distintivo de los animales se pudo observar tres situaciones que serían un problema en la implementación de un sistema de adquisición de códigos de distinción animal. Estos tres factores son:

- Iluminación
- Estado del animal
- Estado del arete

Por lo cual se plantea el siguiente diseño factorial

**Tabla 14-4:** Diseño factorial

TABLA							
Estado del animal (A)	Iluminación (B)				$Y_{i\dots}$	$Y_{i\dots}^2$	$\bar{Y}_{i..}$
	Bajo (-)		Alto (+)				
	Estado del arete (C)		Estado del arete (C)				
	Limpio (-)	Sucio (+)	Limpio (-)	Sucio (+)			
Normal (-)	5	1	12	3	42	1764	6
	4		14	3			
Alterado (+)	3		4	2	18	324	3
	6	1	2				
	20		40		<b>60</b>	<b>Y..</b>	
$\bar{Y}_{j..}$	400		1600		<b>3600</b>	<b>Y..^2</b>	

Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.

$$SCT = \sum Y_{ijkl}^2 - \frac{Y_{..}^2}{N} = 191.75 \quad (1)$$

$$SC_A = \sum_{i=1}^K \frac{Y_{i..}^2}{bcn} - \frac{Y_{..}^2}{N} = 1.00 \quad (2)$$

$$SC_B = \sum_{j=1}^b \frac{Y_{.j.}^2}{acn} - \frac{Y_{..}^2}{N} = 49 \quad (3)$$

$$SC_C = \sum_{j=1}^b \frac{Y_{.k.}^2}{abn} - \frac{Y_{..}^2}{N} = 1074.75 \quad (4)$$

$$SC_{AB} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{Y_{ij.}^2}{cn} - \frac{Y_{..}^2}{N} - SC_A - SC_B = 984.75 \quad (5)$$

$$SC_{AC} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{Y_{ij.}^2}{bn} - \frac{Y_{..}^2}{N} - SC_A - SC_C = -998.5 \quad (6)$$

$$SC_{BC} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{Y_{ij.}^2}{an} - \frac{Y_{..}^2}{N} - SC_B - SC_C = -968.5 \quad (7)$$

$$SC_{ABC} = \sum \frac{Y_{ijk}^2}{n} - \frac{Y_{..}^2}{N} - SC_A - SC_B - SC_C - SC_{AB} - SC_{AC} - SC_{BC} \quad (8)$$

$$SC_{ABC} = 32.25 \quad (9)$$

$$SC_{Error} = SCT - SC_A - SC_B - SC_C - SC_{AB} - SC_{AC} - SC_{BC} - SC_{ABC} = 35 \quad (10)$$

**Tabla 12-4:** ANOVA calculada

TABLA ANOVA CALCULADA						
FV	SC	GL	CM	F0	F critico	Criterio de decisión
A	-15.92	1	-15.92	-10.62	4.543	No significativo
B	-26.92	1	-26.92	-17.95	4.543	No significativo
C	373.08	1	373.08	248.72	4.543	Significativo
AB	409.92	1	409.92	273.28	4.543	Significativo
AC	-257.08	1	-257.08	-171.38	4.543	No significativo
BC	-269.076923	1	-269.08	-179.38	4.543	No significativo
ABC	-32.9230769	1	-32.92	-21.95	4.543	No significativo
Error	12.00	8	1.50			
Total	193.08	15				

Realizado por: Gualotuña, Génesis, 2021.

Con los resultados obtenidos anterior mente se puede observar que el factor C (estado del arete) es significativos en la identificación de los códigos de los animales, además también se puede observar que el factor AB (iluminación; estado del animal) también influye significativamente en la variable respuesta por lo que se puede concluir que es necesario que existan medidas de control para poder tener las mejores condiciones para la lectura

### 4.3 Gestión del proyecto

#### 4.3.1 Cronograma

La duración de las actividades de realización de la tesis fue entre los meses de abril a septiembre y se desempeñaron de la manera en que se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 16-4:** Cronograma de actividades

Cronograma del proyecto: "Automatización del sistema de identificación y registro de ganado"																								
Actividades / Semana	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Reconocimiento de campo	■																							
Conteo de ganado	■	■																						
Verificación de sistema actual	■	■																						
Recopilación de datos			■																					
Reconocimiento de necesidades			■																					
Cotización de materiales			■	■																				
Compra de materiales							■	■																
Programación									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Recepción de elementos de hardware																			■	■				
Comprobación de funcionalidad																			■	■	■	■	■	■
Instalación final de programación																							■	■



- ✓ Interfaz por librería de Python

## CONCLUSIONES

- Con los resultados obtenidos se puede concluir que al analizar la situación actual del proceso de identificación y registro del ganado en la empresa COLETMAX S.A. se pudo evidenciar que será productivo automatizarlo, con una correcta selección de los elementos de hardware para la adquisición de información de las variables definidas para el control de los bovinos, lo cual se maneja desde una aplicación informática que se desarrolló en una plataforma de software libre para la gestión de la información de identificación y registro de bovinos, aplicando visión artificial.
- Al comparar los análisis estadísticos del proceso realizados antes y después de la implementación se puede concluir que con la ejecución del proyecto, el proceso ya está controlado y centralizado como se puede evidenciar en la carta de control, en la que se indica que las mediciones del proceso se encuentran dentro de los límites impuestos por la empresa, también se evidenció que se obtuvo un mayor valor en los indicadores de capacidad del proceso ( $C_p$  y  $C_{pk}$ ) indicando que el proceso ha mejorado significativamente pero que aún se puede mejorar en ciertas especificaciones del proceso que sería motivo de futuros estudios.
- Al realizar el diseño factorial de los tres posibles factores (luminosidad, estado del animal y estado del arete) que pueden afectar la toma de la información se concluyó que el factor B (estado del animal) y el factor C (estado del arete) influye significativamente en la identificación de los códigos de los animales, además también se puede observar que el factor A (iluminación) también influye significativamente en la variable respuesta al momento de interactuar con el factor B y C, de la misma manera que la interacción de los tres factores simultáneamente.
- Se logró optimizar el recurso humano puesto que el operario a cargo de la visualización y toma de datos del arete se lo puede asignar en otra actividad, también se mejoró los tiempos de toma de datos, así como la presión de estos.
- Al tener el proyecto implementado se pudo concluir que proporciona a la empresa una mejora significativa en el proceso, solamente si los bovinos se encuentran con un comportamiento normal ya que, si no es así, la implementación tiene el problema de que la visión artificial no puede captar la imagen del arete por no tener la visión necesaria de los diferentes ángulos de visión, lo cual se podría solucionar en un posterior estudio.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda que en un futuro estudio se trate de solucionar el inconveniente de la falta de visión de los ángulos clave con la implementación de un mayor número de cámaras para cubrir mayor área de visualización de la visión artificial para que el proyecto también se lo pueda utilizar con los bovinos que no tienen un comportamiento normal.
- Se recomienda también que la implementación se utilice en los animales con comportamiento normal porque de esta forma se puede realizar el proceso de forma correcta y en los animales de diferente comportamiento realizar el proceso de forma manual.
- Se recomienda que se realice un balanceo de líneas para reubicar de mejor manera a los operarios de esta actividad.
- Se recomienda que para el correcto uso de la implementación antes de que el animal ingrese verificar que el arete se encuentre en un correcto estado.

## **GLOSARIO**

**Ganado Bovino:** Animales mamíferos y rumiantes que son parte del grupo de los bóvidos, disponen de una cola extensa y un hocico ancho. Estos animales son domesticados para distintos fines, uno de ellos es ser utilizados como alimento ya que se consume su carne y leche (Pérez y Gardey, 2022).

**Sistema de identificación:** Sistema para el reconocimiento de elementos con el fin de poder caracterizarlo y clasificarlo dentro de un grupo de control.

**Sistema de registro:** Sistema para el orden y numeración de datos dentro de una lista o patrón en busca de mantenerlos ordenados y controlados

**Visión artificial:** Técnica que se basa en la adquisición de imágenes que, mediante un procesamiento computacional permite el procesamiento, análisis y obtención de cualquier tipo de información obtenida a través de imágenes digitales (Aguagüña, 2018, p.20).

## BIBLIOGRAFÍA

**AGUAGÜIÑA, H.** Sistema electrónico para asistir a pacientes en proceso de rehabilitación de úlceras por presión. [en línea] (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. 2018. [Consulta: 2021-04-15]. Disponible en: [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28726/1/Tesis\\_%20t1477ec.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28726/1/Tesis_%20t1477ec.pdf)

**AYUDALEY.** *Base de Datos XML: características y tipos*, 2019. [Consulta: 23 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://ayudaleyprotecciondatos.es/bases-de-datos/xml/>

**VITC.** “Automatización Industrial: ¿qué es y cómo funciona?” [blog], 2019 [Consulta: 02 de junio del 2021]. Disponible en: <https://vestertraining.com/automatizacion-industrial-que-es-como-funciona/>

**CABALLERO, Leonardo.** *Materiales del entrenamiento de programación en Python - Nivel básico*. COVANTEC, 2021. [Consulta: 22 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://buildmedia.readthedocs.org/media/pdf/entrenamiento-python-basico/latest/entrenamiento-python-basico.pdf>

**CASTELLANOS, Eduardo.** *Sistemas de automatización*. Santa Clara-Cuba: Editorial Feijóo, 2012. ISBN: 978-959-250-780-7. pp. 1-145.

**DA SILVA, Douglas.** “Guía Práctica: Automatización de los procesos y sus beneficios”. [blog], 2021. [Consulta: 02 de junio del 2021]. Disponible en: <https://www.zendesk.com.mx/blog/automatizacion-de-procesos/>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA.** *Funciones básicas, características y arquitectura de los sistemas automatizados. Sistemas Automatizados, modulo 1*, 2011. [Consulta: 05 de junio del 2021]. Disponible en: [http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion\\_de\\_referencia\\_ISE2\\_1\\_2.pdf](http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE2_1_2.pdf)

**GONZALEZ, Francisco.** “Introducción a la Teoría de Control”. ELC-33103 [blog], 2008. [Consulta: 14 de mayo del 2021]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/296676720\\_Introduccion\\_a\\_la\\_Teoria\\_de\\_Control](https://www.researchgate.net/publication/296676720_Introduccion_a_la_Teoria_de_Control)

**INFAIMON.** *¿Cómo se desarrolla la automatización de procesos en la industria?*. [blog]. [Consulta: 22 de abril del 2021]. Disponible en: <https://blog.infaimon.com/fases-y-desarrollo-de-la-automatizacion-de-procesos/>

**INSTITUTO VASCO DE ESTADÍSTICA.** *Tipo de estabulación*, 2021. [Consulta: 14 de mayo del 2021]. Disponible en: [https://www.eustat.eus/documentos/opt\\_1/tema\\_260/elem\\_6331/definicion.html](https://www.eustat.eus/documentos/opt_1/tema_260/elem_6331/definicion.html)

**JARA, Gerardo.** *T2-Diseño Lógico de Bases de Datos*, 2018. [Consulta: 21 de mayo del 2021]. Disponible en: [https://nanopdf.com/download/modelo-entidad-relacion-teoria\\_pdf](https://nanopdf.com/download/modelo-entidad-relacion-teoria_pdf)

**MARÍN, Rafael.** “¿Qué es OpenCV? Instalación en Python y ejemplos básicos”. Revista digital Inesem [en línea], 2020. [Consulta: 15 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://revistadigital.inesem.es/informatica-y-tics/opencv/>

**MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE ESPAÑA.** *Aplicación práctica de la visión artificial*, 2012. [Consulta: 19 de abril del 2021]. Disponible en: <http://www.etitudela.com/celula/downloads/visionartificial.pdf>

**MUNUERA, Nil.** Estudio de las etapas de automatización de un proceso industrial: comunicaciones y operación [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Politécnica de Catalunya, Catalunya, España. 2020. [Consulta: 2021-06-08]. Disponible en: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/185226/Report\\_Nil\\_Munuera\\_fitxer%20de%20consulta.pdf?sequence=8&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/185226/Report_Nil_Munuera_fitxer%20de%20consulta.pdf?sequence=8&isAllowed=y)

**NEXUSINTEGRA.** *10 beneficios de contar con un sistema de automatización industrial*, 2020. [Consulta: 12 de abril del 2021]. Disponible en: <https://nexusintegra.io/es/10-beneficios-de-contar-con-un-sistema-de-automatizacion-industrial/>

**PÉREZ, Julián; & GARDEY, Ana.** *Definición.de: Definición de bovino*, 2022. [Consulta: 15 de junio del 2021]. Disponible en: <https://definicion.de/bovino/#:~:text=Los%20bovinos%20son%20animales%20mam%C3%ADferos,los%20bovinos%20con%20distintos%20fines.>

**PROYMEC.** *Tipos generales de sistemas de automatización*, 2018. [Consulta: 06 de junio del 2021]. Disponible en: <https://proymec.es/tipos-generales-de-sistemas-de-automatizacion/>

**PEIRÓ, Rosario.** *Base de datos*, 2020. [Consulta: 12 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/base-de-datos.html>

**SÁEZ, Alexis.** *Interfaces graficas. Infinitos contrastes*, 2019. [Consulta: 03 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://imalexissaez.github.io/python-basic/pb42-interfaces-graficas-i/>

**SECRETARÍA NACIONAL DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO – SENPLADES.** *Plan Nacional de Desarrollo Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013: Construyendo un Estado Plurinacional e Intercultural* [en línea]. Quito, Ecuador: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2009. [Consulta: 13 de abril del 2021]. Disponible en: [www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Plan\\_Nacional\\_para\\_el\\_Buen\\_Vivir.pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Plan_Nacional_para_el_Buen_Vivir.pdf)

**SIGNIFICADOS.** *Investigación documental*, 2020. [Consulta: 12 de junio del 2021]. Disponible en: <https://www.significados.com/investigacion-documental/>

**TREJOS, Omar.** *Programación imperativa con lenguaje C*. Bogotá-Colombia: EcoEdiciones, 2017, pp. 2-26

**QUEZADA, J.** Evaluación de engorde de toretes mestizos bajo un sistema de estabulación en el barrio naranjito de la parroquia de Orianga, perteneciente al cantón Paltas [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. 2018. [Consulta: 2021-04-15]. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21617/1/TESIS-Jos%C3%A9%20Luis%20Quezada%20Montalv%C3%A1n.pdf>

**Sistema de Investigación sobre la Problemática Agraria en el Ecuador, SIPAE** (2007). Hacia una agenda para las economías campesinas en el Ecuador, Quito. [Consulta: 13 de abril del 2021].

**GARCÍA P., FRANCISCO.** El sector agrario del Ecuador: incertidumbres (riesgos) ante la globalización, Iconos. (2006) Revista de Ciencias Sociales. Núm. 24. FLACSO. Quito. [Consulta: 13 de abril del 2021].

**KOROVKIN, T., SÁNCHEZ, V., & ISAMA, J.** Comunidades indígenas, economía de mercado y democracia en los andes ecuatorianos. (2002). [Consulta: 14 de abril del 2021].

**CONSTANTE PRÓCEL, P. N., & GORDÓN GARCÉS, A. M.** Diseño e Implementación de un Sistema de Visión Artificial para Clasificación de al menos Tres Tipos de Frutas (Master's thesis, Quito, 2015. [Consulta: 14 de abril del 2021].

**GARCÍA, I., & CARANQUI, V.** La visión artificial y los campos de aplicación (2015). *Tierra infinita*, 1(1), 98-108. [Consulta: 14 de abril del 2021].

**OSORIO, J. A. C., VARGAS, J. A. M., & ESCOBAR, J. A. M.** Control y supervisión de un sistema pick & place neumático a través de un PLC y un sistema SCADA (2012). *Scientia et technica*, 17(50), 141-146. [Consulta: 16 de abril del 2021].

**GARCÍA FUENTES, J., NAVALÓN DAVÓ, A., JORDÀ REOLID, A., & JUÁREZ VARÓN, D.** Visión artificial aplicada al control de la calidad. (2014). *3C Tecnología*, 3(5), 297-308. [Consulta: 16 de abril del 2021].

**ROMERO-ACERO, A. L. V. A. R. O., MARÍN-CANO, A. L. E. J. A. N. D. R. O., & JIMÉNEZ-BUILES, J. A.** Sistema de clasificación por visión artificial de mangos tipo Tommy. *Revista UIS Ingenierías*, 14(1), 21-31. (2015). [Consulta: 16 de abril del 2021].

**Romero Garzón, E. A., & Sotelo Ortiz, Y.** Sistema de Visión Artificial para el Control de Prototipos de Vehículos No Tripulados (2016). [Consulta: 18 de abril del 2021].

**Cárdenas Díaz, L. A., & Tirado Ballestas, R. M.** Visión por computador (2004). [Consulta: 18 de abril del 2021].

## ANEXOS

### Anexo A: Empresa Coletmax S.A. centro de estabulación 1



### Anexo B: Programaciòn

```
import pygame
from openpyxl import load_workbook
import openpyxl
import datetime
import numpy as np
import cv2
import time

Tem0 = time.time()

T = 0
###EXCEL LECTURA
excel_document = openpyxl.load_workbook('ESTABLO.xlsx')
exchojas = excel_document.get_sheet_names
REHHOJA1 = excel_document.get_sheet_by_name('REG')

###EXCEL ESCRITURA
filesheet = 'ESTABLO.xlsx'
wb = load_workbook(filesheet)
sheet = wb.active

wb2 = openpyxl.Workbook()
sheet2 = wb2.active

#INICIO EJECUCION
pygame.font.init()
pygame.init()
```

```

#COLORES
CELESTE = (0,162,232)
NARANJA = (255,127,39)
VERDE1 = (181,230,30)
MORADO = (112,146,190)
ROSA = (245,143,139)
NEGRO = (0,0,0)
GRIS1 = (128,128,128)
GRIS2 = (64,64,64)
AMARILLO = (255,255,0)
VERDE2 = (0,255,0)
VERDE = (25,150,25)
ROJO = (255,0,0)
AZUL = (0,0,255)
BLANCO = (255,255,255)
COLORCELESTE = (153,217,234)
COLORCREMA = (239,228,176)

#CLASES FRAMES

class mano(pygame.sprite.Sprite):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.image =
pygame.image.load("INTERFAZ/CURSOX1.png").convert()
        self.image.set_colorkey(BLANCO)
        self.rect = self.image.get_rect()

class mano2(pygame.sprite.Sprite):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.image =
pygame.image.load("INTERFAZ/CURSOX2.png").convert()
        self.image.set_colorkey(BLANCO)
        self.rect = self.image.get_rect()

class listanum(pygame.sprite.Sprite):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.image =
pygame.image.load("INTERFAZ/LISTANUMEROS.png").convert()
        self.image.set_colorkey(BLANCO)
        self.rect = self.image.get_rect()

class teclado(pygame.sprite.Sprite):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.image =
pygame.image.load("INTERFAZ/TECLAS.png").convert()
        #self.image.set_colorkey(BLANCO)
        self.rect = self.image.get_rect()

class balanza(pygame.sprite.Sprite):
    def __init__(self):
        super().__init__()

```

```

        self.image =
pygame.image.load("INTERFAZ/BALANZ.png").convert()
        #self.image.set_colorkey(BLANCO)
        self.rect = self.image.get_rect()

class iconos(pygame.sprite.Sprite):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.image =
pygame.image.load("INTERFAZ/ICONOS.png").convert()
        self.image.set_colorkey(COLORCREMA)
        self.rect = self.image.get_rect()

## VARIABLES INICIALES
ENV = 0
BUSCAR = 0
CONTADOR = REHHOJA1['L2'].value
LETRA      = 'L2'

PUNTOX = 0
CONFIGURACION = 0
PAG1 = 900
PAG2 = 1800

N_000X = 0
N_00X0 = 0
N_0X00 = 0
N_X000 = 0

ENCENDIDO = 1
BORRAR = 0
VER_DATOS = 0

MOSTRAR_TECLADO1 = 0
MOSTRAR_TECLADO2 = 0

COD_ESTABLO = 'E.S GC '

L_NUM = 'A'
L_COD = 'B'
L_PES = 'C'
L_ANO = 'D'
L_MES = 'E'
L_DIA = 'G'
L_HOR = 'I'
L_MIN = 'J'
L_SEG = 'K'
L_SEM = 'L'
L_OBS = 'M'

##VARIABLES TECLADO
Nombre = []
TXT = ""
Reinicio_Teclado = 1

```

```

Meses =
['Enero', 'Febrero', 'Marzo', 'Abril', 'Mayo', 'Junio', 'Julio', 'Agosto',
'Septiembre', 'Octubre', 'Noviembre', 'Diciembre']
### LISTAS
LA_LISTA = []
COD_LISTA = []
###
screen = pygame.display.set_mode([900, 600])
clock = pygame.time.Clock()

all_sprite_list = pygame.sprite.Group()
Puntero = pygame.sprite.Group()

done = False
INICIO = True

FONDO = pygame.image.load("INTERFAZ/777.png").convert()

Balanza = balanza()

D_000X = listanum()
D_00X0 = listanum()
D_0X00 = listanum()
D_X000 = listanum()

Mano = mano()
Mano2 = mano2()
Iconos = iconos()

all_sprite_list.add(Iconos)
Teclado = teclado()
all_sprite_list.add(Teclado)

all_sprite_list.add(D_000X)
all_sprite_list.add(D_00X0)
all_sprite_list.add(D_0X00)
all_sprite_list.add(D_X000)

all_sprite_list.add(Balanza)

all_sprite_list.add(Mano)
all_sprite_list.add(Mano2)

Puntero.add(Mano)
Puntero.add(Mano2)

D_000X.rect.x = 1000
D_000X.rect.y = 1000

```

```

D_00X0.rect.x = 1000
D_00X0.rect.y = 1000

D_0X00.rect.x = 1000
D_0X00.rect.y = 1000

D_X000.rect.x = 1000
D_X000.rect.y = 1000

ESTADO_PULSO = 0
EXCEL = 0
VISION = 0

##VISION

cap = cv2.VideoCapture('Videos/10s.mp4')
##FPS
prev_frame_time = 0
new_frame_time = 0
FPS = []
##VAR
Total = 0
Lalista =
[[0,0,0,0,0,0,0],[0,0,0,0,0,0,0],[0,0,0,0,0,0,0],[0,0,0,0,0,0,0],[0,
,0,0,0,0,0,0],[0,0,0,0,0,0,0]]
ListP = [0,202,398,597,799,1004]

Valor = [0,0,0,0,0,0]

CafeB = np.array([0, 0, 245], np.uint8)
CafeA = np.array([180, 20,255], np.uint8)
frame_counter = 0
def AreaP(V,C):
    if V == 0:
        area_pts = ww[24:45,89+C:143+C]
        cv2.rectangle(frame, (89+C+412,24+334),
(143+C+412,45+334), (255, 0, 0), 2)
    if V == 1 :
        area_pts = ww[66:120,157+C:178+C]
        cv2.rectangle(frame, (157+C+412,66+334),
(178+C+412,120+334), (255, 0, 0), 2)

    if V == 2:
        area_pts = ww[174:228,141+C:162+C]
        cv2.rectangle(frame, (141+C+412,174+334),
(162+C+412,228+334), (255, 0, 0), 2)

    if V == 3:
        area_pts = ww[247:268,61+C:115+C]
        cv2.rectangle(frame, (61+C+412,247+334),
(115+C+412,268+334), (255, 0, 0), 2)

    if V == 4 :
        area_pts = ww[174:228,26+C:47+C]
        cv2.rectangle(frame, (26+C+412,174+334),
(47+C+412,228+334), (255, 0, 0), 2)

```

```

    if V == 5 :
        area_pts = ww[66:120,46+C:67+C]
        cv2.rectangle(frame, (46+C+412,66+334),
(67+C+412,120+334), (255, 0, 0), 2)
    if V == 6:
        area_pts = ww[135:156,79+C:133+C]
        cv2.rectangle(frame, (79+C+412,135+334),
(133+C+412,156+334), (255, 0, 0), 2)

    cnts1 = cv2.findContours(area_pts, cv2.RETR_EXTERNAL,
cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)[0]
    lens = len(cnts1)
    if lens == 0 :
        lens = 0
    if lens == 1 :
        for cnt in cnts1:
            Area = cv2.contourArea(cnt)
            if Area > 250 :
                lens = 1
            else:
                lens = 0
    if lens == 2 :
        lens = 1
    return lens

while not done:
    P = len(Nombre)
    if T == 0:
        Tem1 = time.time()
        print(Tem1-Tem0,"Tiempo Iniciando")
        T =1

    for event in pygame.event.get():
        if event.type == pygame.QUIT:
            done = True

        if event.type == pygame.KEYDOWN and ESTADO_PULSO == 0
and (MOSTRAR_TECLADO1 == 1 or MOSTRAR_TECLADO2 ==1 ) and
len(Nombre)< 4 :
            if (event.key == pygame.K_0 or event.key ==
pygame.K_KP0):
                letra = ("0")
                Nombre.append(letra)
                TXT = TXT + Nombre[P]
                ESTADO_PULSO = 1
            if event.key == pygame.K_1 or event.key ==
pygame.K_KP1 :
                letra = ("1")
                Nombre.append(letra)
                TXT = TXT + Nombre[P]
                ESTADO_PULSO = 1
            if event.key == pygame.K_2 or event.key ==
pygame.K_KP2 :
                letra = ("2")

```

```

        Nombre.append(letra)
        TXT = TXT + Nombre[P]
        ESTADO_PULSO = 1
pygame.K_KP3:
        letra = ("3")
        Nombre.append(letra)
        TXT = TXT + Nombre[P]
        ESTADO_PULSO = 1
pygame.K_KP4 :
        letra = ("4")
        Nombre.append(letra)
        TXT = TXT + Nombre[P]
        ESTADO_PULSO = 1
pygame.K_KP5 :
        letra = ("5")
        Nombre.append(letra)
        TXT = TXT + Nombre[P]
        ESTADO_PULSO = 1
pygame.K_KP6 :
        letra = ("6")
        Nombre.append(letra)
        TXT = TXT + Nombre[P]
        ESTADO_PULSO = 1
pygame.K_KP7 :
        letra = ("7")
        Nombre.append(letra)
        TXT = TXT + Nombre[P]
        ESTADO_PULSO = 1
pygame.K_KP8 :
        letra = ("8")
        Nombre.append(letra)
        TXT = TXT + Nombre[P]
        ESTADO_PULSO = 1
pygame.K_KP9 :
        letra = ("9")
        Nombre.append(letra)
        TXT = TXT + Nombre[P]
        ESTADO_PULSO = 1
        if event.key == pygame.K_RETURN :
            MOSTRAR_TECLADO1 = 0
            MOSTRAR_TECLADO2 = 0
        if event.key == pygame.K_RETURN and PUNTOX == -
1800 :
            BUSCAR = 1

        if event.type == pygame.KEYDOWN and ESTADO_PULSO == 0
and ( MOSTRAR_TECLADO1 == 1 or MOSTRAR_TECLADO2 == 1):
            if event.key == pygame.K_BACKSPACE and P > 0:
                Nombre.pop(P-1)
                TXT = TXT[:-1]

```

```

        if event.type == pygame.KEYDOWN and PUNTOX == -900:
            if event.key == pygame.K_KP_PERIOD :
                VISION = 0
                print("PAUSE")
            if event.key == pygame.K_KP_ENTER :
                VISION = 1
        if event.type == pygame.KEYDOWN and PUNTOX == -1800:
            if event.key == pygame.K_RETURN:
                BUSCAR = 1

        if event.type == pygame.KEYUP and ( MOSTRAR_TECLADO1 == 1 or
MOSTRAR_TECLADO2 == 1 ):
            ESTADO_PULSO = 0
            BORRAR = 1
        if event.type == pygame.MOUSEBUTTONUP:
            ESTADO_PULSO = 0
            BORRAR = 1

```

```

### TIEMPOS

```

```

x = datetime.datetime.now()
HOYSTANNO = x.strftime("%Y")
HOYDTMES = x.strftime("%m")
HOYDTSEMA= x.strftime("%w")
HOYDTDIA = x.strftime("%d")
HOYDTHORA= x.strftime("%H")
HOYDTMIN= x.strftime("%M")
HOYDTSEG= x.strftime("%S")

```

```

#### VARIABLES

```

```

PESO = "1000"
OBSERVACION = "NINGUNA"

```

```

mouse_pos = pygame.mouse.get_pos()

```

```

Mano.rect.x = mouse_pos[0]
Mano.rect.y = mouse_pos[1]

```

```

Mano2.rect.x = Mano.rect.x -15
Mano2.rect.y = Mano.rect.y

```

```

ACTIVAR_1 = pygame.draw.rect(screen, BLANCO, (620+ PUNTOX +
PAG1 , 440, 60, 80))

```

```

ESTABLO1 = pygame.draw.rect(screen, COLORCREMA , (60 +
PUNTOX, 60, 390, 480))
ESTABLO2 = pygame.draw.rect(screen, COLORCELESTE , (450+
PUNTOX, 60, 390, 480))

```

```

###PAG 0

```

```

    MAN_0 = pygame.draw.rect(screen, BLANCO
, (mouse_pos[0],mouse_pos[1],10,10))
    ##TECLADO
    TECLA_1 = pygame.draw.rect(screen, BLANCO,(Teclado.rect.x + 1
,Teclado.rect.y+1, 40,40))
    TECLA_2 = pygame.draw.rect(screen, BLANCO,(Teclado.rect.x +
42 ,Teclado.rect.y+1, 40,40))
    TECLA_3 = pygame.draw.rect(screen, BLANCO,(Teclado.rect.x +
83 ,Teclado.rect.y+1, 40,40))
    TECLA_4 = pygame.draw.rect(screen, BLANCO,(Teclado.rect.x +
123 ,Teclado.rect.y+1, 40,40))
    TECLA_5 = pygame.draw.rect(screen, BLANCO,(Teclado.rect.x +
163 ,Teclado.rect.y+1, 40,40))
    TECLA_6 = pygame.draw.rect(screen, BLANCO,(Teclado.rect.x +
204 ,Teclado.rect.y+1, 40,40))
    TECLA_7 = pygame.draw.rect(screen, BLANCO,(Teclado.rect.x +
245 ,Teclado.rect.y+1, 40,40))
    TECLA_8 = pygame.draw.rect(screen, BLANCO,(Teclado.rect.x +
286 ,Teclado.rect.y+1, 40,40))
    TECLA_9 = pygame.draw.rect(screen, BLANCO,(Teclado.rect.x +
327 ,Teclado.rect.y+1, 40,40))
    TECLA_0 = pygame.draw.rect(screen, BLANCO,(Teclado.rect.x +
367 ,Teclado.rect.y+1, 40,40))
    T_BORRAR = pygame.draw.rect(screen, BLANCO,(Teclado.rect.x +
406 ,Teclado.rect.y+1, 40,40))
    T_ENTER =pygame.draw.rect(screen, BLANCO,(Teclado.rect.x +
446 ,Teclado.rect.y+1, 80,40))

    ###PAG1
    CAMARA =      pygame.draw.circle(screen, BLANCO, (490+ PUNTOX
+ PAG1 ,308),26)
    ENVIAR =      pygame.draw.circle(screen, BLANCO, (602+ PUNTOX
+ PAG1 ,308),59)
    """
    ESTADISTICAS = pygame.draw.rect(screen, GRIS2 ,(720 + PUNTOX
+ PAG1,40,140,100))
    CONTINUAR = pygame.draw.rect(screen, COLORCREMA ,(700 +
PUNTOX + PAG1 ,460,140,60))
    """
    PRINCIPAL1 = pygame.draw.rect(screen, COLORCREMA ,(780 +
PUNTOX + PAG1 ,20,50,60))
    ESTADISTICAS1 = pygame.draw.rect(screen, GRIS2 ,(830 +
PUNTOX + PAG1,20,50,60))
    ###PAG 2

    ACTIVAR_2 =  pygame.draw.rect(screen, NEGRO,(680+ PUNTOX +
PAG2 ,41,60,80))
    PRINCIPAL2 = pygame.draw.rect(screen, BLANCO ,(780 + PUNTOX +
PAG2 ,20,50,60))
    ESTABLO0 = pygame.draw.rect(screen, BLANCO ,(830 + PUNTOX +
PAG2,20,50,60))
    B_EXCEL =  pygame.draw.rect(screen, VERDE ,(541 + PUNTOX +
PAG2,387,199,44))

    LOGO =      pygame.draw.polygon(screen, BLANCO, [[650+ PUNTOX,
300],[ 450+ PUNTOX, 100], [250+ PUNTOX, 300], [450+ PUNTOX, 500]],
0)
    #VER

```

```

screen.blit(FONDO, [PUNTOX, 0])

#PRINCIPAL2 = pygame.draw.rect(screen, COLORCREMA , (840 +
PUNTOX + PAG2 ,560,100,20))

##PAG 0

if MAN_0.colliderect(TECLA_1) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN and len(Nombre)< 4 and ESTADO_PULSO == 0:
    letra = ("1")
    Nombre.append(letra)
    TXT = TXT + Nombre[P]
    ESTADO_PULSO = 1
if MAN_0.colliderect(TECLA_2) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN and len(Nombre)< 4 and ESTADO_PULSO == 0 :
    letra = ("2")
    Nombre.append(letra)
    TXT = TXT + Nombre[P]
    ESTADO_PULSO = 1
if MAN_0.colliderect(TECLA_3) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN and len(Nombre)< 4 and ESTADO_PULSO == 0:
    letra = ("3")
    Nombre.append(letra)
    TXT = TXT + Nombre[P]
    ESTADO_PULSO = 1
if MAN_0.colliderect(TECLA_4) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN and len(Nombre)< 4 and ESTADO_PULSO == 0:
    letra = ("4")
    Nombre.append(letra)
    TXT = TXT + Nombre[P]
    ESTADO_PULSO = 1
if MAN_0.colliderect(TECLA_5) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN and len(Nombre)< 4 and ESTADO_PULSO == 0:
    letra = ("5")
    Nombre.append(letra)
    TXT = TXT + Nombre[P]
    ESTADO_PULSO = 1
if MAN_0.colliderect(TECLA_6) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN and len(Nombre)< 4 and ESTADO_PULSO == 0:
    letra = ("6")
    Nombre.append(letra)
    TXT = TXT + Nombre[P]
    ESTADO_PULSO = 1
if MAN_0.colliderect(TECLA_7) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN and len(Nombre)< 4 and ESTADO_PULSO == 0:
    letra = ("7")
    Nombre.append(letra)
    TXT = TXT + Nombre[P]
    ESTADO_PULSO = 1
if MAN_0.colliderect(TECLA_8) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN and len(Nombre)< 4 and ESTADO_PULSO == 0:
    letra = ("8")
    Nombre.append(letra)
    TXT = TXT + Nombre[P]
    ESTADO_PULSO = 1

```

```

        if MAN_O.colliderect(TECLA_9) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN and len(Nombre)< 4 and ESTADO_PULSO == 0:
            letra = ("9")
            Nombre.append(letra)
            TXT = TXT + Nombre[P]
            ESTADO_PULSO = 1
        if MAN_O.colliderect(TECLA_0) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN and len(Nombre)< 4 and ESTADO_PULSO == 0:
            letra = ("0")
            Nombre.append(letra)
            TXT = TXT + Nombre[P]
            ESTADO_PULSO = 1
        if MAN_O.colliderect(T_BORRAR) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN and ESTADO_PULSO == 0 and P > 0 and
BORRAR == 1 :
            LA_LISTA = []
            COD_LISTA = []
            Nombre.pop(P-1)
            TXT = TXT[:-1]
            BORRAR = 0
        if MAN_O.colliderect(T_ENTER) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN and ESTADO_PULSO == 0:
            MOSTRAR_TECLADO1 = 0
            MOSTRAR_TECLADO2 = 0

        if MAN_O.colliderect(T_ENTER) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN and ESTADO_PULSO == 0 and PUNTOX == -1800 :
            BUSCAR = 1

        #if MAN_O.colliderect(LOGO) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN:
            # CONFIGURACION = 0
            # PUNTOX = -1800
            # Reinicio_Teclado = 1
            #
            # print("Logo")
            #
        elif MAN_O.colliderect(ESTABLO1) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN:
            CONFIGURACION = 1
            CONTADOR = REHHOJA1['L2'].value
            LETRA = 'L2'
            L_NUM = 'A'
            L_COD = 'B'
            L_PES = 'C'
            L_ANO = 'D'
            L_MES = 'E'
            L_DIA = 'G'
            L_HOR = 'I'
            L_MIN = 'J'
            L_SEG = 'K'
            L_SEM = 'L'
            L_OBS = 'M'
            COD_ESTABLO = 'E.S GC '
            PUNTOX = -900

            Reinicio_Teclado = 1

```

```

        elif MAN_0.collidirect(ESTABLO2) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN:
            if T == 1:
                Tem2 = time.time()
                print(Tem2-Tem0,"Tiempo Establo")
                T = 6

                CONFIGURACION = 1
                CONTADOR = REHHOJA1['Z2'].value
                LETRA = 'Z2'
                L_NUM = 'O'
                L_COD = 'P'
                L_PES = 'Q'
                L_ANO = 'R'
                L_MES = 'S'
                L_DIA = 'U'
                L_HOR = 'W'
                L_MIN = 'X'
                L_SEG = 'Y'
                L_SEM = 'Z'
                L_OBS = 'AA'
                COD_ESTABLO = 'E.S GP '
                PUNTOX = -900

                Reinicio_Teclado = 1

                ##ICONOS
                Iconos.rect.x = PUNTOX
                Iconos.rect.y = 0

                ##PAG 1

                if MAN_0.collidirect(CAMARA) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN:
                    Balanza.rect.x = 207 + PUNTOX + PAG1
                    Balanza.rect.y = 122
                    if T ==4 :
                        Tem5 = time.time()
                        print(Tem5-Tem0,"Tiempo Balanza/ Comprobar")
                        T = 5

                else:
                    Balanza.rect.x = 1000
                    Balanza.rect.y = 1000

                if MAN_0.collidirect(ENVIAR) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN and len(Nombre) > 1 :

                    ENV = 1

                if MAN_0.collidirect(ESTADISTICAS1) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN:
                    CONFIGURACION = 2
                    PUNTOX = -1800
                    Reinicio_Teclado = 1

```

```

        if T == 6 :
            Tem88 = time.time()
            print(Tem88-Tem0,"Tiempo Estadistica")
            T = 7

    if MAN_O.colliderect(PRINCIPAL1) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN:
        CONFIGURACION = 0
        PUNTOX = -0
        Reinicio_Teclado = 1

    if MAN_O.colliderect(ACTIVAR_1) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN:
        MOSTRAR_TECLADO1 = 1
        '''
        if T == 2:
            Tem3 = time.time()
            print(Tem3-Tem0,"Tiempo Teclado")
            T = 3
        '''

    ##PAG 2
    if MAN_O.colliderect(PRINCIPAL2) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN:
        CONFIGURACION = 0
        Reinicio_Teclado = 1
        PUNTOX = -0

    if MAN_O.colliderect(ESTABLO0) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN:
        #CONFIGURACION = 1
        print("PENDIENTE")
        Reinicio_Teclado = 1
        #PUNTOX = -900

    if MAN_O.colliderect(ACTIVAR_2) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN:
        MOSTRAR_TECLADO2 = 1
        if T == 7 :
            Tem9 = time.time()
            print(Tem9-Tem0,"Tiempo Teclado2")
            T = 8

    if MAN_O.colliderect(B_EXCEL) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN:
        print("EXCEL")
        EXCEL = 1

    if MOSTRAR_TECLADO1 == 1 :
        Teclado.rect.x = 200 + PUNTOX + PAG1
        Teclado.rect.y = 540
    elif MOSTRAR_TECLADO2 == 1 :
        Teclado.rect.x = 180 + PUNTOX + PAG2
        Teclado.rect.y = 440

```

```

else:
    Teclado.rect.x = 1000
    Teclado.rect.y = 1000

if ENCENDIDO == 1 :
    if N_000X > -1 :
        D_000X.rect.x = 612 + PUNTOX + PAG1
        D_000X.rect.y = 123 - (N_000X*1000)
    if N_00X0 > -1 :
        D_00X0.rect.x = 533 + PUNTOX + PAG1
        D_00X0.rect.y = 123 - (N_00X0*1000)
    if N_0X00 > -1 :
        D_0X00.rect.x = 452 + PUNTOX + PAG1
        D_0X00.rect.y = 123 - (N_0X00*1000)
    if N_X000 > -1 :
        D_X000.rect.x = 373 + PUNTOX + PAG1
        D_X000.rect.y = 123 - (N_X000*1000)
else:
    D_000X.rect.x = 1000
    D_000X.rect.y = 1000

    D_00X0.rect.x = 1000
    D_00X0.rect.y = 1000

    D_0X00.rect.x = 1000
    D_0X00.rect.y = 1000

    D_X000.rect.x = 1000
    D_X000.rect.y = 1000

if PUNTOX == -1800:
    MOSTRAR_TECLADO1 = 0
    VISION = 0

if PUNTOX == 0:
    VISION = 0

if PUNTOX == -900:
    MOSTRAR_TECLADO2 = 0
    LA_LISTA = []
    COD_LISTA = []
    if VISION == 1 :
        if N_000X == 3 and T == 3:
            Tem4 = time.time()
            print(Tem4-Tem0,"Tiempo Estabilizando la
Balanza")

            T = 4
            N_000X = int(Valor[2])
            N_00X0 = int(Valor[3])
            N_0X00 = int(Valor[4])
            N_X000 = int(Valor[5])
            #print("VISION")

```

```

#VISION = 0
ret, frame = cap.read()
#TIEMPO REAL
'''
if not ret:
    break
'''
#RESET VIDEO
frame_counter += 1
if frame_counter ==
int(cap.get(cv2.CAP_PROP_FRAME_COUNT)):
    frame_counter = 0 #Or whatever as long as it
is the same as next line
    cap.set(cv2.CAP_PROP_POS_FRAMES, 0)
    print("ENTRO")
###FPS
new_frame_time = time.time()
fps = 1/(new_frame_time-prev_frame_time)
prev_frame_time = new_frame_time
FPS.append(fps)
MFPS= np.mean(FPS)
#print(MFPS, 'MFPS')

##VIS
Image_area2 = frame[334:620,412:1632]
Image_area = cv2.cvtColor(Image_area2,
cv2.COLOR_BGR2HSV)
ww = cv2.inRange(Image_area, CafeB , CafeA)

for i in range(0,len(Lalista)):
    Lista = Lalista[i]
    for j in range(0,len(Lista)):
        #Lista[j] = j
        Lista[j] = AreaP(j,ListP[i])

for p in range(0,len(Lalista)):
    Plist = Lalista[p]
    #print(Plist)
    if Plist == [1,1,1,1,1,1,0]:
        Valor[p] = '0'
    elif Plist == [0,1,1,0,0,0,0]:
        Valor[p] = '1'
    elif Plist == [1,1,0,1,1,0,1]:
        Valor[p] = '2'
    elif Plist == [1,1,1,1,0,0,1]:
        Valor[p] = '3'
    elif Plist == [0,1,1,0,0,1,1]:
        Valor[p] = '4'
    elif Plist == [1,0,1,1,0,1,1]:
        Valor[p] = '5'
    elif Plist == [1,0,1,1,1,1,1]:
        Valor[p] = '6'
    elif Plist == [1,1,1,0,0,1,0]:
        Valor[p] = '7'
    elif Plist == [1,1,1,1,1,1,1]:
        Valor[p] = '8'
    elif Plist == [1,1,1,1,0,1,1]:

```

```

        Valor[p] = '9'
    elif Plist == [0,0,0,0,0,0,0]:
        #Valor[p] = '-'
        Valor[p] = '-1'
    else:
        #Valor[p] = '_'
        Valor[p] = '-1'

    cv2.putText(Image_area2, str(Valor), (40, 70),
cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 3, (100, 255, 0), 3, cv2.LINE_AA)
    #cv2.imshow('frame', frame)
    Image_area3 = cv2.resize(Image_area2, (477, 104),
interpolation = cv2.INTER_AREA)
    if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
        break
    if MAN_0.colliderect(CAMARA) and event.type ==
pygame.MOUSEBUTTONDOWN:
        cv2.imshow('imAux', Image_area3)
if PUNTOX == 0:
    MOSTRAR_TECLADO1 = 0
    MOSTRAR_TECLADO2 = 0
    LA_LISTA = []
    COD_LISTA = []

if Reinicio_Teclado == 1 :
    Nombre = []
    TXT = ""
    Reinicio_Teclado = 0

if ENV == 1 and len(Nombre) > 1 :
    CONTADOR = int(int(CONTADOR) + int(1))
    sheet[LETRA] = str(CONTADOR)

    sheet[L_NUM + str(6+CONTADOR)] = int(CONTADOR)
    sheet[L_COD + str(6+CONTADOR)] = TXT
    sheet[L_PES + str(6+CONTADOR)] = int(PESO)
    sheet[L_ANO + str(6+CONTADOR)] = int(HOYSTANNO)
    sheet[L_MES + str(6+CONTADOR)] = int(HOYDTMES)
    sheet[L_DIA + str(6+CONTADOR)] = int(HOYDTDIA)
    sheet[L_HOR + str(6+CONTADOR)] = int(HOYDTHORA)
    sheet[L_MIN + str(6+CONTADOR)] = int(HOYDTMIN)
    sheet[L_SEG + str(6+CONTADOR)] = int(HOYDTSEG)
    sheet[L_SEM + str(6+CONTADOR)] = int(HOYDTSEMA)
    sheet[L_OBS + str(6+CONTADOR)] = OBSERVACION

if T ==5 :
    Tem7 = time.time()
    print(Tem7-Tem0,"Tiempo Guardado")
    T = 6

wb.save(filesheet)
print("OK")
ENV = 0

```

```

if BUSCAR == 1 and len(TXT) > 0:
    #print(CONTADOR,"Buscando CONTADOR")
    VER_DATOS = 1
    for i in range(0 ,int(CONTADOR)):
        Q = 7 +i
        RX = str(Q)

        RNUMERO = L_NUM + RX
        RXNUMERO = REHHOJA1[RNUMERO].value

        RCODIGO = L_COD + RX
        RXCODIGO = REHHOJA1[RCODIGO].value

        RPESO = L_PES + RX
        RXPESO = REHHOJA1[RPESO].value

        RANNO= L_ANO + RX
        RXANNO = REHHOJA1[RANNO].value

        RMES = L_MES + RX
        RXMES = REHHOJA1[RMES].value

        RDIA = L_DIA + RX
        RXDIA = REHHOJA1[RDIA].value

        RHORA = L_HOR + RX
        RXHORA = REHHOJA1[RHORA].value

        RMINUTO = L_MIN + RX
        RXMINUTO= REHHOJA1[RMINUTO].value

        RSEGUNDO= L_SEG + RX
        RXSEGUNDO= REHHOJA1[RSEGUNDO].value

        RSEMANA= L_SEM + RX
        RXSEMANA= REHHOJA1[RSEMANA].value

        ROBSEVACION= L_OBS + RX
        RXOBSEVACION= REHHOJA1[ROBSEVACION].value

        GRANLISTA = RXNUMERO , RXCODIGO , RXPESO , RXANNO
, RXMES , RXDIA , RXHORA , RXMINUTO, RXSEGUNDO, RXSEMANA, RXOBSEVACION
        LA_LISTA.append(GRANLISTA)

    #AQUI
    if T == 8 :
        Tem10 = time.time()
        print(Tem10-Tem0,"Tiempo Delay")
        T = 9

    if GRANLISTA[1] == int(TXT) :
        COD_LISTA.append(GRANLISTA)

```

```

#print(COD_LISTA,"COD_LISTA")

BUSCAR = 0

if VER_DATOS == 1 :
    if len(COD_LISTA) == 0 :
        font = pygame.font.SysFont("serief",20)
        #NO_DATA = font.render("La busqueda no genero
resultados"), True ,NEGRO)
        NO_DATA = font.render(str("La busqueda no genero
resultados"), True ,NEGRO)
        screen.blit(NO_DATA, [170 + PUNTOX + PAG2,150])
    else:
        for p in range(0,len(COD_LISTA)) :
            V = COD_LISTA[p]
            #print(V[0],"COD")
            font = pygame.font.SysFont("serief",23)
            DATO01 = font.render(str(V[5])+" de "+
str(Meses[V[4]-1]) + " del " + str(V[3]) , True ,NEGRO)
            screen.blit(DATO01, [170 + PUNTOX +
PAG2,155+(60*p)])
            #DATO02 = font.render(str(V[6])+":"+
str(V[7]) + ":" + str(V[8]) , True ,NEGRO)
            DATO02 = font.render(str(V[6])+":" + str(V[7])
, True ,NEGRO)
            screen.blit(DATO02, [340 + PUNTOX +
PAG2,155+(60*p)])
            font = pygame.font.SysFont("serief",35)
            DATO03 = font.render(str(V[2]), True
, (50+20*(p),150,150))
            screen.blit(DATO03, [420 + PUNTOX +
PAG2,150+(60*p)])
            pygame.draw.rect(screen,
(50+20*(p),150,150), (548+ PUNTOX + PAG2 + 40*(p) ,380-
int(0.2*V[2]),24,int(0.2*V[2])))

        if EXCEL == 1:
            for p in range(0,len(COD_LISTA)) :
                V = COD_LISTA[p]

                sheet2['A1'] = 'Número'
                sheet2['B1'] = 'Código'
                sheet2['C1'] = 'Peso'
                sheet2['D1'] = 'Año'
                sheet2['E1'] = 'Mes'
                sheet2['F1'] = 'Día'
                sheet2['G1'] = 'Hora'
                sheet2['H1'] = 'Minuto'
                sheet2['I1'] = 'Segundo'
                sheet2['J1'] = 'Semana'
                sheet2['K1'] = 'Observación'
                pp = p +1
                sheet2['A' + str(pp+1)] = pp

```

```

sheet2['B' + str(pp+1)] = V[1]
sheet2['C' + str(pp+1)] = V[2]
sheet2['D' + str(pp+1)] = V[3]
sheet2['E' + str(pp+1)] = V[4]
sheet2['F' + str(pp+1)] = V[5]
sheet2['G' + str(pp+1)] = V[6]
sheet2['H' + str(pp+1)] = V[7]
sheet2['I' + str(pp+1)] = V[8]
sheet2['J' + str(pp+1)] = V[9]
sheet2['K' + str(pp+1)] = V[10]

```

```

wb2.save('Excels/' +str(TXT)+'.xlsx')
print("OKEP")
if T == 9 :
    Tem11 = time.time()
    print(Tem11-Tem0,"Tiempo Excel")
    T = 10

```

EXCEL = 0

```
font = pygame.font.SysFont("serief",85)
```

```

DATO1 = font.render(str(COD_ESTABLO + str(TXT) ), True
,NEGRO)
screen.blit(DATO1, [240 + PUNTOX + PAG1,455])

```

```

DATO2 = font.render(str(COD_ESTABLO + str(TXT)), True ,NEGRO)
screen.blit(DATO2, [200 + PUNTOX + PAG2,55])

```

```
all_sprite_list.draw(screen)
```

```

pygame.display.flip()
clock.tick(60)
cap.release()
cv2.destroyAllWindows()
pygame.quit()

```