

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

Diseño de un sistema de conteo de personas en establecimientos  
utilizando hardware de bajo costo y software libre

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo a la obtención del título de:

**Licenciado en redes y sistemas operativos**

Presentado por:

Nelson Geovanny Andrade Gavidia  
Dennisse Michelle Pérez Cedeño

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

# AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios, por ser el guía en este largo camino de estudios, a mis padres Betty y Nelson, por haberme inculcado el estilo de estudio como principal camino a la superación personal y por siempre haber estado conmigo, a mi esposa Verónica por su apoyo de igual manera en todo momento, a mi segunda familia CARDTECH ECUATORIANA S.A., y principalmente al Ing. César González por su apoyo incondicional en todo momento para alcanzar esta tan ansiada meta académica, a mi compañera de Tesis Dennisse con la cual conté en todo momento al pasar diversas adversidades en el transcurso de la fase de culminación.

Agradezco también a todos mis maestros de la carrera LICRED, quienes han sido mi soporte en esta fase de graduación y a lo largo de toda la carrera. Y a todos los que de una u otra manera contribuyeron a culminar esta meta tan ansiada.

GRACIAS TOTALES.

**Nelson Geovanny Andrade Gavidia**

Primeramente, agradezco a Dios todopoderoso y a mis arcángeles por haberme permitido llegar hasta este paso de mi vida. A Rubén Pérez y Julia Cedeño mis padres quienes me dieron su apoyo incondicional de todas las formas posibles durante todo este camino, los amare por siempre.

A todos mis maestros conocidos en mi carrera, muchas gracias por sus enseñanzas. Al Ing. Ronald Criollo y al Ing. Vladimir Sánchez por su gran motivación y formación. A mi compañero Nelson Andrade quien ha demostrado ser un gran compañero de trabajo, estudio, un verdadero amigo y a pesar de las adversidades que ambos hemos pasado en la última etapa de nuestro proyecto, sacamos adelante a este gran equipo. Y como olvidar, a mi tío Alejandro Cedeño y mi tía Patricia Pérez, quienes jamás me dejaron caer y me impulsaron siempre a cumplir mi tan ansiada meta a pesar de las adversidades que he cruzado en mi vida.

Gracias infinitas a todos.

**Dennisse Michelle Pérez Cedeño**

## **DEDICATORIA**

Dedicado a Dios, a mis padres Betty y Nelson por su sacrificio y apoyo incondicional en todo momento, en este largo camino recorrido, a mí amada esposa Verónica y mi hija Doménica por las cuales tengo ese deseo de superación cada día.

**Nelson Geovanny Andrade Gavidia**

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto integrador principalmente a Dios, a mi padre Rubén Pérez, quien nunca dudó que yo cumpliría esta meta, a Julia Cedeño mi madre, quien me apoyó desde el principio hasta el día de hoy, dándome su gran ejemplo de fuerza ante los momentos duros de vida.

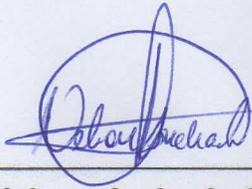
Dedico este proyecto a mis hijos Victoria Rodríguez y Leandro Rodríguez. Mis pequeños han sido mi motivación en seguir adelante siempre, por ellos y para ellos es este logro y los que vendrán bajo la mano divina de Dios.

A mis abuelos Luz Espín, Hugo Pérez, quienes se han preocupado mucho por mí en todo el transcurso de mi carrera. Pero en especial a Enna Carpio sé que desde algún lugar del cielo está orgullosa de mí.

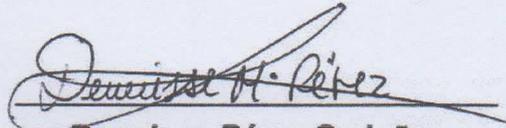
**Dennisse Michelle Pérez Cedeño**

## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Nelson Geovanny Andrade Gavidia* y *Dennisse Michelle Pérez Cedeño* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



**Nelson Andrade Gavidia**



**Dennisse Pérez Cedeño**

## **EVALUADORES**

---

Ing. Ronald Criollo Bonilla

**PROFESOR DE MATERIA**

**INTEGRADORA**

---

Ing. Vladimir Sánchez Padilla

**TUTOR ACADÉMICO**

## RESUMEN

En el presente documento se analizarán los tipos de controles de aforo que se aplican en los establecimientos en general, así como las normas de bioseguridad usadas. La problemática que afecta a la comunidad es que, debido a los efectos del virus COVID-19, muchas empresas han tenido que paralizar sus operaciones por normativas del COE para de esta forma evitar contagios, pero esto ha ocasionado el cierre total de los negocios. Conforme a lo analizado se brinda el diseño de un sistema para el control del aforo de personas en un establecimiento, con el uso de hardware de bajo costo y software libre. Este diseño permitirá un control de aforo más efectivo, evitando así contagios por el número de personas en un establecimiento. Cumpliendo a la vez las normativas que rigen la reapertura de los locales en general.

**Palabras clave:** aforo, usuario, cámaras, código, interfaz, control.

## **ABSTRACT**

*This document depicts the analysis of different types of controls applied for knowing the capacity of people allowed in establishments to deem which biosafety standards can be performed. Due to the pandemic of COVID-19, the problem that affects several communities worldwide is the lockdown, which at the same time provoke shutdowns in daily activities. In Ecuador, the policies dictated by the Emergency Operation Center (COE, Spanish acronym) for avoiding contagion has caused the total closure of businesses, academic centers, parks and recreation areas. According to what has been analyzed, the design of a system to control the capacity of people allowed in an establishment is provided with the use of low-cost open source both hardware and software. The design will perform a more effective control oriented for the reopen of establishments, thus avoiding contagion between several people in an establishment, complying with the regulations of the government.*

**Keywords:** *Capacity of people allowed, cameras, code, interfaces, control.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	I
<i>ABSTRACT</i> .....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	VIII
CAPÍTULO 1 .....	1
1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Descripción del problema.....	3
1.2 Justificación del problema .....	4
1.3 Objetivos .....	5
1.3.1 Objetivo General .....	5
1.3.2 Objetivos Específicos .....	5
1.4 Marco teórico .....	5
CAPITULO 2 .....	9
2. METODOLOGÍA .....	9
2.1. Empatizar .....	9
2.5 Evaluar.....	19
CAPÍTULO 3 .....	22
3. RESULTADO Y ANALISIS .....	22
CAPÍTULO 4 .....	46
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	46

4.1 Conclusiones .....	46
4.2 Recomendaciones.....	47
BIBLIOGRAFÍA .....	48
ANEXOS .....	49

## **ABREVIATURAS**

ESPOL      Escuela Superior Politécnica del Litoral.

COE	Comité de Operaciones de Emergencia.
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico.
COVID-19	Enfermedad por coronavirus originada en el año 2019.
IP	Protocolo de internet.
PyQt5	Biblioteca para interfaz gráfica versión 5.
C++	Lenguaje de programación.
GUI	Interfaz gráfica de usuario.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Empresas cerradas durante semáforo rojo por COVID [ <a href="https://www.elcomercio.com/">https://www.elcomercio.com/</a> ]	19 11
Figura 1. 2 Solución de conteo automatizado en Colombia, Fevox [ <a href="https://www.fevox.co">https://www.fevox.co</a> ]	14
Figura 2. 1 Mapa de actores clave [Autoría propia]	18
Figura 2. 2 Primer prototipo para el control de aforo basado en cámaras [Autoría propia]	24
Figura 2. 3 Segundo prototipo para el Control de aforo por medio de sensores [Autoría propia]	26
Figura 3. 1 Solución propuesta del control automatizado del aforo en un establecimiento [Autoría propia]	30
Figura 3. 2 Pantalla principal código Python en Pycharm [Autoría propia]	32
Figura 3. 3 Simulación inicial del control del aforo [Autoría propia]	33
Figura 3. 4 Definición de variables y detalle de función [Autoría propia]	34
Figura 3. 5 Bucle contenedor de imágenes [Autoría propia]	35
Figura 3. 6 Contenedor de imágenes grises para convertir en binario [Autoría propia]	36
Figura 3. 7 Ejemplo de detección de contorno [ <a href="https://es.stackoverflow.com">https://es.stackoverflow.com</a> ]	37
Figura 3. 8 Desarrollo del guardado de posiciones de objetos humanos [Autoría propia]	38
Figura 3. 9 Proceso para rellenar las listas de posición [Autoría propia]	39
Figura 3. 10 Resultado de listas en binario (0,1) [Autoría propia]	40
Figura 3. 11 Definición de color, botón de salida del programa [Autoría propia]	41
Figura 3. 12 Ingreso de datos en interfaz control de aforo [Autoría propia]	43
Figura 3. 13 Selección de límite de aforo en interfaz [Autoría propia]	44
Figura 3. 14 Base de datos con fecha y hora [Autoría propia]	44
Figura 3. 15 Captura de objetos humanos por cámara de video [Autoría propia]	45

Figura 3. 16 Código para resultados de incremento y decremento (Variable MAX) [Autoría propia]	46
Figura 3. 17 Cámara utilizable para la solución [ <a href="https://www.logitech.com/es">https://www.logitech.com/es</a> ]	47
Figura 3. 18 Modelo de portátil utilizable para la solución [ <a href="https://www.lenovo.com/ec/es/">https://www.lenovo.com/ec/es/</a> ]	48
Figura 3. 19 Librerías libres para el desarrollo del código [ <a href="https://opencv.org/">https://opencv.org/</a> ]	49
Figura 3. 20 Entorno de desarrollo usado para la solución [ <a href="http://www.jetbrains.com/es-es/pycharm-edu/">www.jetbrains.com/es-es/pycharm-edu/</a> ]	50
Figura A1. 1 Resultados de pregunta 1 [Autoría propia]	58
Figura A1. 2 Resultados de pregunta 2 [Autoría propia]	59
Figura A1. 3 Resultados de pregunta 3 [Autoría propia]	60
Figura A1. 4 Resultados de pregunta 4 [Autoría propia]	60
Figura A1. 5 Resultados de pregunta 5 [Autoría propia]	61
Figura A1. 6 Resultados de pregunta 6 [Autoría propia]	62
Figura A3. 1 Mapa de empatía - Microempresarios [Autoría propia]	68
Figura A3. 2 Mapa de empatía - Clientes [Autoría propia]	69
Figura A3. 3 Mapa de empatía - Empleados [Autoría propia]	70
Figura A6. 1 Matriz importancia-dificultad [Autoría propia] <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Figura A7. 1 Pasos de manual de usuario [Autoría propia]	75
Figura A7. 2 Pasos de manual de usuario [Autoría propia]	76
Figura A7. 3 Visualización de cámaras durante el control de aforo [Autoría propia]	77

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 Tabla comparativa de soluciones existentes [Autoría propia]	16
Tabla 2. 1 Uso de medidas de prevención según las encuestas [Autoría propia]	19
Tabla 2. 2 Encuesta realizada sobre el uso de un sistema automatizado [Autoría propia]	20
Tabla 2. 3 Matriz de decisión [Autoría propia]	23
Tabla 2. 4 Opinión de los encuestados sobre el prototipo 1 [Autoría propia]	28
Tabla 2. 5 Opinión de los encuestados sobre el prototipo 2 [Autoría propia]	29
Tabla 3. 1 Plan de trabajo [Autoría propia]	51
Tabla 3. 2 Presupuesto y flujo de caja [Autoría propia]	52
Tabla A4. 1 Definición de insights [Autoría propia]	71

# CAPÍTULO 1

## 1 INTRODUCCIÓN

Actualmente a nivel mundial se está viviendo una de las mayores catástrofes debido a la pandemia por el virus COVID-19. Esto ha afectado en gran escala tanto al sistema de salud, económico y empresarial. De estos tres aspectos importantes se realizará el enfoque en empresas grandes, medianas, pequeñas y pymes según sea el caso.

Basado en nuestra investigación, debido a la emergencia sanitaria provocada por este virus, varias empresas se han visto forzadas a dejar de operar, creando así una gran crisis a nivel económico tanto para micro empresarios como para empleados. Las microempresas pierden la confianza del público por temor a un contagio y también por las nuevas medidas sanitarias que indican los gobiernos de cada país, dando como resultado el cierre temporal o indefinido de muchas microempresas generando un alto nivel de desempleo.

Analizando el tema a nivel internacional, según el diario español “Cinco días”, la ODCE indica que hay 2.63 millones de empresas actualmente en España, donde el 94,4 % son microempresas con hasta 10 empleados. [1]

Según recopilaciones de diarios españoles, se puede aseverar que las pymes que están compuestas por menos de 10 empleados son las más expuestas a la falta de liquidez en temas de efectivo. Adicional, como lo señala la OCDE, las pymes afectadas por las medidas restrictivas representan el 40% del empleo total en países desarrollados. [2]

Se concluye que en el terreno español el sector de las pymes corre mayor riesgo en cerrar, desatando así el caos del desempleo, la mayor razón de esta posibilidad es en primera y gran parte, que España ha sido uno de los países más afectados por la pandemia y además por gran cantidad de pymes existentes.

Hablando de materia local, como ya se conoce el COE Ecuador se encarga de planificar y mantener la coordinación de las instituciones implicadas en respuesta de sucesos naturales y/o desastres. El COE, en conjunto con el gobierno nacional, fijó el estado de excepción a inicios de la emergencia sanitaria por el COVID-19, para con ello catalogar según la urgencia a las provincias en semáforo: rojo, amarillo, verde. Se aplicaron medidas como la prohibición de entrada al país tanto para extranjeros como ecuatorianos, el cierre de fronteras y la gran limitación de actividades públicas. En dicha limitación de actividades públicas se incluye el bloqueo drástico de pymes y/o negocios pequeños.

Como se puede ver en la imagen 1.1, según los datos brindados por el diario ecuatoriano El Comercio, en inicios y durante la cuarentena, el cierre de las microempresas ha sido realmente elevado, dando como resultado el quiebre de las mismas y junto con ello una muy creciente tasa de desempleo. Esta es la visión de algunos líderes gremiales: Caterina Costa, presidenta del Comité Empresarial Ecuatoriano; Carlos Castellanos, presidente de la organización de comercios minoristas, y Patricio Alarcón, presidente de la Cámara de Comercio de Quito. Un claro ejemplo de esto es el porcentaje de pymes en capacidad de operación en medio del impacto del COVID-19, tomando como referencia la ciudad de Quito con el 20,8 % en lo que respecta a empresas pequeñas y 12,4 % en microempresas. [3]



Figura 1. 1 Empresas cerradas durante semáforo rojo por COVID 19 [<https://www.elcomercio.com/>]

## 1.1 Descripción del problema

El COE cantonal de Guayaquil establece lineamientos para la apertura de locales comerciales con el fin de mitigar el impacto que pueda tener el contagio masivo de COVID-19. Debido a las normativas que éste asigna, los locales se ven obligados a tener un control de las personas que están dentro de ellos.

Esta problemática puede ser resuelta, de manera que no haya que depender de una persona que esté en la entrada y así no sea foco de contagio, por lo tanto el COE pone restricciones al reinicio de las actividades normales, entonces para esto los locales deberían prepararse, de tal forma, que puedan detectar el aforo máximo de personas dentro de un establecimiento.

Analizando lo ya mencionado y contemplando que actualmente El COE Nacional del Ecuador establece las normativas durante el desarrollo de la pandemia, entre ellas está la reducción de capacidad máxima permitida en los locales. Esto es primordial para contabilizar a los asistentes, disminuyendo en gran escala el riesgo de contagio y aumentando la confiabilidad del cliente hacia el negocio o establecimiento a la vez incrementando las oportunidades de empleo, todos estos beneficios bajo un sistema confiable, práctico, con equipos y software de bajo costo.

## **1.2 Justificación del problema**

En base a encuestas y a una investigación de campo se puede constatar las diferentes necesidades de los usuarios y/o posibles compradores de la solución, dentro de las cuales se encuentran: la necesidad de seguir laborando pero siguiendo las normativas expuestas por el COE, dentro de las cuales implica tener controlado el número de personas que están dentro de un establecimiento de cualquier índole.

Es justamente aquí donde entra la creación de la necesidad del producto o servicio, ya que es algo que aparte de ser necesario por sentido común, esta normado por las autoridades y en caso de no cumplir con esta petición simplemente los negocios serían clausurados o en su defecto cualquier empleado o cliente podría quedar expuesto a un posible contagio.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar un control de ingreso de personas a establecimientos públicos y privados mediante un sistema automatizado basado en software y hardware libre de bajo costo para el cumplimiento de las reglas de aforo indicadas por el COE.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Analizar información sobre el cierre de negocios por efecto de la actual pandemia, obtenida mediante encuestas realizadas a microempresarios de Guayaquil.
- Comparar equipos electrónicos y software libre para una correcta integración de componentes del sistema de automatización.
- Proveer al microempresario un control efectivo de la cantidad de personas que ingresan a su local para la mitigación de posibles contagios.

## **1.4 Marco teórico**

Realizadas las investigaciones y según la propuesta de proyecto presentada, como es mostrado en la Tabla 1.1. Se pudo obtener información de que en España se aplica un sistema de control de aforo de personas con el fin de que los establecimientos no sobrepasen el límite de personas establecido según las normativas de las autoridades.

Una opción aplicada para el conteo de personas son las cámaras IP AXIS, los cuales permiten además de calcular número de clientes y visitantes, medir las filas y realizar control demográfico. Otra opción que fue también revisada fue e-netcamCOUNTER, también usado

por las pymes españolas para conteo de personas, el mismo lo provee IProNet y es instalado en un pc y trabaja con cámaras de cualquier marca IP deseada. [4]

Como se puede apreciar en la Figura 1.2, en lo que respecta a Latinoamérica, Colombia utiliza cámaras FEVOX como metodología para el control de aforo de personas, la misma está dando buenos resultados para que las tiendas y demás establecimientos conozcan la afluencia de clientes y se respete el máximo de aforo permitido. Este método da como beneficio Alertar al personal cuando se supera el límite para el monitoreo de ocupación en tiempo real. [5]

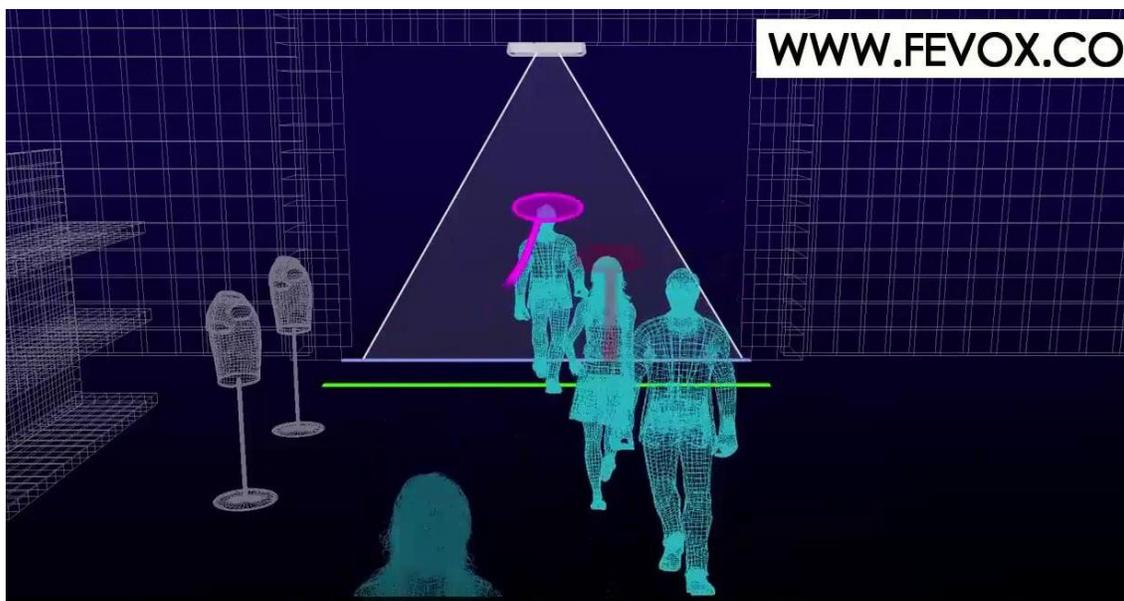


Figura 1. 2 Solución de conteo automatizado en Colombia, Fevox [<https://www.fevox.co>]

Otra solución utilizada es la que ofrece la empresa Ingetronik de Colombia, en la cual se usa tecnología de sensores y pulsadores, el sistema permite contar e informar automáticamente cuántos clientes se encuentran dentro del establecimiento. Posee sensores que cuentan las personas que entran y las que salen indicando la cantidad actual de personas presentes en la pantalla. Emite una alerta sonora cuando se ha alcanzado la cantidad máxima configurada de personas. Su estructura metálica le permite ubicarla en cualquier lugar. A su vez, permite configurar la cantidad máxima o resetear el conteo desde 00.

Tabla 1. 1 Tabla comparativa de soluciones existentes [Autoría propia]

PAIS	PROBLEMÁTICA	MARCA/EMPRESA PROPIETARIA	TECNOLOGIA UTILIZADA	CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
España	Control de aforo	AXIS	Cámaras IP y software propietario	*Analítica de vídeo *Usuarios autorizados pueden acceder a datos en tiempo real e información histórica *Software y herramientas de gestión propietario de la marca	*El sistema es fácil de agregar a su red existente. *Sistema escalable.	*Costo elevado de implementación *No hay soporte para Latinoamérica
España	Control de aforo	NetcamCounter /IproNet	Software funcional bajo un sistema de cámaras ip	*Configuración personalizable de los procesos. *Conteo por hora, día o semana. *Ver en tiempo real el número de personas/objetos en el recinto o en área. *Software y herramientas de gestión propietario de la marca	*Software se implementa bajo una red ya existente y bajo un sistema de cámaras ya existente. *Software parametrizable y escalable en función del hardware.	*Licenciamiento de software *Se necesita inversión previa de cámaras ip *No hay soporte para Latinoamérica
Colombia	Control de aforo	FEVOX	Sensores de imagen tridimensional y recepción wifi	* Tecnología dual para capturar la información. *Software y herramientas de gestión propietario de la marca.	*Cuenta con soporte para Latinoamérica. *Fácil implementación	*Hardware utilizado no es de bajo costo.
Colombia	Control de aforo	Ingetronik	Sensores y pulsadores	*Módulo con 2 sensores de barrera para entrada y salida *Botón para configuración de cantidades máxima / Reset	*Fácil implementación *Costo de implementación menor a solución con cámaras.	*Los usuarios pueden acceder y manipular el hardware del sistema si nadie vigila el área de ingreso/salida.

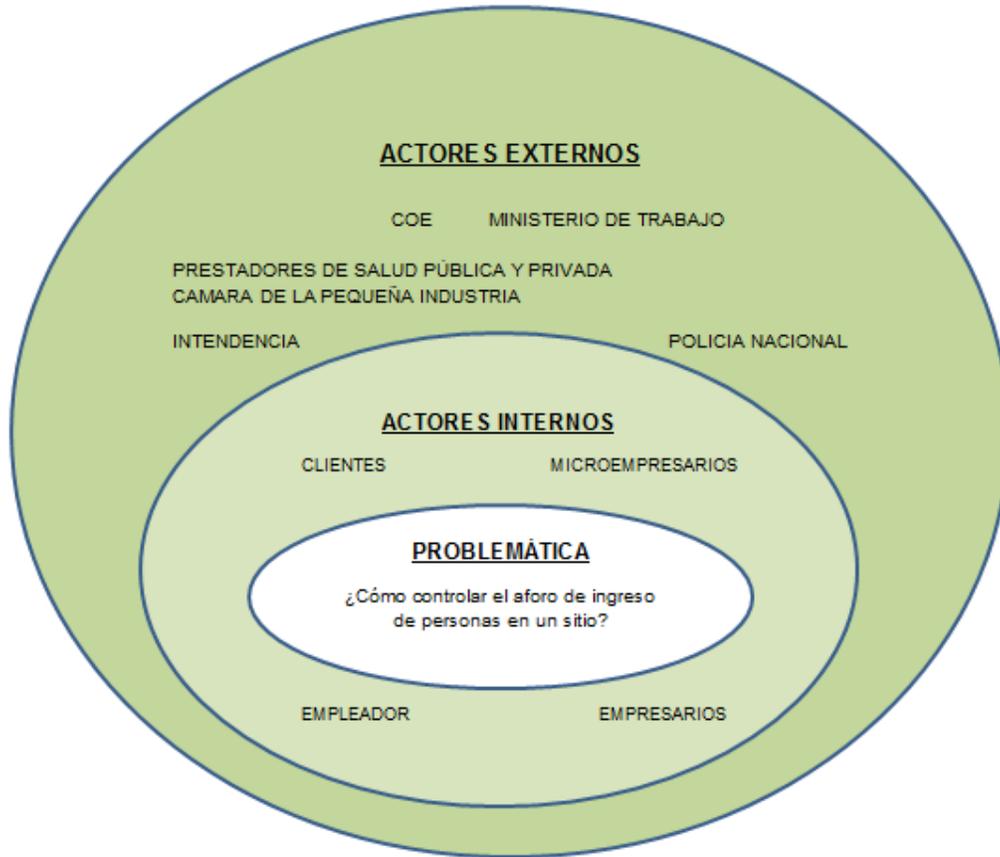
# CAPITULO 2

## 2. METODOLOGÍA

Según lo investigado y aprendido se han podido definir las necesidades, así como también las soluciones de las mismas. Y también en el desarrollo de este proyecto también hemos incluido lo aprendido del método Design Thinking.

### 2.1. Empatizar

En la primera etapa de la metodología establecida, se lograron obtener varias ideas para el diseño de nuestro proyecto. Estas ideas fueron recopiladas de encuestas realizadas a nuestros actores internos, los cuales fueron: empresarios, empleados y clientes, como se puede visualizar en la Figura 2.1.

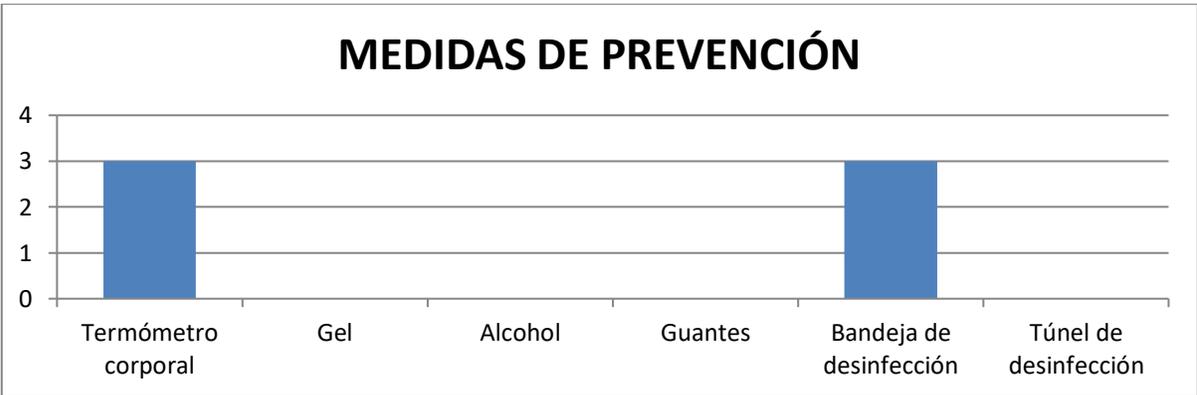


**Figura 2. 1 Mapa de actores clave [Autoría propia]**

Según la información recabada en las encuestas realizadas como muestra el anexo A 1.1, se pueden confirmar que ciertos negocios en especial los de alimentos utilizan la mayoría de las medidas de prevención y cuidado tanto para clientes como empleados, esto se refiere a: termómetro, guantes, mascarilla, alcohol, gel antibacterial, bandeja y túnel de desinfección.

En cuanto a los negocios encargados de manufacturación y operaciones son más orientados solo al uso de bandejas de desinfección, aplicación de gel antibacterial y toma de temperatura debido a que el aforo de clientes no es tan elevado por motivo de cierta pérdida de producción debido a la pandemia. Se puede verificar esta información gráficamente en la Tabla 2.1.

**Tabla 2. 1 Uso de medidas de prevención según las encuestas [Autoría propia]**

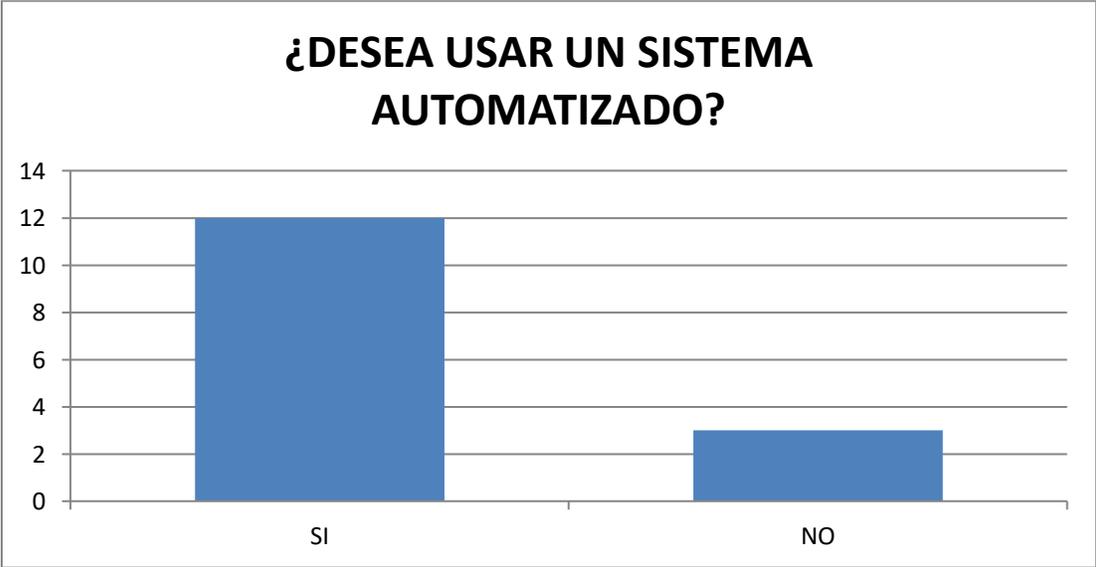


Pudo ser confirmado que una gran parte de encuestados, si aplican en alta escala las medidas del COE nacional al momento de ingresar y permanecer un tiempo determinado en locales comerciales, incluso muchos clientes dieron como respuesta el abandono del local y/o queja inmediata al administrador si se sobrepasa el aforo estimado dentro de un establecimiento sobre todo de consumo, como restaurantes, por ejemplo. Los empleados en su gran mayoría estuvieron gustosos en comentar que si existe un buen comportamiento por parte de los clientes hacia las normas de bioseguridad indicadas por el COE nacional.

Cabe recalcar que, dentro de las encuestas, nuestro actor: microempresario realiza el control del límite de aforo de personas manualmente, es decir designando un empleado en la puerta de ingreso. En otros casos se entregaba un ticket al cliente que ingresaba, mientras que en otros solo los anotaban.

Los microempresarios prefieren un control de ingreso de personas automático en lugar de contratar una persona que realice esta tarea, ya que puede haber errores de conteo debido a la afluencia de clientes u otras actividades laborales que tenga que realizar dicha persona. La opinión brindada fue que un sistema automatizado de control de ingreso de personas es más efectivo, rápido y exacto, pero también económico. Como se puede ver en la Tabla 2.2.

**Tabla 2. 2 Encuesta realizada sobre el uso de un sistema automatizado [Autoría propia]**



También fueron observados los grandes efectos que deja el bajo control de aforo en sitios, debido a que así surge mayor riesgo de contagio en un sitio determinado y como resultado da pérdida de clientes en gran cantidad a su vez esto le genera preocupación, estrés no solo a los microempresarios por el hecho de que cierren sus microempresas, sino también a los empleados ya que se hace visible en gran escala, el desempleo o reducción de sueldos y en el caso de los clientes, menos posibilidades de compra de productos de consumo masivo, dando como resultado: crisis económica.

Como se puede ver en las figuras A 3.1, A 3.2, A 3.3. En los tres escenarios influye mucho el servicio de entrega a domicilio, aunque no es muy efectivo, debido a que de todas formas hay reducción de sueldos y personal, microempresarios pierden afluencia de clientes y los clientes usan la posibilidad pero no en gran escala.

## **2.2 Definir**

Con lo analizado en la fase de empatizar, se definió el problema del usuario, el cual es controlar el límite de aforo de personas en un sitio, lo que da como efecto el riesgo de contagio y sanciones por parte de las autoridades por no cumplir con el límite establecido. Como se puede visualizar en la Figura A 1.4. A raíz de esto se definen las necesidades:

- Entender el peligro de superar el aforo en su local.
- Concienciar a los empleados y clientes sobre los riesgos de exceder el aforo.

Algunos microempresarios están reaperturando sus locales paulatinamente gracias al cambio en la semaforización en el cantón, sin embargo, uno de los inconvenientes que queda para los propietarios de los locales es el control de aforo de personas dentro del establecimiento.

Según los datos obtenidos de encuestas realizadas sobre el control de ingreso de personas y, si son aplicadas las normativas de bioseguridad, algunos microempresarios no realizan el control del aforo debido al gasto que incurre contratar a una persona para esta labor y porque consideran que no existe supervisión por parte de ningún ente regulador.

Varios microempresarios, sus empleados y clientes requieren tener pleno conocimiento sobre el elevado nivel de riesgo de contagio que puede existir por no controlar el aforo de personas. Caso contrario, esto conlleva también a ser acreedor de una multa por parte de las autoridades por no cumplir con las normativas de bioseguridad y distanciamiento social.

### **2.3 Idear**

Al haber entendido las necesidades del usuario y el porqué de las mismas, el siguiente paso de nuestro proyecto fue el proceso del Brainstorming como se puede ver en la Figura A 5.1, consistió en plantear un grupo de ideas donde luego de ser estudiadas detenidamente a través de la matriz importancia - dificultad, la cual nos indica el nivel de importancia y al mismo tiempo cuán difícil es realizar cada idea. Esta informaci. Se escogieron las soluciones más factibles:

Tabla 2. 3 Matriz de decisión [Autoría propia]

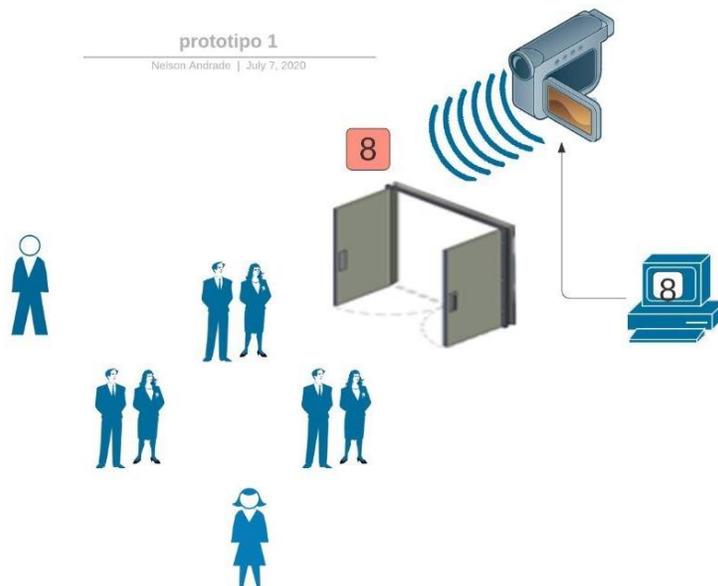
		<b>Evitar contagios</b>	<b>No superar el aforo máximo</b>	<b>Reducción de costos</b>	<b>Fácil manejo</b>
<b>IDEAS</b>	Conocer el límite máximo de aforo de personas en medios oficiales.	3	3	2	4
	Capacitar a empleados de un sitio determinado sobre la importancia del límite máximo de aforo	3	3	2	4
	Controlar ingreso de personas por medio de sensores	4	4	2	3
	Habilitar un sistema de puertas automáticas.	4	3	2	3
	Repartir tickets al momento del ingreso.	3	3	3	5
	Controlar ingreso de personas con cámaras	4	5	4	4

Luego las soluciones escogidas fueron evaluadas en la matriz de decisión, como se puede ver en la Tabla 2.3. En base a las necesidades del usuario, se calificó como 5 más alto y 1 más bajo. A partir de la matriz definida se seleccionaron las dos ideas con calificación más alta para prototipar.

## 2.4 Prototipar

Según las ideas estudiadas de la matriz de decisión, se realizaron dos prototipos de baja resolución:

- Control de aforo de personas en un sitio basado en cámaras.
- Control de aforo de personas en un sitio basado en sensores.



**Figura 2. 2 Primer prototipo para el control de aforo basado en cámaras [Autoría propia]**

Según la información recabada en las empresas:

- El Rey del Tigrillo.
- Farmacias Cruz Azul.
- Servicio Técnico Automotriz Andrade.

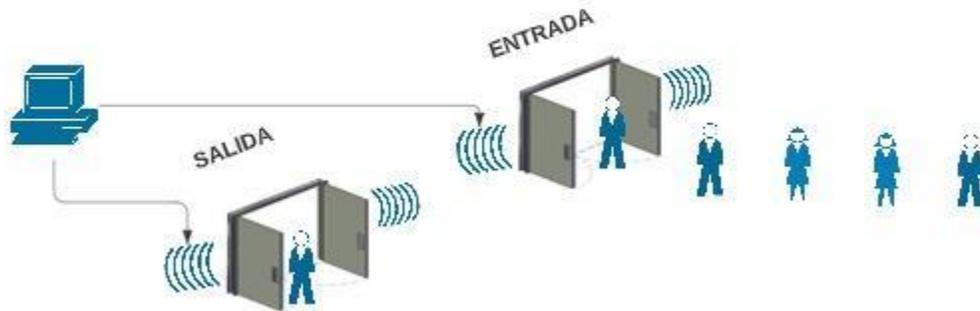
Se llegó a la determinación de crear un primer prototipo, que se basa en controlar el aforo de un sitio por medio de cámaras que tienen la función de visión artificial, como se puede visualizar en la Figura 2.2. En estos tres lugares se pudo obtener diferente opinión sobre el prototipo tanto del administrador como de los empleados y los clientes presentes.

Se pudo evidenciar que este prototipo se puede usar en establecimientos tanto de una como dos puertas, la cámara que realiza el control se prospecta que estará relativamente en un espacio elevado en la entrada del establecimiento, de esta forma se evita que las personas que ingresen tengan contacto directo con el dispositivo.

Como mejora para el prototipo 1 se podría añadir la medición de temperatura por medio de una cámara térmica, de esta forma no solo se controla el límite de aforo.

## PROTOTIPO 2

Nelson Andrade | July 7, 2020



**Figura 2. 3 Segundo prototipo para el Control de aforo por medio de sensores [Autoría propia]**

Visto en la Figura 2.3. Dadas las investigaciones se creó un segundo prototipo, el cual se refiere al control de aforo bajo sensores de paso y proximidad, donde cada puerta (ingreso/salida) tiene dos sensores de paso, los cuales controlan el número de ingreso de personas entrante y saliente, viajando así esta información numérica al equipo.

El prototipo 2 fue presentado a breves rasgos en tres establecimientos:

- El Rey del Tigrillo.
- Farmacias Cruz Azul.
- Servicio Técnico Automotriz Andrade.

En estos tres lugares se pudo obtener diferente opinión sobre el prototipo tanto del administrador como de los empleados y los clientes presentes. De todos ellos, solo Farmacias Cruz Azul contaba con doble puerta. Se pudo evidenciar que esta solución solo es viable en establecimientos con puerta de entrada y salida independiente. En esta solución los sensores de pasos podrían estar expuestos a la manipulación de los clientes, lo cual no es recomendable.

## **2.5 Evaluar**

Esta idea tuvo menor acogida que el prototipo 1, especialmente por el manejo de una segunda puerta, se podría intentar modificar la solución para una sola puerta. En conclusión, el prototipo de más aceptación por parte de las opiniones receptadas es el prototipo 1, debido a que se estima que tendrá mayor facilidad de implementación y uso, anexando la reducción de costos en equipos e incluso adecuaciones estructurales de los establecimientos, como lo sería el agregar una segunda puerta para implementar la solución 2. Hemos dividido las opiniones sobre ambos prototipos en las Tablas 2.4 y 2.5.

## SOLUCIÓN 1

Tabla 2. 4 Opinión de los encuestados sobre el prototipo 1 [Autoría propia]

<b>¿QUE LE AGRADA?</b>	<b>¿QUE LE DESAGRADA?</b>
*El no usar a una persona para el control de aforo *El sistema es autónomo.	*El lugar debe tener 2 puertas, una para entrada y otra para la salida
<b>SUGERENCIAS</b>	<b>CONCLUSIONES</b>
*Adaptarlo para una sola puerta	*es el prototipo menos querido

## SOLUCIÓN 2

Tabla 2. 5 Opinión de los encuestados sobre el prototipo 2 [Autoría propia]

<b>¿QUE LE AGRADA?</b>	<b>¿QUE LE DESAGRADA?</b>
*El no usar a una persona para el control de aforo *El sistema es autónomo *Solo usa una puerta para el proceso.	*Que si se llena el lugar solo de un aviso, mas no prohíba el acceso
<b>SUGERENCIAS</b>	<b>CONCLUSIONES</b>
*Usar un sistema de bloqueo de paso cuando se llene el lugar.	*Es el prototipo más elegido

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADO Y ANALISIS

### 3.1 Diseño de la solución

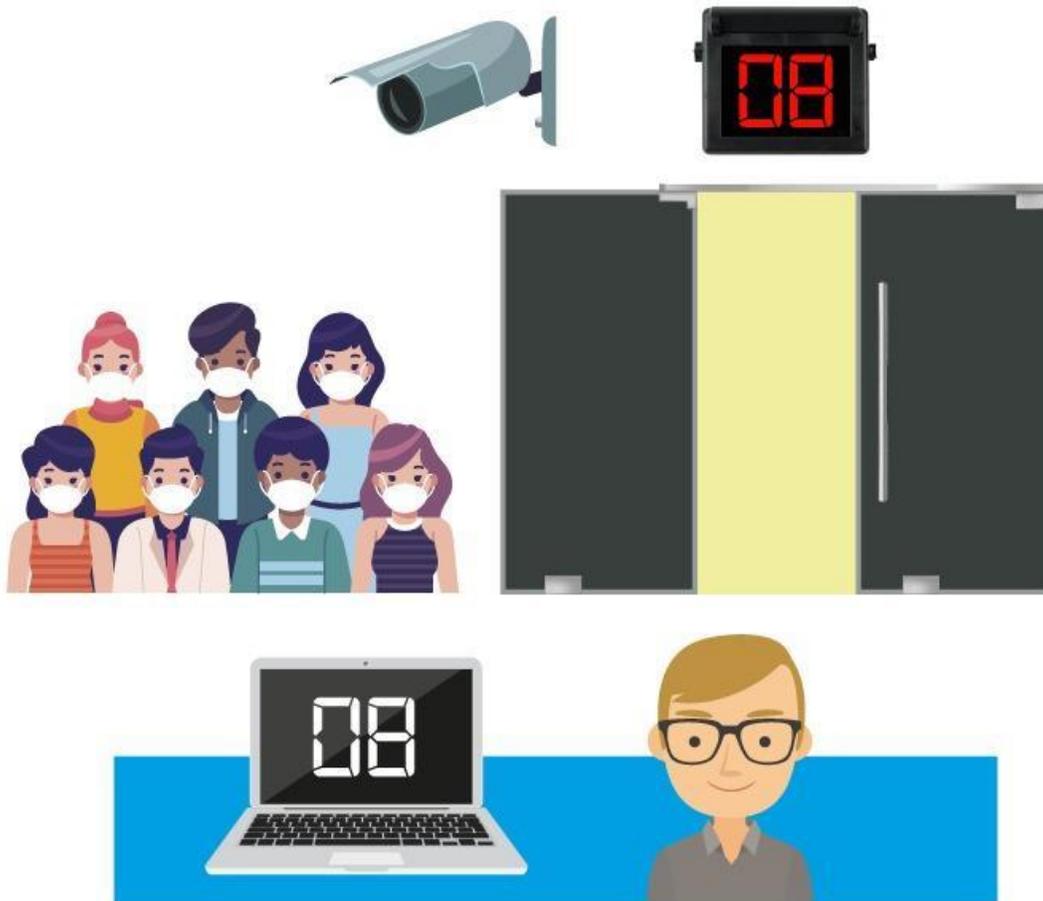


Figura 3. 1 Solución propuesta del control automatizado del aforo en un establecimiento  
[Autoría propia]

Solución propuesta del control automatizado del aforo en un establecimiento  
Según lo estudiado, se requiere una solución que favorezca al usuario tanto económicamente, así como también en la parte de la seguridad de la salud.

Es por esto que proponemos como solución, un sistema automatizado para el control del aforo, el cual brindará al usuario el beneficio del ahorro al no pagar sueldos extra y lo más importante evitar el contagio del virus COVID-19 u otros.

Tenemos un sistema de fácil uso, práctico, exacto donde solo usando una portátil y una cámara de video como se visualiza en la Figura 3.1, se podrá controlar el aforo.

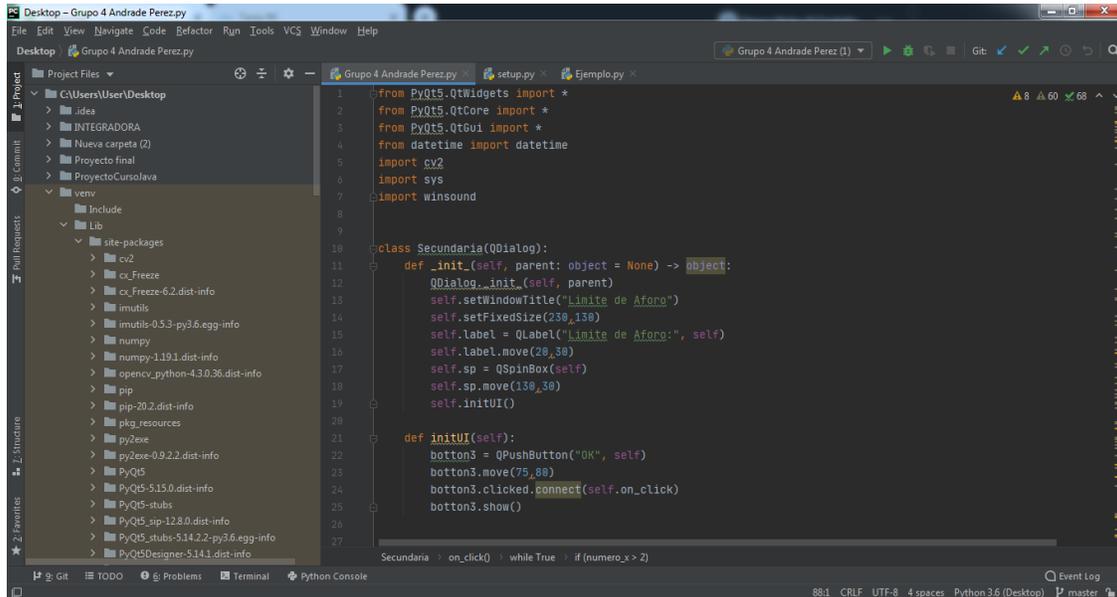
Se estudiaron múltiples opciones para el diseño de la solución a la problemática conocida por el motivo de que se requieren métodos de fácil uso para el usuario, además de costos accesibles.

Lo seleccionado en hardware ha sido webcam y máquinas portátiles para control de la interfaz gráfica donde será controlado el aforo. En cuanto a software se escogieron las librerías OpenCV, el entorno Pycharm donde se desarrolla el código de lenguaje Python orientado a controlar el límite de aforo de personas en un sitio captando la presencia de un objeto dentro del área de captación de la cámara.

Una vez que sea estudiada el área del sitio o negocio donde será aplicada la solución se procede a realizar las conexiones respectivas de las webcam desde el ángulo que se requiera, con cables USB con puertos hembra/macho. Por lo general deberá ser en la puerta de ingreso/salida o dos puertas en caso de tener puertas independientes, en este caso se podrá usar más de una cámara, luego se extenderá la conexión de la misma hacia el computador portátil de control.

El lenguaje Python, fue escogido para el desarrollo del código del programa por ser un lenguaje de fácil entendimiento, con sintaxis sencillas y orientado a objetos. [6].

A continuación, en la Figura 3.2, se detalla nuestro código que dio como resultado la interfaz gráfica para ejecutar el control automático de aforo:



```
1 from PyQt5.QtWidgets import *
2 from PyQt5.QtCore import *
3 from PyQt5.QtGui import *
4 from datetime import datetime
5 import cv2
6 import sys
7 import winsound
8
9
10 class Secundaria(QDialog):
11     def __init__(self, parent: object = None) -> object:
12         QDialog.__init__(self, parent)
13         self.setWindowTitle("Limite de Aforo")
14         self.setFixedSize(230,130)
15         self.label = QLabel("Limite de Aforo:", self)
16         self.label.move(20,30)
17         self.sp = QSpinBox(self)
18         self.sp.move(130,30)
19         self.initUI()
20
21     def initUI(self):
22         boton3 = QPushButton("OK", self)
23         boton3.move(75,88)
24         boton3.clicked.connect(self.on_click)
25         boton3.show()
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
```

Figura 3. 2 Pantalla principal código Python en Pycharm [Autoría propia]

Con la función **import** se plantearon las diferentes librerías:

**import imutils:** Realiza tareas básicas de procesamiento de imágenes.

**import cv2:** Llama las librerías de OpenCV para el uso de la visión artificial.

**import sys:** El módulo provee acceso a funciones y objetos contenidos por el intérprete.

Se especificaron las siguientes variables:

**avg = None:** Variable de inicialización que se usara en el programa para cumplir con una detección inicial de un objeto.

**video = cv2.VideoCapture(0):** Variable que contiene la función “**VideoCapture**” para abrir la cámara.

**xvalues = list():** Contiene los valores de los límites (área) de la detección de objetos.

Las librerías y variables detalladas serán la base de todo el código desarrollado en nuestro proyecto, el resultado final de la ejecución se refleja en la Figura 3.3.



**Figura 3. 3 Simulación inicial del control del aforo [Autoría propia]**

**motion = list():** Detecta la posición del objeto que va a capturarse.

**count1 = 0:** Contador de la entrada.

**count2 = 0:** Contador de la salida.

```
@pyqtSlot()
def on_click(self):
    avg = None
    video = cv2.VideoCapture(0)
    xvalores = list()
    motion = list()
    contador1 = 0
    contador2 = 0

    def encontrar_mayoria(k):
        myMap = {}
        maximo = ('', 0)
        for n in k:
            if n in myMap:
                myMap[n] += 1
            else:
                myMap[n] = 1

            if myMap[n] > maximo[1]:
                maximo = (n, myMap[n])

        return maximo
```

Figura 3. 4 Definición de variables y detalle de función [Autoría propia]

Una vez definida las variables y funciones como indica la Figura 3.4, se procede a desarrollar la función **“encontrar mayoría”** la cual mantendrá el registro del movimiento de la persona que ingrese al sitio. Cabe recalcar que las funciones de las librerías **Open CV** no captan imágenes por colores sino por imágenes en binario, por esta razón se crea dicha función.

La función contiene el parámetro **k**, el cual recibe a la variable **motion** para recorrer los diferentes valores obtenidos de la posición del objeto.

**myMap** es un diccionario vacío que ira recabando las veces que detecta posiciones hasta que llegue a un máximo específico que será definido más adelante en el programa.

**máximo** es la variable que contendrá las ocurrencias, es decir capturara las personas que vayan ingresando y al final lo retorna.

```
while True:
    ret, frame = video.read()
    marcar = True
    texto = ""

    frame = imutils.resize(frame, width=500)
    gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    gray = cv2.GaussianBlur(gray, (21, 21), 0)
```

Figura 3. 5 Bucle contenedor de imágenes [Autoría propia]

En el bucle mostrado en la Figura 3.5, se recorre **frame** por **frame** del video captado, **ret**, frame= **video.read()**. **Frame** contendrá las imágenes que fueron leídas con la función **video.read** y **ret** es una variable que retorna los valores ingresados por la función **video.read ()**.

Las imágenes que ingresan por color se llevan a escalas grises y binarias, esto lo resuelve la función **cv2.cvtColor**, donde se agrega el objeto con el color que se desee.

Con la imagen captada en blanco y negro actúa la función ***Imutils.resize*** permitiendo redimensionar la imagen con un ancho de 500 píxeles.

En cuanto a la función ***GaussianBlur***, esta nos permite hacer un desenfoco de la imagen para quitar el ruido de alta frecuencia, esto hará que el cambio de píxeles sea más rápido.

```
if avg is None:
    print(
        "[INFO] starting background model...")
    avg = gray.copy().astype("float")
    continue

cv2.accumulateWeighted(gray, avg, 0.5)
frameDelta = cv2.absdiff(gray, cv2.convertScaleAbs(avg))
thresh = cv2.threshold(frameDelta, 5, 255, cv2.THRESH_BINARY)[1]
thresh = cv2.dilate(thresh, None, iterations=2)
cnts, hierarchy = cv2.findContours(thresh.copy(), cv2.RETR_TREE, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
```

**Figura 3. 6 Contenedor de imágenes grises para convertir en binario [Autoría propia]**

Tal como nos muestra la Figura 3.6. En esta parte del programa se realiza una copia de la variable ***gray*** que contiene las imágenes en escalas grises, informando antes de que va a comenzar con el modelo de segundo plano.

Con la función ***“accumulateWeighted”*** propia de las librerías ***Open CV***, se regula la velocidad de actualización de las imágenes, es decir, que tan rápido pasa el acumulador de imágenes. La función admite imágenes multicanal, es decir colores rojo, azul y verde, y cada canal se procesa de forma independiente.

La función ***absdiff***, calcula la diferencia entre matrices de 3 imágenes capturadas para obtener como resultado final una imagen con los píxeles que son diferentes. Una vez obtenidos los píxeles diferentes se procede a usar la función ***threshold***, la

cual usamos con la variable **thresh** para procesar la imagen obtenida del **frameDelta** para llevarla a colores binarios, en donde se le asigna un límite de pixel. Si el pixel pasa del límite establecido se le asigna color blanco (1) o negro (0).

Luego funciona la función **Dilate**, que dilata la imagen para determinar la forma de un conjunto de píxeles sobre el cual se toma. Con **findContours**, se cuentan o se detectan los contornos del objeto. En la Figura 3.7 se puede visualizar un ejemplo de la detección del contorno.

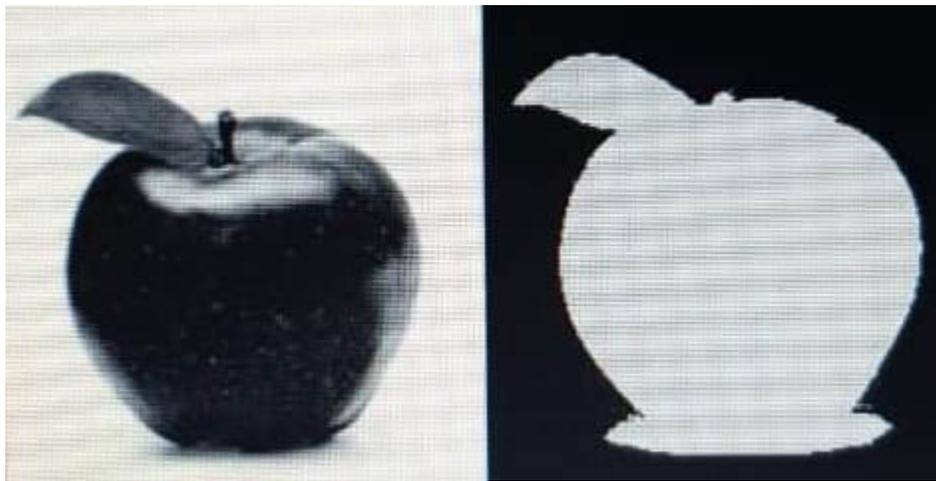


Figura 3. 7 Ejemplo de detección de contorno [<https://es.stackoverflow.com>]

Una vez obtenido el contorno de las imágenes, comenzamos a recorrerlos. Se utiliza la función **contourArea** para marcar el área del contorno del registro de objetos que será menor a 19000. Luego se define el tamaño del rectángulo con la función **boundingRect** y que nos da las coordenadas X, Y y W, H, se procede a guardar las posiciones con la función **append** (x) en la variable **xvalores** que se utilizará más adelante.

```

for c in cnts:
    if cv2.contourArea(c) < 19000:
        continue
    (x, y, w, h) = cv2.boundingRect(c)
    xvalores.append(x)
    cv2.rectangle(frame, (x, y), (x + w, y + h), (0, 0, 255), 1)
    marcar = False

```

Figura 3. 8 Desarrollo del guardado de posiciones de objetos humanos [Autoría propia]

Desarrollo del guardado de posiciones de objetos humanos.

Con la función `cv2.rectangle` como se puede ver en la Figura 3.8, se crean las líneas del rectángulo dentro de la variable **frame** que contiene las imágenes captadas por la cámara y los demás parámetros son para que el rectángulo se actualice junto con la dirección del objeto (persona) y con los valores (0, 0, 255),2). Se mantiene la variable **marcar=false** como una variable inicializada para mantener el conteo estable.

En la variable **numero\_x** se guarda la longitud de los valores de (**xvalores**) que es calculada con la función **len**.

```

numero_x = len(xvalores)

if (numero_x > 2):
    difference = xvalores[numero_x - 1] - xvalores[numero_x - 2]
    if (difference > 0):
        motion.append(1)

    else:
        motion.append(0)

    print(motion)

if marcar is True:
    if (numero_x > 8):
        val, times = encontrar_mayoria(motion)
        print(encontrar_mayoria(motion))
        if val == 0 and times >= 8:
            contador1 += 1

        else:
            contador2 += 1

xvalores = list()
motion = list()

```

Figura 3. 9 Proceso para rellenar las listas de posición [Autoría propia]

Como se presenta en la Figura 3.9. Luego en la siguiente sentencia, la variable **numero x** será condicionada, si es mayor a 2, ejecutará una diferencia entre los elementos de la lista **xvalores** con el fin de obtener una posición en el momento que la persona pase por el ingreso. Luego con otro condicional se cuestiona si la variable **diferencia** es mayor a 0, se procede a rellenar las listas con 1 y sino con 0 con la función **append** en la variable **motion**.

```

Proyecto-Grupo 4 Andrade Perez x
"C:\Users\User\Desktop\Proyecto-Grupo 4 Andrade Perez\venv\Scripts\python.exe" "C:/Users/User/Desktop/Proyecto-Grupo 4 Andrade Perez/main.py"
[INFO] starting background model...
[0]
[0, 1]
[0, 1, 1]
[0, 1, 1, 1]
[0, 1, 1, 1, 1]
[0, 1, 1, 1, 1, 1]
[0, 1, 1, 1, 1, 1, 1]
[0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0]
[0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1]
[0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1]
[0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1]
[0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 1]
[0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 1]
[0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1]
[0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1]
[0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1]
[0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1]
[0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1]
[0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1]
[0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1]
[1]
[1, 1]
[1, 1, 1]
[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, 0, 0, 0]
[0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]

```

Figura 3. 10 Resultado de listas en binario (0,1) [Autoría propia]

Si en la condición la variable **marcar** true, se procede a hacer una condición enlazada, donde si la variable **numero\_x** es mayor a 5, se llamará a la función **encontrar mayoría** con la variable lista **motion** que nos devuelve dos resultados ya que retorna una tupla (una lista que no se puede modificar), tal como lo muestra la Figura 3.10.

Dichos resultados se guardarán en la variable **val** y **times**, donde **val** va a valer 1 si detecta movimiento y **times** va tener el número de ocurrencias al detectar el movimiento luego se lo condiciona con **val=1** y **times** >= 5, si cumple con esas

condiciones el **contador1** suma 1 que es de entrada y sino suma a **contador2** que es de salida.

Al final las variables **xvalores= list ()** y **motion=list()** ayudan a que los valores de entrada y salida se mantengan fijos.

```
cv2.line(frame, (200, 0), (200, 480), (0, 255, 0), 2)
cv2.line(frame, (420, 0), (420, 480), (0, 255, 0), 2)
cv2.putText(frame, "In: {}".format(contador1), (10, 20), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.5, (255, 0, 0), 2)
cv2.putText(frame, "Out: {}".format(contador2), (10, 40), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.5, (255, 0, 0), 2)
cv2.imshow("Frame", frame)

key = cv2.waitKey(1) & 0xFF
if key == ord('q'):
    break
if contador1 == 4:
    fqHz = 1000
    duracion = 50
    winsound.Beep(fqHz, duracion)

#se cierran las ventanas de grabación
video.release()
cv2.destroyAllWindows()
```

Figura 3. 11 Definición de color, botón de salida del programa [Autoría propia]

Como parte final, en Figura 3.11, se dibujan las líneas (verdes) para tener el área de detección de la persona, las distancias se miden en píxeles (260, 480) en la variable **frame** con la función **cv2.line**.

Con la función **putTEXT** se agrega el texto informativo del contador, **format** da el formato del tipeo y finalmente con la función **imshow** se muestra el video de

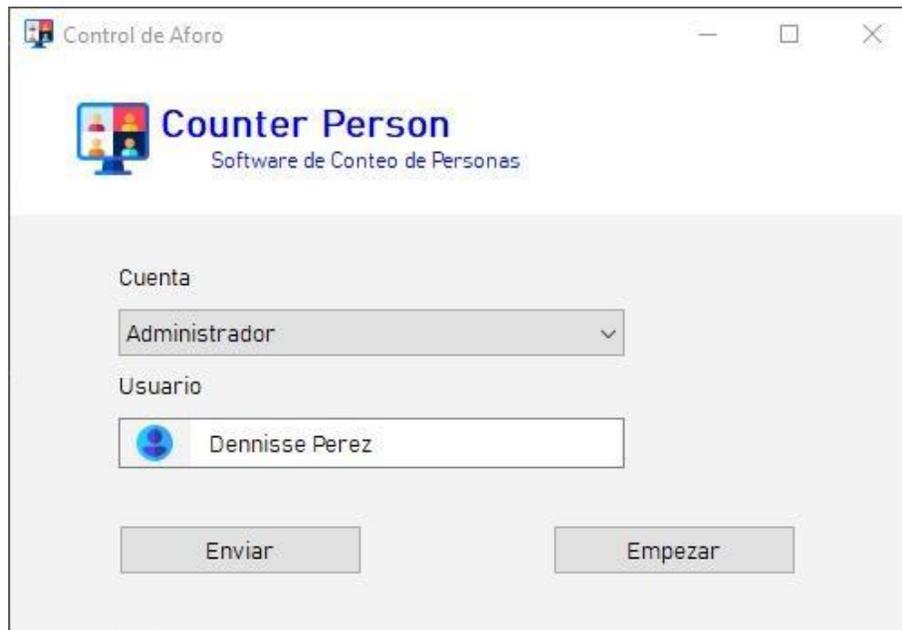
resultado final. Las líneas que detallan la función **waitKey** son para determinar el cierre del video del programa, ordenándolo que sea con la tecla q.

En el siguiente condicional se define la ejecución del código total, se aplica fuente de letra y tamaño a letra, y las últimas dos líneas ejecutan la salida de la interfaz.

Como parte final del código se detalla la programación de botones y cajas de texto que son usados en la interfaz gráfica. Se definen las imágenes y título del diseño de la ventana. Para que esto sea posible se usó la biblioteca PyQt5 que es la orientada para desarrollar la interfaz gráfica de Python. Qt está desarrollado en C++, al utilizarlo desde Python se pueden crear aplicaciones a una velocidad mucho más rápida sin poner en riesgo la velocidad de C++. El número 5 corresponde a la versión 5. [7]

Como se puede apreciar en la Figura 3.12. Todos los botones, combobox y cajas de texto tienen un diseño, un marco, una barra de título. Los widgets, como son comúnmente llamados, son los componentes usados para crear interfaces gráficas de usuario (GUI). [8]

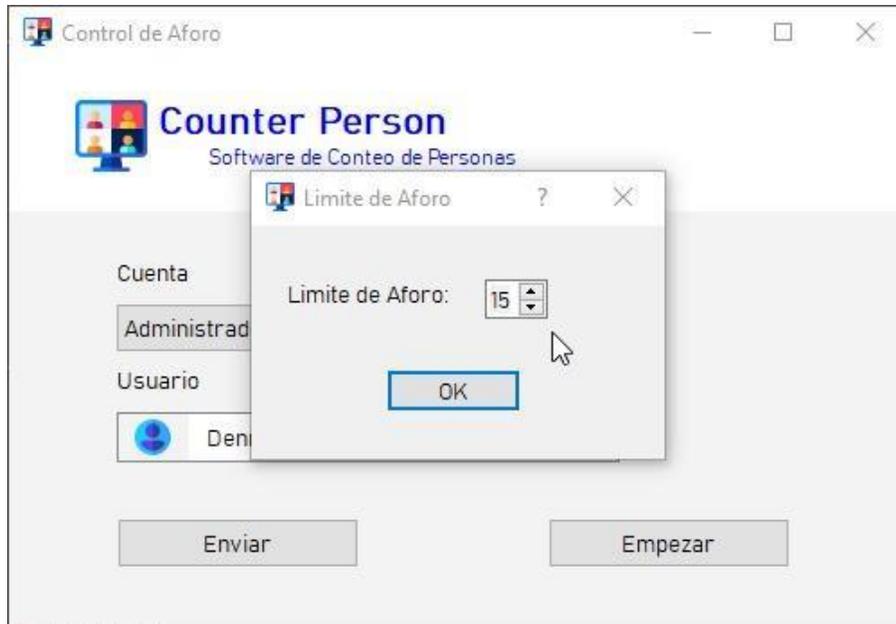
Se crea un botón combobox diseñado para escoger el tipo de cuenta que en ese momento va a controlar el sistema, puede ser Administrador o Empleado. En el cuadro de texto del usuario se procederá a ingresar el nombre de la persona que controlará el aforo automático.



**Figura 3. 12 Ingreso de datos en interfaz control de aforo [Autoría propia]**

Una vez definidos el tipo de cuenta y el nombre del usuario, se procede a presionar el botón de Enviar, esta opción nos redireccionará a la ventana de parametrización del sistema de control de aforo.

En la Figura 3.13, se podrá definir la cantidad del aforo luego se aceptará dando click en OK. Se agregó este valioso ítem a la interfaz debido a que el área de un establecimiento y otro no es igual, por lo tanto la cantidad de personas que ingresarán tampoco lo es.



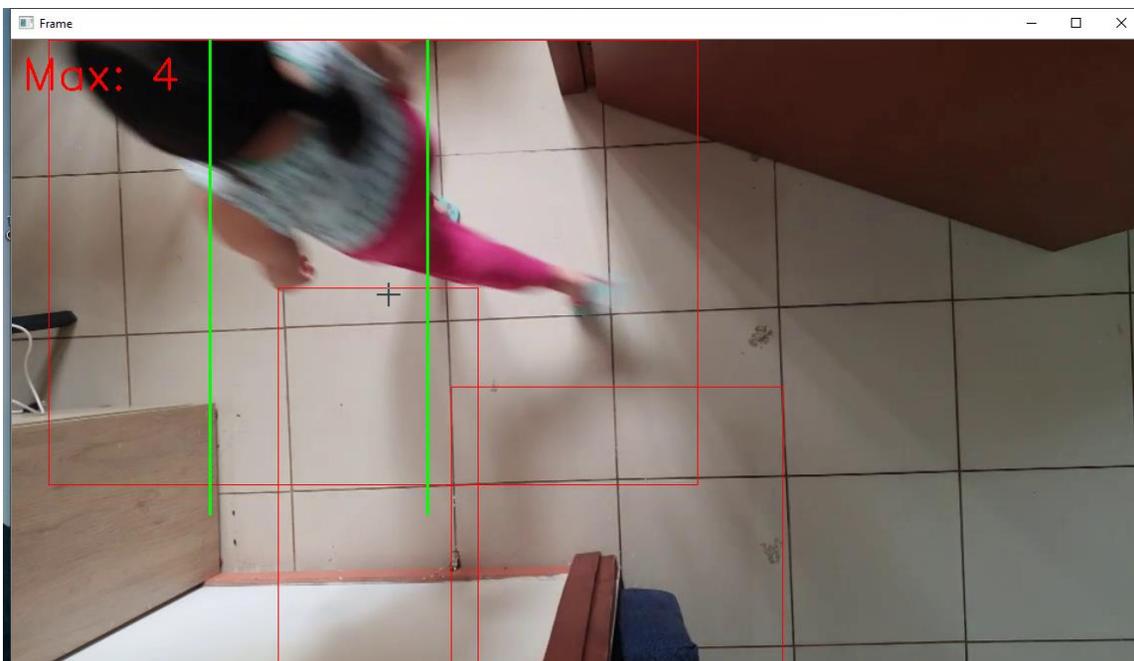
**Figura 3. 13 Selección de límite de aforo en interfaz [Autoría propia]**

Al final del día se genera un registro de la fecha, hora, cuenta y nombre de la persona que realizó el control del aforo. Como lo muestra la Figura 3.14.



**Figura 3. 14 Base de datos con fecha y hora [Autoría propia]**

El usuario podrá visualizar con detalle los pasos con imágenes de la interfaz gráfica a usar del programa. Se estableció un método llamativo para ver el incremento y el decremento de personas conforme va trabajando el sistema, luego de definir la cantidad del límite de aforo. El sistema sumará y restará los objetos humanos al salir y entrar. La forma en que se complete el aforo será cuando la variable Max llegue a 0, como se puede ver en la Figura 3.15.



**Figura 3. 15 Captura de objetos humanos por cámara de video [Autoría propia]**

Como podemos ver en la Figura 3.16, dentro del código de todo el programa ejecutable se agregan dos condicionales While, uno que resta y uno que aumenta. Lo que da como resultado el incremento y decremento en la variable MAX de color rojo que aparece en el video.

```
cv2.line(frame, (200, 0), (200, 480), (0, 255, 0), 2)
cv2.line(frame, (420, 0), (420, 480), (0, 255, 0), 2)
cv2.putText(frame, "Max: {}".format(self.limite), (10, 50), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1.5, (0, 0, 255), 2)
cv2.imshow("Frame", frame)

key = cv2.waitKey(1) & 0xFF
if key == ord('q'):
    break

while self.contador1 >= 1:
    n_contador = self.limite - self.contador1
    self.limite = n_contador
    self.contador1 = 0

while self.contador2 >= 1:
    n_contador = self.limite + self.contador2
    self.limite = n_contador
    self.contador2 = 0

video.release()
cv2.destroyAllWindows()
```

**Figura 3. 16 Código para resultados de incremento y decremento (Variable MAX) [Autoría propia]**

### 3.2 Hardware

Según las marcas y diferentes versiones de hardware que se han investigado determinamos para esta propuesta trabajar con las webcams de marca Logitech modelo c270.

Este tipo de webcam, como se muestra en la Figura 3.17, tiene una calidad de imagen HD720 y 30 fps. Esto será beneficioso en el momento de que la misma capte al objeto humano en la ejecución del programa.



**Figura 3. 17** Cámara utilizable para la solución [<https://www.logitech.com/es>]

Con respecto a la máquina portátil se escogió para esta solución una laptop con procesador Pentium o superior, vista en la Figura 3.18, con memoria RAM 4GB o superior, ya que con estas características se garantiza un buen funcionamiento del programa ejecutable del contador de aforo. Lo que corresponde a marca de la máquina corre por elección del usuario.



Lenovo™ V130 (15.6")

Figura 3. 18 Modelo de portátil utilizable para la solución [<https://www.lenovo.com/ec/es/>]

### 3.3 Software

Para mayor facilidad en ahorro de costos se pensó en herramientas de software libre, como las librerías opencv, las cuales son librerías abiertas que proporcionan las funciones para habilitar la visión artificial, detección de movimiento, reconocimiento de objetos, reconstrucción 3D a partir de imágenes, etc. Un ejemplo del funcionamiento de este software puede ser visto en la Figura 3.19.

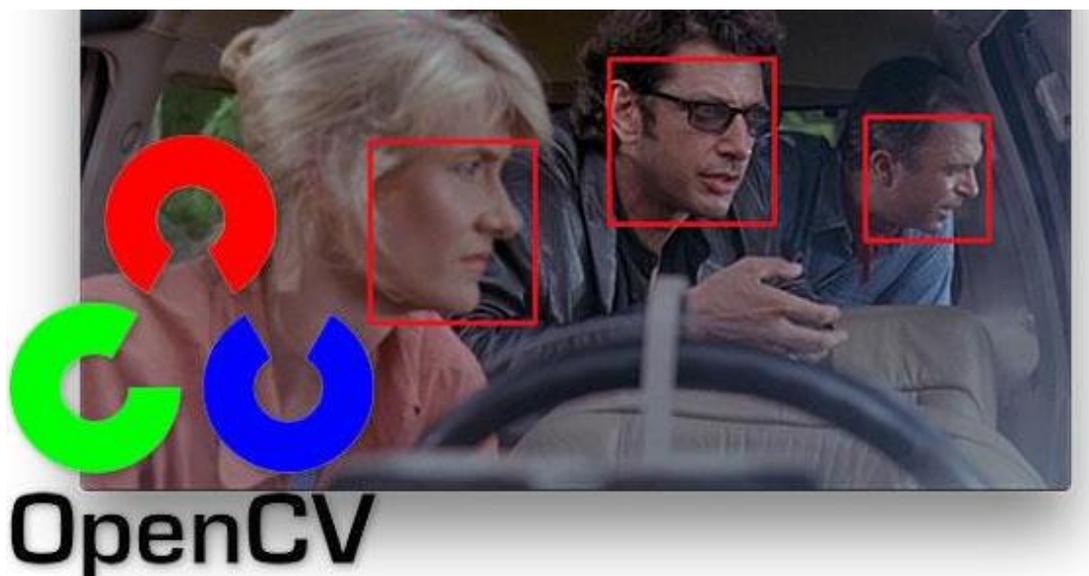


Figura 3. 19 Librerías libres para el desarrollo del código [<https://opencv.org/>]

Para el desarrollo del código del programa escogimos el lenguaje Python denominado como lenguaje intérprete, el cual permite introducir expresiones una a una, permitiendo ver el resultado de inmediato, y probar porciones de códigos antes de integrarlo como parte de un programa.

Jetbrains Pycharm, como se puede ver en la Figura 3.20, acompaña a nuestro lenguaje intérprete ya que es el entorno de desarrollo integrado (IDE), utilizado en la programación de computadoras específicamente para el lenguaje Python.



**Figura 3. 20 Entorno de desarrollo usado para la solución [www.jetbrains.com/es-es/pycharm-edu/]**

### 3.4 Plan de trabajo

Para el desarrollo de nuestra solución se manejaron los tiempos de ejecución detallados en la Tabla 3.1.

Tabla 3. 1 Plan de trabajo [Autoría propia]

<b>IMPLEMENTACIÓN</b>			<b>20 DIAS</b>
<b>TAREA</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>INICIO</b>	<b>FINAL</b>
Inspección en establecimiento	1 día	15/06/2020	15/06/2020
Levantamiento de información	2 días	16/06/2020	17/06/2020
Planteamiento de la solución a Propietarios	1 día	18/06/2020	18/06/2020
Diagrama físico de la solución	1 día	19/06/2020	19/06/2020
Elaboración de presupuestos y aprobación	3 días	22/06/2020	24/06/2020
Adquisición de equipos	2 días	25/06/2020	26/06/2020
Instalación del sistema en el equipo	2 días	29/06/2020	30/06/2020
Instalación de la solución y primeras pruebas	3 días	02/07/2020	04/07/2020
Correcciones en el sistema sugeridos por el propietario	2 días	06/07/2020	07/07/2020
Puesta en producción	1 día	08/07/2020	08/07/2020
Capacitación de uso del sistema	1 día	09/07/2020	09/07/2020

### 3.5 Análisis de costos

Dentro de nuestro diseño se evaluaron varias opciones para su implementación, dentro de las cuales destaca la más económica. Esta información se puede ver detalladamente en la Tabla 3.2.

**Tabla 3. 2 Presupuesto y flujo de caja [Autoría propia]**

<b>EQUIPOS DE CÓMPUTO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>V. UNITARIO</b>	
Laptops	60	\$ 160,00	\$ 9.600,00
Cámaras web	100	\$ 35,00	\$ 3.500,00
Cables extensión USB	100	\$ 6,00	\$ 600,00
UPS	60	\$ 50,00	\$ 3.000,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 16.700,00</b>

PRECIO DE ALQUILER AL PÚBLICO	\$ 200,00
CANTIDAD DE KITS EN ALQUILER POR MES	5

## FLUJO DE CAJA PROYECTADO

	<b>AÑO 2020</b>	<b>AÑO 2021</b>	<b>AÑO 2022</b>	<b>AÑO 2023</b>
Saldo Inicial	\$ 20.000,00	\$ 5.640,00	\$ 8.280,00	\$ 10.920,00

### **INGRESOS**

Ingresos/Ventas	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00
Mantenimiento	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00
<b>UTILIDAD BRUTA</b>	<b>\$ 12.800,00</b>	<b>\$ 12.800,00</b>	<b>\$ 12.800,00</b>	<b>\$ 12.800,00</b>

### **EGRESOS**

Compra de mercadería	\$ 16.700,00	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos de Operación y Desarrollo	\$ 300,00	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos de Fletes	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
Pago al personal	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00
Gastos de Servicios Básicos	\$ 840,00	\$ 840,00	\$ 840,00	\$ 840,00
Gastos de Publicidad	\$ 720,00	\$ 720,00	\$ 720,00	\$ 720,00
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>\$ 21.560,00</b>	<b>\$ 4.560,00</b>	<b>\$ 4.560,00</b>	<b>\$ 4.560,00</b>

<b>FLUJO DE CAJA ECONÓMICO</b>	<b>\$ 11.240,00</b>	<b>\$ 13.880,00</b>	<b>\$ 16.520,00</b>	<b>\$ 19.160,00</b>
--------------------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------

### **FINANCIAMIENTO**

Pago de préstamos	\$ 5.600,00	\$ 5.600,00	\$ 5.600,00	\$ 5.600,00
<b>TOTAL FINANCIAMIENTO</b>	<b>\$ 5.600,00</b>	<b>\$ 5.600,00</b>	<b>\$ 5.600,00</b>	<b>\$ 5.600,00</b>

<b>FLUJO DE CAJA FINANCIERO</b>	<b>\$ 5.640,00</b>	<b>\$ 8.280,00</b>	<b>\$ 10.920,00</b>	<b>\$ 13.560,00</b>
---------------------------------	--------------------	--------------------	---------------------	---------------------

INVERSIÓN	\$ 20.000,00
INTERÉS	\$ 8.000,00
<b>TOTAL PRÉSTAMO INCLUIDO INTERÉS</b>	<b>\$ 28.000,00</b>

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

El control de aforo de un establecimiento en tiempos de emergencia pasa de ser un requerimiento secundario a un requerimiento primario en términos de prevenir cualquier tipo de contagio por medio de interacción humana, para lo cual la herramienta desarrollada en ambiente Windows, satisface la necesidad del control automatizado de este proceso evitando que cualquier persona sea contagiada reemplazando al recurso humano, ahorrando costos de sueldos adicionales y cumpliendo la normativa del COE Nacional con respecto al límite máximo de aforo.

Se considera que los objetivos principales y generales fueron cumplidos en su totalidad, debido a que nuestro servicio se dará mediante equipos de primera línea y a su vez económicos, y las plataformas de desarrollo escogidas pertenecen a la rama de software libre, lo que beneficia en su mayoría a nuestro cliente.

Según las pruebas realizadas los usuarios se sienten satisfechos con la propuesta presentada, expresan comodidad, confiabilidad en el uso del sistema. Indican que el manejo es sencillo y completo llegando a la conclusión de que prefieren un sistema automatizado que un recurso humano para el control de aforo.

## **4.2 Recomendaciones**

Se recomienda el mantenimiento preventivo del sistema en general, para garantizar el óptimo funcionamiento de todos los equipos.

Al momento de colocar la cámara en su punto de captura de imágenes, esta sea bien calibrada con respecto a la distancia hacia las personas ya que hay variación en el rendimiento del mismo cuando está muy cerca o muy lejos de las personas. El uso de dos cámaras en establecimientos con doble puerta de ingreso. Se estima incluir el siguiente desarrollo en el programa para que se ejecute este plus en la propuesta

Se podría considerar un punto de partida para nuevas soluciones orientadas a macroempresas, modificando algoritmos y adaptándolos para usos en particular. También puede ser considerado para un futuro realizar pruebas en el algoritmo de la solución donde incluya el conteo de personas con niños en brazos, pruebas en locales que tengan mucha o poca iluminación, verificar que sucedería si se quedan personas de pie bajo la cámara o el paso de objetos en general.

# BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. E. PAIS, «“La OCDE recoge la existencia de 2,63 millones de empresas en el país”,» *Diario Cinco Días.*, 27 04 2020.
- [2] D. C. DIAS, «“Las microempresas con menos de 10 empleados, probablemente las más expuestas a la escasez de efectivo”,» [https://cincodias.elpais.com/cincodias/2020/04/27/economia/1588007394\\_184771.html](https://cincodias.elpais.com/cincodias/2020/04/27/economia/1588007394_184771.html), 27 04 2020.
- [3] D. E. EXPRESO, «“Esta es la visión de algunos líderes gremiales: Caterina Costa, presidenta del Comité Empresarial Ecuatoriano”». [www.expreso.ec/actualidad/cuarentena-liquido-pequenas-empresas-coronavirus-10344.html](http://www.expreso.ec/actualidad/cuarentena-liquido-pequenas-empresas-coronavirus-10344.html).
- [4] D. A. RETAIL, «[www.distribucionactualidad.com](http://www.distribucionactualidad.com),» ] “Permite analizar en tiempo real que sucede en las imágenes captadas por las cámaras”, Distribución Actualidad. Disponible en: <https://www.distribucionactualidad.com/e-netcamcounter-sistema-de-conteo-de-ipronet/>, 10 septiembre 2008. [En línea]. Available: <https://www.distribucionactualidad.com/e-netcamcounter-sistema-de-conteo-de-ipronet/>. [Último acceso: 23 junio 2020].
- [5] FEVOX, «<https://www.fevox.co>,» 24 01 2020. [En línea]. Available: <https://www.fevox.co/conteo-personas/>. [Último acceso: 23 junio 2020].
- [6] P. S. Foundation, « <https://docs.python.org>,» 7 marzo 2015. [En línea]. Available: <https://docs.python.org/es/3/tutorial/>. [Último acceso: 17 julio 2020].
- [7] build-system, «<https://build-system.fman.io>,» 9 enero 2016. [En línea]. Available: <https://build-system.fman.io>. [Último acceso: 15 agosto 2020].
- [8] Medium, «<https://medium.com/>,» [En línea]. Available: <https://medium.com/>. [Último acceso: 15 agosto 2020].

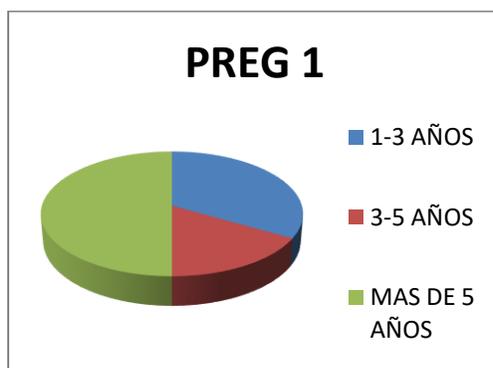
# **ANEXOS**

# ANEXO 1.- RESULTADOS DE ENCUESTAS

Se determinó tomar las opiniones tanto de microempresarios, clientes y empleados bajo encuestas para tener una definición relativamente exacta del impacto que ha generado la pandemia.

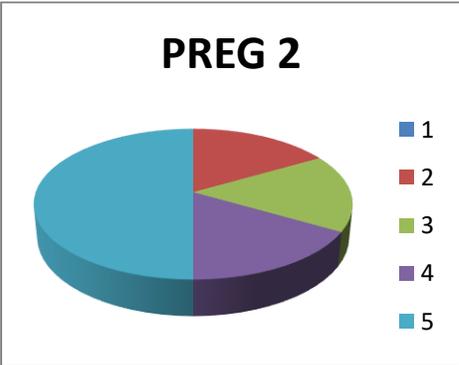
El porcentaje de respuestas se definen en los siguientes gráficos:

En la Figura A1.1 se muestra los resultados correspondientes a la pregunta 1¿Cuánto tiempo de funcionamiento de la empresa? Donde 3 de cada 5 encuestados tienen más de 5 años emprendiendo sus negocios.



**Figura A1. 1 Resultados de pregunta 1 [Autoría propia]**

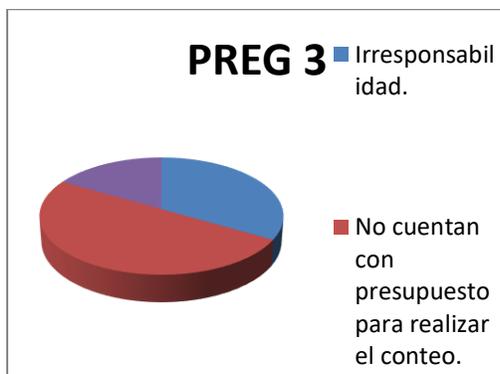
En la Figura A1.2, se muestran los resultados correspondientes a la pregunta 2 ¿En la escala 1 al 5 siendo 1 menos importante y 5 muy importante, califique usted el grado de importancia del control automatizado de la capacidad máxima permitida en los negocios? Donde 3 de los encuestados opinan que es muy importante el control automatizado de la capacidad máxima permitida en los negocios.



**Figura A1. 2 Resultados de pregunta 2 [Autoría propia]**

En la figura A1.3, se muestran los resultados correspondientes a la pregunta *¿Qué pensaría usted de los locales comerciales que no disponen de un control en cuanto a capacidad máxima de personas?*

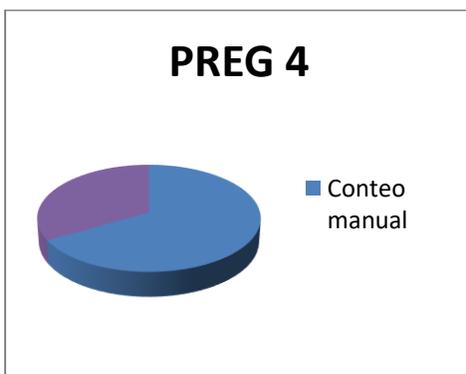
Donde 3 de los encuestados supieron indicar que no cuentan con presupuesto para realizar el conteo.



**Figura A1. 3 Resultados de pregunta 3 [Autoría propia]**

En la figura A1.4, se muestran los resultados correspondientes a la pregunta ¿Qué pensaría usted de los locales comerciales que no disponen de un control en cuanto a capacidad máxima de personas?

Donde 3 de los encuestados supieron indicar que no cuentan con presupuesto para realizar el conteo.



**Figura A1. 4 Resultados de pregunta 4 [Autoría propia]**

En la figura A1.5, se muestran los resultados correspondientes a la pregunta ¿Qué estrategia utiliza usted para detectar a clientes con posibles síntomas de COVID-19? Donde 3 de los encuestados supieron indicar que utilizan el termómetro corporal y 3 utilizan gel antibacterial.

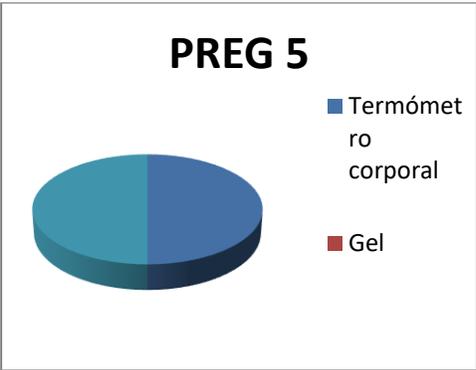
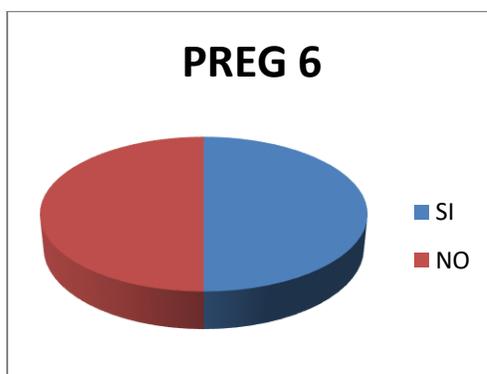


Figura A1. 5 Resultados de pregunta 5 [Autoría propia]

En la figura A1.6, se muestran los resultados correspondientes a la pregunta ¿Considera la opción de reemplazar al personal que actualmente controla el aforo de clientes por un sistema automatizado? Donde 3 de los encuestados si considera la opción un sistema automatizado y la otra parte se inclina por el no.



**Figura A1. 6 Resultados de pregunta 6 [Autoría propia]**

Según la información recabada en las encuestas realizadas a microempresarios, empleados y clientes, se puede confirmar que ciertos negocios en especial los de alimentos utilizan la mayoría de las medidas de prevención y cuidado tanto para clientes como empleados esto se refiere a: termómetro, guantes, mascarilla, alcohol, gel antibacterial, bandeja y túnel de desinfección.

En cuanto a los negocios encargados de manufacturación y operaciones son más orientados solo al uso de bandejas de desinfección, aplicación de gel antibacterial y toma de temperatura debido a que el aforo de clientes no es tan elevado por motivo de cierta pérdida de producción debido a la pandemia.

Pudo ser confirmado que una gran parte de encuestados tanto clientes, empleados y microempresarios, si aplican en alta escala las medidas del COE nacional al momento de ingresar y permanecer un tiempo determinado en locales comerciales, incluso muchos clientes dieron como respuesta el abandono del local y/o queja inmediata al administrador si se sobrepasa el aforo estimado dentro de un establecimiento sobre todo de consumo, como restaurantes por ejemplo. Los empleados en su gran mayoría estuvieron gustosos en comentar que si existe un buen comportamiento por parte de los clientes hacia las normas de bioseguridad indicadas por el COE nacional.

Pudimos analizar en base a lo encuestado que los microempresarios prefieren un control de ingreso de personas automático en lugar de contratar una persona que realice esta tarea, la opinión brindada fue que un sistema automatizado de control de ingreso de personas es más efectivo, rápido y exacto, pero también económico.

# **ANEXO 2.- RESULTADOS DE ENTREVISTAS A USUARIOS.**

**NOMBRES Y APELLIDOS:** JORGE EDUARDO APOLO FLORES

**EDAD:** 51 AÑOS

**MICROEMPRESA:** LA SAZÓN DE LOS APOLO

***1. ¿Cuánto tiempo de funcionamiento de la empresa?***

Entre 1 y 3 años

***2. ¿En la escala 1 al 5 siendo 1 menos importante y 5 muy importante, califique usted el grado de importancia del control automatizado de la capacidad máxima permitida en los negocios?***

4 Importante, sería muy importante un control automatizado por motivo de que es recomendable que no se sobrepase la capacidad máxima de clientes por seguridad tanto de clientes como empleados.

**3. ¿Qué pensaría usted de los locales comerciales que no disponen de un control en cuanto a capacidad máxima de personas?**

No cuentan con presupuesto para realizar el conteo, porque ya sea tanto para guardianía o control automático, se requiere de una inversión adicional la cual es poco posible aplicar debido a la gran crisis económica que ha provocado la pandemia del COVID-19.

**4. ¿Cómo controla usted, bajo la nueva normalidad, la capacidad máxima de su local comercial?**

Conteo manual, porque hasta ahora se considera un tanto elevado el costo del conteo automatizado.

**5. ¿Qué estrategia utiliza usted para detectar a clientes con posibles síntomas de COVID-19?**

Termómetro corporal.

Porque, uno de los síntomas del virus es la fiebre, no se permitiría el ingreso de personas con temperaturas mayores de 37° al local comercial.

**6. ¿Considera la opción de reemplazar al personal que actualmente controla el aforo de clientes por un sistema automatizado?**

No, porque me parece q el personal actual está muy cualificado para dicho puesto

**NOMBRES Y APELLIDOS:** NELSON MARCIO ANDRADE PINOS

**EDAD:** 61 AÑOS

**MICROEMPRESA:** SERVICIO TECNICO AUTOMOTRIZ ANDRADE

**1. *¿Cuánto tiempo de funcionamiento de la empresa?***

Entre 15 7 20 años

**2. *¿En la escala 1 al 5 siendo 1 menos importante y 5 muy importante, califique usted el grado de importancia del control automatizado de la capacidad máxima permitida en los negocios?***

4 Importante, es muy importante dada las circunstancias actuales de funcionamiento de los locales comerciales, para que los riesgos de contagio se minimicen.

**3. *¿Qué pensaría usted de los locales comerciales que no disponen de un control en cuanto a capacidad máxima de personas?***

Pues sería por falta de financiamiento, sea ubicando un sistema o en su defecto una persona.

**4. *¿Cómo controla usted, bajo la nueva normalidad, la capacidad máxima de su local comercial?***

Conteo manual, la persona de recepción se encarga de aquello.

**5. *¿Qué estrategia utiliza usted para detectar a clientes con posibles síntomas de COVID-19?***

Termómetro corporal.

Debido a que el principal síntoma de este virus es la temperatura alta.

**6. *¿Considera la opción de reemplazar al personal que actualmente controla el aforo de clientes por un sistema automatizado?***

Pues si el presupuesto existiera SI.

# ANEXO 3.- MAPA DE EMPATIA DE LOS ACTORES CLAVES

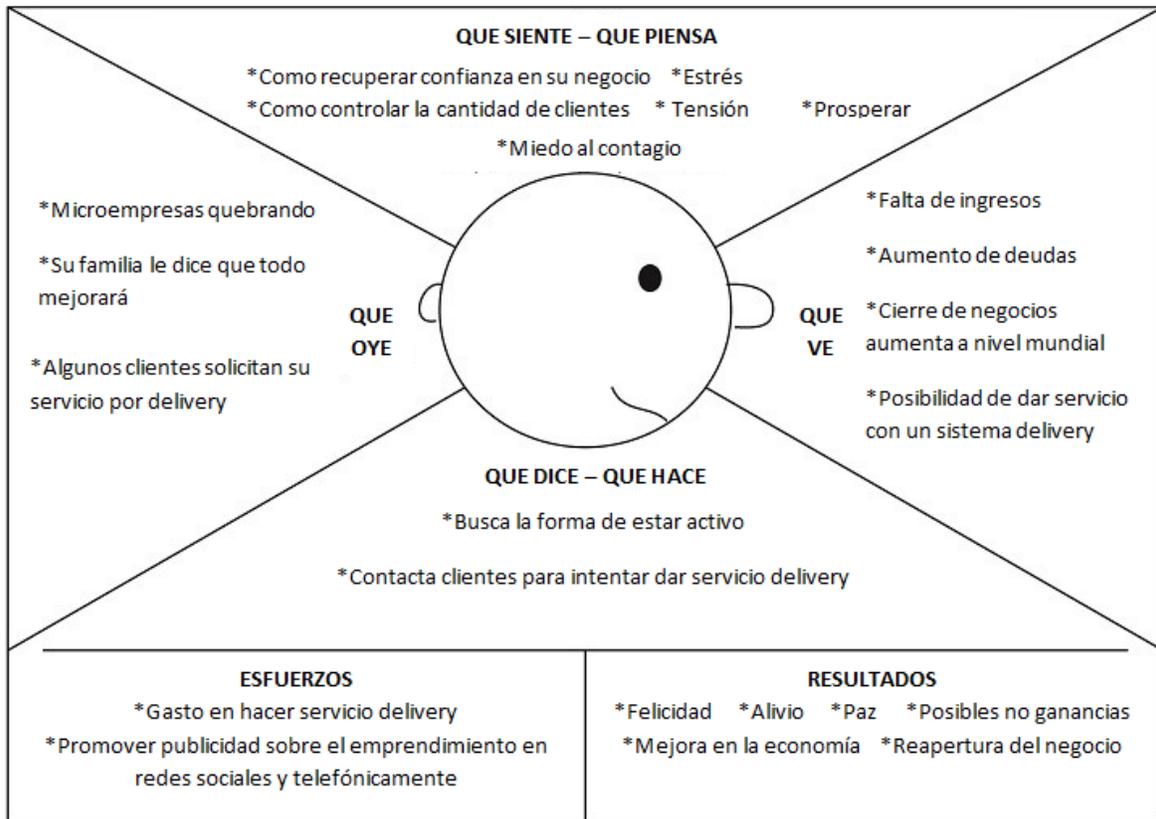
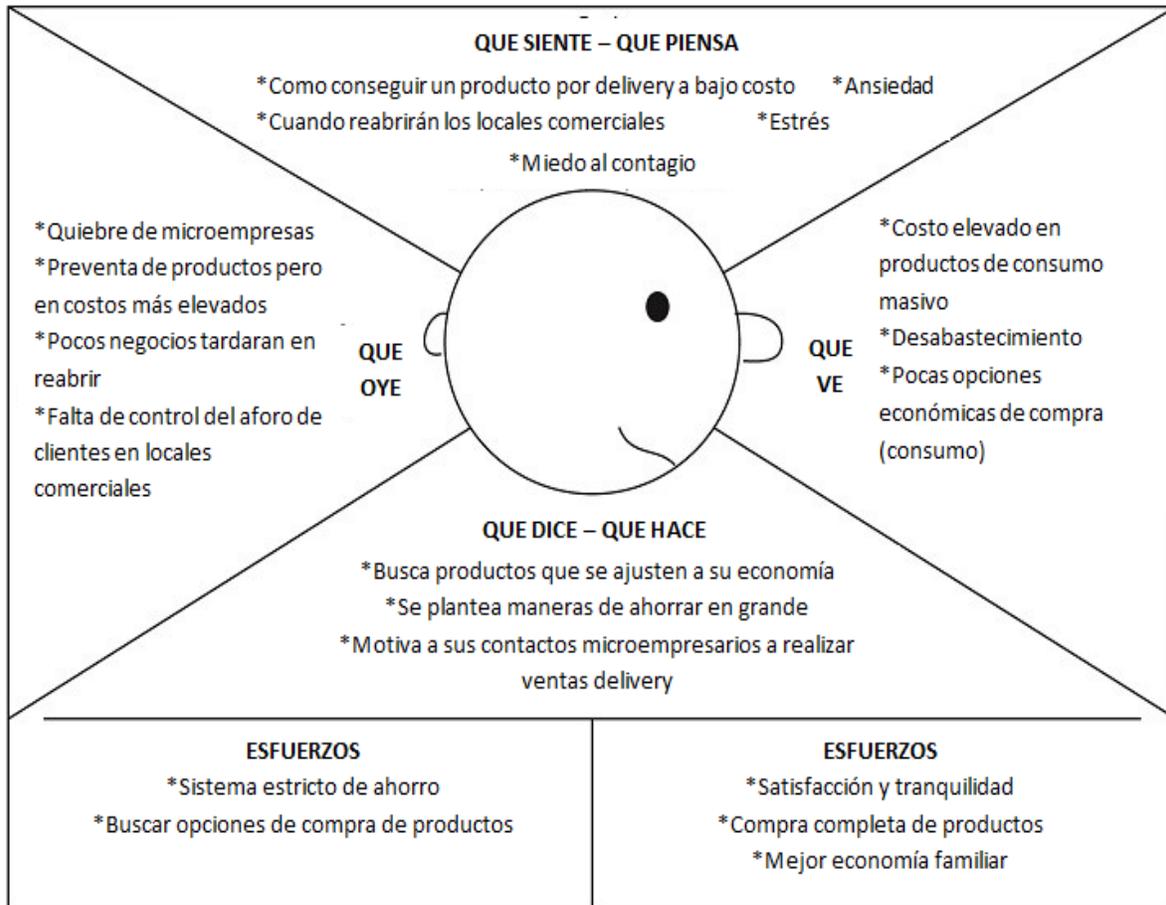
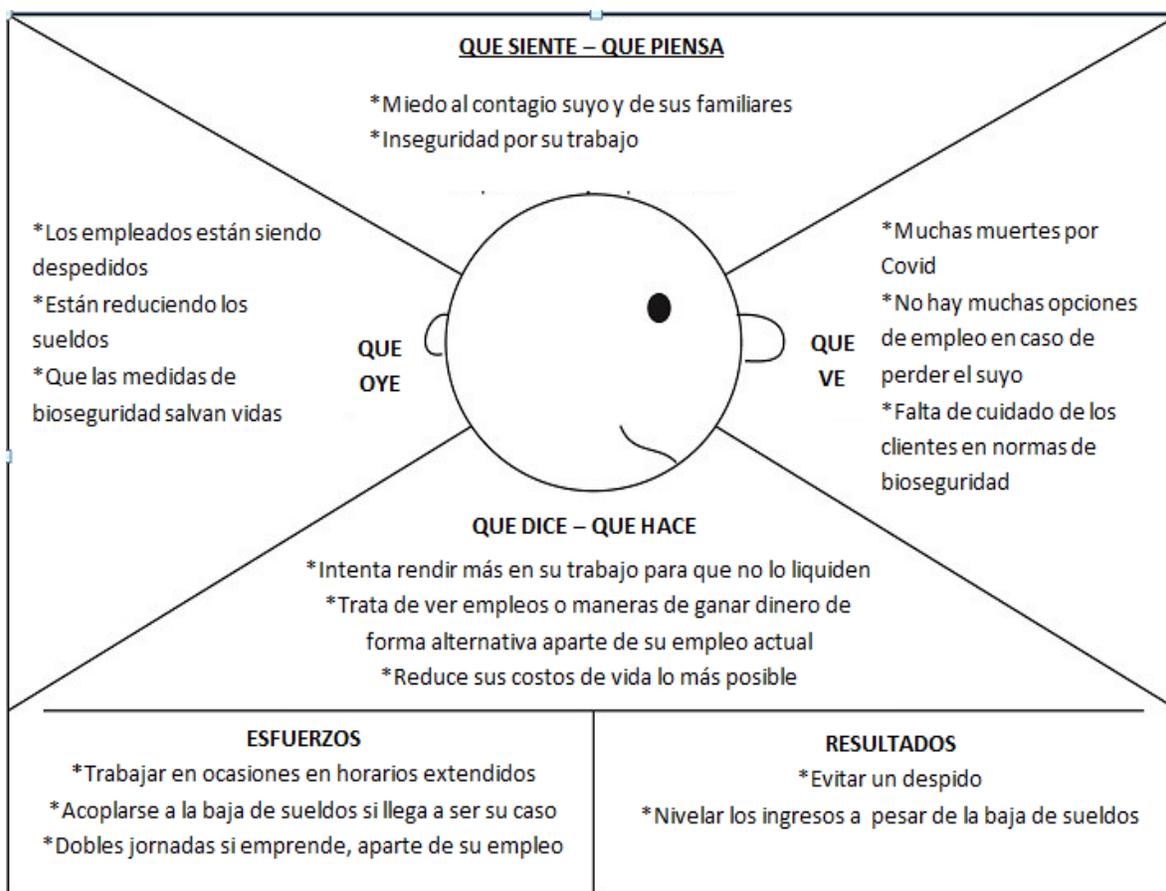


Figura A3. 1 Mapa de empatía - Microempresarios [Autoría propia]



**Figura A3. 2 Mapa de empatía - Clientes [Autoría propia]**



**Figura A3. 3 Mapa de empatía - Empleados [Autoría propia]**

# ANEXO 4.- ANALISIS DE PUNTO DE VISTA – IDENTIFICAR INSIGHTS

Tabla A4. 1 Definición de insights [Autoría propia]

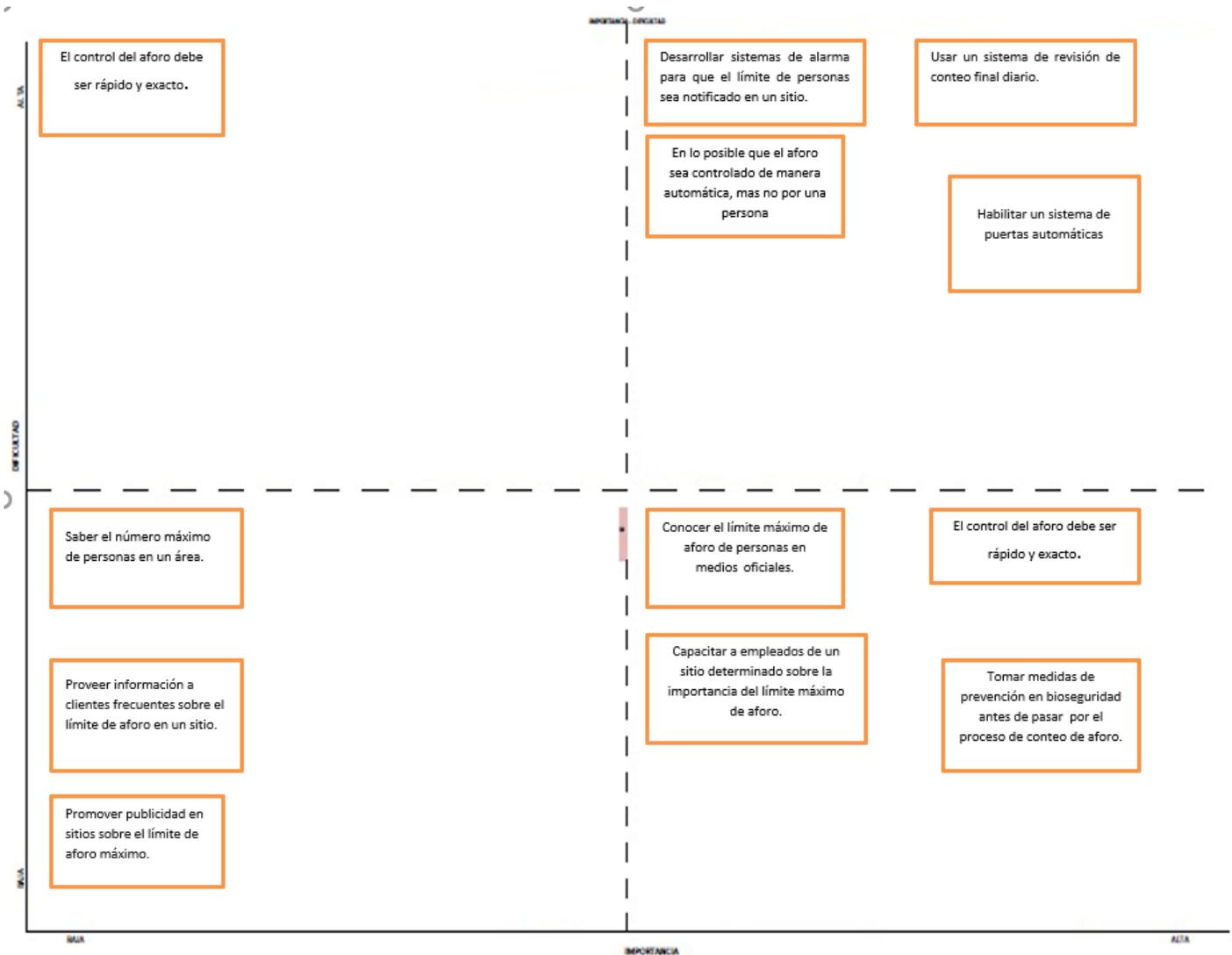
POINT OF VIEW				
USUARIO	+	NECESIDAD	+	INSIGHT
MICROEMPRESARIO	<b>NECESITA</b>	Entender el peligro de superar el aforo en su local	<b>POR QUE</b>	Tendrá una sanción debido al incumplimiento por no respetar las normas del aforo.
MICROEMPRESARIO	<b>NECESITA</b>	*Concienciar a los empleados y clientes sobre los riesgos de exceder el aforo	<b>POR QUE</b>	Conllevará a más contagios entre clientes y empleados.

## **ANEXO 5.- BRAINSTORMING**

- Conocer el límite máximo de aforo de personas en medios oficiales.
- Saber el número máximo de personas en un área.
- Capacitar a empleados de un sitio determinado sobre la importancia del límite máximo de aforo.
- Proveer información a clientes frecuentes sobre el límite de aforo en un sitio.
- Promover publicidad en sitios sobre el límite de aforo máximo.
- Control rápido y exacto.
- Controlar el aforo automáticamente.
- Desarrollar sistemas de alarma para que el límite de personas sea notificado en un sitio.
- Controlar clientes conflictivos que no respeten el límite de aforo.
- Usar un sistema de revisión de conteo final diario.
- Habilitar un sistema de puertas automáticas.

- Repartir tickets al momento del ingreso.
- Aplicar un sistema de control infrarrojo para contar imágenes humanas.
- Tomar medidas de prevención en bioseguridad antes de pasar por el proceso de conteo de aforo.

# ANEXO 6.- MATRIZ IMPORTANCIA-DIFICULTAD





# ANEXO 7.- MANUAL DE USUARIO

A continuación detallamos el manual del usuario del sistema Control de aforo.

Pantalla principal de la interfaz.

**Paso 1:** Elegir el tipo de usuario, puede ser Administrador o Empleado.

**Paso 2:** Ingresar el nombre del usuario, puede ser un nombre o nombre y apellido.

**Paso 3:** Escoger botón ENVIAR, para guardar los datos de la sesión iniciada, como lo muestra la Figura A7.1. Estos datos se guardarán en un registro de bloc de notas para uso corporativo del administrador del establecimiento.

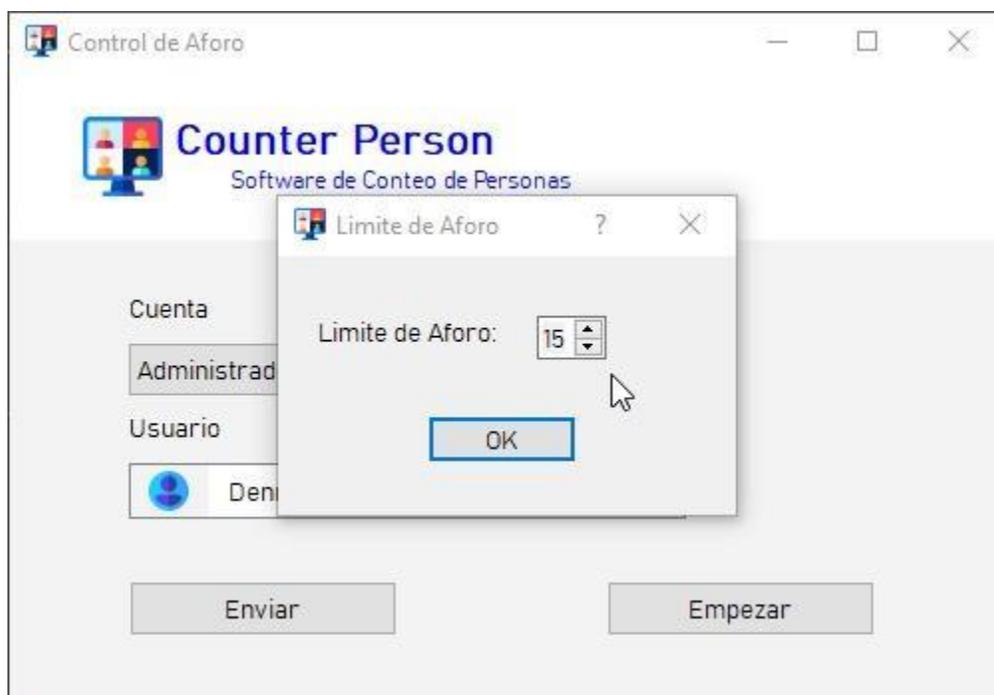


Figura A7. 1 Pasos de manual de usuario [Autoría propia]

**Paso 4:** Presionar el botón empezar para comenzar el proceso de conteo.

**Paso 5:** Definir el límite del aforo que se desea para el sitio en la ventanilla “Limite de aforo”. Se define el número según la cantidad de clientes y el tamaño del área del sitio.

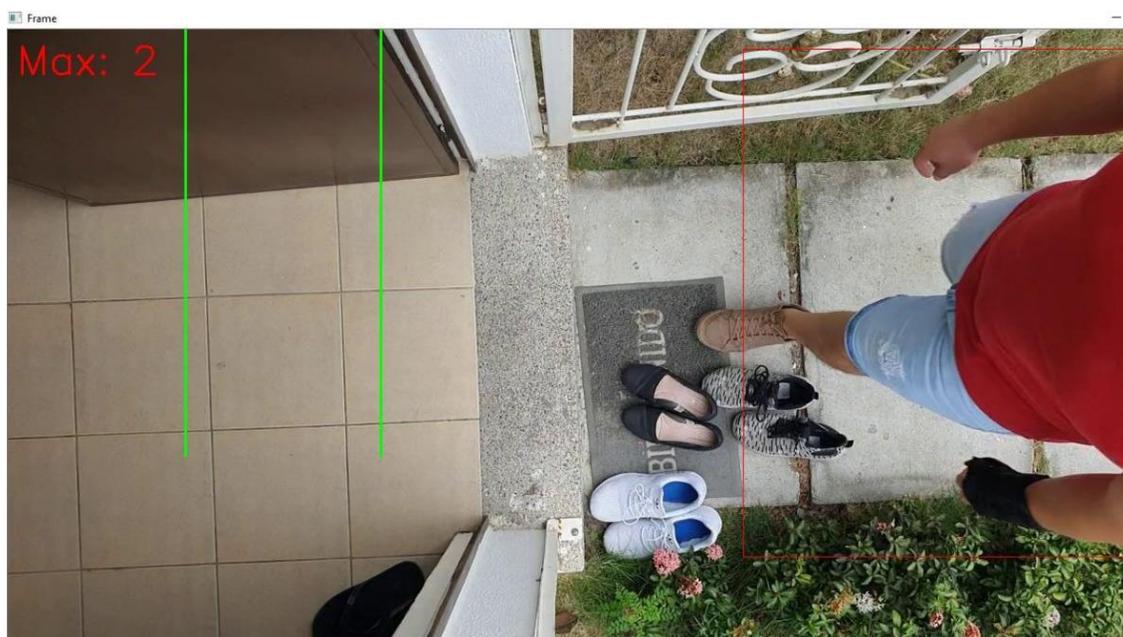
**Paso 6:** Dar clic en OK, para que inicie el contador.



**Figura A7. 2 Pasos de manual de usuario [Autoría propia]**

**Paso 7:** Una vez seleccionado el botón OK, según como vayan ingresando las personas en un sitio determinado se irá disminuyendo automáticamente la cantidad de espacios disponibles dentro del mismo.

La Figura A.3, demuestra el ingreso de una persona. Las líneas de color verde serán el área donde la cámara capturara el ingreso de la persona y nuestro contador empezará a decrementar.



**Figura A7. 3 Visualización de cámaras durante el control de aforo [Autoría propia]**

Se verifica también un cuadrante de líneas rojas, que serían la cámara captando el movimiento de la persona que ingresa al sitio para luego decrementar el contador una vez que pase por el área definida (color verde), cabe recalcar el tamaño del área ha sido ya establecido en el código del programa.

**Paso 8:** Un sonido de alarma o bip, hará saber a los visitantes que el aforo ha llegado a su límite. La salida del programa se la diseñó de manera sencilla para la persona que este manejando el programa y es con la letra “q”. Dicha tecla se presiona una sola vez y la interfaz se cerrará automáticamente.