



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE INFORMÁTICA

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIA LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO EN INFORMÁTICA**

MODALIDAD: PROYECTO TÉCNICO

TEMA:

**PROTOTIPO DE SISTEMA INFORMÁTICO DE DETECCIÓN DE
SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES DE AUTOMOTORES**

AUTORES:

**LICETH ESTEFANÍA LOOR PINARGOTE
IVÁN EDUARDO ZAMBRANO BRAVO**

TUTOR:

ING. FERNANDO RODRIGO MOREIRA MOREIRA, MG.

CALCETA, DICIEMBRE 2019

DERECHOS DE AUTORÍA

Liceth Estefanía Loor Pinargote e Iván Eduardo Zambrano Bravo, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

.....
LICETH E. LOOR PINARGOTE

.....
IVÁN E. ZAMBRANO BRAVO

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Fernando Rodrigo Moreira Moreira certifica haber tutelado el trabajo de titulación **PROTOTIPO DE SISTEMA INFORMÁTICO DE DETECCIÓN DE SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES DE AUTOMOTORES**, que ha sido desarrollada por Liceth Estefanía Loor Pinargote y Iván Eduardo Zambrano Bravo, previa la obtención del título de Ingeniero en Informática, de acuerdo al **REGLAMENTO DE UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL DE PROGRAMAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. FERNANDO R. MOREIRA MOREIRA, MG.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **PROTOTIPO DE SISTEMA INFORMÁTICO DE DETECCIÓN DE SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES DE AUTOMOTORES**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Liceth Estefanía Loor Pinargote y Iván Eduardo Zambrano Bravo, previa la obtención del título de Ingeniero en Informática, de acuerdo al **REGLAMENTO DE UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL DE PROGRAMAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. ALFONSO T. LOOR VERA, MG.
MIEMBRO

.....
ING. ÁNGEL A. VÉLEZ MERO, MG.
MIEMBRO

.....
ING. LUIS C. CEDEÑO VALAREZO. MG.
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, por los triunfos y lecciones aprendidas, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, por estar presente no solo en esta etapa tan importante, sino en todo momento,

Mi profundo agradecimiento a ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FELIX LOPEZ, por haber permitido formarme y en ella, gracias a todos los docentes que fueron partícipes de este proceso,

A nuestro tutor Ing. Fernando Moreira por brindarnos su valiosa colaboración, por su asesoría y apoyo en la realización de este trabajo de titulación,

A mi compañera de tesis por su amistad, apoyo incondicional y su excelente colaboración en este trabajado de titulación,

Le agradezco a mi abuela ALBA BRAVO por todo el sustento que me han brindado para cumplir esta meta,

De igual manera mis agradecimientos a mi tía, Betty Bravo y su esposo Joel Pinargote por toda la ayuda que me han brindado durante esta etapa de mi vida,

A Lenin y Víctor Pinargote, gracias por brindarme su apoyo incondicional,

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida y me han acompañado durante mi formación profesional, realmente estoy muy agradecido por todo el apoyo que me han brindado, aun en los momentos más difíciles de mi vida. Sin importar en donde estén, gracias por absolutamente todo.

IVÁN E. ZAMBRANO BRAVO

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme estar con vida para poder crecer como persona y profesional,

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López por abrirme las puertas para empezar mis estudios de nivel superior,

A la carrera de computación por ser el lugar donde se forjaron mis conocimientos profesionales día a día,

A mi compañero de trabajo de titulación Iván Zambrano por su amistad incondicional, apoyo moral y por el tiempo compartido durante la etapa estudiantil,

A nuestro tutor Ing. Fernando Moreira por brindarnos su valiosa colaboración, por su asesoría y apoyo en la realización de este trabajo de titulación, y

A mis tíos y tías que de una u otra forma me apoyo de manera moral y económica para poder culminar mis estudios.

LICETH E. LOOR PINARGOTE

DEDICATORIA

Todo este esfuerzo está dedicado al tesoro más grande de mi vida, mi madre, YENNY AMPARITO BRAVO BRAVO, además de darme la vida, siempre confiaste en mí, y a pesar de la distancia y todos los obstáculos que se te han presentado en la vida, nunca te rendiste en tu afán por darnos el regalo del estudio.

Gracias por todo mi viejita linda, te quiero.

IVÁN E. ZAMBRANO BRAVO

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos por ser parte importante en mi vida brindándome su apoyo incondicional para poder lograr mis objetivos, y

A mi hermana Angélica María de manera especial por la confianza que me brinda dándome ánimos para no decaer.

LICETH E, LOOR PINARGOTE

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA	viii
CONTENIDO GENERAL.....	ix
CONTENIDO DE TABLAS Y FIGURAS	xi
CAPÍTULO I. GENERALIDADES	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS Y METAS	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.3.3. METAS	5
1.4. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	6
1.5. BENEFICIARIOS	6
1.5.1. DIRECTOS	6
1.5.2. INDIRECTOS.....	6
CAPÍTULO II. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....	7
2.1. ANÁLISIS DE MATRIZ FODA.....	7
2.2. ENTORNO EXTERNO.....	7
2.3. OPORTUNIDADES	7
2.4. AMENAZAS.....	8
2.4.1. ANÁLISIS INTERNO.....	8
2.4.2. RESUMEN DE FODA	9
2.5. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA	9
2.6. ALTERNATIVAS DE ACCIÓN	10
2.6.1. ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS DE ACCIÓN	10
2.6.2. VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	15
2.6.3. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE ACCIÓN	18

CAPÍTULO III. ESTUDIO DE MERCADO	20
3.1. CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMIDOR	20
3.2. ANÁLISIS DE LA DEMANDA.....	21
3.3. ANÁLISIS DE LA OFERTA.....	21
3.4. MERCADO POTENCIAL	22
3.5. ANÁLISIS DE PRECIOS.....	23
3.5.1. COSTOS.....	23
3.5.2. PRECIOS DE ACUERDO A LA COMPETENCIA.....	24
3.6. COMERCIALIZACIÓN	25
4.1. CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO	26
4.1.1. ATRIBUTOS FÍSICOS	26
4.1.2. ATRIBUTOS FUNCIONALES	26
4.1.3. ATRIBUTOS PSICOLÓGICOS	27
4.2. MARCO LEGAL DEL PROYECTO	28
4.3. PROYECCIÓN DEL SISTEMA	29
4.4. PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA.....	29
4.5. ADQUISICIÓN DE COMPONENTES	30
4.6. INSTALACIONES Y EQUIPOS.....	30
4.6.1. INSTALACIÓN DE HARDWARE.....	31
4.6.2. INSTALCIÓN DEL SOFTWARE.....	33
4.7. EMPAQUETADO.....	42
4.8. IMPLEMENTACIÓN	43
4.9. ORGANIZACIÓN ESTRUCTURAL.....	44
4.10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	46
CAPÍTULO V. VIABILIDAD ECONÓMICA FINANCIERA	47
5.1. INVERSIÓN FIJA.....	47
5.2. CAPITAL DE TRABAJO	47
5.3. INVERSIÓN TOTAL	48
5.4. CALENDARIO DE INVERSIONES	50
5.5. FUENTE DE FINANCIAMIENTO	51
5.6. PROYECCIÓN DE INGRESOS/EGRESOS.....	51
5.6.1. PROYECCIÓN DE INGRESOS	51
5.6.2. PROYECCION DE EGRESOS.....	52
5.7. PUNTO DE EQUILIBRIO	54

5.8. VALOR ACTUAL NETO.....	54
5.9. TASA INTERNA DE RETORNO	55
5.10. BENEFICIO / COSTO	55
5.11. RELACIÓN PRODUCTO / CAPITAL.....	56
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
6.1. CONCLUSIONES	57
6.2. RECOMENDACIONES	58
BIBLIOGRAFÍA.....	59
ANEXOS	65

CONTENIDO DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

Tabla 2. 1. Resumen de FODA del producto.	9
Tabla 2. 2. Valoración de las técnicas de visión artificial.....	16
Tabla 2. 3. Valoración de dispositivos que alerten al conductor.	17
Tabla 3. 1. Matriz de identificación de roles.....	21
Tabla 3. 2. Empresas Competidoras.....	21
Tabla 3. 3. Lista de componentes necesarios para el prototipo.	23
Tabla 3. 4. Análisis Precios de acuerdo a la competencia.	24
Tabla 4. 1. Planificación del sistema.....	30
Tabla 4. 2. Cuadro de responsabilidades.....	45
Tabla 4. 3. Cronograma de actividades.	46
Tabla 5. 1. Inversión Fija.....	47
Tabla 5. 2. Inversión variable.....	48
Tabla 5. 3. Inversión Total	49
Tabla 5. 4. Calendario de Inversiones.	50
Tabla 5. 5. Proyección de ingresos a 5 años.	52
Tabla 5. 6. proyección de egresos en 5 años	53
Tabla 5. 7. Punto de Equilibrio.....	54
Tabla 5. 8. Valor Actual Neto.	55
Tabla 5. 9. Tasa Interna de Retorno.	55
Tabla 5. 10. Relación Beneficio/Costo.	56
Tabla 5. 11. Relación Producto/Capital.....	56

FIGURAS

Figura 3. 1. Datos de los resultados de la pregunta 3 de la encuesta.....	22
Figura 3. 2. Datos de los resultados de la pregunta 5 de la encuesta.....	23
Figura 3. 3. Datos de los resultados de la pregunta 6 de la encuesta.....	24
Figura 4. 1. Prototipo del sistema Sam.....	26
Figura 4. 2. Plus de audio 3.5 mm.....	27

Figura 4. 3. Parlante.....	27
Figura 4. 4. Pulsera	27
Figura 4. 5. Marca del producto.....	28
Figura 4. 6. Instalación de cámara	31
Figura 4.7. Adaptación de cables de alimentación	32
Figura 4.8. conexión de focos 2PCS 3W 850 IR en la placa Raspberry pi 3b+32	
Figura 4.9. Polaridad de los focos IR (infrarrojos).....	32
Figura 4.10. Puntos de referencia facial.	37
Figura 4.11. Puntos de referencia de la posición de los ojos y de la boca	37
Figura 4.12. Coordenadas que representan la relación entre ancho y el alto de un ojo abierto	39
Figura 4.13. Puntos de referencia del ojo cuando el ojo está cerrado.	40
Figura 4.14. Grafica de relación de aspecto cuando se realiza un parpadeo..	40
Figura 4.15. Coordenadas que representan la relación entre ancho y el alto la boca abierta.	41
Figura 4.16. Grafica de relación de aspecto cuando se realiza un bostezo . .	42
Figura 4.17. Envase de polietileno segmentado	42
Figura 4.18. Envase segmentado.....	43
Figura 4.19. Caja final del dispositivo	43
Figura 4.20. Ubicación del Dispositivo Sam y altavoz en el vehículo	44
Figura 4.21. Angulo de inclinación del dispositivo Sam	44
Figura 5.1. Características de Crédito para financiamiento	51

RESUMEN

El presente proyecto técnico tiene como objetivo el diseño de un prototipo de sistema informático que ayude a la detección y alerta temprana de somnolencia en conductores de automotores, con el fin de contribuir a la reducción del índice de accidentes por motivos de somnolencia en Ecuador, para esto se utilizó el método bibliográfico para realizar una investigación minuciosa sobre dispositivos y técnicas de visión artificial, necesarios para la detección y alerta de somnolencia, además mediante la encuesta realizada a un segmento de personas de 15 años en adelante se logró determinar la aceptación que tiene el producto en el mercado y se trabajó en el desarrollo del prototipo de acuerdo a una planificación por fases, dando como resultado un prototipo funcional cumpliendo así con el objetivo principal del proyecto.

PALABRAS CLAVES

Visión artificial y Raspberry pi, Alerta temprana, Seguridad vehicular, referencias faciales.

ABSTRACT

This technical project aims to design a prototype computer system that helps in the detection and early warning of sleepiness in car drivers, in order to contribute to the reduction of the accident rate due to sleepiness in Ecuador, to this the bibliographic method to conduct an investigation of artificial vision devices and techniques was required, necessary for the detection and alertness of drowsiness, in addition, through the survey of a segment of people 15 years old and older, the acceptance of the product in the market and the planning in the development of the prototype according to a planning by phases was determined, resulting in a functional prototype thus fulfilling the main objective of the project.

KEYWORDS

Artificial vision and Raspberry pi, Early warning, Vehicle safety, facial references.

CAPÍTULO I. GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

Anualmente fallecen en el mundo 1,250.000 personas en siniestros viales, según el Informe Mundial sobre Seguridad Vial (2015) realizado por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Europa es el continente que tiene las tasas de mortalidad en accidentes más bajas, con el promedio de 9.300 de cada 100.000 personas, África cuenta un promedio de 26.600 de cada 100.000 personas y América asume una tasa promedio de 15.900 de cada 100.000 personas en siniestros viales.

Según la OMS (2015), Ecuador es el sexto país de Sudamérica que cuenta con el mayor índice de decesos en siniestros viales, con un promedio de 20.100 de cada 100.000 personas. Este tipo de siniestros es una de las principales razones de fallecimiento en la mayoría de los grupos etarios, y la primera en habitantes de entre 15 y 29 años.

De acuerdo con los datos de la Agencia Nacional de Tránsito - ANT (2017), se presentaron 28.967 siniestros en todo el país, de los cuales 1.305 se produjeron en Manabí y del total de los siniestros a nivel nacional 693 de estos fueron por causas de somnolencia, que representa un 2,39% del total entre las causas probables de los siniestros, cabe mencionar que en su mayoría son vehículos pesados.

La somnolencia, puede considerarse como "la necesidad de quedarse dormido". Es el resultado del ritmo biológico humano normal, que radica en ciclos de sueño-despierto. El ciclo de sueño-despierto se rige tanto por factores homeostáticos como circadianos. Aunque el alcohol y algunos medicamentos pueden inducir de forma independiente la somnolencia, Las causas principales de somnolencia y conducción somnolienta en personas sin trastornos del sueño son: la restricción del sueño, la fragmentación del sueño y los factores circadianos (Čolić, *et al.*, 2014; Vamsi, *et al.*, 2017).

La falta de sueño reduce tanto el tiempo de reacción como la vigilia, produce un bajo estado de alerta y pérdida de concentración que reduce la capacidad de realizar actividades como conducir un coche (Galarza, *et al.*, 2018; Ramodhine & Panchoo, 2017; Verma, *et al.*, 2018).

El incremento del número de siniestros viales por motivo de somnolencia de los conductores se ha convertido en un grave problema para la sociedad el cual tiene un enorme impacto socioeconómico y psicológico en el individuo afectado, muchos de estos siniestros son consecuencia de una mala condición médica del conductor. Gran parte de estos siniestros están vinculados con el adormecimiento (somnolencia) de los conductores y provocan pérdidas económicas, golpes, contusiones, heridas e incluso muertes (Nivrutti, *et al.*, 2016; Kumar, *et al.*, 2018; Hashemzadeh & Ostadi, 2017; Hemadri, *et al.*, n.d.).

Vikas *et.al.*, (2012), menciona en su artículo que, los puntos críticos en los que las colisiones relacionadas con somnolencia del conductor, se producen entre las 2 a.m. y las 6 a.m. y a media tarde entre 2 pm a 4 pm cuando nuestro "ritmo circadiano" o reloj corporal está en su punto más bajo. Un conductor que lucha contra el sueño al conducir, tiene el mismo nivel de desgaste que un conductor en estado etílico.

Según los autores de este proyecto, en la actualidad se toman varias medidas de seguridad vial que ayudan en muchos aspectos a los conductores, algunas de estas medidas tienen la finalidad de poner en estado de alerta al conductor tanto en el día como en la noche y así evitar accidentes, es el caso de los reductores de velocidad o rompe velocidades. Por otro lado, otra medida de seguridad que se ha tomado para reducir el índice de mortalidad por motivos de somnolencia es la creación de áreas de descanso para vehículos en los que los conductores después de varias horas tras el volante pueden tomar un descanso. En los últimos años, de acuerdo con los datos disponibles, la somnolencia del conductor ha llegado a ser uno de los motivos de los siniestros automovilísticos (Nguyen, *et al.*, 2018; Panicker & Nair, 2017). Dadas las cifras de la OMS, ANT y las pocas medidas precautelares que se han tomado al respecto, los autores proponen el diseño de un sistema informático que ayude a la detección y alerta de somnolencia en conductores de vehículos con tracción motriz el cual ayudará a prevenir pérdidas humanas.

1.2. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con Egas (2017), la escasez de sueño causa que el organismo trabaje ineficientemente, aumentando el tiempo de reacción, el estado de alerta y la concentración, de modo que reduce la capacidad de realizar actividades de forma eficiente, en este caso conducir un vehículo.

De acuerdo a los datos antes citados de la ANT (2017), 693 siniestros del total de las causas probables son por motivo de somnolencia, por esta razón empresas que desarrollan productos tecnológicos han tomado medidas y en la actualidad existen algunos dispositivos y aplicaciones como Optalert Glass, Somnoalert, monitorización de las pupilas y Driven Awake que ayudan a la detección de somnolencia en los conductores, pero en algunos casos su costo es muy elevado o no se da uso adecuado a las aplicaciones por la negligencia del conductor.

Este proyecto se origina con la necesidad de asistir de modo tecnológico al conductor, alertando la presencia de somnolencia mientras este conduce, previniendo así accidentes en las vías y a su vez proporcionando tranquilidad y seguridad al conductor, a los familiares de este, peatones, y a conductores de otro tipo de vehículos.

Al ser un sistema informático de seguridad vehicular que alertará sobre síntomas de somnolencia, se pretende evitar siniestros en las vías, y por ende gastos en reparaciones a los automóviles, lesiones causadas por accidente e incluso pérdidas de vidas humanas.

Se sustenta de forma legal apoyándose en la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES, 2018) en su artículo 8 literal h, señala que las universidades deben contribuir con el progreso local y nacional de manera continua, mediante trabajo comunitario o extensión universitaria, el mismo que se complementa en el literal f que estipula fomentar e implementar programas de investigación de carácter científico, tecnológico y pedagógico que contribuyan al mejoramiento y cuidado del ambiente y promuevan el desarrollo sustentable a nivel nacional. Así mismo, a lo expuesto en el artículo 5 del Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que dice, "Todo trabajo de titulación estará relacionado con las líneas de investigación de cada carrera, y enmarcado en las líneas institucionales de la

ESPAM MFL” (ESPAM MFL, 2016) Además en concordancia con el Modelo Educativo de la ESPAM MFL, en cual se estable que dentro de la carrera de computación en su línea de investigación denominada Computación organizacional y algoritmos, se debe diseñar sistemas innovadores que respondan a los retos de la industria inteligente (ESPAM MFL, 2016).

1.3. OBJETIVOS Y METAS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un prototipo de sistema informático que ayude a la detección y alerta temprana de somnolencia en conductores de automotores, basándose en técnicas de visión artificial.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer un marco de trabajo para el desarrollo del sistema de información.
- Analizar un conjunto concreto de necesidades para proponer una solución.
- Establecer la arquitectura del sistema y el entorno tecnológico que va a dar soporte al sistema de información.
- Concretar las necesidades y especificidades que conforman el proyecto empresarial a estudiar.

1.3.3. METAS

OBJETIVO 1

- Analizar los entornos externos e internos de la empresa en cuanto al producto.

OBJETIVO 2

- Determinar los tipos de consumidores a quienes se pretende llegar.
- Realizar análisis de oferta y demanda.
- Ejecutar y analizar encuesta.
- Determinar mercado potencial.
- Realizar un análisis de costos y precios de acuerdo a la competencia.
- Determinar los medios de oferta y canales de distribución.

OBJETIVO 3

- Estudiar los métodos/técnicas de visión artificial existentes.
- Realizar la búsqueda de los tipos de sensores que ayudan a la detección de somnolencia.
- Escoger el tipo de dispositivo de alerta a utilizar.

- Diseñar el sistema informático y acoplar los sensores.

OBJETIVO 4

- Realizar una proyección total de las inversiones
- Determinar fuentes de financiamiento
- Realizar proyección de ingresos y egresos
- Realizar planificación de ventas utilizando herramientas que nos permita analizar la viabilidad económica del proyecto.

El desarrollo de este sistema Informático permitirá:

- Lograr con éxito el diseño del sistema informático para poder contribuir con la reducción del índice de siniestros en las vías por motivos de somnolencia en el Ecuador.
- Brindar seguridad a los conductores.

1.4. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Ecuador se sitúa en la costa noroccidental de América del Sur, en la zona tórrida del continente americano. Ecuador continental se encuentra limitando al norte con Colombia, al sur y este con Perú y al oeste con el Océano Pacífico. Es el más pequeño de los países andinos con aproximadamente 252,000 km². Lo cruza la línea equinoccial o ecuatorial (de donde adquiere su nombre) y se extiende entre las latitudes 1°30' N y 5° S y las longitudes 75° 20' W y 91° W. Está atravesado de norte a sur por la cordillera de los Andes (Varela, 2018).

1.5. BENEFICIARIOS

1.5.1. DIRECTOS

- Conductores de automotores del año 2015 en adelante.

1.5.2. INDIRECTOS

- Familiares de conductores
- Peatones y conductores de otro tipo de vehículos

CAPÍTULO II. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

2.1. ANÁLISIS DE MATRIZ FODA

Las abreviaturas apuntan a las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. FODA es una herramienta de análisis que se utiliza en las empresas tanto interno (fortalezas y debilidades) como externo (oportunidades y amenazas). El análisis de una matriz FODA permite que la empresa se adapte en el medio empresarial (Sarli *et al.*, 2015).

De acuerdo con (Espinosa, 2013), el objetivo principal de emplear estas herramientas en una organización, es conseguir un diagnóstico claro, para tomar decisiones estratégicas, vitales, oportunas para mejorar.

2.2. ENTORNO EXTERNO

Ejecutar un análisis externo de los posibles inconvenientes y amenazas es un punto clave para una planificación estratégica de marketing (Francisco, 2015).

De acuerdo con (Espinosa, 2013), en este análisis se identifican los factores claves que ayudan a la empresa en el medio empresarial, como: cambios del mercado, nuevas conductas de clientes, economía, competencia, tecnología, etcétera. se debe ser cuidadoso ya que son fuerzas incontrolables por la organización e influyen de directamente en su progreso. El análisis externo se divide en oportunidades y en amenazas.

2.3. OPORTUNIDADES

Son elementos que se pueden utilizar a favor de la empresa. Podemos responder a las siguientes preguntas para identificar las oportunidades: ¿qué cambios técnicos y sociales se encuentran en nuestro mercado?, ¿existen nuevos estilos de mercado conexas con nuestra empresa?, ¿qué cambios legales o políticos se exhiben en nuestro mercado? (Espinosa, 2013). Por otra parte, Salazar (2013), menciona que son factores externos aprovechables que, de forma directa o indirecta, consienten alcanzar los objetivos propuestos.

Según los autores la necesidad del producto se puede observar a diario mediante los accidentes viales causados por la falta de atención al volante por parte del conductor al encontrarse con síntomas de somnolencia y mediante un estudio de mercado que refleja dicha necesidad, el producto ayudará a reducir siniestros en las vías, asistiendo de manera tecnológica al conductor, aprovechando los avances continuos de la tecnología y poder integrarlos en nuestro producto. Al

ser un producto que va a asistir de manera directa al conductor, brindando seguridad al mismo y a los demás pasajeros de automotores, una oportunidad sería establecer convenios con instituciones que se dedican a velar por la seguridad vial de las personas.

2.4. AMENAZAS

Son elementos, individuos o condiciones externas las cuales pueden afectar a la empresa negativamente, estas pueden ser sociales, políticas, ambientales entre otras (Salazar, 2013).

Según los autores las nuevas tecnologías son una herramienta fundamental para que el producto se dé a conocer y tenga salida en el mercado, no utilizar esta herramienta sería dar una vida efímera a nuestro producto, ya que no contaríamos con ese canal de interacción con nuestros clientes y perderíamos la confianza de los mismos algo que es muy importante para las empresas.

Por otra parte, como empresa joven tenemos algún desconocimiento del mercado al que vamos a enfrentar en cuanto a temas administrativos, económicos, sociales, etc.

2.4.1. ANÁLISIS INTERNO

De acuerdo con (Espinosa, 2013), en el análisis interno se examinan elementos claves de la entidad, como la financiación, organización, producción, marketing entre otros. En definición, el análisis interno consiste en efectuar una autoevaluación, dónde la matriz de análisis FODA pretende encontrar los puntos fuertes y débiles de la entidad.

2.4.1.1. FORTALEZAS

Esto hace referencia a las recursos y capacidades que posee la organización para aprovechar las oportunidades y lograr ventajas competitivas. Para conseguirlas podemos responder a preguntas como: ¿qué ventajas tenemos respecto de la competencia?, ¿qué recursos de bajo coste tenemos disponibles?, ¿cuáles son nuestros puntos fuertes en producto, servicio, distribución o marca? (Espinosa, 2013).

Los autores indican que son un equipo joven con ideas novedosas e innovadoras, que puedan ser parte del mercado y ayudar a dar soluciones de manera tecnológica, como es el caso del producto a ofrecer, producto que

además es amigable con el usuario, tiene un precio competitivo ya que existen dispositivos similares en el mercado.

2.4.1.2. DEBILIDADES

Salazar (2013), indica que son factores, elementos o situaciones internas, negativas dentro de la institución y que pueden afectar de forma negativa su desarrollo. Determinar estos factores permite tomar medidas y adecuadas estrategias.

Los autores expresan que la falta de presupuesto es una amenaza para las empresas jóvenes en el mercado, esto por la falta de experiencia y tener algo de desconocimiento en el mismo, a su vez esto permite que nuevos competidores con alto presupuesto aparezcan, con productos similares a mejor precio y con la mejora del mismo.

2.4.2. RESUMEN DE FODA

A continuación, en la tabla 2.1. se muestra un resumen de FODA, donde se refleja un diagnóstico preciso de la empresa en cuanto al producto, lo que nos permite tomar decisiones estratégicas para así mejorar la situación en el futuro.

Tabla 2. 1. Resumen de FODA del producto.

FORTALEZAS	DEBILIDADES	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Producto innovador 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de promoción del producto 	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de los usuarios hacia el producto 	<ul style="list-style-type: none"> • Desconfianza del cliente hacia el producto
<ul style="list-style-type: none"> • Producto amigable con el usuario 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de presupuesto 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora del producto con avances tecnológicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrada de nuevos competidores
<ul style="list-style-type: none"> • Precios competitivos 	<ul style="list-style-type: none"> • Ser empresa joven en el mercado 	<ul style="list-style-type: none"> • Poder adquisitivo por parte de instituciones de seguridad vial 	<ul style="list-style-type: none"> • La mejora del producto en el mercado

Fuente: Autores.

2.5. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA

De acuerdo con Peña (2017), luchar contra el sueño afecta drásticamente nuestra calidad de vigilancia y realizar actividades de forma eficaz, y en

ocasiones, es el origen de muchos siniestros de tránsito. Esto es un problema al que aún no se ha dado solución por este motivo los autores buscan la solución por medio de un prototipo de sistema informático, que ayude a reducir los índices de mortalidad por motivos de somnolencia.

2.6. ALTERNATIVAS DE ACCIÓN

2.6.1. ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS DE ACCIÓN

2.6.1.1. TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL

- **SISTEMA DE VIOLA- JONES**

Esta técnica utiliza la librería de (OpenCV team) la cual ofrece tanto una implementación del algoritmo como una serie de clasificadores Haar-like para la detección de ojos, cara tanto de perfil, nariz, boca, cuerpo completo, sonrisa, etc, (Trapiella, 2017). Utiliza los siguientes clasificadores:

- Haarcascade_frontalface_default.xml
- Haarcascade_eye.xml
- Haarcascade_mcs_mouth.xml
- Haarcascade_mcs_nose.xml
- Haarcascade_profileface.xml

- **HOG**

Histograma de gradientes orientados (HOG), de acuerdo con (Rehan, 2019), es un descriptor que se utiliza en proyectos de visión artificial para el procesamiento de imágenes, extrayendo información útil de una región de interés (ROI). Se basa en el análisis de histogramas locales normalizados de la orientación del gradiente de una imagen segmentada en cuadrículas que tomaran el nombre de células. Se computa el histograma de las trayectorias de gradiente para cada una de los segmentos de la imagen y, al combinarlos, obtenemos una representación completa de la imagen.

- **ESTIMACIÓN DE PUNTOS DE REFERENCIA**

Según (Trapiella, 2017), La estimación de puntos de referencia es una técnica para la obtención de zonas o puntos dentro de nuestra imagen que permiten precisar características de esta.

La estimación de puntos de referencias nos brinda varias posibilidades de las que se destacan:

- ✓ **DETERMINACIÓN DE ROSTROS:** Al constar valores que admiten la identificación de puntos determinados del rostro, se viabiliza una mayor exactitud a la hora de decretar si la región de interés es un verdadero rostro.
- ✓ **NORMALIZACIÓN DE ROSTROS:** la normalización persigue la adquisición de una imagen que esté colocada y girada de una forma específica.

- **RED NEURONAL CONVOLUCIONAL PARA EL RECONOCIMIENTO DE ROSTROS**

Estas redes son unas de las principales y poderosa herramienta para la resolución de problemas relacionados con la clasificación, la implementación de una red neuronal no es excesivamente compleja y existe una multitud de librerías y sistemas de código abierto que pueden ser utilizadas para llevar a cabo este tipo de redes (Trapiella, 2017).

- **EIGENFACES**

Según Trapiella (2017), La idea que hay detrás, es la de obtener un mínimo de características o parámetros que pudieran agrupar un conjunto de caras. Mediante el análisis de componentes principales (PCA) se consiguen un conjunto de imágenes semejantes a caras llamadas eigenpictures de menor tamaño que las originales. Este término fue rebautizado por (Turk & Pentland, 1991) que lo denominaron como se conoce actualmente por Eigenfoces ya que los autovalores obtenidos se aplican a las propias caras y no solo a los píxeles de las imágenes.

2.6.1.2. SÍNTOMAS DE SOMNOLENCIA

- **BOSTEZO**

“La somnolencia es una de las causas de accidentes y para evitar accidentes es muy necesario alertar a la persona en el momento adecuado. Bostezar es uno de los signos, que indica si la persona está somnolienta o no” (Lira, 2018).

- **PARPADEO**

Una forma para determinar el nivel de fatiga es medir la duración del parpadeo del párpado y la detección de la cara para rastrear los ojos, y avisar al conductor en consecuencia. Si los ojos se encuentran cerrados durante 5 u 8 cuadros consecutivos, el sistema llega a la conclusión de que el conductor se está quedando dormido y emite una señal de advertencia (Murukesh & Padmanabhan, 2015).

- **CABECEO**

Los signos característicos del hipo vigilancia aparecen a través de señales de comportamiento como los bostezos, la reducción de los reflejos, la pesadez de los párpados, el hormigueo de los ojos, el deseo de cerrar los ojos en un momento, la necesidad de estirarse, el deseo de cambiar con frecuencia. posición, las fases de los "micro-sueños" (aproximadamente 2 a 5 s) y la dificultad de mantener la cabeza erguida (Akrouit & Mahdi, 2014).

- **PÉRDIDA DE ATENCIÓN**

Los niveles de distracción aumentan considerablemente cuando la fatiga afecta de manera directa a la vigilia. (Montalt, 2018).

- **FATIGA A NIVEL FÍSICO**

Sequedad de ojos, tensión, rigidez muscular, entre otros, son algunos de los síntomas que muestra una persona que conduce por varias horas seguidas, esto afecta radicalmente el nivel físico (Montalt, 2018).

2.6.1.3. TIPOS DE SENSORES QUE AYUDAN A LA DETECCIÓN DE SOMNOLENCIA

- **RASPBERRY PI**

Se refiere a una minicomputadora que trabaja en 5VDC/2.5A, esta es una de las principales características a parte de la capacidad de procesamiento que tiene, lo que lo hace uno de los sistemas embebidos más utilizados por los desarrolladores. Es importante destacar que cuenta con un puerto serial TTL, un puerto I2C, SPI y pines de entrada/salida de propósito general (Marmolejo, 2017).

- **RASPBERRY PI CAMERA MODULE V2 8MP**

La cámara de Raspberry Pi permite capturar imágenes y videos en HD, es adecuada para conectarse a cualquier Raspberry Pi o Compute Module. Utiliza un sensor de imagen IMX219PQ de Sony para ofrecer imágenes de vídeo de alta calidad. también ofrece otras funciones como la detección de luminancia, el balance de blancos (Amazon, 2019).

- **ARDUCAM MULTI CAMERA ADAPTER MODULE**

“El módulo adaptador de múltiples cámaras Raspberry Pi está diseñado para conectar más de una cámara a un solo puerto de cámara CSI en la placa Raspberry Pi, lo que significa hasta 16 cámaras en una sola placa Raspberry Pi” (Lee, 2015).

- **VISIÓN NOCTURNA INFRARED CAMERA MODULE**

“Cámara de visión nocturna por infrarrojos con luz de lámpara fotográfica de 500W +, todas las versiones de Raspberry Pi son compatibles con el sensor OV5647 de 5 megapíxeles” (Amazon, 2019).

- **PHYTON**

Este lenguaje que cuenta con una sintaxis sencilla de usar y debido a sus comunes expresiones toma menos líneas de código realizar sencillas tareas, se lo utiliza en varias áreas de la tecnología como web, redes, procesamiento de datos, inteligencia artificial entre otros (Martínez, 2017).

- **VISIÓN ARTIFICIAL**

Es básicamente la extracción de información de las imágenes digitales que se utilizan para el proceso o control de calidad en los sistemas. La visión artificial puede examinar una variedad de datos y piezas por minuto,

proporciona resultados de inspección de manera más consistente y confiable (Cognex, 2018).

- **OPENCV**

Con el análisis que los autores realizaron a la documentación de Hernández (2017) indican que la librería OpenCv es de código abierto, es útil para muchos de los lenguajes de programación como por ejemplo Python.” (Hernández, 2017).

- **DLIB**

Es un moderno conjunto de herramientas de C++, contiene algoritmos de aprendizaje automático y herramientas para crear software complejo en C++ para remediar problemas del mundo real. Se utiliza tanto en la industria como en el mundo académico en una amplia gama de dominios, incluidos la robótica, dispositivos integrados, teléfonos móviles y grandes entornos informáticos de alto rendimiento (Dlib, 2019).

2.6.1.4. DISPOSITIVOS QUE ALERTEN AL CONDUCTOR SIN CAUSAR UNA REACCIÓN EXTREMA.

- **ALTAVOCES**

De acuerdo con (Goiri & Anta, 2019), los parlantes o bocinas, su nombre varía dependiendo del país. Son dispositivos que amplifican el sonido, convirtiendo la energía eléctrica en ondas sonoras. Este proceso empieza transformando las señales eléctricas en energía mecánica que inmediatamente, se convierte en ondas sonoras y culmina con la emisión de sonidos a través de los altavoces.

- **LUCES**

Según los autores son señales visibles, emitidas por diodos led que informan al conductor del nivel de somnolencia en el que se encuentra.

- **PULSERA BLUETOOTH QUE VIBRA**

Los autores mencionan que esta se conecta al dispositivo mediante bluetooth, se sitúa en modo receptor y vibra al detectar una señal emitida por el dispositivo emisor.

- **PULSERA DE TOQUES**

Se conecta mediante bluetooth, se sitúa en modo receptor y da toques eléctricos al detectar una señal emitida por el dispositivo emisor.

2.6.2. VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

2.6.2.1. TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL

En base al método bibliográfico, se determinó tres técnicas, las cuales tienen gran importancia y son muy eficaces en sistemas de procesamiento de imagen. Estas técnicas ayudan a la detección de los puntos de interés o hitos faciales y estas se observan en la tabla 2.2.

Tabla 2. 2. Valoración de las técnicas de visión artificial.

Sistema de viola- jones	HOG	Estimación de puntos de referencia
<p>Los autores indican que esta técnica podría ser útil, en cuanto a utilizar las librerías de OpenCv, esta técnica realiza búsquedas en la imagen cada vez más precisas, para tomar en cuenta solo zonas de interés, pero, (Trapiella, 2017) nos dice que aunque suene eficaz tiene limitaciones ya que el uso de los clasificadores Haar necesitan de la configuración de parámetros para poder descartar las regiones que no representen rostro, y suele confundir el rostro con falsos negativos.</p>	<p>Este descriptor de características se basa en la orientación del gradiente de una imagen y según (Trapiella, 2017), permite la obtención de características u objetos un poco más rápido que la técnica de viola – jones.</p>	<p>En cuanto a esta técnica (Trapiella, 2017) indica que eficaz a la hora de detectar rostros ya que utiliza una máscara con puntos de referencia que hace que se definan los puntos más concretos del rostro como son las cejas, ojos, nariz y contorno lo que lo hace más preciso en la identificación de personas dentro de una imagen.</p>

Fuente: Autores.

2.6.2.2. DISPOSITIVOS QUE ALERTEN AL CONDUCTOR SIN CAUSAR UNA REACCIÓN EXTREMA.

Tabla 2. 3. Valoración de dispositivos que alerten al conductor.

ALTAVOCES	LUCES	PULSERA BLUETOOTH QUE VIBRA	PULSERA DE TOQUES
(Fernández, 2019) y (Fidalgo, 2017) aconsejan que encender la radio, poner música y cantar es una buena elección para mantenerse despierto mientras conducimos, dándonos a conocer que el sonido es un buen método para mantener en estado de alerta al conductor.	De acuerdo a (World Health Design, 2017) las luces podrían dañar la vista, ya que al exponernos a estas aumenta el porcentaje de muerte celular en la retina, sobre todo aquellas que son de color azul o blanco, estas células no se regeneran por lo que a largo plazo podría suponer una pérdida importante de la visión	Según (coches.com, n.d.), Las alertas vibratorias también pueden ayudar a los conductores discapacidades auditivas. (Castro, 2016) define que el cuerpo humano puede tolerar ciertos niveles de intensidad de vibraciones sin causar efectos extremos.	A pesar de que se podría alertar al conductor rápidamente con esta opción (Garbayo, 2018) indica que este tipo de pulseras “emite pinchazos eléctricos de hasta 450 voltios, similar al aguijonazo de una abeja” lo que podría causar una reacción extrema en el conductor

Fuente: Autores

2.6.3. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE ACCIÓN

Las alternativas de acción que los autores escogieron para este proyecto fueron elegidas por su eficacia y eficiencia al momento de trabajar con el procesamiento de imagen y alerta al conductor.

Mediante la investigación realizada sobre los síntomas de somnolencia mencionados en el punto 2.3.1.2., se determinó, que los principales síntomas de somnolencia que el sistema detectará, serán el parpadeo lento y el bostezo ya que como menciona (Rosales & Castro, 2016) en su artículo de revisión, estos son los síntomas más comunes que denotan un estado de somnolencia, además pueden ser captados por la cámara que evaluara constantemente el rostro del conductor.

Los autores consideraron el cabeceo y la distracción del conductor para la valoración, pero no son del todo confiables ya que en ocasiones estos pueden ser causados por razones externas como por el ejemplo el mal estado de las vías y no por razones de somnolencia, lo cual causaría falsas detecciones del sistema.

Las técnicas de visión artificial que los autores consideraron para el análisis de los frames son:

- **HOG** (Histograma Orientado De Gradientes): Según (Rehan, 2019), es muy útil para la extracción de las regiones de interés. Además, los resultados del estudio realizado por (Intriago, Moreira, Sánchez, & Morales, 2017), sobre el clasificador de características HOG (Histograma Orientado a Gradientes) demostraron que este, reduce los tiempos de entrenamiento, y a la vez aumenta la precisión en la extracción de características.
- **ESTIMACIÓN DE PUNTOS DE REFERENCIA:** De acuerdo con (Tapiella, 2017), es esencial para la determinación de la existencia de rostros en los frames obtenidos.

Cabe mencionar que cuando hablamos de técnicas de visión artificial también hablamos de los métodos externos que se utilizan para la adquisición de una buena imagen, como la iluminación y posición de la cámara. Estas técnicas y métodos son necesarios para obtener buenos resultados al analizar los frames.

Mediante la investigación mencionada en el punto 2.3.1.4., se estableció que los dispositivos que se consideraron para alertar al conductor son;

- **El altavoz:** Según (Iac Acoustics, 2019) y (Vigilant Personal Protection Systems, 2019), un sonido entre 85 y 110 db (decibelios) no genera daño alguno si este no es contante y se prolongado por más 8 horas. Por este motivo un altavoz es una buena alternativa de dispositivo de alerta.
- **Pulsera bluetooth que vibra:** es una buena alternativa ya que este tipo de alertas ayuda a las personas con discapacidades auditivas a la hora de conducir y además ya existen proyectos que han dado buenos resultados como menciona (CanalMotor, 2019) el cual indica que Hyundai ha adaptado un coche para personas con discapacidades auditivas. El proyecto de accesibilidad a la conducción se probó en Corea del Sur. Concretamente en Seúl.

CAPÍTULO III. ESTUDIO DE MERCADO

Promover en el mercado un nuevo producto es una tarea complicada y más aún cuando no se cuenta con suficiente información del mercado con el que toca enfrentarse, y es por esta razón se necesita un estudio minucioso sobre este.

Determinar la oferta y la demanda con el fin de definir el mercado ideal fue el principal objetivo de este capítulo.

3.1. CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMIDOR

Utilizando el método bibliográfico se logró determinar el tipo de consumidor que existen en el mercado a los cuales se pretende llegar.

a) Vanguardistas

De acuerdo con (Santibáñez, 2015). Con el fin de transmitir estilo y elegancia al interactuar con sus productos, los vanguardistas buscan bienes y servicios que satisfagan sus necesidades.

b) Están sedientos de innovación

Según (Santibáñez, 2015). Este tipo de consumidores busca constantemente nuevas innovaciones tecnológicas que faciliten su vida y satisfaga sus necesidades.

c) Buscan ser co-creadores

Estos buscan la manera de formar parte en el proceso de creación de lo que consumen, y adoran cualquier empuje que los vea en el desarrollo de un producto o servicio (Santibáñez, 2015).

3.2. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

Tabla 3. 1. Matriz de identificación de roles.

¿Quién realiza la compra?	Concesionarias, conductores de automotores, agencias de tránsito del país, personas entre 18 y 65 años y fabricantes de vehículos
¿Quién influye en la compra?	Los medios de comunicación, agencias de tránsito, páginas web, redes sociales,
¿Quién decide la compra?	El cliente
¿Quién usa el producto?	Los conductores de automotores

Fuente: Autores

3.3. ANÁLISIS DE LA OFERTA

Tabla 3. 2. Empresas Competidoras

Empresas competidoras	Nivel de aceptación	Tipo de cliente que atiende	¿Dónde se comercializa el producto?	¿A qué precio lo venden?
Advanced Fatigue Management	Medio	Vanguardistas	México	\$8.600
Optalert	Medio	Vanguardistas Sedientos de innovación	Australia	\$3.507,16
MyRiver Electronic Technologic	Medio	Vanguardistas	China	\$145,00 - \$239,00
Grupo CYM Logística	Medio	Vanguardistas	Chile	\$148,22

Fuente: Autores

Existen empresas extranjeras como Optalert, Advanced Fatigue Management ofrecen este tipo de dispositivos y aplicaciones, pero su valor adquisitivo es muy elevado o las aplicaciones no cumplen con lo esperado.

3.4. MERCADO POTENCIAL

Sam busca asistir de manera tecnológica a los conductores de automotores ayudando a evitar accidentes de tránsito. Además de este tipo de mercado existen otros que forman parte del mercado potencial de este sistema informático como son:

- conductores de vehículos eléctricos
- agencias de tránsito del país
- concesionarias
- fabricantes de vehículos

De acuerdo a los datos recopilados de la encuesta (anexo 1-A), aplicada en el cantón Bolívar a una muestra de 372 individuos los cuales pertenecen al target conformado de 8.821 personas, tanto de hombres como mujeres de 15 a 69 años de edad. Se logró determinar que un 63% cree que se puede evitar accidentes por motivos de somnolencia, si se asiste de manera tecnológica al conductor, un 34% cree que tal vez y un 3% cree que no, grafico 3.1.



Figura 3. 1. Datos de los resultados de la pregunta 3 de la encuesta
Fuente: Autores

La aceptación del producto es muy buena y se refleja en la encuesta Anexo 1-A en la pregunta 5 donde el 71% estaría dispuesto a adquirir el producto, un 27% dice que tal vez y un 2% no estaría dispuesto como se muestra en el gráfico 3.2.

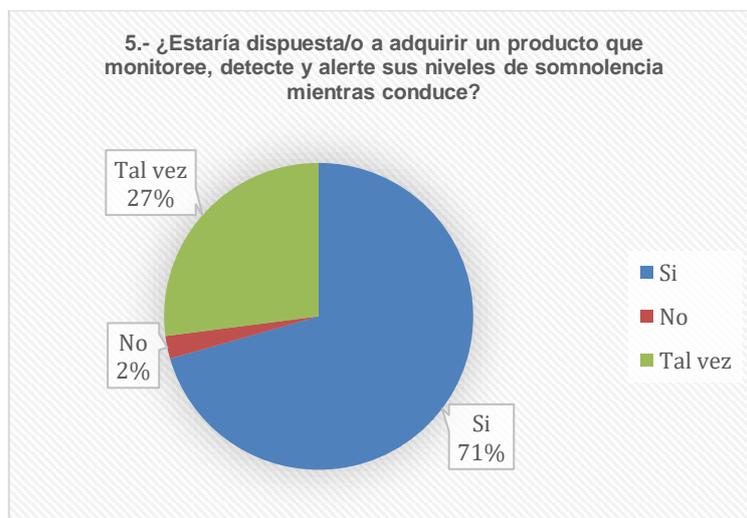


Figura 3. 2. Datos de los resultados de la pregunta 5 de la encuesta
Fuente: Autores

3.5. ANÁLISIS DE PRECIOS

3.5.1. COSTOS

Tabla 3. 3. Lista de componentes necesarios para el prototipo.

LISTA DE COMPONENTES NECESARIOS			
UNIDADES	DISPOSITIVO	PRECIO	TOTAL
1	Raspberry pi 3B+	\$ 60,00	\$ 60,00
1	Batería Para Raspberry Pi3 Modelo B	\$ 30,00	\$ 30,00
1	Visión nocturna Infrared Camera Module	\$ 30,00	\$ 30,00
2	XCSOURCE 2pcs Infrared LED Light 3W High Power 850	\$ 12,50	\$ 25,00
1	Cargador de 5V de 2.5 ^a	\$ 10,00	\$ 10,00
	cables DuPont Macho-Macho y Hembra-Macho	\$ 5,00	\$ 5,00
1	Cautin	\$ 8,00	\$ 8,00
2	2 metros de Estaño	\$ 1,00	\$ 2,00
1	Micro SD 32GB o mayor	\$ 25,00	\$ 25,00
1	Mgsystem Modulo Esp32 Wifi Bluetooth Arduino Raspberry Avr	\$ 18,00	\$ 18,00
TOTAL, DE GASTOS			\$ 213,00

De acuerdo a la tabla 3.3. el análisis de los precios de los componentes necesarios para la creación del producto tiene un total de gastos de \$213,00 y según los autores con el análisis de los precios de componentes y el análisis de los precios que oferta la competencia el precio del producto puede estar en \$ 350 dólares ya que aún no se toma en cuenta el empaquetado del producto ni el

precio del sistema como tal, además el precio es de aceptación por parte del mercado ya que en el anexo 1-A en la pregunta 6 de la encuesta muestra que el rango que estarían dispuestos a pagar por un producto de detección y alerta de somnolencia sería entre los \$ 300,00 y \$350,00 dólares con un 65% y 25% respectivamente como se muestra en el grafico 3.3.

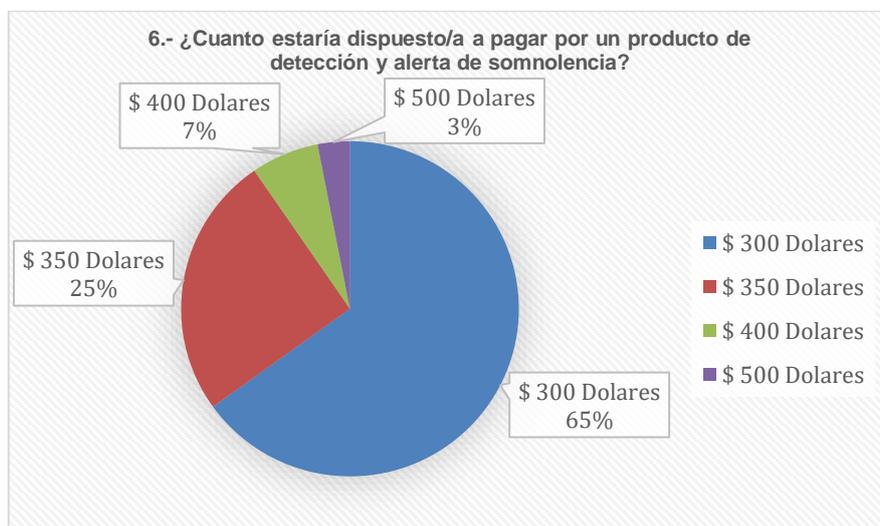


Figura 3.3. Datos de los resultados de la pregunta 6 de la encuesta
Fuente: Autores

3.5.2. PRECIOS DE ACUERDO A LA COMPETENCIA

Tabla 3. 4. Análisis Precios de acuerdo a la competencia.

	PRODUCTO	PRECIO DE VENTA
COMPETENCIA	Advanced Fatigue Management	\$8.600
	Optalert Glass	\$3.507,16
	Driver Fatigue Monitor MR688	\$145,00 - \$239,00
	Sensor De Fatiga Y Somnolencia Para Conductores	\$148,22
PROTOTIPO	SAM	\$350,00

Fuente: Autores

Podemos observar en la tabla 3.4. que el producto que ofrece la empresa Grupo CYM Logística "Sensor de Fatiga y Somnolencia" para conductores tiene un precio de 148 dólares, este equipo se comercializa en Perú y no tiene alcance comercial en otros países. El prototipo que propone los autores sobrepasa en

\$201,78 dólares el precio de venta del Sensor expuesto en la tabla, esto se debe a que no se tiene en cuenta la devaluación del dólar en Perú. Además, se debe puntualizar que el prototipo propuesto por los autores incorpora una pulsera bluetooth que vibra para mejorar el proceso de alerta al conductor.

De acuerdo a este análisis y al análisis realizado en el capítulo V podemos determinar que el precio del producto estaría determinado en \$350,00 dólares.

3.6. COMERCIALIZACIÓN

Por lo general tiempo atrás se publicaba por frecuencias de radio o revistas y medios televisivos, esta es una manera eficaz como canal de publicidad en tiempos actuales ya que da buenos resultados (Alsius *et al.*, 2015). La forma de cómo se ejecutan las actividades habituales ha cambiado gracias al avance de la tecnología, actualmente el marketing tradicional ha evolucionado al marketing digital, suministrando nuevas formas de como promover los bienes o servicios.

La promoción del producto se realizará de manera convencional, además se utilizará redes sociales y páginas web. Para comercializar el producto se realizará por medio de varias empresas como concesionarias, fábricas de vehículos las cuales tienen sus propias páginas web y se espera contar con convenios con instituciones como la agencia nacional de tránsito del país. Además de esto se utilizarán otros canales de distribución para la comercialización como: tienda física y electrónica, páginas web, redes sociales y servicio de courier.

CAPÍTULO IV. INGENIERÍA DEL PROYECTO

4.1. CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO

De acuerdo con (Reales, 2019), se define como el conjunto de propiedades que ayudan a definir al producto como la marca, el diseño, envase y calidad, Los cuales ayudan a cumplir las necesidades y requerimientos del consumidor.

Las características del producto pueden ser; tangibles y logran ser captados por los sentidos como color, textura, el peso, la forma, etc., e intangibles como la imagen de la marca, servicios, beneficios, garantía, etc. Esta mezcla de particularidades ayuda a la aprobación y aceptación del producto en los clientes, y deben aplicarse de forma correcta para que el producto posea una imagen positiva en el mercado.

Los atributos o del producto son los siguientes:

4.1.1. ATRIBUTOS FÍSICOS

En este punto se explica las características físicas que el recipiente que contendrá la placa base de Sam será de plástico y en color negro con unas dimensiones de 9.5 cm de largo y 4.1 cm de alto y 6.6 cm de ancho como se muestra en la figura 4.1.

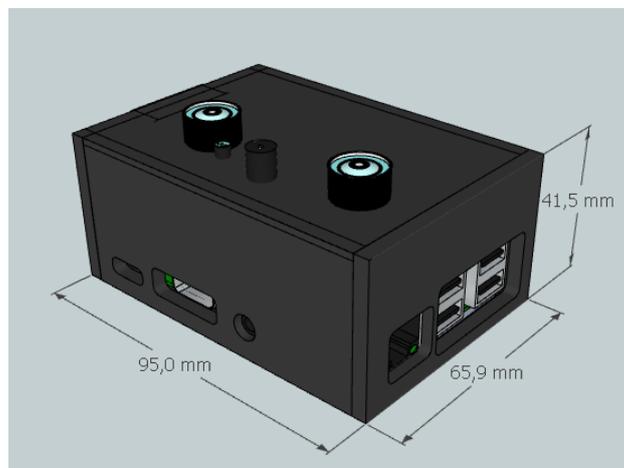


Figura 4. 1. Prototipo del sistema Sam

4.1.2. ATRIBUTOS FUNCIONALES

Sam cuenta con varias funcionalidades entre ellas están una lista de consejos que el sistema brinda al conductor con el fin de evitar el avance del sueño y evitar siniestros en las vías, además expresa dos tipos de alertas al detectar

somnolencia. Una de estas alertas se emite de forma auditiva a través de un parlante (figura 4.3.) el cual se conecta al Jack de audio de la placa base por medio de un plus de audio de 3.5 mm de largo (figura 4.2.), mientras que la otra es una pulsera (figura 4.4.) que genera vibraciones en la muñeca del conductor al detectar la alerta emitida vía bluetooth desde el sistema.



Figura 4. 2. Plus de audio 3.5 mm



Figura 4. 3. Parlante



Figura 4. 4. Pulsera

Cabe mencionar que en la siguiente versión se integraran los parlantes al contenedor de la placa base.

4.1.3. ATRIBUTOS PSICOLÓGICOS

Los atributos psicológicos del producto son los siguientes:

4.1.3.1. LA CALIDAD

EL prototipo de sistema SAM tiene un alto nivel de calidad ya que trabaja con la norma ISO 9126, y su sucesora, la ISO 25000, los atributos de calidad son:

- **FIABILIDAD**

Preciso al momento de detectar y alertar la presencia de somnolencia tanto en la luz del día como en la noche.

- **EFICIENCIA**

Rápido y preciso al detectar somnolencia.

- **USABILIDAD**

Inicio automático luego de la instalación.

- **DURACIÓN**

La duración dependerá del trato que le dé el cliente al producto.

4.1.3.2. LA MARCA

La marca que se le dio al prototipo de Sam es “L&I - Tech” que es un nombre amigable y fácil pronunciar. Está compuesta por las iniciales del primer nombre de los autores (L&I), unidos por un ampersand (&) y situados sobre una línea que los separa de la palabra TECH, palabra en inglés que traducida al español significa tecnología. Cabe mencionar que el color del nombre de la marca, es un rosa intenso, traducido a código de color Hexadecimal es “#C8145C”.

El logotipo de la marca también cuenta con un vector de chip de procesador en color negro el cual le da un diseño agradable.

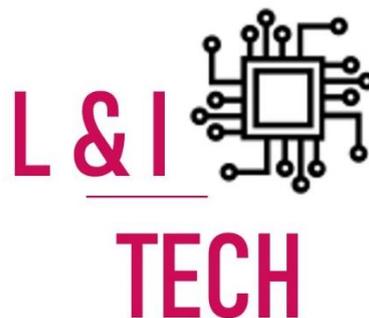


Figura 4. 5. Marca del producto

4.2. MARCO LEGAL DEL PROYECTO

El presente proyecto se desarrolló basándose en los siguientes aspectos legales, los cuales justifican la importancia de la creación del prototipo.

De acuerdo a lo que estipula la reforma ley orgánica de transporte terrestre tránsito y seguridad Vial, en el Título I de Generalidades, en su art. 181 indica que todo conductor debe encontrarse en condiciones de controlar todo el tiempo

el vehículo que conduce para poder adoptar las preocupaciones su seguridad y de los demás usuarios de las vías, de mayor prioridad para cuando se trate de mujeres embarazadas, niños, adultos mayores de 65 años de edad, invidentes u otras personas con discapacidades” (Ley Orgánica De Transporte Terrestre Transito Y Seguridad Vial, 2016).

El reglamento a ley de transporte terrestre tránsito y seguridad vial en su Sección I, Capítulo II de los conductores, en su art. 270 señala que las personas que conducen vehículos son responsable en todo momento de la seguridad personal, de los pasajeros y de los usuarios de las (Reglamento a Ley De Transporte Terrestre, 2016).

4.3. PROYECCIÓN DEL SISTEMA

4.3.1. INFORMÁTICO

Para los autores, Sam es innovador en cuanto a productos ya existentes, si bien es cierto hay dispositivos similares, pero este presenta características que lo diferencian del resto, ya que este cuenta con una pulsera que emite vibración al detectar somnolencia, reproduce una alerta y una serie de recomendaciones para alertar al conductor a tiempo y así evitar accidentes en las vías, además de estar compuesto de sensores y componentes que se acoplaran con los avances tecnológicos que se den con el tiempo.

4.3.2. PRODUCTIVO

De acuerdo a los autores, con el desarrollo de este producto innovador que además de asistir de manera tecnológica y ayudar a reducir el índice de accidentes en las vías por motivo de somnolencia, con la creación de una marca que embarque a este tipo de productos tecnológicos se podrán generar fuentes de empleo ayudando así de manera económica tanto como a los creadores de la empresa, como al personal necesario para la producción que los directivos contraten en cada área y a los familiares de estos.

4.4. PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA

4.4.1. PRODUCTIVO

El sistema de somnolencia Sam se puede comercializar de dos formas, como persona natural y jurídica, para ambos casos antes de su comercialización hay que tener en cuenta el factor tiempo, ya que al patentar el sistema como persona

jurídica primero debemos conformar una institución y luego patentar el sistema, lo que hace este proceso un poco más extenso y toma más tiempo, Lo cual no ocurre al patentar el sistema como persona natural y toma menos tiempo.

Independientemente del tiempo de patentado y las mejoras en cada versión, el sistema estará listo para su manufacturación inmediata en los todos los canales de distribución.

Tabla 4. 1. Planificación del sistema.

FASE	TIEMPO	TAREA
ADQUISICIÓN DE COMPONENTES	20 días	Realizar la adquisición de los componentes o dispositivos necesarios.
INSTALACIÓN DE QUIPOS	2 horas	Ensamblado de los dispositivos para el funcionamiento de Sam
	4 - 6 horas	Preparación del sistema base Raspbian e instalación de Sam
EMPAQUETADO	30 minutos	Empaquetado del dispositivo para su distribución
IMPLEMENTACIÓN	--/--	Instalación del equipo en el vehículo

Fuente: Autores.

4.5. ADQUISICIÓN DE COMPONENTES

La adquisición de los componentes tomara alrededor de 20 días ya que los componentes son comercializados por diferentes distribuidores de distintos lugares, pero este tiempo puede reducirse una vez que se realicen convenios para la producción en bruto.

Cabe mencionar que, al realizar convenios con las compañías distribuidoras, puede reducirse el valor de cada componente necesario para la producción en masa de Sam, reduciendo notablemente el costo de producción por dispositivo.

4.6. INSTALACIONES Y EQUIPOS

Una vez finalizada la fase de la adquisición de los componentes necesarios, pasamos al ensamblaje de los mismos, teniendo en cuenta que para el perfecto funcionamiento de Sam es necesario saber que este se conforma de dos partes,

hardware y software, su ensamblaje y preparación del sistema base se detalla a continuación.

4.6.1. INSTALACIÓN DE HARDWARE

4.6.1.1. CONEXIÓN DE CÁMARA

Para realizar la captura respectiva de video y analizar los frames necesarios para la detección de somnolencia iniciamos conectando un extremo del cable de cinta flexible en el puerto SCI de la cámara y el otro extremo en el puerto SCI del Raspberry pi 3b+ como se muestra a continuación en la figura 4.10.



Figura 4.6. Instalación de cámara

4.6.1.2. CONEXIÓN DE LOS FOCOS IR (INFRARROJOS)

La alimentación de los focos IR puede realizarse dependiendo del tipo de cámara que utilicemos, ya que algunas de ellas traen los pines respectivos para alimentarlos y otras no, por ese motivo hay que alimentarlos por medio de una adaptación de cables en los focos IR y soldarlos con estaño como se muestra en la Figura 4.11. y conectar estas adaptaciones en los pines GND y 3V o 5V(Voltios) de la placa base (Raspberry) como se muestra en la Figura 4.12., teniendo en cuenta la polaridad de cada una de las entradas de voltaje (Figura 4.13.) de los focos IR.

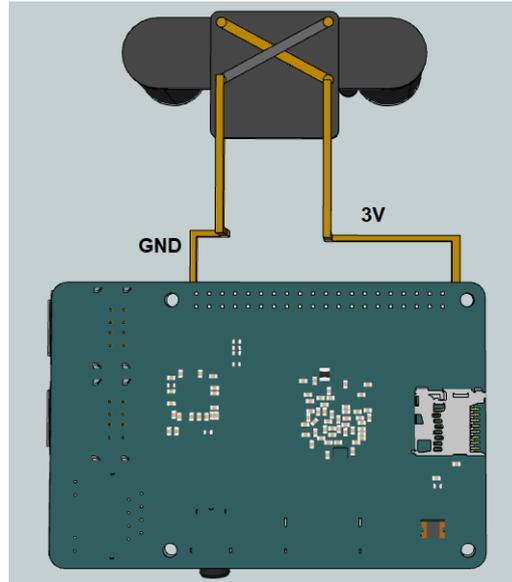


Figura 4. 7. Adaptación de cables de alimentación

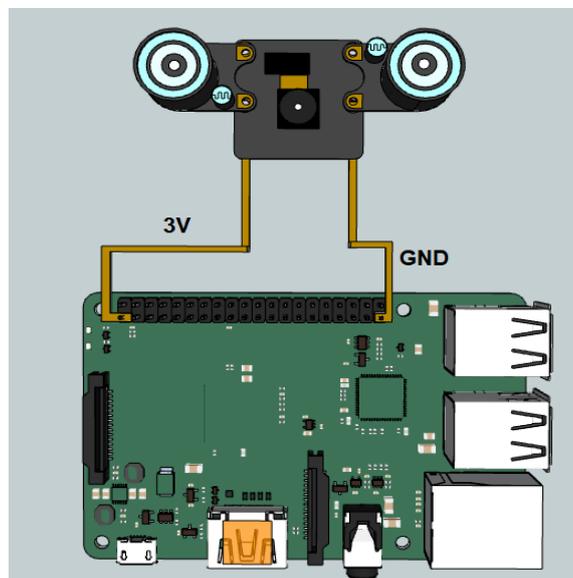


Figura 4. 8. conexión de focos 2PCS 3W 850 IR en la placa Raspberry pi 3b+



Figura 4. 9. Polaridad de los focos IR (infrarrojos)

4.6.2. INSTALCIÓN DEL SOFTWARE

El sistema operativo que utilizamos para el funcionamiento del prototipo fue raspbian-stretch el cual instalamos en una micro SD de 32 GB y adecuamos para trabajar en comodidad utilizando VNC (Virtual Network Computing) para luego actualizar el sistema de raspbian y prepararlo para la instalación de la librería OpenCV.

```
sudo apt-get update-get update
sudo apt-get upgrade-get upgrade
```

4.6.2.1. DESINSTALANDO WOLFRAM Y LIBREOFFICE

Liberamos espacio en sistema de raspbian ya que para la instalación de la librería OpenCV necesitamos espacio y con esto liberamos cerca 1 GB.

```
sudo apt-get purge wolfram-engine-get purge wolfram-engine
sudo apt-get purge libreoffice*-get purge libreoffice*
sudo apt-get clean-get clean
sudo apt-get autoremove-get autoremove
```

4.6.2.2. EXPANDIENDO SISTEMA DE ARCHIVOS

Para evitar errores al momento de la compilación de la librería OpenCV por motivos de falta de espacio fue necesario expandir el sistema de archivos ya que con esto logramos utilizar todo el espacio de nuestra micro SD.

```
sudo raspi-config
```

4.6.2.3. INSTALACIÓN DE DEPENDENCIAS

Para que no existieran errores al momento de instalar la librería OpenCV, instalamos algunas dependencias necesarias para la compilación.

```
- sudo apt-get install build-essential cmake pkg-config-get install build-essential cmake pkg-config
- sudo apt-get install libjpeg-dev libtiff5-dev libjasper-dev libpng12-dev-get install libjpeg-dev
libtiff5-dev libjasper-dev libpng12-dev
- sudo apt-get install libavcodec-dev libavformat-dev libswscale-dev libv4l-dev-get install
libavcodec-dev libavformat-dev libswscale-dev libv4l-dev
- sudo apt-get install libxvidcore-dev libx264-dev-get install libxvidcore-dev libx264-dev
```

```
- sudo apt-get install libgtk2.0-dev libgtk-3-dev-get install libgtk2.0-dev libgtk-3-dev
- sudo apt-get install libatlas-base-dev gfortran-get install libatlas-base-dev gfortran
```

4.6.2.4. INSTALACIÓN DE PIP3

Utilizamos PIP3 para instalar y administrar paquetes de software escritos en Python.

```
sudo apt-get install python3-pip
-get install python3-pip
```

4.6.2.5. OBTENIENDO OPEN CV

Para obtener OpenCV y opencv_contrib descargamos los módulos desde el repositorio de github.com en un archivo con extensión .zip los cuales descomprimimos después de la descarga.

```
- wget -O opencv.zip https://github.com/opencv/opencv/archive/3.4.3.zip-O opencv.zip
https://github.com/opencv/opencv/archive/3.4.3.zip
- wget -O opencv_contrib.zip https://github.com/opencv/opencv_contrib/archive/3.4.3.zip-O
opencv_contrib.zip https://github.com/opencv/opencv_contrib/archive/3.4.3.zip
- unzip opencv.zip.zip
- unzip opencv_contrib.zip.zip
```

4.6.2.6. INSTALANDO NUMPY, SCIPY

Para el tratamiento de los vectores y matrices instalamos Numpy ya que este le da más soporte y construye una biblioteca de funciones matemáticas de alto nivel.

```
sudo pip3 install numpy scipy
```

4.6.2.7. COMPILANDO OPENCV

La compilación de OpenCV duró entre 10 y 20 min.

```
cd ~ / opencv-3.4.3 / ~ / opencv - 3.4 . 3 /
mkdir build
```

```

cd build
cmake -D CMAKE_BUILD_TYPE = LIBERACIÓN \ - D CMAKE_BUILD_TYPE = LIBERACIÓN \
  -D CMAKE_INSTALL_PREFIX = / usr / local \ - D CMAKE_INSTALL_PREFIX = / usr / local
de \
  -D INSTALL_PYTHON_EXAMPLES = ON \ - D INSTALL_PYTHON_EXAMPLES = EN \
  - D OPENCV_EXTRA_MODULES_PATH = ~ / opencv_contrib-3.4.3 / modules \ - D
OPENCV_EXTRA_MODULES_PATH = ~ / opencv_contrib - 3.4 .
3 / modules \
  -D BUILD_EXAMPLES = ON .. - D BUILD_EXAMPLES = ON ..

```

4.6.2.8. INCREMENTANDO SWAP EN RASPBERRY

Para evitar que la compilación se bloquee debido al agotamiento de memoria, aumentamos el espacio de intercambio en **CONF_SWAPSIZE de 100 a 2048** ya que con esto podremos compilar OpenCV utilizando los 4 núcleos de la raspberry.

```
sudo nano /etc/dphys-swapfile
```

luego de esto reiniciamos los servicios para que el cambio se efectúe.

```

sudo /etc/init.d/dphys-swapfile stop
$ sudo /etc/init.d/dphys-swapfile start

```

4.6.2.9. CONSTRUYENDO OPENCV

La construcción de OpenCV duró cerca de 2 horas y para evitar que la raspberry se calentara tuvimos que utilizar un disipador de calor externo el cual ayudó mucho ya que al mantener controlada la temperatura la velocidad del intercambio de archivos no disminuyó.

```

make -j4
-j4

```

Finalmente, luego de que la construcción de OpenCV fuese exitosa procedimos a la instalación.

```
sudo make install
sudo ldconfig
sudo apt-get update-get update
```

4.6.2.10. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA

Lo primero es obtener los frames de video en tiempo real que captura la cámara.

```
cap = cv2.VideoCapture(0)
ret, frame = cap.read()
```

Es necesario pasar cada frame capturado a escala de grises ya que el valor que posee cada uno de sus pixeles será necesario para detectar el rostro y cada uno de los hitos faciales.

```
gray = cv2.cvtColor(crop_frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
```

La detección del rostro se logra utilizando el detector o descriptor de características HOG (Histogramas de Gradientes Orientados) que viene incluido en la librería de dlib.

```
Faces = detector(gray, 0)
detector = dlib.get_frontal_face_detector()
```

Luego como predictor de referencias faciales utilizaremos “shape_predictor_68_face_landmarks” el cual nos da como resultado una colección de 68 coordenadas “x”, “y” Figura 4.14. que revelan dónde residen los puntos de referencia facial.

```
predictor = dlib.shape_predictor("/home/pi/Desktop/Tesis/DataBase/shape_predictor_68_face_
landmarks.dat")
```



Figura 4. 10. Puntos de referencia facial (Martínez, 2017).

Una vez que obtenemos la colección de puntos de referencia facial, sólo nos interesa la posición de los ojos y la boca, por lo que mantendremos solo los puntos de referencia que pertenecen a estos, como se muestra en la Figura 4.15. para calcular su relación de aspecto.

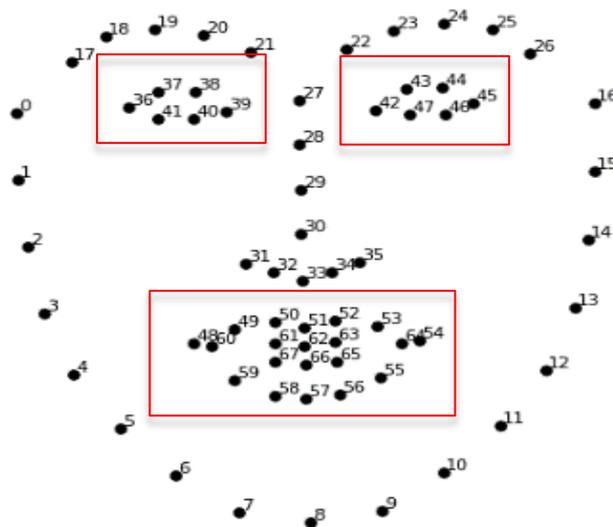


Figura 4. 11. Puntos de referencia de la posición de los ojos y de la boca (Martínez, 2017).

Para obtener estos puntos de referencia facial de los ojos y la boca hacemos uso de la función predictor pasándole como parámetros el frame a escala de grises y el rostro extraído del frame.

```
shape = predictor(gray, rect)
```

para luego convertir los hitos faciales en una matriz numpy.

```
shape = face_utils.shape_to_np(shape)
```

y finalmente extraer las coordenadas de inicio a fin de cada ojo y la boca contenidas en shape.

```
Coordenadas_Ojo_Iz = shape[Inicio_ojo_Iz:Fin_ojo_Iz]
Coordenadas_Ojo_Der = shape[rStart:Fin_ojo_De]
Coordenadas_boca = shape[Inicio_boca:Fin_boca]
```

4.6.2.11. RELACIÓN DE ASPECTO

De acuerdo con (Castillo, 2018), La relación de aspecto o razón de aspecto es a la proporción que hay entre el ancho y la altura de una imagen digital. Se divide el ancho por el largo en base a las unidades (píxeles, centímetros, pulgadas, etc.) así obteniendo la relación de aspecto.

4.6.2.12. RELACIÓN DE ASPECTO DE LOS OJOS (EAR)

Una vez obtenidas las coordenadas de los ojos, recortamos el frame para su respectivo análisis. Cada frame contendrá 6 coordenadas (x, y) que dibujaran el contorno del ojo, cada una de estas coordenadas estará representada en la Figura 4.16. con puntos "P", empezando en la región izquierda del ojo con P1 hasta P6 y trabajando en sentido horario.

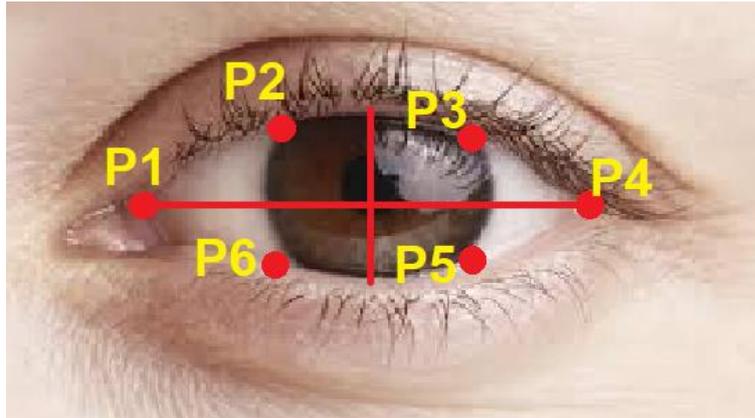


Figura 4. 12. Coordenadas que representan la relación entre ancho y el alto de un ojo abierto.

Apoyándonos en el artículo de (Cech & Soukupova, 2016), Detección en tiempo real de parpadeo de ojos usando marcas faciales, derivamos las ecuaciones que refleja la llamada relación de aspecto del ojo (EAR) y la relación de aspecto de la boca (MAR).

$$EAR = \frac{(P2 - P6) + (P3 - P5)}{2(P1 - P4)}$$

Calculamos la distancia entre los puntos de referencia facial verticales (P2 - P6) y (P3 - P5), luego sumamos este resultado en el numerador de esta ecuación, luego en el denominador también calculamos la distancia de los puntos de referencia facial horizontales y luego lo multiplicamos por 2 que es la cantidad de conjuntos de puntos de referencia verticales para finalmente dividir el resultado del numerador entre el resultado del denominador.

La fórmula se representa dentro de la función `eye_aspect_ratio()`, justo después de calcular la distancia euclidiana entre los puntos de Inicio y fin de las coordenadas de referencia fácil extraídas.

```
def eye_aspect_ratio(eye):
    A = dist.euclidean(eye[1], eye[5])
    B = dist.euclidean(eye[2], eye[4])
    C = dist.euclidean(eye[0], eye[3])
    ear = (A + B) / (2.0 * C)
    return ear
```

Mientras el ojo este abierto la relación de aspecto es grande y relativamente constante a lo largo del tiempo. Pero cuando se cierra el ojo figura 4.17, la relación de aspecto cae drásticamente acercándose a cero como se muestra en la Figura 4.18. y luego al abrirlo la relación de aspecto aumenta,



Figura 4. 13. Puntos de referencia del ojo cuando el ojo está cerrado.

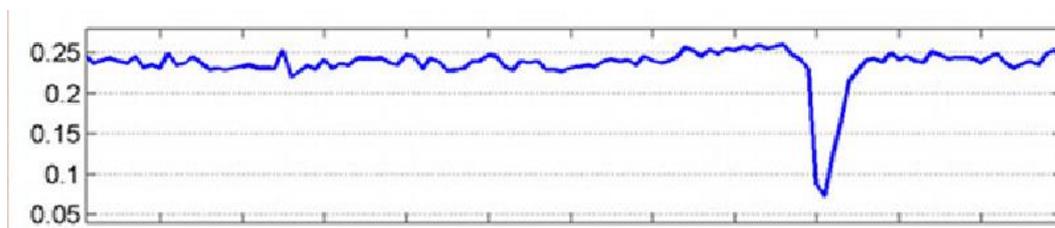


Figura 4. 14. Grafica de relación de aspecto cuando se realiza un parpadeo (Cech & Soukupova, 2016).

Una vez hecho esto procedemos a calcular la media de la relación de aspecto obtenida de cada ojo, lo cual determina que es un parpadeo si el resultado supera el umbral establecido.

$$\text{ear} = (\text{Ojo_Iz_EAR} + \text{Ojo_Der_EAR}) / 2.0$$

4.6.2.13. RELACIÓN DE ASPECTO DE LA BOCA

Una vez obtenidas las coordenadas 48 - 68 de la boca, recortamos el frame para su respectivo análisis. Cada frame contendrá 8 coordenadas (x, y) que dibujaran el contorno de la boca, cada una de estas coordenadas estará representada Figura 4.19. con puntos "P", empezando en la región izquierda de la boca con P1 hasta P8.

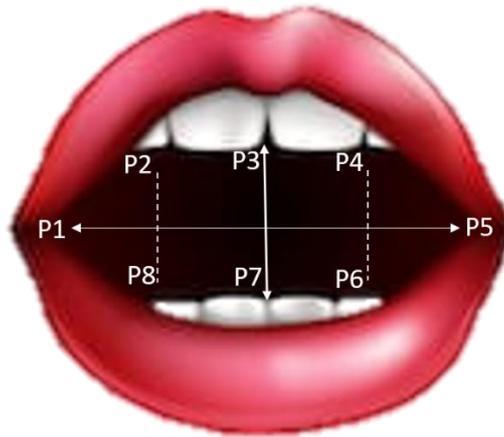


Figura 4. 15. Coordenadas que representan la relación entre ancho y el alto la boca abierta.

El proceso y el cálculo de la relación de aspecto de la boca es similar al de ojos, a diferencia de que esta cuenta con 3 conjuntos de puntos de referencias faciales como se muestra en la Figura 4.18. y el valor por el que se multiplicaba el conjunto de puntos de referencia horizontal, será 3 y no 2 como en el caso de los ojos, como se muestra en la siguiente ecuación de relación de aspecto de la boca (MAR).

$$MAR = \frac{(P2 - P8) + (P3 - P7) + (P4 - P6)}{3(P1 - P5)}$$

Esta fórmula es representada dentro de la función `mouth_aspect_ratio()`, justo después de calcular la distancia euclidiana entre los puntos de Inicio y fin de las coordenadas de referencia fácil extraídas.

```
def mouth_aspect_ratio(mouth):
    A = dist.euclidean(mouth[13], mouth[19])
    B = dist.euclidean(mouth[14], mouth[18])
    C = dist.euclidean(mouth[15], mouth[17])
    D = dist.euclidean(mouth[12], mouth[16])
    mouthX = (A + B + C) / (3.0 * D)
    return mouthX
```

Mientras la boca esté cerrada la relación de aspecto se encuentra en 0 y relativamente constante a lo largo del tiempo. Pero cuando se abre la boca la relación de aspecto aumenta drásticamente como se muestra en la Figura 4.20. y luego al cerrar la boca la relación de aspecto disminuye a 0, lo cual determina que es un bostezo si el resultado del cálculo de la relación de aspecto supera el umbral establecido.

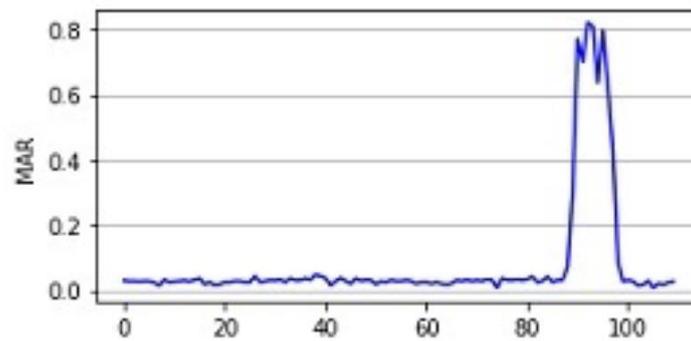


Figura 4. 16. Grafica de relación de aspecto cuando se realiza un bostezo (Cech & Soukupova, 2016).

4.7. EMPAQUETADO

El dispositivo se colocará en un envase de polietileno segmentado como se muestra en la figura 4.21., el paquete completo contiene un altavoz, una pulsera bluetooth, un plus de audio 3.5 y el cargador del dispositivo el cual tomara energía del automóvil al encender el vehículo. Cada componente será embalado en una funda con burbujas de aire, todo esto para prevenir que se dañe algún componente por motivos de golpes. Luego de colocar los componentes en cada segmento se guardará el envase de polietileno en una caja resistente y con acabado elegante y vistoso, figura 4.22.

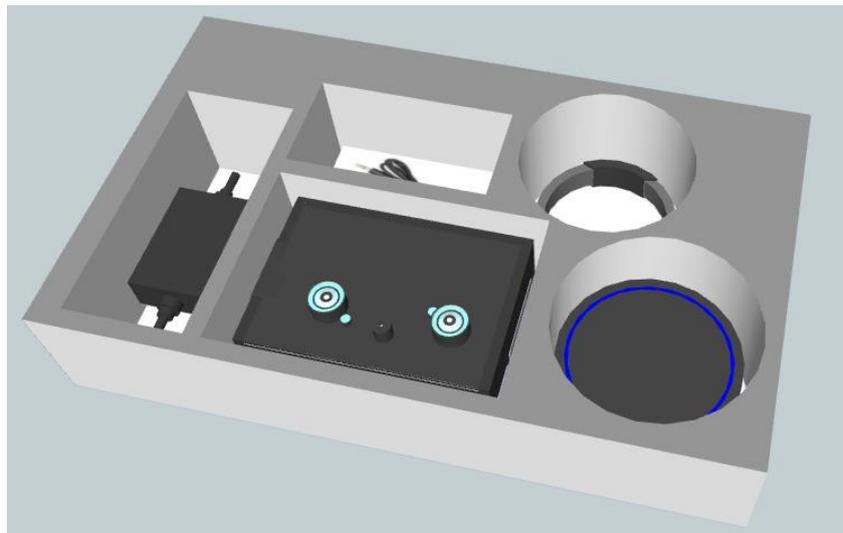


Figura 4. 17. Envase de polietileno segmentado

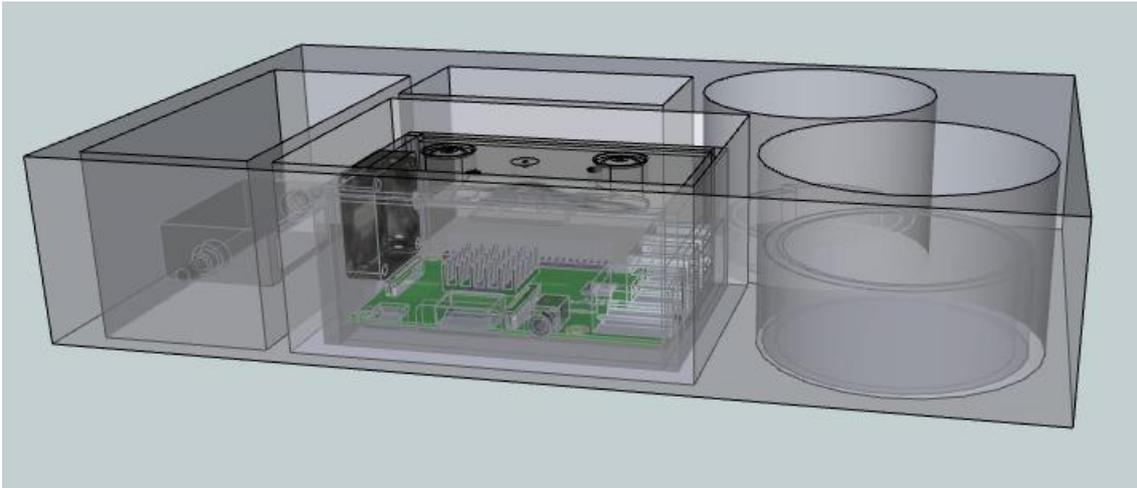


Figura 4. 18. Envase segmentado.

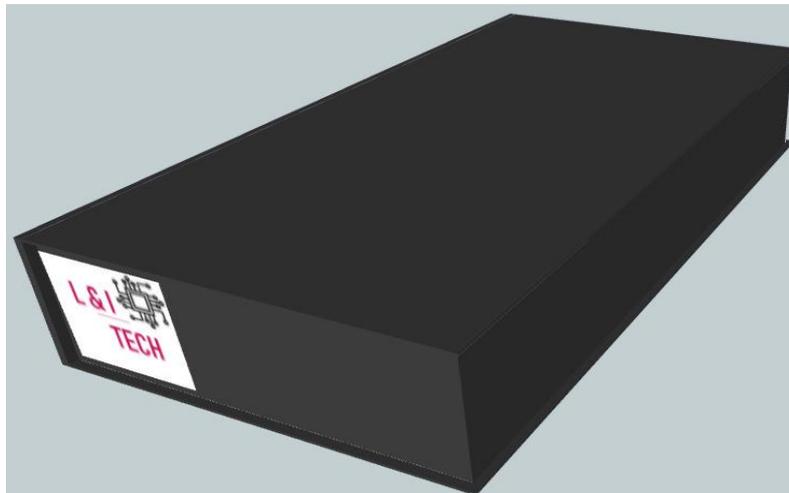


Figura 4. 19. Caja final del dispositivo

4.8. IMPLEMENTACIÓN

En la figura 4.23. se muestra la ubicación del dispositivo Sam y el altavoz. La cámara debe de colocarse frente al conductor apuntando al rostro del mismo en un Angulo de entre 30° a 35° , si se sitúa en la parte superior o inferior como se muestra en la figura 4.24. y a una distancia de 80 cm como máximo del conductor.

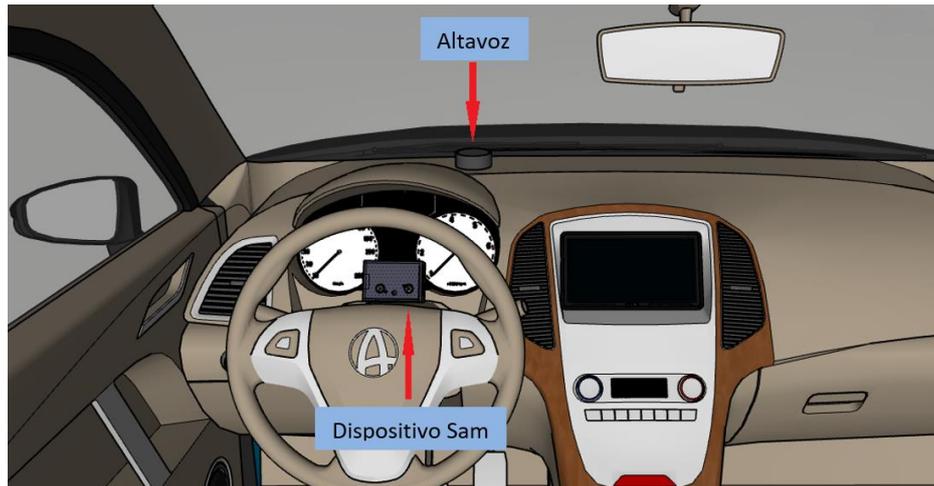


Figura 4. 20. Ubicación del Dispositivo Sam y altavoz en el vehículo

Cabe mencionar que el ángulo de inclinación puede ajustarse a comodidad del conductor y que el parlante puede reemplazarse si se conecta el plus de audio al auxiliar de la memoria del vehículo.



Figura 4. 21. Angulo de inclinación del dispositivo Sam

Respecto a cómo alimentar el dispositivo se debe hacer una adaptación al coche para conectar el cargador(transformador) y obtener los el voltaje y amperaje necesario que el dispositivo necesita, 5V- 2A.

4.9. ORGANIZACIÓN ESTRUCTURAL

Para la implementación de Sam se trabajó por objetivos, para llevar un orden a la hora de realizar cada actividad que estos conllevan y en el tiempo indicado de cada una, a su vez se asignaron roles a cada integrante de la ejecución del

sistema con sus respectivas responsabilidades, esto se lo puede observar la tabla 4.2.

Tabla 4. 2. Cuadro de responsabilidades

Nombre	Rol	Responsabilidades	Información de contacto
Fernando Moreira Moreira	Tutor	<ul style="list-style-type: none"> Realizar revisiones del trabajo y administrar que se cumpla cada actividad en el tiempo establecido 	Teléfono:0988977622 Correo: fernando.r.moreira@outlook.com
Iván Eduardo Zambrano Bravo	Ejecutor 1	<ul style="list-style-type: none"> Realizar la respectiva investigación asignada para cumplir con el desarrollo del sistema Ejecutar pruebas de los dispositivos Realizar pruebas retroalimentarías y correctivas al sistema 	Teléfono:0991702026 Correo: iezb94@gmail.com
Liceth Estefanía Loor Pinargote	Ejecutor 2	<ul style="list-style-type: none"> Realizar la respectiva investigación asignada para cumplir con el desarrollo del sistema. Realizar pruebas retroalimentarías y correctivas al sistema. 	Teléfono: 0962930325 Correo: fannilis@live.com

4.10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 4. 3. Cronograma de actividades.

Objetivos Específicos	Actividades	Responsable	2018			2019									
			Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Marz	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	
Establecer un marco de trabajo para el desarrollo del sistema de información	Analizar los entornos externos e internos de la empresa en cuanto al producto.	Ejecutor 1 y 2													
Analizar un conjunto concreto de necesidades para proponer una solución	Determinar los tipos de consumidores a quienes se pretende llegar.	Ejecutor 1 y 2													
	Realizar análisis de oferta y demanda.	Ejecutor 1 y 2													
	Ejecutar y analizar encuesta.	Ejecutor 1 y 2													
	Determinar mercado potencial.	Ejecutor 1 y 2													
	Realizar un análisis de costos y precios de acuerdo a la competencia.	Ejecutor 1 y 2													
	Determinar los medios de oferta y canales de distribución.	Ejecutor 1 y 2													
Establecer la arquitectura del sistema y el entorno tecnológico que va a dar soporte al sistema de información	Estudiar los métodos/técnicas de visión artificial existentes.	Ejecutor 1 y 2													
	Realizar la búsqueda de los tipos de sensores que ayudan a la detección de somnolencia.	Ejecutor 1 y 2													
	Escoger el tipo de dispositivo de alerta a utilizar.	Ejecutor 1 y 2													
	Diseñar el sistema informático y acoplar los sensores.	Ejecutor 1 y 2													
Concretar las necesidades y especificidades que conforman el proyecto empresarial a estudiar	Realizar una proyección total de las inversiones	Ejecutor 1 y 2													
	Determinar fuentes de financiamiento	Ejecutor 1 y 2													
	Realizar proyección de ingresos y egresos	Ejecutor 1 y 2													
	Realizar planificación de ventas utilizando herramientas que nos permita analizar la viabilidad económica del proyecto.	Ejecutor 1 y 2													

Fuente: Autores

CAPÍTULO V. VIABILIDAD ECONÓMICA FINANCIERA

En este capítulo se abordarán temas importantes como la inversión total, las fuentes de financiamiento, capital de trabajo, proyección de ingresos y egresos entre otros, los cuales nos darán conocer varios aspectos técnicos que la viabilidad económica y financiera del proyecto.

5.1. INVERSIÓN FIJA

En la tabla 5.1. se detalla la inversión fija mensual y anual para llevar a cabo la creación y distribución del producto, reflejando a cinco años un monto total de \$ 52.890,00 dólares en gastos.

Tabla 5. 1. Inversión Fija.

Cantidad	Gastos	Valor Mensual	Valor Anual	Número de veces de Adquisición o pago en años	Total
1	Alquiler del local	\$ 200,00	\$ 2.400,00	5	\$ 12.000,00
1	Adecuación del local	\$ 300,00	\$ 300,00	1	\$ 300,00
1	Permiso de funcionamiento	\$ 150,00	\$ 150,00	5	\$ 750,00
1	Pagos de servicios básicos	\$ 50,00	\$ 600,00	5	\$ 3.000,00
1	Publicidad	\$ 200,00	\$ 2.400,00	5	\$ 12.000,00
1	Sueldo de Gerente	\$ 394,00	\$ 4.728,00	5	\$ 23.640,00
2	Computadoras	\$ 100,00	\$ 1.200,00	1	\$ 1.200,00
Total de gastos		\$ 1.394,00	\$ 11.778,00		\$ 52.890,00

Fuente: Autores.

5.2. CAPITAL DE TRABAJO

De acuerdo con (Salazar, 2017) y (Peralta, 2015), el capital de trabajo son todos los recursos que necesita una organización para llevar a cabo la producción de sus productos y para cubrir los gastos de insumos, materia prima, mano de obra entre otros. A continuación, en la tabla 5.2 se detalla la inversión variable con una proyección a 5 años.

Tabla 5. 2. Inversión variable

Cant.	Gastos	Valor unitario	valor mensual	Valor Anual	Años	Total
100	Materia Prima (Por producto)	\$ 213,00	\$ 1.775,00	\$ 21.300,00	5	\$ 106.500,00
1	Programador (6 Meses)	\$ 1.300,00	\$ 1.300,00	\$ 7.800,00		\$ 7.800,00
	Total	Primeros 6 meses	\$ 18.450,00			
		Primer año	\$ 29.100,00	\$ 29.100,00		
		4 años restantes	\$ 1.775,00	\$ 21.300,00		\$ 114.300,00

Fuente: Autores

5.3. INVERSIÓN TOTAL

La inversión total es el resultado de la suma entre la inversión fija más los costos variables en la tabla 5.3. detalla el resultado de los costos totales de cada año y representa la inversión total en un periodo de cinco años.

Tabla 5.3. Inversión Total

Inversión Total en 5 Años										
Año	2020		2021		2022		2023		2024	
Ingreso por ventas	\$52.500,00		\$60.375,00		\$69.431,25		\$79.845,94		\$91.822,83	
Actividad	Costo fijo	Costo Variable								
costo de ventas										
Materia Prima		\$21.300,00		\$24.495,00		\$28.169,25		\$32.394,64		\$37.253,83
Publicidad	\$2.400,00		\$2.760,00		\$3.174,00		\$3.650,10		\$4.197,62	
Coste salarial										
Salario Administrativo	\$4.728,00		\$4.728,00		\$4.728,00		\$4.728,00		\$4.728,00	
Programador		\$7.800,00		\$1.200,00		\$1.200,00		\$1.200,00		\$1.200,00
Gastos Operacionales										
Alquiler de Local	\$2.400,00		\$2.400,00		\$2.400,00		\$2.400,00		\$2.400,00	
Gastos Administrativos										
Servicios Básicos	\$600,00		\$600,00		\$600,00		\$600,00		\$600,00	
Permiso de Funcionamiento	\$150,00		\$150,00		\$150,00		\$150,00		\$150,00	
Materiales de Oficina		\$1.200,00		\$200,00		\$150,00		\$200,00		\$250,00
Totales de cada Costos	\$10.278,00	\$30.300,00	\$10.638,00	\$25.895,00	\$11.052,00	\$29.519,25	\$11.528,10	\$33.794,64	\$12.075,62	\$38.703,83
Totales	\$40.578,00		\$36.533,00		\$40.571,25		\$45.322,74		\$50.779,45	

Fuente: Autores

5.4. CALENDARIO DE INVERSIONES

Tabla 5. 4. Calendario de Inversiones.

CALENDARIO DE INVERSIONES																									
ACTIVIDADES	MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6		MES 7		MES 8		MES 9		MES 10		MES 11		MES 12		
	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	Q 9	Q 0	Q 1	Q 1	Q 1	Q 1	Q 1	Q 1	Q 1	Q 1	Q 1	Q 2	Q 2	Q 2	Q 2	Q 2	
Permiso de funcionamiento																									
Adecuación del local																									
Alquiler del local																									
Pagos de servicios básicos																									
Publicidad	■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■
Sueldo de Gerente																									
Computadoras		■																							
Materia Prima		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■	
Programadores		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■	

Fuente: Autores.

5.5. FUENTE DE FINANCIAMIENTO

De acuerdo con (López, 2018), las fuentes de financiación son las vías que utiliza la empresa para conseguir fondos y mantener una estructura económica, es decir, sus bienes y derechos.

El financiamiento es el abastecimiento y uso eficiente del dinero, líneas de crédito y fondos de cualquier clase que se emplean en la realización de un proyecto o en el funcionamiento de una empresa (Medina & Cajas, 2018).

La inversión vendrá de un préstamo bancario de \$ 50.000,00 en el BanEcuador, con un plazo de hasta 10 años y una tasa de interés reajutable del 11%.

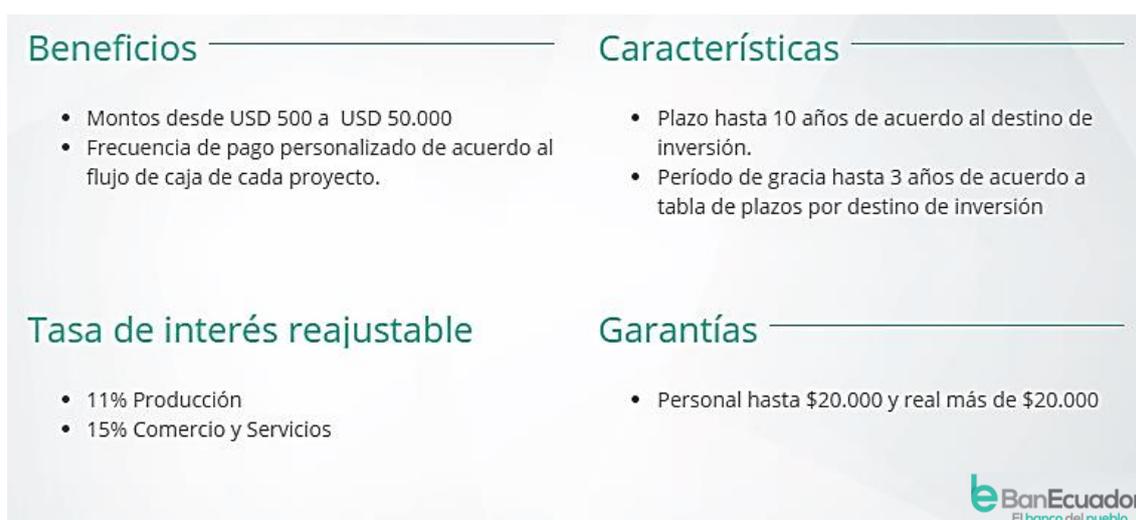


Figura 5.1. características de Crédito para financiamiento

Fuente: BanEcuador(www.banecuador.fin.ec/a-quien-financiara/credito-emprendimientos/)

5.6. PROYECCIÓN DE INGRESOS/EGRESOS

5.6.1. PROYECCIÓN DE INGRESOS

La proyección de ingresos se la realizo con un pronóstico de venta en el primer año de 150 dispositivos y un incremento del 15% en ventas a partir del segundo año ya que el primer año no hay incremento por no tener actividades de ventas del año anterior, el resultado de los ingresos proyectados a cinco años de actividad productiva se detalla en la tabla 5.5.

Tabla 5.5. Proyección de ingresos a 5 años.

Proyección de Ingresos					
Precio de venta Unitario	\$ 350,00				
Años	2020	2021	2022	2023	2024
Venta de Producto por Año	150	173	198	228	262
Incremento de ventas del periodo anterior (15%)	0	22,50	25,875	29,76	34,22
Total de ingreso por venta del producto	\$52.500,00	\$60.375,00	\$69.431,25	\$79.845,94	\$91.822,83

Fuente: Autores.

5.6.2. PROYECCION DE EGRESOS

De acuerdo con (España, 2015), es la suma total de todos gastos que se realizan, necesarios para producción y venta de los productos que oferte una empresa, como se detalla en la tabla 5.6.

Tabla 5.6. Proyección de egresos en 5 años

PROYECCIÓN DE EGRESOS EN 5 AÑOS										
Año	2020		2021		2022		2023		2024	
Ingreso por ventas	\$52.500,00		\$60.375,00		\$69.431,25		\$79.845,94		\$91.822,83	
Actividad	Valor Unitario	Costo Totales								
costo de ventas										
Materia Prima	\$21.300,00		\$24.495,00		\$28.169,25		\$32.394,64		\$37.253,84	
Publicidad	\$2.400,00		\$2.760,00		\$3.174,00		\$3.650,10		\$4.197,62	
(=) Total gastos de ventas	(-)	\$23.700,00		\$27.255,00		\$31.343,25		\$36.044,74		\$41.451,45
Utilidad Bruta en ventas		\$28.800,00		\$33.120,00		\$38.088,00		\$43.801,20		\$50.371,38
Coste salarial										
Salario Administrativo	\$4.728,00		\$4.728,00		\$4.728,00		\$4.728,00		\$4.728,00	
Programador	\$7.800,00		\$1.200,00		\$1.200,00		\$1.200,00		\$1.200,00	
(=) total coste salarial	(-)	\$12.528,00		\$5.928,00		\$5.928,00		\$5.928,00		\$5.928,00
Gastos Operacionales										
Alquiler de Local	\$2.400,00		\$2.400,00		\$2.400,00		\$2.400,00		\$2.400,00	
(=) Total de gastos de Operativos	(-)	\$2.400,00		\$2.400,00		\$2.400,00		\$2.400,00		\$2.400,00
Gastos Administrativos										
Servicios Básicos	\$600,00		\$600,00		\$600,00		\$600,00		\$600,00	
Permiso de Funcionamiento	\$150,00		\$150,00		\$150,00		\$150,00		\$150,00	
Materiales de Oficina	\$1.200,00		\$200,00		\$150,00		\$200,00		\$250,00	
(=) Total e Gastos Administrativos	(-)	\$1.950,00		\$950,00		\$900,00		\$950,00		\$1.000,00
Total antes de impuesto		\$11.922,00		\$23.842,00		\$28.860,00		\$34.523,20		\$41.043,38
Impuesto a la renta	(-)	\$1.430,64		\$2.861,04		\$3.463,20		\$4.142,78		\$4.925,21
Ganancia Bruta		\$10.491,36		\$20.980,96		\$25.396,80		\$30.380,42		\$36.118,17

Fuente: Autores.

5.7. PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio proporciona puntos de referencia importantes para la planificación a largo plazo de un negocio. Conocer éste, para áreas tales como las ventas, la producción, las operaciones y la recuperación de la inversión puede contribuir a establecer precios, manejar deuda y otras funciones del negocio (Mazón, Villao, William, & Serrano, 2017). De acuerdo a (Pérezsoto, 2018), se obtiene de la siguiente manera.

$$PE = \frac{\text{Costos fijos totales}}{\text{Contribución marginal Unitaria}}$$

Donde:

$$\text{Contribución Marginal U} = (\text{Precio de Vta} - \text{Costos variables por unidad})$$

Tabla 5. 7. Punto de Equilibrio

Punto de Equilibrio					
Precio de venta Unitario	\$ 350,00				
Años	2020	2021	2022	2023	2024
Cantidad de Dispositivo	150	173	198	228	262
Total Costo Fijo	\$ 10.278,00	\$ 10.638,00	\$ 11.052,00	\$ 11.528,10	\$ 12.075,62
Total Costo Variable	\$ 30.300,00	\$ 25.895,00	\$ 29.519,25	\$ 33.794,64	\$ 38.703,83
Costo Variable por unidad	\$ 202,00	\$ 150,12	\$ 148,81	\$ 148,14	\$ 147,53
Contribución Marginal	148	199,88	201,19	201,86	202,47
Punto de Equilibrio	69,45	53,22	54,93	57,11	59,64

Fuente: Autores.

En otras palabras, se puede decir que el punto de equilibrio es la cantidad que se necesita vender para cubrir los costos fijos y variables, es decir que si sobrepasamos la cantidad que muestra nuestro punto de equilibrio serán ganancias o ingresos que dan viabilidad al proyecto, como se muestra en la tabla 5.7.

5.8. VALOR ACTUAL NETO

El valor actual neto (VAN) sirve como indicador para determinar la viabilidad de un proyecto en cuanto a rentabilidad y ganancia (Duque, 2017).

La tasa de descuento será de 15% para proporcionar rentabilidad positiva y aceptación del proyecto como se detalla en la tabla 5.8.

Tabla 5. 8. Valor Actual Neto.

TASA DE GANANCIA	INVERSIÓN	PERIODO DE ESTUDIO					V.A.N
		2020	2021	2022	2023	2024	
15%	\$50.000,00	\$21.300,00	\$24.495,00	\$28.169,25	\$32.394,64	\$37.253,83	\$142.608,70

Fuente: Autores.

5.9. TASA INTERNA DE RETORNO

La TIR es la tasa máxima que un proyecto debe de proyectar para ser rentable, cualquier tasa de descuento mayor que la TIR ocasionaría que el VAN (Valor Actual Neto) del proyecto sea negativo, por lo tanto, el proyecto deberá ser analizado y reformado para no ser rechazado. Cuando se obtiene una tasa de descuento que sea inferior a la TIR va a garantizar una rentabilidad positiva, por lo tanto, será conveniente realizar el proyecto al que se lo aplique (Morín & Alvarado, 2017).

En la tabla 5.9 podemos observar que la tasa de descuento del VAN se encuentra dentro del porcentaje de la tasa interna de retorno, lo que quiere decir que la rentabilidad del proyecto es positiva.

Tabla 5.9. Tasa Interna de Retorno.

INVERSIÓN	PERIODO DE ESTUDIO					T.I.R
	2020	2021	2022	2023	2024	
\$50.000,00	\$21.300,00	\$24.495,00	\$28.169,25	\$32.394,64	\$37.253,83	44%

Fuente: Autores.

5.10. BENEFICIO / COSTO

Como se puede observar en la tabla 5.10. que muestra la relación costo beneficio, el proyecto es rentable ya que el resultado es mayor a 1 lo que significa que la rentabilidad es mayor que la inversión.

En el Análisis Costo-Beneficio se realiza el proceso de identificación, cuantificación y valoración de los costos y beneficios del proyecto durante las etapas de inversión y operación. Estos costos y beneficios se comparan para así determinar la conveniencia de realizar o no el proyecto. En el Análisis Costo-

Beneficio se determina la rentabilidad del proyecto con base en sus propios atributos, es decir, el proyecto por sí mismo es o no conveniente (Morin, 2018).

Tabla 5.10. Relación Beneficio/Costo.

PERIODO DE ESTUDIO	AÑO DE OPERACIÓN	COSTO TOTAL	BENEFICIO TOTAL	RELACIÓN BENEFICIO/COSTO
2020	1	\$40.578,00	\$52.500,00	1,29
2021	2	\$36.533,00	\$60.375,00	1,65
2022	3	\$40.571,25	\$69.431,25	1,71
2023	4	\$45.322,74	\$79.845,94	1,76
2024	5	\$50.779,45	\$91.822,83	1,81
TOTAL		\$213.784,44	\$353.975,02	1,66

Fuente: Autores.

5.11. RELACIÓN PRODUCTO / CAPITAL

Tabla 5.11. Relación Producto/Capital

COSTO NETO DE PRODUCCIÓN		
Publicidad		\$2.400,00
Salario Administrativo		\$4.728,00
Alquiler de Local		\$2.400,00
Permiso de Funcionamiento		\$150,00
TOTAL		\$9.678,00
INVERSIÓN	COSTO NETO DE PRODUCCIÓN	RELACIÓN PRODUCTO/CAPITAL
\$50.000,00	\$9.678,00	0,19

Fuente: Autores.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

Una vez concluido el desarrollo del prototipo de sistema informático de detección de somnolencia en conductores de automotores, los autores determinan las siguientes conclusiones:

- Se determina con información en fuentes oficiales que 693 es el índice de siniestros en las vías a causa de somnolencia en el país, lo que permitió establecer el marco de trabajo para el sistema de información.
- Mediante la encuesta aplicada a personas mayores de 15 años, se estableció la necesidad del producto en el mercado tanto en personas que conducen como también en los familiares de estos, se observó un resultado favorable en la aceptación que este tiene en el mercado con un 71%, con este porcentaje se avanzó en la propuesta de asistencia tecnológica, indicando el precio del producto de acuerdo al precio de la competencia y abarcando los gastos de producción.
- En cuanto al diseño del prototipo y acoplamiento de los sensores, se efectuó la adquisición de componentes y dispositivos necesarios, el sistema operativo que utilizamos para el funcionamiento del prototipo fue raspbian y se hizo uso de la librería OpenCV y Dlib, de esta manera se acoplo el prototipo a las nuevas tecnologías.
- El análisis de la viabilidad económica y financiera al proyecto, de la inversión total, de las fuentes de financiamiento, capital de trabajo, proyección de ingresos y egresos a cinco años de estudio permitieron concretar que el proyecto es rentable en cada tema, y esto se ve reflejado en la relación beneficio costo que da como resultado 1,66 lo que significa que la rentabilidad es mayor que la inversión.

6.2. RECOMENDACIONES

Los autores determinan las siguientes recomendaciones:

- La búsqueda de información en fuentes oficiales es muy importante porque esta nos permite obtener datos reales de los antecedentes del problema a solucionar para dar inicio a un proyecto y que este pueda ser viable.
- Al utilizar la herramienta como la encuesta se debe tener en cuenta que las interrogantes a evaluar sean claras y precisas, para poder obtener solo resultados necesarios para cualquier proyecto a ejecutar.
- Antes de empezar a trabajar en el desarrollo de cualquier producto electrónico es recomendable investigar las características de cada componente a utilizar, ya que de esta manera se utilizará de manera correcta al momento de realizar la respectiva conexión al acoplarlos en el producto a desarrollar, evitando así gastos extras.
- Se recomienda realizar proyecciones de egresos e ingresos de 3 o 5 años, tomado en cuenta todos los gastos que la fabricación del producto conlleve, para así evitar pérdidas a largo plazo que afecten a la futura empresa y a su vez esto ayudará a tomar decisiones al momento de elegir la cantidad que se desea prestar a cualquier fuente de financiamiento, ayudando también que la ejecución de cualquier proyecto sea factible y viable económicamente.
- En caso de no concretarse el proyecto en 3 años, se recomienda la reformulación o actualización de la información que este conlleve.
- Para la producción del dispositivo se recomienda modificar la placa base, quitando puertos de entrada y pines. Logrando así reducir el tamaño y el peso.
- Se aconseja reestructurar el diseño actual de la pulsera, integrar una batería de litio recargable en el dispositivo principal y remplazar el plus de audio y conectar el parlante a través de bluetooth todo esto con el fin de eliminar las conexiones a través de cables.

BIBLIOGRAFÍA

- _____. 2015. Informe Mundial sobre Seguridad Vial 2015. Consultado 21 de Mayo 2018. EC Formato HTML. Disponible en: <http://www.who.int/es/news-room/detail/19-10-2015-despite-progress-road-traffic-deaths-remain-too-high>
- Akrout, B., & Mahdi, W. (2014). Spatio-temporal features for the automatic control of driver drowsiness state and lack of concentration. *Machine Vision and Applications*, 26(1). <https://doi.org/10.1007/s00138-014-0644-z>
- Amazon. (2019). Raspberry Pi Camera Module V2 8MP: Amazon.es: Informática. Retrieved September 18, 2019, from <https://www.amazon.es/Raspberry-Pi-Camera-Module-8MP/dp/B01ER2SKFS>
- Améstica, L., & King, A. (2017). Importancia y valor económico de la marca en el sistema universitario. 33, 28. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/310/31053772020.pdf>
- ANT (Agencia Nacional de Tránsito), 2017. Estadísticas de transporte terrestre y seguridad vial. Consultado 21 de Mayo 2018. EC Formato HTML. Disponible en: <https://www.ant.gob.ec/index.php/noticias/estadisticas>
- Alsius, S; Camps, V; Comas, D; JorbA, R; Malaret, E; Ramentol, S; Tresserras, J. 2015. La radio, aún. *Revista Quaderns del Cac*. Barcelona, ES. Vol. 18. ISSN 1138-9761. p 16.
- Castro, G. (2016). Evaluación de la exposición al riesgo por vibraciones en el segmento mano brazo. 10.
- Castillo, S. (2018). Qué es la Relación de Aspecto | SCSarquitecto. Retrieved July 22, 2019, from <https://scsarquitecto.cl/relacion-aspecto/>
- Coches.com. (n.d.). El asiento que vibra para salvarte. Retrieved November 14, 2019, from <https://noticias.coches.com/noticias-motor/el-asiento-que-vibra-para-salvarte/49454>
- Cognex. (2018). INTRODUCCIÓN A LA VISIÓN ARTIFICIAL, 24. Retrieved from <https://www.cognex.com/es-ar/library/media/files/17151.pdf>
- CanalMotor. (2019). El coche de Hyundai para conductores sordos - canalMOTOR. Retrieved November 14, 2019, from <https://www.motor.mapfre.es/coches/noticias-coches/coche-conductores-sordos/>
- Carreño, L.; Font, M.; Matilla, I.; Regalado, L. 2016. Modelo Educativo. *Calceta-Manabí, EC*. p 89.
- Čolić, A., Marques, O., & Furht, B. (2014). [Aleksandar Čolić, Oge Marques, Borko Furht_(aut(b-ok.cc)).pdf. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-11535-1>

- Cech, J., & Soukupova, T. (2016). Real-Time Eye Blink Detection using Facial Landmarks. 8. Retrieved from <http://vision.fe.uni-lj.si/cvww2016/proceedings/papers/05.pdf>
- Ley Organica De Transporte Terrestre Transito Y Seguridad Vial. (2016). Ley Organica De Transporte Terrestre Transito Y Seguridad Vial, 1–66. Retrieved from <http://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/2016/04/LEY-ORGANICA-DE-TRANSPORTE-TERRESTRE-TRANSITO-Y-SEGURIDAD-VIAL.pdf>
- Hernández, L. (2017). Instalar OpenCV y Python con el paquete Anaconda. Retrieved May 6, 2019, from <https://programarfacil.com/blog/vision-artificial/instalar-opencv-python-anaconda/>
- Dlib. (2019). Biblioteca dlib C ++. Retrieved May 6, 2019, from <http://dlib.net/>
- Duque, J. (2017). Valor presente neto VPN | ABCFinanzas.com. Retrieved May 30, 2019, from <https://www.abcfianzas.com/administracion-financiera/valor-presente-neto>
- ESPAM MFL (Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López). 2016. Reglamento de Titulación Especial de Programas de Grado. 1ed. Calceta-Manabí, EC. p 4-5.
- EGAS, F. (2017). Sistema de vigilancia al conductor vehicular. Retrieved from <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/13442/T-ESPEL-ENI-0401.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Espinosa, R. 2013. LA MATRIZ DE ANÁLISIS DAFO (FODA). Consultado 28 de Julio 2018. EC. Formato HTML. Disponible en: <https://robertoespinosa.es/2013/07/29/la-matriz-de-analisis-dafo-foda/>
- España, R. (2015). vi. PROYECCIÓN DE INGRESOS Y EGRESOS - ppt descargar. Retrieved September 18, 2019, from <https://slideplayer.es/slide/4158771/>
- Fernández, I. (2019). 10 consejos para no quedarte dormido al volante | Clicacoches. Retrieved November 11, 2019, from <https://clicacoches.com/galeria/consejos-no-dormir-coche>
- Fidalgo, R. (2017). Cómo evitar el sueño al conducir de noche | Autocasión. Retrieved November 11, 2019, from <https://www.autocasion.com/actualidad/reportajes/como-evitar-el-sueno-al-conducir-denoche>
- Francisco, T. (2015). Revista Publicando, 2(2), 163–183. Retrieved from https://rmlconsultores.com/revista/index.php/crv/article/view/48/pdf_29
- González, A. (2018). Atributos de un producto | Atributos físicos, funcionales y psicológicos. Retrieved September 21, 2019, from <https://www.emprendepyme.net/atributos-de-un-producto.html>
- Galarza, E. E., Egas, F. D., Silva, F. M., Velasco, P. M., & Galarza, E. D. (2018). Real Time Driver Drowsiness Detection Based on Driver ' s Face Image

- Behavior Using a System of Human Computer Interaction Implemented in a Smartphone, (Icits). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-73450-7>
- Goiri, E., & Anta, A. (2019). Escuchar las ondas: cómo construir un altavoz | www.scienceinschool.org. Retrieved November 7, 2019, from <https://www.scienceinschool.org/es/content/escuchar-las-ondas-cómo-construir-un-altavoz>
- Garbayo, I. (2018). Pavlok, la pulsera inteligente que te “electrocuta” si no “cumples” tus objetivos | El Comercio. Retrieved November 11, 2019, from <https://www.elcomercio.es/tecnologia/gadgets/pavlok-pulsera-inteligente-20180314164203-ntrc.html>
- Hashemzadeh, F., & Ostadi, M. J. (2017). A Fast and Simple Drowsiness Detection System Based on ARM. *Intelligent Industrial Systems*. <https://doi.org/10.1007/s40903-017-0069-x>
- Hemadri, V. B., Gundgurti, P., Chowdary, G. D., & Deepika, K. (n.d.). A Novel on Biometric Parameter 's Fusion on Drowsiness Detection Using Machine Learning. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-8681-6>
- Intriago, J., Moreira, F., Sánchez, C., & Morales, J. (2017). Histograma orientado a gradientes con máquina de soporte vectorial, en la clasificación del alfabeto dactilológico. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 30(Agosto), 102–109. Retrieved from <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/download/590/368>
- Iac Acoustics. (2019). Ejemplos comparativos de niveles de ruido | Control de ruido industrial. Retrieved November 14, 2019, from <https://www.industrialnoisecontrol.com/comparative-noise-examples.htm>
- Kumar, S., Kalia, A., & Sharma, A. (2018). Predictive Analysis of Alertness Related Features for Driver Drowsiness Detection. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-76348-4>
- LOES (Ley Orgánica de Educación Superior). 2018. (En línea). EC. Consultado, 10 de mayo. 2018. Formato PDF. Disponible en: <https://procuraduria.utpl.edu.ec/sitios/documentos/NormativasPublicas/Ley%20Org%C3%A1nica%20de%20Educaci%C3%B3n%20Superior%20Codificada.pdf>
- Lopez, D. (2018). Fuente de financiación - Definición, qué es y concepto | Economipedia. Retrieved June 5, 2019, from <https://economipedia.com/definiciones/fuente-de-financiacion.html>
- Lee, J. (2015). Multi Camera Adapter Module for Raspberry Pi. Retrieved September 18, 2019, from <https://www.arducam.com/multi-camera-adapter-module-raspberry-pi/>
- Lira, D. (2018). Sleep disorders and their complex relationship with cognitive functions. In *Rev Neuropsiquiatr* (Vol. 81).

- Marmolejo, R. 2017. Qué es Raspberry Pi. Consultado 29 de Julio 2018. EC. Formato HTML. Disponible en: <https://hetprostore.com/TUTORIALES/que-es-raspberry/>
- Martínez, D. 2017. Python. Consultado 29 de Julio 2018. EC. Formato HTML. Disponible en: <https://www.nobbot.com/general/python-lenguaje-programacion/>
- Salazar, A. (2017). Capital de trabajo | ABCFinanzas.com. Retrieved May 30, 2019, from <https://www.abcfianzas.com/administracion-financiera/capital-de-trabajo>
- Morín, E., & Alvarado, L. (2017). Boletín Número V. Retrieved from https://www.cepep.gob.mx/work/models/CEPEP/metodologias/boletines/indicadores_rentabilidad.pdf
- Mazón, L., Villao, D., William, N., & Serrano, M. (2017). Análisis de punto de equilibrio en la toma de decisiones de un negocio: caso Grand Bazar Riobamba-Ecuador. Retrieved from www.ecorfan.org/spain
- Medina, M., & Cajas, S. (2018). Fuentes De Financiamiento Para Pymes Y Su Incidencia En La, 11.
- Morin, E. (2018). Guía General Para La Presentación De Evaluaciones Costo Y Beneficio De Programas Y Proyectos De Inversión, 2018, 42.
- Murukesh, C., & Padmanabhan, P. (2015). Drowsiness Detection for Drivers Using Computer Vision. 12, 43–50. https://doi.org/10.1007/978-3-642-21729-6_80
- Montalt. (2018). La fatiga en la conducción: cansancio y sueño | Grupo Montalt. Retrieved September 18, 2019, from <https://www.grupomontalt.com/la-fatiga-en-la-conduccion/>
- Nivrutti, S; Rajaram, M; Rajendra, S; Dipak, S. 2016. Driver Drowsiness Detection System. IND. International Journal of Science Technology Management and Research. Vol. 1. p. 77.
- Nguyen, Q. N., Tho, L. T. A., Van, T. V., Yu, H., & Thang, N. D. (2018). Drowsiness monitoring Face detection, 723–724. https://doi.org/10.1007/978-981-10-4361-1_124
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2015. Accidentes de tránsito. Consultado 21 de Mayo 2018. EC Formato HTML. Disponible en: <https://www.redaccionmedica.ec/secciones/salud-publica/1-2-millones-de-muertes-anuales-en-el-mundo--86762>
- Peña, K. (2017). SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES DE TRANSPORTE PÚBLICO REGULAR DE PASAJEROS DE LIMA METROPOLITANA – PERÚ. 2016, 84. Retrieved from http://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/upch/850/Somnolencia_PenaPrado_Karina.pdf?sequence=3&isAllowed=y

- Panicker, A. D., & Nair, M. S. (2017). Open-eye detection using iris – sclera pattern analysis for driver drowsiness detection. *Sadhana*. <https://doi.org/10.1007/s12046-017-0728-3>
- Peralta, M. (2015). Programa CreceMujer - BancoEstado. Retrieved June 5, 2019, from <https://www.crecemujer.cl/capacitacion/ideas-de-negocio/que-son-los-costos-fijos-y-variables-en-mi-emprendimiento>
- Pérezsoto, D. (2018). Proyecto de inversión para la apertura de un negocio de comida rápida en Xalapa, Ver., 157.
- Ramodhine, K., & Panchoo, S. (2017). Implementation of Driver Drowsiness Detection Application in Mauritius. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-52171-8>
- Reglamento a Ley De Transporte Terrestre. (2016). Reglamento a Ley De Transporte Terrestre, 1–97.
- Reales, H. (2019). Características del producto. El Product Mix - GestioPolis. Retrieved September 21, 2019, from <https://www.gestiopolis.com/caracteristicas-del-producto-el-product-mix/>
- Rosales, E., & Castro, J. (2016). Somnolencia: Qué es, qué la causa y cómo se mide. Retrieved November 11, 2019, from https://www.researchgate.net/publication/260776101_Somnolencia_Que_es_que_la_causa_y_como_se_mide
- Salazar, T. 2013. Debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades en el INCES penitenciario región Los Andes venezolanos 2011. *Redalyc*. p 395-414. ISSN 1317-8822.
- Sarli, R; González, S; Ayres, N. 2015. Análisis FODA. Una herramienta necesaria. *UNCUYO, AR*. Vol. 9. Nº 1.
- Santibáñez, P. 2015. 10 CARACTERÍSTICAS DE LOS CONSUMIDORES. Consultado 29 de Julio 2018. EC. Formato HTML. Disponible en: <https://www.entrepreneur.com/article/268189>
- Trapiella, R. (2017). Desarrollo y evaluacion d etecnicas de vision artificial aplicada a reconocimiento facial. Convocatoria Septiembre. http://www.issi.uned.es/Master_ISSI/WebMISSI/RepositorioTFM/2018/18_S_Memoria_TFdM_ISW_TipoA_Raul_Trapiella_Pino.pdf
- Vikas, Y; Deepa, M; Shruti, S; Nilesh, D; Dhananjay, K. 2012. Driver Drowsiness Detection System. TSEC, Mumbai University. IND. *International Journal of Computer Applications (IJCA)*. p. 11-12.
- Varela, A. 2018. Geografía y clima del Ecuador. Consultado 28 de Julio 2018. EC. Formato HTML. Disponible en: <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/GeografiaClima/>
- Vamsi, R., Suman, D., Nikhil, C. H., & Malini, M. (2017). Discrete Wavelet Transform based statistical features for the Drowsiness detection from EEG, 86–92. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-4220-1>

- Vigilant Personal Protection Systems. (2019). ¿Qué tan alto es 130dB? - Sistemas de protección personal vigilantes de Mace. Retrieved November 14, 2019, from <https://www.vigilantpps.com/pages/how-loud-is-130db>
- Verma, S., Girdhar, A., Ranjan, R., & Jha, K. (2018). Real-Time Eye Detection Method for Driver Assistance System. https://doi.org/10.1007/978-981-10-7386-1_58
- World Health Design. (2017). Los peligros de las luces LED - pueden dañar la vista - World Health Design. Retrieved November 14, 2019, from <https://worldhealthdesign.com/led-peligro-ojos/>

ANEXOS

ANEXO 1. ENCUESTA PARA ESTUDIO DE MERCADO.

PROTOTIPO DE SISTEMA INFORMÁTICO DE DETECCIÓN DE SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES DE AUTOMOTORES

SOMNOLENCIA: Estado en el que se tiene sensación de cansancio, pesadez, sueño, embotamiento de los sentidos y torpeza en los movimientos.

Según un informe elaborado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), Ecuador se ubica como el sexto país de Sudamérica con el mayor índice de muertes causadas por accidentes de tránsito, con un promedio de 20.100 de cada 100.000 habitantes. Los siniestros viales son uno de los principales motivos de muerte en la mayoría de los grupos etarios, y la primera en personas de entre 15 y 29 años.

De acuerdo con los datos de la Agencia Nacional de Tránsito - ANT (2017), se presentaron 28.967 siniestros en todo el país, de los cuales 1.305 se produjeron en Manabí y del total de los siniestros a nivel nacional 693 de estos fueron por causas de somnolencia, que representa un 2,39% del total entre las causas probables de los siniestros.

El presente formulario tiene como objetivo evaluar el grado de aceptación de un nuevo producto, el cual asiste de forma tecnológica a los conductores de automotores para evitar accidentes de tránsito por motivos de somnolencia, por lo cual pedimos que responda con sinceridad las siguientes preguntas.

1.- ¿Es usted hombre o mujer?

- Mujer
- Hombre
- Otro:

2.- ¿Qué edad tiene usted?

Elige

3.- ¿Cree usted que se puede evitar accidentes por motivos de somnolencia, si se asiste de manera tecnológica al conductor?

- Sí
- No
- Tal vez

4.- ¿Usted o alguien de su familia posee un automotor?

- Sí
- No

Si la respuesta es "Sí", pase a la siguiente pregunta. Si la respuesta es "No", fin de la encuesta.

5.- ¿Estaría dispuesta/o a adquirir un producto que monitoree, detecte y alerte sus niveles de somnolencia mientras conduce?

- Sí
- No
- Tal vez

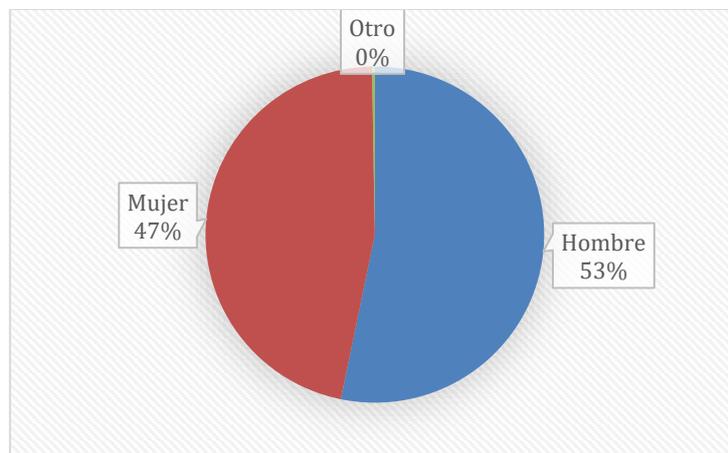
6.- ¿Cuanto estaría dispuesto/a a pagar por un producto de detección y alerta de somnolencia?

- \$ 300 Dolares
- \$ 350 Dolares
- \$ 400 Dolares
- \$ 500 Dolares

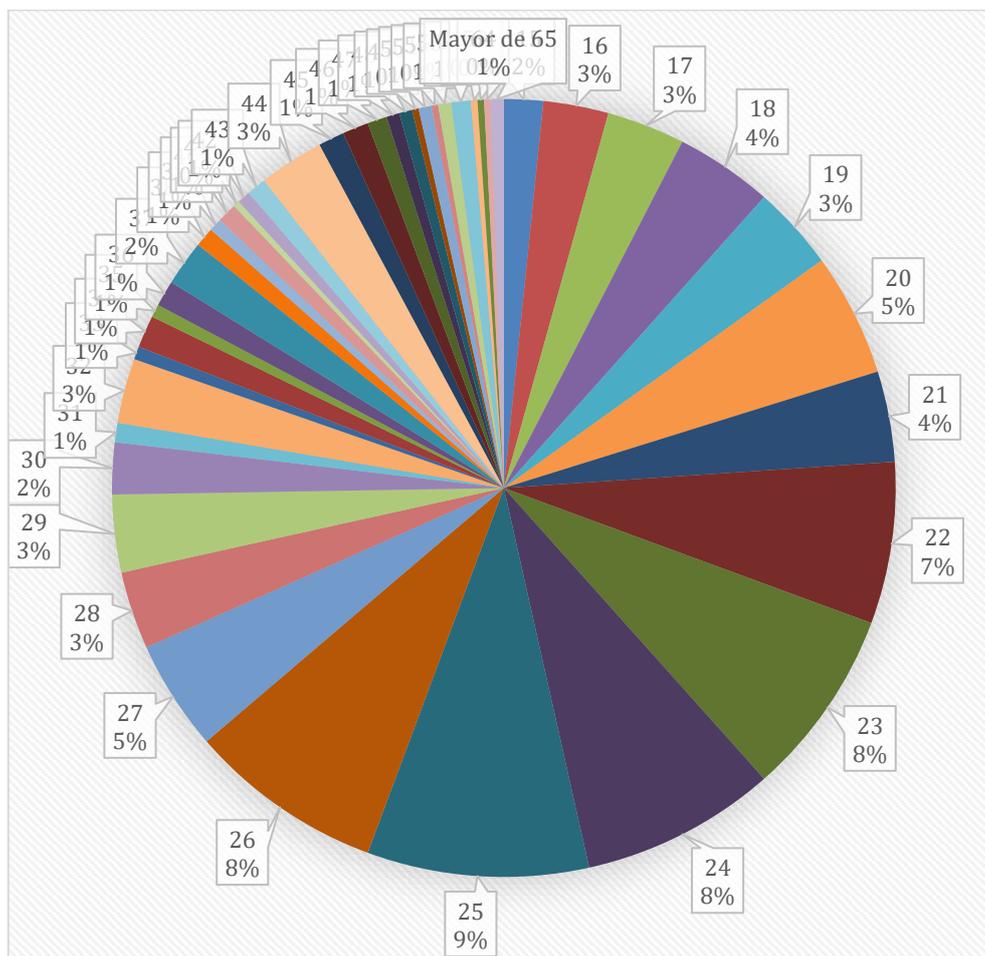
GRACIAS POR TU COLABORACIÓN, TUS RESPUESTAS NOS SERÁN DE MUCHA AYUDA :)

ANEXO 1-A. GRAFICAS DE LOS DATOS OBTENIDOS EN LA ENCUESTA.

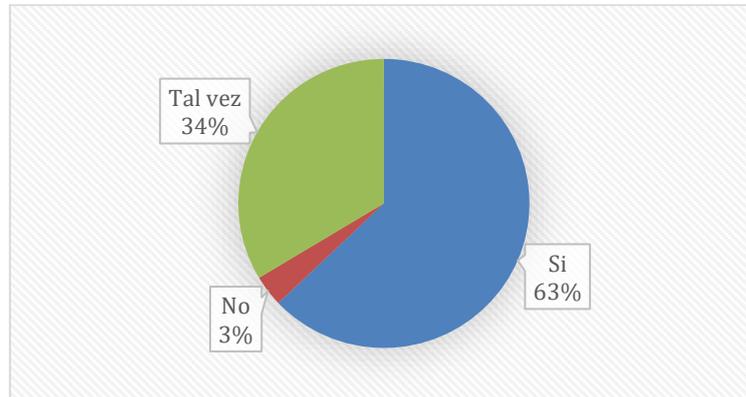
1.- ¿Es usted hombre o mujer?



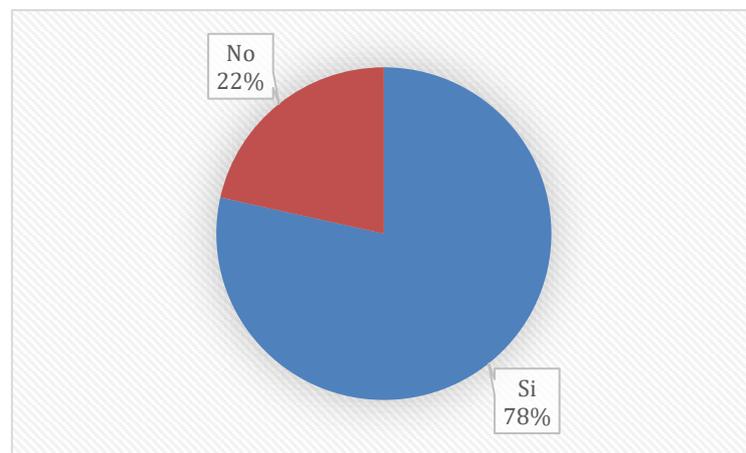
2.- ¿Qué edad tiene usted?



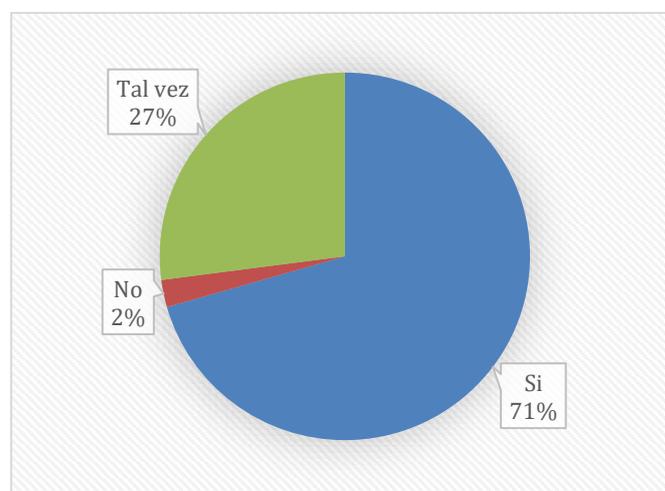
3.- ¿Cree usted que se puede evitar accidentes por motivos de somnolencia, si se asiste de manera tecnológica al conductor?



4.- ¿Usted o alguien de su familia posee un automotor?



5.- ¿Estaría dispuesta/o a adquirir un producto que monitoree, detecte y alerte sus niveles de somnolencia mientras conduce?



6.- ¿Cuánto estaría dispuesto/a a pagar por un producto de detección y alerta de somnolencia?

