

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



Presentado por

JAVIER RAMOS GONZÁLES

**SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA EL CONTEO
Y MEDICIÓN DE ALEVINOS DE TRUCHA “ARCOÍRIS”,
PARA LA DIRECCIÓN SUBREGIONAL DE LA
PRODUCCIÓN ANDAHUAYLAS, 2018**

Asesor:

ING. EDWING ALCIDES MAQUERA FLORES

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE SISTEMAS**

ANDAHUAYLAS – APURÍMAC – PERÚ

2018



APROBACION DEL ASESOR

Quién suscribe:

ING. EDWING ALCIDES MAQUERA FLORES por la presente:

CERTIFICA,

Que, el Bachiller en **Ingeniería de Sistemas**, Javier Ramos Gonzales ha culminado satisfactoriamente el informe final de tesis intitulado: "Sistema de Visión Artificial para el Conteo y Medición de Alevinos de Trucha "Arcoiris", Para la Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas, 2018" para optar el Título Profesional de **Ingeniero de Sistemas**.

Andahuaylas, 06 de diciembre de 2018.



Ing. Edwing Alcides Maquera Flores
Asesor



Bach. Javier Ramos Gonzales.
Tesista



APROBACIÓN DEL JURADO DICTAMINADOR

LA TESIS: Sistema de Visión Artificial para el Conteo y Medición de Alevinos de Trucha "Arcoíris", Para la Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas, 2018; para optar el Título Profesional de Ingeniero De Sistemas, ha sido evaluada por el Jurado Dictaminador conformado por:

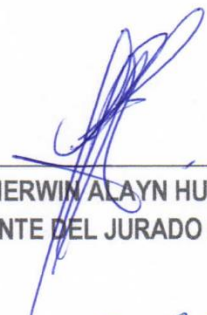
PRESIDENTE: M.SC.HERWIN ALAYN HUILLCEN BACA

PRIMER MIEMBRO: ING. ENRIQUE EDGARDO CONDOR TINOCO


SEGUNDO MIEMBRO: M.SC. IVÁN SORIA SOLÍS

Habiendo sido aprobado por UNANIMIDAD, en la ciudad de Andahuaylas el día 27 del mes de noviembre de 2018


Andahuaylas, 06 de diciembre de 2018



M.SC.HERWIN ALAYN HUILLCEN BACA
PRESIDENTE DEL JURADO DICTAMINADOR



ING. ENRIQUE EDGARDO CONDOR TINOCO
PRIMER MIEMBRO DEL JURADO DICTAMINADOR



M.SC. IVÁN SORIA SOLÍS
SEGUNDO MIEMBRO DEL JURADO DICTAMINADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

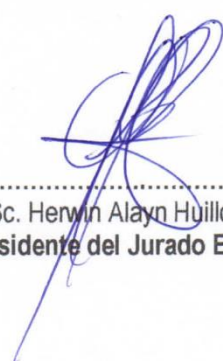
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS


En la Av. José María Arguedas del Local Académico SL01 (Coyahuacho) en el auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional José María Arguedas ubicado en el distrito de San Jerónimo de la Provincia de Andahuaylas, siendo las 11:00 horas del día 27 de noviembre del año 2018, se reunieron los docentes: MSc. Herwin Alayn Huillcen Baca, Ing. Enrique Edgardo Córdor Tinoco, MSc. Iván Soria Solís, en condición de integrantes del Jurado Evaluador del Informe Final de Tesis intitulado: "SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA EL CONTEO Y MEDICIÓN DE ALEVINOS DE TRUCHA "ARCOÍRIS", PARA LA DIRECCIÓN SUBREGIONAL DE LA PRODUCCIÓN DE ANDAHUAYLAS, 2016", cuyo autor es el Bachiller en Ingeniería de Sistemas **JAVIER RAMOS GONZÁLES**, el asesor Ing. Edwing Alcides Maquera Flores., con el propósito de proceder a la sustentación y defensa de dicha tesis.


Luego de la sustentación y defensa de la tesis, el Jurado Evaluador **ACORDÓ:** Aprobar por Unanimidad al Bachiller en Ingeniería de Sistemas **JAVIER RAMOS GONZÁLES**, obteniendo la siguiente calificación y mención:

Nota escala vigesimal		Mención
Números	Letras	
16	Dieciséis	Muy Bueno

En señal de conformidad, se procedió a la firma de la presente acta en 03 ejemplares.


MSc. Herwin Alayn Huillcen Baca
Presidente del Jurado Evaluador


Ing. Enrique Edgardo Córdor Tinoco
Primer Miembro del Jurado Evaluador


MSc. Iván Soria Solís
Segundo Miembro del Jurado Evaluador

DEDICATORIA

A dios,

A mis padres: Alvino Ramos A. Y Honorata Gonzales V. por su apoyo, consejos, comprensión, acariño, ayuda en los momentos más difíciles de mi vida, y por su apoyo con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona y quienes me han encaminado con valores y principios para poder conseguir mis objetivos.

A mis hermanos: Carlos, Juan Carlos, Edgar y Alvino, por sus consejos y aliento en el día a día y por estar conmigo en todo momento.

A mi amiga, compañera y amor de mi vida Lisbeth Alejandrina Palomino Farfán, quien ha sido una contante y gran soporte durante este capítulo académico.

A una gran persona especial Adrián Palomino Cabezas, por su apoyo incondicional quien siempre será un gran ejemplo de vida.

A mis amigos y maestros, a los cuales agradezco su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis docentes a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su enseñanza y un eterno agradecimiento a la Universidad Nacional José María Arguedas, a la Facultad de Ingeniería y en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, quien abre sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

Agradezco la Dirección Sub Regional de la Producción por haberme otorgado la oportunidad de poder realizar esta investigación.

Al Ing. Edwing Alcides Maquera Flores asesor de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento incondicional en la ejecución de esta investigación, que brindó información relevante.

A mis compañeros del código 2007-II por el apoyo brindado en el transcurso de nuestra carrera universitaria, por compartir momentos de alegría, tristeza y por la gran calidad humana que me han demostrado con su amistad.

A mi amigo Cirilo Huarcaya Auccapuma por su apoyo para poder realizar la finalización de este proyecto.

Y gracias a todos los que me brindaron su ayuda en esta investigación.

ÍNDICE

APROBACIÓN DEL ASESOR	ii
APROBACIÓN DEL JURADO DICTAMINADOR.....	iii
COPIA DEL ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
CHUMASQA	xvi
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. TÍTULO DEL PROYECTO.....	2
1.2. AUTOR DEL PROYECTO.....	2
1.3. ASESOR DEL PROYECTO.....	2
1.4. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	2
1.5. ÁREA PRIORIZADA DEL PROYECTO	2
1.6. INSTITUCIÓN Y LUGAR DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO	2
1.7. DURACIÓN DEL PROYECTO (MESES).....	2
1.8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	2
1.9. PRESUPUESTO	4
1.10. FINANCIAMIENTO.....	4
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	5
2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
2.3 OBJETIVOS	13
2.3.1 Objetivo General.....	13
2.3.2 Objetivos Específicos	13
2.4 JUSTIFICACIÓN	14

2.5	VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	15
2.5.1	Viabilidad Técnica	15
2.5.2	Viabilidad Operativa	15
2.5.3	Viabilidad Económica	15
2.5.4	Viabilidad Social	16
2.5.5	Viabilidad Legal.	16
2.6	LIMITACIÓN DEL ESTUDIO	16
2.7	MARCO TEÓRICO	17
2.7.1	Acuicultura.....	17
2.7.2	Piscicultura.	21
2.7.3	Salmon.	21
2.7.4	Trucha Arcoíris.	23
2.7.5	Sala De Incubación	26
2.7.6	Alevino.	27
2.7.7	Cuantificación.....	30
2.7.8	Medición.....	30
2.7.9	Inteligencia Artificial.....	31
2.7.10	Visión artificial.....	34
2.7.11	MatLab	39
2.7.12	Interfaces Gráficas de Usuario (GUI) con MatLab	40
2.7.13	Etapas de un sistema de visión artificial	42
2.7.14	Metodología de desarrollo	45
2.7.15	Algoritmos de análisis de imagen y reconocimiento de formas	46
2.8	ESTADO DEL ARTE	47
CAPÍTULO 3: MATERIALES Y MÉTODOS		50
3.1	GESTIÓN DEL PROYECTO.....	50
3.1.1	Gestión de la integración	50
3.1.2	Gestión del alcance	54

3.1.3	Gestión de tiempos.....	55
3.1.4	Gestión de costos.....	56
3.1.5	Gestión de calidad.....	58
3.1.6	Gestión de Recursos Humanos.....	59
3.1.7	Gestión de comunicaciones.....	61
3.1.8	Gestión de riesgos.....	62
3.1.9	Gestión de adquisiciones.....	62
3.1.10	Gestión de los interesados.....	64
3.2	METODOLOGÍA Y PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	67
3.3	ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS.....	68
3.3.1	Requisitos funcionales.....	69
3.3.2	Requisitos NO funcionales.....	69
3.4	PUESTA EN MARCHA DE LA METODOLOGÍA OPENUP.....	69
3.4.1	Inicio.....	69
3.4.2	Hardware y software Empleado.....	70
3.4.3	Elaboración.....	78
3.4.4	Definición de estándar.....	98
3.4.5	Definición de estándar de calidad.....	99
CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		100
4.1	UBICACIÓN DEL ENSAYO.....	100
4.2	METODOLOGÍA DE CONTEO.....	100
4.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	101
4.4	PRECISIÓN DE LOS MÉTODOS EN EL CONTEO.....	102
4.5	TIEMPOS EMPLEADOS.....	103
4.6	MORTALIDADES.....	105
4.7	DISCUSIÓN.....	107
CONCLUSIONES.....		109
RECOMENDACIONES.....		110

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
ANEXOS	114

LISTA DE TABLAS

	Pg.
Tabla N° 01. Muestra todas las fases del proyecto de tesis.....	3
Tabla N° 02. Presupuesto	4
Tabla N° 03. Producción acuícola por región mundial:	7
Tabla N° 04. Producción de alevinos de trucha “arcoíris”.	10
Tabla N° 05. Modelo pesquero de la FAO:	20
Tabla N° 06. Parámetros de la calidad de agua para cultivo de peces	26
Tabla N° 07. Algunas definiciones de inteligencia artificial.	32
Tabla N° 08. Plan de gestión de la integración.	50
Tabla N° 09. Plan de gestión del alcance.	54
Tabla N° 10. Plan de gestión del tiempo.....	55
Tabla N° 11. Plan de gestión de costos.....	56
Tabla N° 12. Plan de gestión de la calidad.	58
Tabla N° 13. Plan de gestión de los recursos humanos	59
Tabla N° 14. Plan de gestión de las comunicaciones	61
Tabla N° 15. Plan de gestión de los riesgos	62
Tabla N° 16. Plan de gestión de adquisiciones.....	63
Tabla N° 17. Plan de gestión de los interesados.	64
Tabla N° 18. Caso de uso: iniciar sesión	71
Tabla N° 19. Caso de uso: Selección de la cama web	72
Tabla N° 20. Caso de uso: Captura de la Imagen	72
Tabla N° 21. Caso de uso: Imagen en Escala de grises.....	73
Tabla N° 22. Caso de uso: Imagen Binaria.....	73
Tabla N° 23. Caso de uso: conteo de alevinos	74
Tabla N° 24. Caso de uso: Medida y peso	74
Tabla N° 25. Caso de uso: selección según al tamaño.....	75
Tabla N° 26. Caso de uso: Calidad según a la medida.....	76
Tabla N° 27. <i>Caso de uso: Cantidad de alimento</i>	76
Tabla N° 28. Precisión de los métodos de conteo	102
Tabla N° 29. Tiempo promedio requerido para el conteo de alevines.	104
Tabla N° 30. Porcentaje de mortalidad	106
Tabla N° 31. Contraste de resultados en el conteo, tiempo y mortalidad.....	108

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pg.
Figura N° 01. Noticia de ovas importada en Andahuaylas.....	12
Figura N° 02. Acuicultura	17
Figura N° 03. Piscicultura.....	21
Figura N° 04. Producción De Truchas Arco Iris (Oncorhynchus Mykiss)	24
Figura N° 05. Fibra de vidrio utilizado para la re-incubación.	27
Figura N° 06. Ovas de truchas Importadas.	28
Figura N° 07. Larvas	28
Figura N° 08. Alevinos listos para ser distribuidos.....	29
Figura N° 09. Áreas de estudio e investigación de la inteligencia artificial.....	33
Figura N° 10. Esquema general del procesamiento de imágenes.	36
Figura N° 11. Aumento de contraste.	36
Figura N° 12. Esquema general de visión por computadora.	37
Figura N° 13. Componentes/Elementos De Un Sistema De Visión Artificial	38
Figura N° 14. Diagrama de bloques	42
Figura N° 15. La secuencia a seguir en el proceso operativo es:	43
Figura N° 16. Ciclo De Vida Utilizando OpenUP	46
Figura N° 17. Etapas de un proceso de reconocimiento de formas.....	47
Figura N° 18. Sistema visión artificial.....	68
Figura N° 19. Ciclo De Vida Utilizando OpenUP	68
Figura N° 20. Diagrama de caso de uso de inicio de sesión	77
Figura N° 21. Diagrama de los casos de uso	78
Figura N° 22. Diagrama de bloques de la solución plateada.	79
Figura N° 23. Resultado de la información de la cámara.....	80
Figura N° 24. Cantidad de cámaras conectadas	81
Figura N° 25. Información del cámara N° 1.....	81
Figura N° 26. Información de la cámara N° 2.....	82
Figura N° 27. Todas las resoluciones de las cámaras 1 y 2.	82
Figura N° 28. Características de las cámaras 1 y 2.....	83
Figura N° 29. Selección de la cámara en nuestro sistema.	84
Figura N° 30. Codigo en MATLAB para la selección de imagen.....	84
Figura N° 31. Captura de la imagen a color por la cámara.....	84
Figura N° 32. Código fuente de la captura de la imagen.	85
Figura N° 33. Imagen a color, imagen en escala de grises.	86

Figura N° 34. Código de la imagen transformado a escala de grises.	87
Figura N° 35. Imagen a escala de grises y binaria	88
Figura N° 36. Código fuente de la imagen binaria.	89
Figura N° 37. Segmentación de la imagen.....	90
Figura N° 38. Longitud máxima del alevín.....	91
Figura N° 39. Reconocimiento de la imagen y conteo.....	91
Figura N° 40. Construcción del sistema	92
Figura N° 41. Código fuente realizado en MATLAB.	93
Figura N° 42. Selección de la cámara web e insertar imágenes.....	94
Figura N° 43. Conteo de alevines por cada bucle.	95
Figura N° 44. Control de calidad de los alevines.....	97
Figura N° 45. Impresión de los resultados.	97
Figura N° 46. Reiniciar todo el proceso.....	98
Figura N° 47. Ubicación de la sala de re-incubación	100

RESUMEN

En la actualidad en la región no se cuenta con un mecanismo que permita realizar el conteo de alevinos de trucha, es por ello que surge la necesidad de desarrollar un sistema que mejore la precisión y velocidad en el conteo y medición de alevinos de trucha, con el fin de disminuir el nivel de error en el conteo.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal mejorar la precisión en el conteo de alevinos de trucha en la sala de re - incubación de la dirección sub regional de la producción – Andahuaylas, para lo cual se desarrolló un sistema de visión artificial, que permite realizar el conteo y medición de alevinos de trucha, además dentro del funcionamiento incluye el cálculo de alimentación diario que se tiene que suministrar y nivel de calidad del alevín.

Así mismo para su implementación se utilizó la metodología OpenUP que es un método y un proceso de desarrollo de software con licencia libre, que fue desarrollado por un conjunto de empresas de tecnología.

Después de poner en marcha el funcionamiento del sistema de visión artificial, se logro reducir el porcentaje de error en el conteo Alevinos de 2.73% al 1.53%, el tiempo empleado en el conteo de 100% al 21.97%, el nivel de mortalidad de 100% al 20.12%.

Finalmente se llegó a la conclusión de que el sistema de visión artificial mejoro considerablemente la eficiencia en el conteo y medición de alevinos de trucha en la sub dirección regional de la producción Andahuaylas.

Palabras claves: sistema de Visión Artificial, conteo.

ABSTRACT

At present in the region there is no mechanism that allows the count of trout fingerlings, which is why the need arises to develop a system that improves the precision and speed in the counting and measurement of trout fingerlings, with in order to decrease the level of error in the count.

The main objective of this research work is to improve the precision in the count of trout fingerlings in the re - incubation room of the sub regional production management - Andahuaylas, for which an artificial vision system was developed, which allows perform the counting and measurement of trout fingerlings, also within the operation includes the calculation of daily feed that has to be supplied and the quality level of the fingerlings.

Likewise for its implementation the OpenUP methodology was used, which is a method and a software development process with a free license, which was developed by a group of technology companies.

After starting the operation of the artificial vision system, it is logo to reduce the percentage of error in the count Alevinos from 2.73% to 1.53%, the time used in the count from 100% to 21.97%, the mortality level of 100 % to 20.12%.

Finally, it was concluded that the artificial vision system considerably improved the efficiency in the counting and measurement of trout fingerlings in the sub regional direction of the Andahuaylas production.

Keywords: Artificial Vision system, counting.

CHUMASQA

Kay suyupiqá kúnan pachakúnaqa manan tarikunchu chayllaraq llullu parisqa chaywachakunata qayka kasqan ima yupaqta, chay raykun yuyaymanay paqarin, yupaq ruranata maskanapaq ruraykunapi allinta utqayllana paqariq challwachakunata yupayninpi hinallataq tupuyninpiyas yanapananpaq, kaytaqa maskarqa yupaypi pantayninta asllayachinan rayku.

Kay llankay taripaypa unanchayninqa, hatun kamachina wasi Sub Regional de la Producción nisqan Antahuaylla llaqtapi, chayllaraq llullu paqariq challwachakunata Ullqapakuna wasi ukupi allinta yupayninta yupanqa. Kaypaqmi awa visión artificial nisqanta allinta puririyman churaspa, chayraq llullu paqariq challwachakunata yupayninpi hinallataq tupuyninpiyas yanapananpaq. Hinallataq rurakuyninpiqa yanka chayllaraq llullu paqariq challwachakuna kasqanman hina tantiyanan qayka mikuna sapapunchawi mikun, hinallataq allin kasqantapas qawarinan.

Kay llankay taripaypa rurayninpiña OpenUP nisqan puririyta llankachirqa, kay puririyqa huk software nisqan allin ruraykuna purichiqmi, raku huñukuna tecnología nisqan ruruchiqkuna allin ruraykunata churaspa, puririchirqa.

Awa Visión artificial nisqanta Rurayman churasqa qawaña, qawarisun mana pantaywan tukuy ima aypasqata, qayka yupay aypaqta chintichisqantapas kaynata: llullu paqariq challwachakupa yupayninpiqa 2.73 % chintirpachin 1.53%, qayka pachapi yupakusqanman hinaqa 100% chintirparichin 21.97%, wañuchikuyninkupiñataqmi 100% chintirparinchin 20.12%.

Kay llankaypa tukupayninpiña niswan kay awa visión artificial nisqanqa, hatun kamachina wasi sub regional de la producción nisqan Antahuaylla llaqtapi, llullu paqarisqa chalwachakunapa yupaynintaqa hinallataq tupuynintaqa chiqaptan allinyarachin.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

El objetivo económico de las naciones, como el de los individuos, es lograr el máximo rendimiento con el mínimo esfuerzo. Todo el progreso económico de la humanidad ha consistido en obtener mayor producción con el mismo trabajo.

La acuicultura del Perú presenta la necesidad de contar con procesos que mejoren su eficiencia y productividad. Actualmente existen muchos factores por los cuales la mejora del proceso de conteo de alevines de trucha debe ser llevada a cabo de una manera diferente a la tradicional. Considerando que ésta es una especie de alto consumo en todos los departamentos del Perú, y como principal consumidor Extranjero tenemos a los Estados Unidos de América.

La reducción de horas-hombre, con menor mortalidad, manipulación, se hace necesario. El presente trabajo de investigación trata sobre la implementación un Sistema de Visión Artificial para el Conteo y Medición de Alevinos de Trucha empleando el procesamiento digital de imágenes, cuyo propósito es disminuir las horas-hombre empleadas para realizar el proceso de conteo de alevines. Así como, reducir el grado de daños mecánicos de los individuos, ocurrido por manipulación en el proceso, con el cual se espera satisfacer las necesidades en esta etapa de producción, tanto del productor como del comprador y de los cuales se obtenga el máximo valor beneficio de la inversión al implementar este sistema.

1.1. TÍTULO DEL PROYECTO

Sistema de Visión Artificial para el Conteo y Medición de Alevinos de Trucha “Arcoíris”, para la Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas, 2018.

1.2. AUTOR DEL PROYECTO

Nombres y apellidos : Javier Ramos Gonzáles
Escuela Profesional : Ingeniería de Sistemas
E-mail : jxavier.ramos7@gmail.com

1.3. ASESOR DEL PROYECTO

Nombres y apellidos : Ing. Edwing Alcides Maquera Flores
Departamento Académico: Ingeniería y Tecnología informática - DAITI
Categoría docente :
Modalidad :
E-mail : edwingmaquera@hotmail.com

1.4. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Inteligencia Artificial

1.5. ÁREA PRIORIZADA DEL PROYECTO

0103 0301 Optimización de la Productividad de los Procesos de Producción de Alevinos Bajo Sistemas Controlados

1.6. INSTITUCIÓN Y LUGAR DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas - Apurímac.

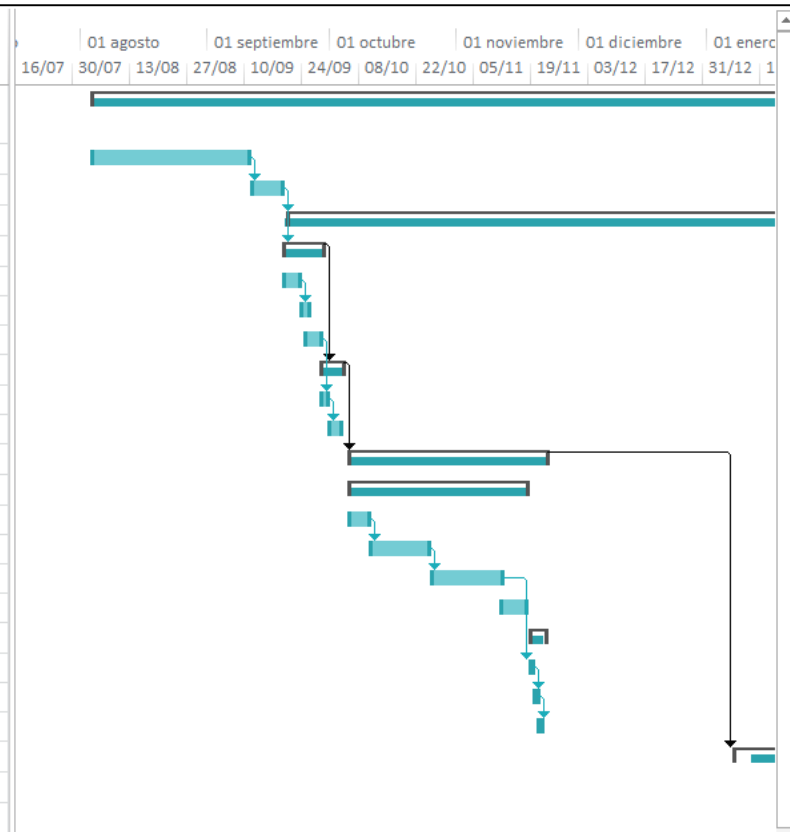
1.7. DURACIÓN DEL PROYECTO (MESES)

11 meses

1.8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla N° 01. Muestra todas las fases del proyecto de tesis

	Mc de tar	Nombre de tarea	Dura	Comienzo	Fin	Prec
1	★	▲ SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA EL CONTEO Y MEDICIÓN DE ALEVINOS DE TRUCHA	327,25 días	vie 04/08/17	vie 15/06/18	
2	★	1.- Elaboración y Aprobación del Plan de Tesis	40 días	vie 04/08/17	lun 11/09/17	
3	★	2.- Elaboración y Aplicación de instrumentos	8 días	mar 12/09/17	mar 19/09/17	2
4	★	▲ 3.- Desarrollo del Sistema de visión artificial	180,25 c	jue 21/09/17	mar 13/03/18	3
5	★	▲ Inicio	10 días	mié 20/09/17	vie 29/09/17	3
6	★	Estableciendo actores	4 días	mié 20/09/17	sáb 23/09/17	
7	★	Estableciendo usuarios	2 días	dom 24/09/17	lun 25/09/17	6
8	★	Diagramas de casos de uso	4 días	lun 25/09/17	jue 28/09/17	
9	★	▲ Elaboración	6 días	vie 29/09/17	mié 04/10/17	5
10	★	Adquisición de la imagen	2 días	vie 29/09/17	sáb 30/09/17	8
11	★	Procesamiento de la imagen	3 días	dom 01/10/17	mar 03/10/17	10
12	★	▲ Construcción	50 días	vie 06/10/17	jue 23/11/17	9
13	★	▲ Implementación	45 días	vie 06/10/17	sáb 18/11/17	
14	★	Segmentación de la imagen	5 días	vie 06/10/17	mar 10/10/17	
15	★	Extracción de las características	15 días	mié 11/10/17	mié 25/10/17	14
16	★	Reconocimiento	18 días	jue 26/10/17	dom 12/11/17	15
17	★	toma de decisiones	6 días	dom 12/11/17	vie 17/11/17	
18	★	▲ Diseño	4 días	dom 19/11/17	mié 22/11/17	
19	★	selección de características	1 día	dom 19/11/17	dom 19/11/17	16
20	★	diseño del clasificador	1 día	lun 20/11/17	lun 20/11/17	19
21	★	Producción de la documentación	1 día	mar 21/11/17	mar 21/11/17	20
22	★	► Transición y Reparación del Sistema	66,25 dí	lun 08/01/18	lun 12/03/18	12
27	★	4.- Elaboración del Informe Final	26,75 dí	lun 02/04/18	vie 27/04/18	4
28	★	5.- Sustentación y Defensa de la Tesis	1 día	jue 14/06/18	jue 14/06/18	27



Fuente : Elaboración propia

1.9. PRESUPUESTO

Tabla N° 02. Presupuesto

ITEM	Descripción	Cantidad	Unid. Medida	Precio Unit	Precio parcial
1.00.00	BIENES				S/. 3,679.00
1.01.00	Materiales de Escritorio				S/. 3,440.00
1.01.01	Laptop	1	Unid	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
1.01.02	Disco Duro Externo de 1 TB	1	Unid	S/. 300.00	S/. 300.00
1.01.03	Cámara Digital	1	Und	S/. 300.00	S/. 300.00
1.01.04	Cámara web	1	und	S/. 120.00	S/. 120.00
1.01.05	Mesa	1	Unid	S/. 80.00	S/. 80.00
1.01.06	Silla	4	Unid	S/. 35.00	S/. 140.00
1.02.00	Materiales Consumibles				S/. 239.00
1.02.01	Papel Bond A4	4	Millar	S/. 25.00	S/. 100.00
1.02.02	Lapiceros	1	Docena	S/. 6.00	S/. 6.00
1.02.03	Correctores	2	Unid	S/. 4.50	S/. 9.00
1.02.04	Lápiz	10	Unid	S/. 0.50	S/. 5.00
1.02.05	Resaltadores	2	Und	S/. 2.00	S/. 4.00
1.02.06	Cuaderno para Notas A- 4	1	Unid	S/. 13.00	S/. 13.00
1.02.08	USB	1	Unid	S/. 32.00	S/. 32.00
1.02.09	tubo de vidrio N° 8	1	unidad	S/. 10.00	S/. 10.00
1.02.10	caja de vidrio (50x30x30)	1	unidad	S/. 50.00	S/. 50.00
1.02.11	Archivador	2	Und	S/. 5.00	S/. 10.00
2.00.00	SERVICIOS				S/. 1,227.00
2.01.00	Servicios diversos				S/. 1,227.00
2.01.01	Internet	4	Meses	S/. 40.00	S/. 160.00
2.01.02	licencia del MATLAB	4	meses	S/. 187.00	S/. 187.00
2.01.02	Fotocopias	1000	Unid	S/. 0.10	S/. 100.00
2.01.03	Comunicaciones	760	Minutos	S/. 0.50	S/. 380.00
2.01.04	Impresiones	1000	Unid	S/. 0.10	S/. 100.00
2.01.05	Movilidad Local	100	Visitas	S/. 1.00	S/. 100.00
2.01.06	Energía eléctrica	4	meses	S/. 30.00	S/. 120.00
2.01.07	Anillados de informes	20	Unid	S/. 4.00	S/. 80.00
3.00.00	RECURSOS HUMANOS				S/. 5,700.00
3.01.00	Asesores	1	Persona	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
3.02.00	Procesamiento de datos				S/. 3,200.00
3.02.02	Diseñador	1	Persona	S/. 800.00	S/. 800.00
3.02.03	Programador	1	Persona	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00
3.02.04	Capacitador	1	Persona	S/. 900.00	S/. 900.00
4.00.00	GASTOS GENERALES				S/. 1,590.90
	Imprevistos				
	Imprevistos 15% del costo total	1	Unid	S/. 1,590.90	S/. 1,590.90
COSTO TOTAL DE LA TESIS					S/. 12,196.90

Fuente: elaboración propia

1.10. FINANCIAMIENTO

El proyecto será Autofinanciado.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.

La acuicultura es la actividad zootécnica de más rápido crecimiento a escala global, con tasas de expansión que se han sostenido en 6,9% en promedio, entre 1970 y 2006. El crecimiento exponencial de esta actividad en los últimos 50 años permitió pasar de menos de un millón de toneladas en 1950 a 51.7 millones de toneladas en 2006 y contribuye actualmente con el 50% de los productos acuáticos que se consumen mundialmente (DINARA, 2010).

Según la (FAO, 2014) la producción acuícola mundial sigue creciendo, aunque a menor ritmo que la pesca marítima. Según las últimas estadísticas disponibles recopiladas por la FAO a nivel mundial, la producción acuícola mundial alcanzó otro máximo histórico de 90,4 millones de toneladas (equivalente en peso vivo) en 2012 (144 400 millones de USD), de los que 66,6 millones de toneladas correspondieron a peces comestibles (137 700 millones de USD) y 23,8 millones de toneladas a plantas acuáticas, principalmente algas marinas (6 400 millones de USD). Además, algunos países notificaron también de forma colectiva la producción de 22 400 toneladas de productos no alimentarios (222,4 millones de USD), tales como perlas y conchas marinas para usos ornamentales y decorativos.

Probablemente el valor total en la explotación de la acuicultura mundial se haya sobrevalorado debido a factores como por ejemplo, que algunos países notifiquen los precios al por menor, de productos o de exportación en lugar de los precios de primera venta. Sin embargo, si se usan a niveles de agregación, los datos del valor sirven para mostrar la tendencia de desarrollo y para comparar la importancia relativa de los beneficios económicos entre los diferentes tipos de acuicultura y diferentes grupos de especies acuáticas cultivadas. La tendencia mundial según la cual el desarrollo de la acuicultura adquiere importancia en el suministro total de pescado se ha mantenido de forma ininterrumpida. Los peces comestibles cultivados contribuyeron con un porcentaje sin precedentes del 42,2 % del total de 158 millones de toneladas de pescado producido por la pesca de

captura (incluido el destinado a usos no alimentarios) y la acuicultura en 2012 (Figura 5), frente al porcentaje de solo el 13,4 % en 1990 y el 25,7 % en el año 2000. En el conjunto de Asia, la producción de peces cultivados ha sido superior a las capturas de peces salvajes desde 2008, y la proporción de la acuicultura en el total de la producción alcanzó el 54 % en 2012, mientras que en Europa supuso el 18 % y en otros continentes menos del 15 %. El crecimiento general de la producción acuícola sigue siendo relativamente elevado gracias al aumento de la demanda de peces comestibles entre la mayoría de países productores. Sin embargo, la producción acuícola de algunos de los principales productores industrializados regionales, sobre todo los Estados Unidos de América, España, Francia, Italia, el Japón y la República de Corea, ha disminuido en los últimos años. Todos estos países presentan en común un descenso de la producción de peces de escama, en tanto que la producción de moluscos también ha disminuido en algunos de ellos. La disponibilidad de pescado importado procedente de otros países en los que los costos de producción son relativamente bajos se considera una de las principales razones de estos descensos de producción. El déficit resultante de oferta de pescado en los países mencionados anteriormente ha sido uno de los factores que ha impulsado el fomento de la ampliación de la producción en otros países con una especial atención a las especies orientadas a la exportación. La producción acuícola mundial de peces comestibles aumentó a una tasa media anual del 6,2 % en el período de 2000 a 2012, lo que supuso un ritmo menor que en los períodos de 1980-1990 (10,8 %) y 1990-2000 (9,5 %). Entre 1980 y 2012, el volumen de la producción acuícola mundial se incrementó a una tasa media anual del 8,6 %. La producción acuícola mundial de peces comestibles se duplicó con creces de 32,4 millones de toneladas en 2000 a 66,6 millones de toneladas en 2012.

Tabla N° 03. Producción acuícola por región mundial:

Algunos grupos y países		1990	1995	2000	2005	2010	2012
África	(toneladas)	81 015	110 292	399 688	646 182	1 286 591	1 485 367
	(porcentaje)	0,62	0,45	1,23	1,46	2,18	2,23
África del Norte	(toneladas)	63 831	75 316	343 986	545 217	928 530	1 030 675
	(porcentaje)	0,49	0,31	1,06	1,23	1,57	1,55
África subsahariana	(toneladas)	17 184	34 976	55 702	100 965	358 062	454 691
	(porcentaje)	0,13	0,14	0,17	0,23	0,61	0,68
Américas	(toneladas)	548 479	919 571	1 423 433	2 176 740	2 581 089	3 187 319
	(porcentaje)	4,19	3,77	4,39	4,91	4,37	4,78
Caribe	(toneladas)	12 169	28 260	39 704	29 790	37 301	28 736
	(porcentaje)	0,09	0,12	0,12	0,07	0,06	0,04
América Latina	(toneladas)	179 367	412 650	799 234	1 478 443	1 885 965	2 565 107
	(porcentaje)	1,37	1,69	2,47	3,34	3,19	3,85
América del Norte	(toneladas)	356 943	478 661	584 495	668 507	657 823	593 476
	(porcentaje)	2,73	1,96	1,80	1,51	1,11	0,89
Asia	(toneladas)	10 801 531	21 677 062	28 420 611	39 185 417	52 436 025	58 895 736
	(porcentaje)	82,61	88,90	87,67	88,46	88,82	88,39
China	(toneladas)	6 482 402	15 855 653	21 522 095	28 120 690	36 734 215	41 108 306
	(porcentaje)	49,58	65,03	66,39	63,48	62,22	61,69
Asia central y occidental	(toneladas)	72 164	65 602	122 828	190 654	259 781	311 133
	(porcentaje)	0,55	0,27	0,38	0,43	0,44	0,47
Asia meridional y oriental (a excepción de China)	(toneladas)	4 246 965	5 755 807	6 775 688	10 874 073	15 442 028	17 476 296
	(porcentaje)	32,48	23,61	20,90	24,55	26,16	26,23
Europa	(toneladas)	1 601 649	1 581 359	2 052 567	2 137 340	2 548 094	2 880 641
	(porcentaje)	12,25	6,49	6,33	4,83	4,32	4,32
Unión Europea (Organización Miembro) (28)	(toneladas)	1 033 857	1 182 098	1 400 667	1 269 958	1 280 236	1 259 971
	(porcentaje)	7,91	4,85	4,32	2,87	2,17	1,89

Fuente, (FAO, 2014)

Crecimiento en América Latina y el Caribe ha mostrado en los últimos diez años la mayor tasa de crecimiento promedio anual: 22%, alcanzando en el 4 año 2006 una producción total de 1.6 millones de TM. Siguen como zonas de gran crecimiento el Cercano Oriente (20 %) y África (12.7 %) con volúmenes producidos mucho menores que los de Latinoamérica (800 mil TM y 300 mil TM, respectivamente, en el año 2006). La acuicultura de consumo interno en algunos países como México y Brasil es significativa, pero en la región predomina una tendencia hacia la obtención de productos de exportación, en especial en países como Chile, Ecuador, Colombia, Honduras Costa Rica, Perú y Panamá. (Organización Latinoamericana De Desarrollo Pesquero, 2009)

Hoy la acuicultura ha trascendido a sus orígenes asiáticos y se ha expandido a todos los continentes. Más de 440 especies de ambientes dulceacuícolas, salobres y marinos han sido cultivadas en el mundo entre 1950 y 2006, con un valor comercial en este último año, de aproximadamente 91.200 millones de dólares según los datos de FAO. La tasa de crecimiento más acelerado de la actividad en los últimos años corresponde a América Latina, con una expansión superior a 22% anual y aunque hay 35 países en la región que reportan producción acuícola, sólo cuatro de ellos contribuyen con el 85% de la producción (Chile, Brasil, Ecuador y México) (Dirección Nacional de Recursos Acuáticos - Departamento de Acuicultura Proyecto FAO UTF/URU/025/URU Noviembre 2010).

Según la Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas (2016), La acuicultura en la provincia de Andahuaylas y en todo el departamento de Apurímac ha tenido un enorme crecimiento en los últimos años (2013 - 2014 - 2015 - 2016 - 2017), esto se debe fundamentalmente a la gran demanda del mercado por el consumo de truchas, por tal motivo se ha incrementado la importación de ovas embrionadas, en su gran mayoría, importadas desde EE.UU. y con ello la producción de alevines (peces vivos de 2.5 a 5 centímetros) de trucha arcoíris.

La Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas, y otras empresas privadas, han venido trabajando en la producción de larvas, pos larvas, alevines y desarrollan programas de cultivo intensivo para el repoblamiento y comercialización, a pesar que ya se domina este procedimiento en la sala de re-incubación, aún existe algunas falencias en la etapa de pre producción de alevines, específicamente en el conteo y distribución de alevines, puesto que hasta la fecha la cuantificación de alevines se realiza de manera individual y manual, lo cual presenta problemas como:

- ✓ Pérdida de tiempo para llevar a cabo el conteo de alevinos, el conteo se realiza por captura de alevinos uno por uno y también lo realizan muchas personas, para agilizar el proceso.

- ✓ Incomodidad de parte de los piscicultores, al esperar mucho tiempo por ser atendidos sus pedidos.
- ✓ Demasiado estrés de los personales técnicos que se demoran semanas en terminar el conteo y por su constante contacto con el agua y la humedad del medio en que trabajan, tienden rápidamente a sufrir enfermedades de complicación respiratoria por tal motivo retrasan más las entregas de alevines a los piscicultores y en ocasiones renuncian al trabajo el cual es un malestar para la institución.
- ✓ Incremento del porcentaje de mortalidad en un (10%) de alevines, por excesiva manipulación y generación de estrés de los mismos.
- ✓ Por la gran cantidad de alevines de trucha que se tiene que contabilizar, el personal tiende a cometer errores, desprestigiando a la Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas, causando pérdidas económicas tanto a la institución como también al comprador; alterando así el stock de peces de la institución o del piscicultor.
- ✓ El piscicultor al momento de adquirir los alevines desconoce el tipo de alimento y la cantidad exacta a suministrar, esto genera una gran pérdida económica del (20 %) de la ganancia total al piscicultor por desperdicio de alimento, esto se debe al elevado costo del alimento balanceado.

Los problemas ya mencionados han hecho que un total del 30% de piscicultores a nivel de la provincia de Andahuaylas y chincheros se declarara inactivos y dejaran de criar truchas, dedicándose a otras actividades.

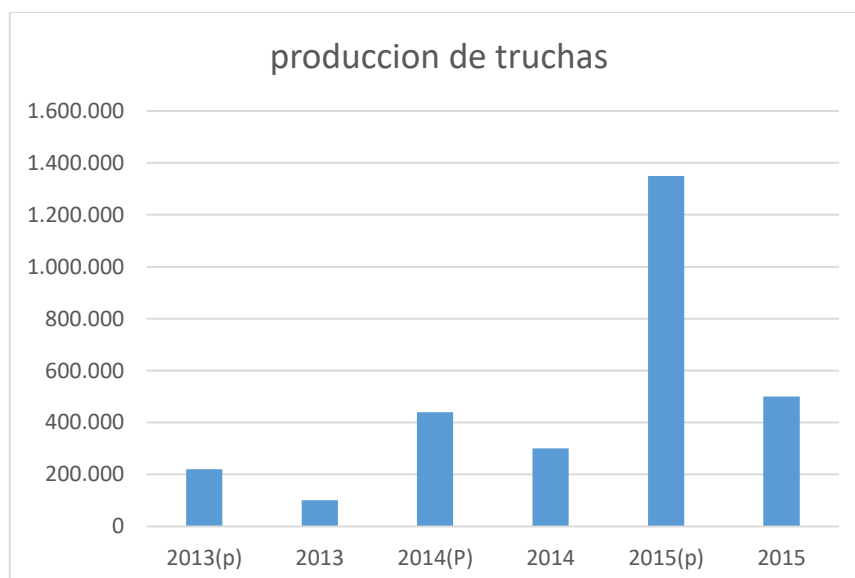
En la tabla 04 se muestra la producción de alevinos de trucha incubados en las provincias de Andahuaylas y chincheros del año 2013 hasta la actualidad.

Tabla N° 04. Producción de alevinos de trucha “arcoiris”.

mes	año de producción total					
	2013(p)	2013	2014(P)	2014	2015(p)	2015
enero	30,000	0	50,000	0	200,000	0
marzo	30,000	0	50,000	0	200,000	100,000
mayo	30,000	50,000	80,000	100,000	200,000	100,000
julio	30,000	50,000	80,000	100,000	250,000	100,000
septiembre	50,000	0	80,000	100,000	250,000	100,000
noviembre	50,000	0	100,000	0	250,000	100,000
total	220,000	100,000	440,000	300,000	1,350,000	500,000

(P)= producción de alevinos de empresas privadas

Fuente: Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas



Fuente: Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas

Por otro lado el ministerio de la producción de Andahuaylas ha publicado en los medios de comunicación, el día 16 de mayo del 2016 lo siguiente:

PRODUCE ANDAHUAYLAS BRINDA ASISTENCIA TÉCNICA EN REINCUBACION DE OVAS EMBRIONADAS DE TRUCHA

El Gobierno Regional de Apurímac a través de PRODUCE ANDAHUAYLAS, brindo asistencia técnica a piscicultores de Menor Escala que realizaron re incubación de ovas embrionadas de trucha

todas importadas en sus respectivas salas de Re incubación, el día sábado 14 de mayo de año 2016, siendo los siguientes beneficiarios:

- ✓ 100 millares de ovas, por el Sr. Javier Ramos (Uripa)
- ✓ 50 millares de ovas, por el Sr. Eusebio Ramírez (Llimpe – Chincheros)
- ✓ 50 millares de ovas, por la Sra. Vilma Gómez (Pumallaulli – Kishuara)
- ✓ 50 millares de ovas, por el Sr. Raúl Delgado (Ccapaccalla)
- ✓ 30 millares de ovas, por el Sr. Eusebio Ramírez (Llimpe – Chincheros)
- ✓ 100 millares de ovas, por la DISUREPRO Andahuaylas.

Totalizando un total 380 millares de ovas embrionadas de trucha en el mes de mayo cabe recalcar que a la fecha se tiene más de 600 millares en el primer trimestre de este año, señalando que en el año 2015 se realizó la re incubación de más de 1 millón y medio de ovas de trucha. Siendo para este año la meta de 2 millones de ovas de trucha que fomentara la producción truchícola en nuestra Sub Región Chanka con el abastecimiento permanente de alevinos de trucha a los piscicultores. Con el trabajo en equipo de empresa privada y estado (Produce Andahuaylas) se logrará seguir desarrollando la truchicultura en la Sub Región Chanka.

Figura N° 01. Noticia de ovas importada en Andahuaylas



The image shows a newspaper clipping from 'EXPRESIÓN' with the following details:

- Logo:** 'Ed' in a red circle, 'EXPRESIÓN' in large white letters on a blue background, and '3 AÑOS' in a yellow and red circle.
- Tagline:** 'Con la fuerza de la verdad, Líder en información'.
- Navigation Bar:** Inicio Local Regional Nacional Internacional Elecciones Deportes Tecnología Salu
- Section Header:** '380 millares de ovas beneficiaran a piscicultores de Andahuaylas y Chincheros'.
- Text:** 'Publicado por Marcelino Huaraca Maytan – Publicado el 16 Mayo, 2016 En Política'.
- Image:** A man in a suit pouring water into a tray of incubation cells.
- Text to the right of the image:** 'El Gobierno Regional de Apurímac a través de PRODUCE ANDAHUAYLAS, brindo asistencia técnica a piscicultores de Menor Escala que realizaron re incubación de ovas embrionadas de trucha todas importadas en sus respectivas salas de Re incubación, el día sábado 14 de mayo siendo los siguientes beneficiarios: ü 100 millares de ovas, por el Sr. Javier Ramos en la piscigranja de Hugo Loayza (Uripa) ü 30 millares de ovas, por el Sr. Eusebio Ramírez (Limpe – Chincheros) ü 50 millares de ovas, por el Sr. Eusebio Ramírez (Limpe – Chincheros) ü 50 millares de ovas, por la Sra. Vilma Gómez Castillo (Pumallaulli – Kishuara) ü 50 millares de ovas, por el Sr. Raúl Delgado Rojas (Ccapaccalla – Andahuaylas)'.
- Caption below the image:** 'PRODUCE ANDAHUAYLAS BRINDA ASISTENCIA TÉCNICA EN REINCUBACION DE OVAS EMBRIONADAS DE TRUCHA'.

Fuente (<http://www.expresion.pe/2016/05/16/380-millares-de-ovas-beneficiaran-a-piscicultores-de-andahuaylas-y-chincheros/>) fecha 19/05/2016. DIREPRO Andahuaylas.

Justificación. En el tabla 04 podemos observar el incremento de la producción de alevinos de trucha, las cantidades exactas que se tiene que contar cada dos meses, como vemos en el año 2015 ya se superó el millón y medio de alevinos y nos podemos dar cuenta lo tedioso y complicado que tiene que ser para los técnicos que trabajan en la sala de incubación poder contar uno por uno toda la cantidad de peces.

Por tantos problemas vistos anteriormente se realizara la creación del nuevo sistema de visión artificial para el conteo y medición de

alevinos de trucha, dicho sistema se aplicara en la sala de re - incubación de ovas importadas del ministerio de la producción Andahuaylas, quien es la entidad encargada de supervisar e incubar la mayor cantidad de ovas a nivel de toda la Región Apurímac; el nuevo sistema nos permitirá realizar el conteo de manera más rápida y precisa del número de alevines de trucha vivas, saber el tamaño que tienes, el tipo de calidad y la cantidad de alimento exacta que se tiene que suministrar, todo este proceso se realizara con el único objetivo de mejorar la crianza de truchas y poder beneficiar a los piscicultores de toda la región.

2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Existe un Sistema de Visión Artificial para el Conteo y Medición de Alevinos de Trucha “Arcoíris”, para la Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas, 2018?

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo General

Desarrollar un Sistema de Visión Artificial para el Conteo y Medición de Alevinos de Trucha “Arcoíris”, para la Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas, 2018.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar e implementar un sistema para el Conteo y Medición de Alevinos de Trucha “Arcoíris”, para la Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas, 2018.
- Reducir el porcentaje de error en el conteo Alevinos de Trucha “Arcoíris”, para la Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas, 2018.
- Disminuir el tiempo empleado en el Conteo y Medición de Alevinos de Trucha “Arcoíris”, para la Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas, 2018.

- Disminuir el nivel de mortalidad en el Conteo de Alevinos de Trucha “Arcoíris”, para la Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas, 2018.

2.4 JUSTIFICACIÓN

El sistema de visión artificial para estimar la cuantificación de alevinos de trucha, busca reducir el estrés, daños mecánicos y contaminación de alevinos, por manipulación y con ello la obtención de incrementar la tasa de supervivencia en esta etapa. Del mismo modo, busca disminuir el error de conteo y así realizar una estimación más precisa de los alevinos, también cabe recalcar que se podrá medir el tamaño promedio del alevín y poder así calcular el nivel de calidad y también mencionar que a través de la tabla de alimentación calculada por la empresa Purina, el nuevo sistema podrá darnos el resultado de la cantidad de alimento que se tiene que suministrar a una cantidad exacta de alevines para poder así optimizar el costo de producción de carne de trucha entro de nuestra provincia de Andahuaylas.

La investigación resulta importante, porque la metodología de visión artificial que se emplea para desarrollar el sistema, se utiliza por primera vez en la acuicultura de la trucha arcoíris. Así mismo la utilización del nuevo sistema, por su fácil manejo no requiere de mucho esfuerzo ni de elevada inversión horas - hombre, dado como punto a favor la disminución en el costo de producción de los alevines de trucha.

Lo más importante es recuperar la confianza de los productores de truchas quienes hasta la actualidad tienen un resentimiento a la Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas, ya que se piensa que fueron engañados en el conteo de alevines.

2.5 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

2.5.1 Viabilidad Técnica

Las herramientas necesarias para implementar el sistema de visión artificial son las siguientes:

Herramientas físicas (Hardware):

- 01 laptop TOSHIBA Satélite core i7, sistema operativo Windows 10, procesador 2.60 GHz
- 01 Smartphone (teléfono inteligente) con cámara y sistema operativo Android.

Herramientas lógicas (Software):

- Lenguaje de programación MATLAB versión R2012a Sun
- Función guide de MATLAB
- Rational Rose Enterprise Edition versión 7.0
- La aplicación DroidCam.Client.6.0.FullOffline

Cada uno de los software están disponibles en las distintas direcciones web mencionadas en las referencias bibliográficas.

2.5.2 Viabilidad Operativa

La implementación del sistema que se desarrollará, contará con características que la harán muy intuitiva, es decir los operadores que lo manejen sólo tendrá que hacer como máximo tres clic en el sistema para que el mismo empiece a realizar el conteo.

Una vez dada la capacitación a los operadores de la Institución sobre el sistema a implementar, se darán cuenta lo amigable y comprensible es el sistema para los operadores.

2.5.3 Viabilidad Económica

El presente proyecto es viable, ya que se cuenta con los recursos económicos suficientes para la adquisición de materiales e implementos tecnológicos y profesionales capacitados en el desarrollo de software.

2.5.4 Viabilidad Social

Una vez dada la capacitación a los técnicos y piscicultores, se facilitara el manejo del nuevo sistema, también el entorno grafico se realizara de manera clara y precisa para su fácil manipulación del sistema a implementar.

2.5.5 Viabilidad Legal.

En cuanto a la licencia del software a utilizarse en el desarrollo del aplicativo son la mayoría de código libre y la licencia del software privado son cómodos.

2.6 LIMITACIÓN DEL ESTUDIO

La presente investigación, que solo comprende del conteo de alevinos de trucha, medición y mortalidad en porcentajes detalla las siguientes limitaciones.

- No se cuenta con una cámara industrial de uso exclusivo para el tema de visión artificial en el manejo de imágenes, esto nos dificulta porque a menos imágenes capturas por segundo el conteo se realiza a una poca velocidad y el porcentaje de precisión disminuye.
- Hasta la actualidad no existe un método de conteo al 100% confiable de alevinos de trucha y se ha realizado pocos estudios con respecto al tema, por tal motivo se ha tenido que recurrir al MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN para la validación de algunos datos.
- El sistema se ha desarrollado con una herramienta de software matemático que ofrece un entorno de desarrollo integrado (IDE) MATLAB con el lenguaje de programación (lenguaje M), dificultando así al momento de poder realizar las capturas ha objetos en movimiento ya que el tiempo de procesamiento de imágenes es un poco lento.

2.7 MARCO TEÓRICO

2.7.1 Acuicultura.

a) Definición

Conjunto de actividades tecnológicas orientadas a la crianza de animales o plantas en un ambiente acuático, que abarca su ciclo completo o parcial y se realiza en un ambiente seleccionado y controlado (FONDEPES, AECI y PADESPA, junio 2004).

La FAO (2003) define acuicultura como: Cultivo de organismos acuáticos en áreas continentales o costeras, que implica por un lado la intervención en el proceso de crianza para mejorar la producción y por el otro la propiedad individual o empresarial del stock cultivado.

Figura N° 02. Acuicultura



Fuente: (FONDEPES, AECI y PADESPA, junio 2004).

En forma global el término acuicultura reúne a todas aquellas acciones que tienen por objeto la producción, el crecimiento y comercialización de organismos acuáticos animales o vegetales de aguas dulces, salobres o saladas. Implica el control de las diferentes etapas de desarrollo hasta la cosecha, proporcionando a los organismos los medios adecuados para su crecimiento y engorde (López, M, 2003).

b) Clasificaciones De La Acuicultura

Así lo califica (DINARA, 2010).

I. Según el Medio en donde se instalen los cultivos:

❖ Aguas interiores o continentales.

Se desarrolla en cuerpos de agua interiores (ríos, lagos, embalses) y en cuerpos de agua artificiales (estanques, tajamares, piletas, etc.).

❖ Marina (maricultura).

Se refiere a los cultivos realizados en agua marina o salobre, en estructuras costeras, ultramar o en ambientes artificiales en tierra.

II. Según la Escala Productiva:

❖ Acuicultura comercial.

Puede diferenciarse en, pequeña, mediana empresa o industrial. Es aquella que realiza un manejo productivo del cultivo partiendo de una inversión inicial. De la magnitud de esta última, dependerá la escala productiva del emprendimiento.

❖ Acuicultura de recursos limitados.

Hace referencia a la práctica de la acuicultura definida en la actualidad como la unidad de producción en pequeña escala auto gestionado, con el fin de comercialización propia o en sociedad con otras unidades de índole similar. La escala de producción es baja y el manejo es simple.

III. Según el Manejo del Proceso Productivo:

❖ **Acuicultura extensiva.**

Este tipo de cultivo se basa en alcanzar una producción donde el manejo del medio acuático y de los peces sea mínimo. Su característica más relevante es el no aporte de alimento suplementario, por lo que los animales para su crecimiento dependen en un 100 % de la productividad que alcance el medio. Esta modalidad requiere trabajar a muy bajas densidades de siembra. Según la FAO (2008) la producción puede alcanzar hasta los 500 kg/Há/año.

❖ **Acuicultura semi-intensiva.**

Esta modalidad, si bien permite alcanzar un rendimiento mayor que en el caso anterior, requiere desde su inicio más inversión tanto para el manejo de los peces como del medio acuático. Se trata de incrementar la productividad del medio enriqueciendo la calidad del agua a partir de la utilización de fertilizantes orgánicos o inorgánicos, y aportando alimento balanceado a los peces. En este caso la densidad de siembra puede ser más alta, permitiendo un aumento de la producción, la que puede alcanzar hasta 20 ton/Há/año. Cabe destacar que esta escala de cultivo requiere mayor asistencia técnica y control durante todo el proceso a fin de asegurar el éxito del cultivo.

❖ **Acuicultura intensiva.**

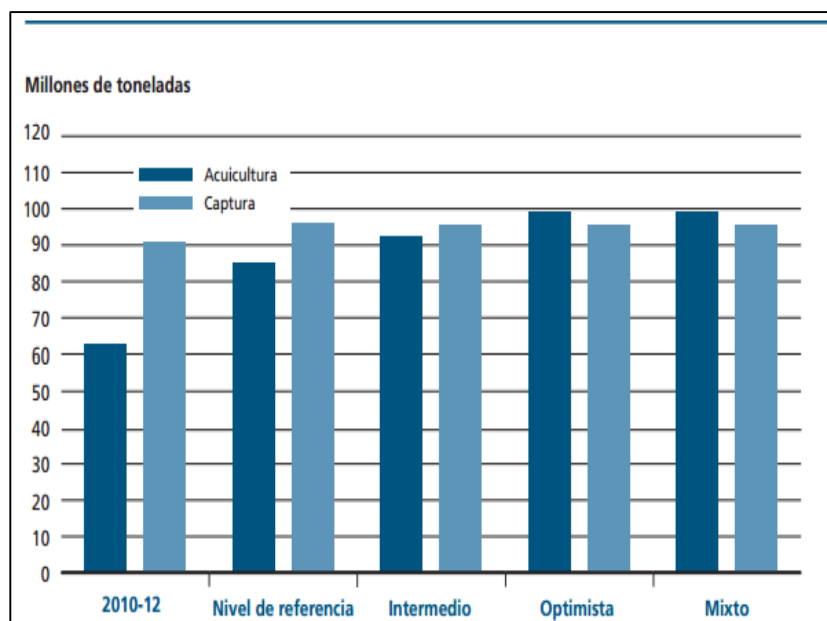
Con este sistema se alcanza la mayor producción por unidad de área. La FAO (2008) reporta producciones de hasta 200 ton/Há/año. Los animales se alimentan con raciones balanceadas dependiendo en un 100% del aporte externo. Se manejan y controlan permanentemente las variables ambientales, como ser, oxígeno disuelto en el agua, temperatura, pH, entre otras. Esta modalidad de cultivo es tecnificada, exige mayores inversiones y asistencia técnica.

c) El Futuro Crecimiento De La Acuicultura.

En 2010, la FAO elaboró un modelo para analizar las perspectivas del sector de la pesca y la acuicultura en cuanto al potencial de producción, la demanda, el consumo, los precios y las cuestiones clave que podrían influir en la oferta y la demanda futuras. Los resultados de las proyecciones se actualizan anualmente para describir un escenario plausible durante un período de 10 años en determinados supuestos, como por ejemplo el entorno macroeconómico, los aranceles y las normas comerciales internacionales, el fenómeno El Niño, los obstáculos de gestión para la producción y las tendencias de la productividad a más largo plazo. Estos supuestos representan un entorno macroeconómico y demográfico específico que refleja la evolución de la oferta y la demanda.

En la tabla 05 se muestra la producción pesquera mundial en diferentes escenarios, desde 2010-12 hasta 2022.

Tabla N° 05. Modelo pesquero de la FAO:



Fuente: FAO, 2014.

2.7.2 Piscicultura.

a) Definición

Es el cultivo de peces, bajo condiciones controladas o semi-controladas. (FONDEPES, AECl y PADESPA, junio 2004).

Figura N° 03. Piscicultura



Fuente: (FONDEPES, AECl y PADESPA, junio 2004).

2.7.3 Salmon.

a. Realidad mundial.

Según la (FAO, 2014, Pg. 65) la proporción del salmón en el comercio pesquero mundial ha registrado un fuerte incremento durante los últimos decenios hasta llegar al 14 % gracias al aumento de la producción acuícola de salmón y trucha en Europa septentrional y en América del Norte y del Sur. En

general, la demanda ha aumentado de forma continuada en la mayoría de los mercados

Y está aumentando geográficamente, en particular para el salmón del Atlántico cultivado, también mediante nuevas variedades de productos elaborados. Sin embargo, en los últimos años la oferta ha sido más variable, en su mayoría como resultado de problemas relacionados con enfermedades en Chile. El salmón silvestre del Pacífico también tiene una cuota importante en los mercados mundiales, ya que representa alrededor del 30 % del total del mercado de salmónidos.

Los precios del salmón de cultivo disminuyeron drásticamente en la segunda mitad de 2011 y tardaron varios meses en estabilizarse. La recuperación comenzó a finales de 2012 y desde entonces el mercado del salmón ha registrado una trayectoria positiva de los precios, aumentando así los ingresos de exportación hasta máximos históricos, sobre todo para los productores noruegos que abastecen mercados de la Unión Europea (Organización Miembro). En el tercer trimestre de 2013, se invirtió esta tendencia de los precios a raíz de algunos indicios de debilitamiento de la demanda, ya que el aumento de los costos de las materias primas se filtró en la cadena de valor. No obstante, parece que el equilibrio del mercado debería ser suficientemente ajustado como para detener el descenso en 2014. Noruega sigue siendo el productor y exportador dominante de salmón del Atlántico. En Chile, el segundo productor y exportador en importancia, la industria está atravesando un importante proceso de transformación en respuesta a la actual crisis financiera y con el fin de hacer frente al aumento de los costos de producción derivado del endurecimiento de las normativas de producción.

Las granjas chilenas siguen viéndose afectadas por problemas relacionados con las enfermedades y un aumento de los costos del pienso que suponen una desventaja general en términos de eficacia de la producción.

2.7.4 Trucha Arcoíris.

a) Biología General De La Trucha Arco Iris

Así lo define (INCAGRO, 2008).

La trucha pertenece a la familia de los salmónidos dentro del orden de los salmoniformes, donde las truchas verdaderas constituyen el género salmo, esta especie tiene el nombre científico de *Oncorhynchus mykiss*.

Se caracteriza por tener el cuerpo cubierto con finas escamas de forma fusiforme y mucus, la coloración de la truchas varía de acuerdo al ambiente en que vive, edad, sexo y otros factores como la influencia del medio ambiente que lo rodea; en riachuelos sombreados presenta color plomo oscuro, mientras que en estanques y jaulas flotantes al estar bien expuestos a los rayos solares ofrece una tonalidad más clara; de un color azulado a verde oliva en su parte superior o dorso, en las partes laterales una franja rojiza plateado iridiscente y con el abdomen blanco, además posee bastantes lunares negros y marrones en la piel por lo que también es llama pecosa.

b) Etapas De Desarrollo De La Truchas

El desarrollo biológico de la trucha comprende 5 etapas según (CEDEP, M.D.RAGASH, ANTAMINA, 2009):

I. Ova.

Son los huevos fecundados que después de un promedio aproximado de 30 días de incubación, eclosionan para convertirse en larva.

II. Alevino.

Son peces pequeños que miden de 3 cm. A 10 cm. Con un peso que oscila entre 1.5 gr. A 20 gr.

III. Juvenil.

Son peces que miden de 10 cm. A 15 cm. Cuyo peso es generalmente de 20 gr. A 100 gr.

IV. Comercial.

Es la etapa especial, donde los peces han recibido el proceso de engorde para ser comercializados, estos miden 15 cm. A 22 cm. Con un peso de 100 a 200 gr.

Figura N° 04. Producción De Truchas Arco Iris (*Oncorhynchus Mykiss*)



Fuente. (CEDEP, M.D.RAGASH, ANTAMINA, 2009)

c) Elementos necesarios para la producción de trucha.

(DINARA, 2010) La cantidad y calidad del agua son factores limitantes para el éxito del emprendimiento, esto implica el disponer de fuentes de agua cercana, superficial o profunda, de las que previamente se deberán conocer las características físico-químicas, origen y disponibilidad.

Es necesario que la fuente de agua esté libre de pesticidas y tóxicos. El agua de pozo es adecuada para acuicultura por mantener características estables, aunque deberá ser oxigenada previo al ingreso al sistema de cultivo.

Puede utilizarse agua de abastecimiento superficial tomada de cursos naturales (ríos, arroyos, cañadas y reservorios) colocando filtros que minimicen la entrada de organismos no amigables con el cultivo. Una ventaja de este suministro es que puede ingresar al sistema por gravedad, disminuyendo los costos de operación (perforación y/o bombeo). Es deseable contar con antecedentes históricos de disponibilidad de agua de la cuenca o región.

La cantidad de agua deberá ser bien planificada, incluyendo en el cálculo el abastecimiento inicial, recambio diario y reposición post cosecha. Otro aspecto a tener en cuenta son las pérdidas por evaporación (en los períodos cálidos) y por filtración según la constitución del terreno. El agua deberá ser previamente analizada antes de emprender un cultivo, una buena producción acuícola estará asociada a la calidad de agua empleada. Existen parámetros generales de calidad del agua para piscicultura, no obstante cada especie posee rangos óptimos para su desarrollo (Cuadro 06). Si la calidad del agua se aparta del rango establecido se deberán aplicar medidas que permitan mejorar y ajustar a las condiciones óptimas.

Tabla N° 06. *Parámetros de la calidad de agua para cultivo de peces*

Ítem	Límite inferior	Límite superior
Temperatura (°C)	8.0	20.0
Oxígeno disuelto (ppm)	4.0	10.0
Alcalinidad (ppm)	50.0	300.0
Dureza (ppm)	20.0	300.0
pH	7.0	9.5
Amonio total	0.0	1.0
Amonio no ionizado (ppm)	0.0	0.1
Nitrito (ppm)	0.0	0.1
Dióxido de carbono (ppm)	0.0	20.0

Extraído: Revista Gestión Técnica N° 14. Fuente SAGYP (2002)

2.7.5 Sala De Incubación

Es la instalación más importante de una producción truchicola, en ella tiene lugar las fases de embrión, eclosión del huevo y primer alevinaje, las dimensiones depende directamente de la producción que se desea obtener y de la doble finalidad de incubación y alevinaje. Las pilas albergaran los alevinos y previamente las bandejas o bastidores de incubación, existen muchas variaciones en sus dimensiones, se han estandarizado en las siguientes:

Longitud : **3 – 5 m.**

Ancho máximo : **0.6 m. (En parejas)**

0.8 m. (Individual)

Profundidad : **0.25 – 0.35 m.**

Los Material que se utilizan para la incubación es, fibra de vidrio y bastidores.

Figura N° 05. Fibra de vidrio utilizado para la re-incubación.



2.7.6 Alevino.

Proceso de producción alevinos hasta su repartición a los piscicultores.

a) Transporte de huevos, ovas.

Las ovas ya fertilizadas se importan de EEUU una sola vez cada mes, para ser distribuidos a nivel todo el Perú.

Según (INCAGRO, 2008).

Las ovas apunto de eclosionar pueden ser transportados dependiendo, de la distancia a otra sala de eclosión o de fase larvaria. Las ovas embrionadas se transportan en cajas especiales térmicas, manteniendo la humedad con hielo, o colocándose este en un vestidor después de cada dos vestidores como con ovas. Antes de ser empacarlos para su envío deben ser desinfectados por inmersión en una solución acuosa de yodo foro que es muy activo frente a bacterias y virus; como medida preventiva, frente a posibles agentes patógenos que pueden ser potencialmente transferido a otra granja

Figura N° 06. Ovas de truchas Importadas.



b) Alevinos de primer estadio (Larvas o dedinos).

Según (INCAGRO, 2008).

La membrana del huevo es disuelta por enzimas desde el interior, el alevín de primer estadio (larva), coletea dentro hasta que la rompe, saliendo del huevo mediante movimientos de látigo, mide solamente unos 18 mm, tiene una gran vesícula vitelina que le cuelga por debajo, la cual contiene las reservas alimenticias para esta primera etapa. Tiene los ojos relativamente grandes, muy oscuros y las aletas aunque presentes no están bien diferenciadas, se distingue claramente el corazón latiendo y los principales vasos sanguíneos, ya que su cuerpo es prácticamente transparente.

Figura N° 07. Larvas



Fuente. (INCAGRO, 2008).

Al principio las larvas permanecen tranquilas, en el fondo escondiéndose entre los relieves, refugiados al máximo de corrientes fuertes, durante los primeros 25-45 días huyen de la luz y van a favor de la gravedad, se alimentan del saco vitelino durante dos o tres semanas, según la temperatura, pero en general cuando el alevín tiene sobre unos 2.5 cm. ya ha consumido casi íntegramente su vesícula vitelina.

Figura N° 08. Alevinos listos para ser distribuidos.



Es entonces que se le debe suministrar alimento para que los alevinos de inicio, comienzan a alimentarse artificialmente, cuando ya han absorbido $\frac{3}{4}$ partes del saco vitelino, ya que ellos suelen subir a captar lo que flota en la superficie, de esta manera aprenden a captar alimento, la frecuencia del suministro alimenticio debe ser constante como mínimo de 7 a 10 veces al día.

c) Traslado y siembra de alevinos.

Según (INCAGRO, 2008).

Al obtener los alevinos apropiados y listos para la siembra, se inicia con proceso del transporte hasta los módulos de las jaulas flotantes. Si la distancia es considerable, hasta 24 horas de viaje, entonces un vehículo apropiado es acondicionado con un tanque transportador de peces, equipado con un difusor de aire, para la

oxigenación y mantener la temperatura uniforme. Se recomienda que el transporte se realice en las horas de la mañana, para evitar el contacto con los rayos del sol que puede incrementar la temperatura del agua y provocar la mortalidad por anoxia.

La cantidad de alevinos por tanque de traslado debe ser moderada para evitar mortalidad de peces por causa de síndrome de las burbujas de gas. No se le debe suministrar alimento 12 a 24 horas antes del transporte.

2.7.7 Cuantificación.

(Sustantivo Femenino) Cálculo del número de unidades, tamaño o proporción de una cosa, especialmente por medio de números. (Diccionario Manual de la Lengua Española, 2007)

2.7.8 Medición.

(Femenino) Acción y efecto de medir. (Diccionario Manual de la Lengua Española, 2007)

a) Medir.

Según el (Diccionario Manual de la Lengua Española, 2007).

- Determinar el valor de una magnitud.
- Considerar y calibrar las ventajas o inconvenientes que implica hacer algo: debemos medir los riesgos antes de decidirnos.
- Comprobar una habilidad, fuerza o actividad comparándola con otra.
- Controlar lo que se va a hacer o decir para evitar un mal: mide tus palabras, que estás hablando con el jefe.

2.7.9 Inteligencia Artificial.

a) Definición

No existe una definición concreta de inteligencia artificial, pero la mayoría de los autores es que es, en esencia, lograr que una máquina tenga inteligencia propia, es decir: “La inteligencia artificial es una de las áreas más fascinantes y con más retos de la ciencia de la computación ya que ha tomado a la inteligencia como la característica universalmente aceptada para diferenciar a los humanos de otras criaturas ya sean vividas o animadas, para construir un programa o computadoras inteligente”. (Tomas L., 2007).

La IA es la rama de la ciencia que se encarga del estudio de la inteligencia en elementos artificiales y, desde el punto de vista de la ingeniería, propone la creación de elementos que posean un comportamiento inteligente. Dicho de otra forma, la IA pretende construir sistemas y máquinas que presenten un comportamiento que si fuera llevado a cabo por una persona, se diría que es inteligente. El aprendizaje, la capacidad de adaptación a entornos cambiantes, la creatividad, etc., son facetas que usualmente se relacionan con el comportamiento inteligente. Además, la IA es muy interdisciplinar, y en ella intervienen disciplinas tan variadas como la Neurociencia, la Psicología, las Tecnologías de la Información, la Ciencia Cognitiva, la Física, las Matemáticas. (Juan J., Carlos D., Ángel G., Jorge P., 2007)

Según (Stuart J. Russell y Peter Norvig, 2004) A lo largo de la historia se han seguido cuatro enfoques mencionados. Como es de esperar, existe un enfrentamiento entre el enfoque centrado en los humanos y los centrados en torno a la racionalidad. El enfoque centrado en el conocimiento humano debe ser una ciencia empírica, que incluya hipótesis y confirmaciones mediante experimentos. A continuación revisaremos cada uno de los cuatro enfoques con más detalle.

Tabla N° 07. Algunas definiciones de inteligencia artificial.

Sistemas que piensan como humanos	Sistemas que piensan racionalmente
<p>“el nuevo y excitante esfuerzo de hacer que los computadores piensen. Maquinas con mentes, en el más amplio sentido literal”. (Haugeland, 1985)</p> <p>“La autorización de actividades que vinculamos con procesos de pensamiento humano, actividades como la toma de decisiones, resolución de problemas y aprendizaje...” (bellman, 1978)</p>	<p>“El estudio de las facultades mentales mediante el uso de modelos computacionales”. (Charniak y McDermolt, 1985).</p> <p>“el estudio de los cálculos que haces posible percibir, razonar y actuar”. (Winston, 1992).</p>
Sistemas que actúan como humanos	Sistemas que actúan racionalmente
<p>“El arte de desarrollar maquinas con capacidad para realizar funciones en cuanto son realizadas por personas requieren de inteligencia”. (Kurzweil, 1990).</p> <p>“El estudio de como logran los computadores realicen tareas que, por el momento los humanos haces mejor”. (Rich y Knight, 1991)</p>	<p>“La inteligencia computacional es el estudio del diseño de agentes inteligentes”. (Poole et al., 1998)</p> <p>“Inteligencia Artificial está relacionada con conductas inteligentes en artefactos”. (Nilsson, 1998).</p>

Esta es una definición muy completa e interesante, pero no es la única, para algunos otros autores, la inteligencia artificial es el estudio de cómo hacer que las computadoras hagan cosas que, en estos momentos, hace mejor el hombre. Para otros, la inteligencia artificial es una ciencia que intenta la creación de

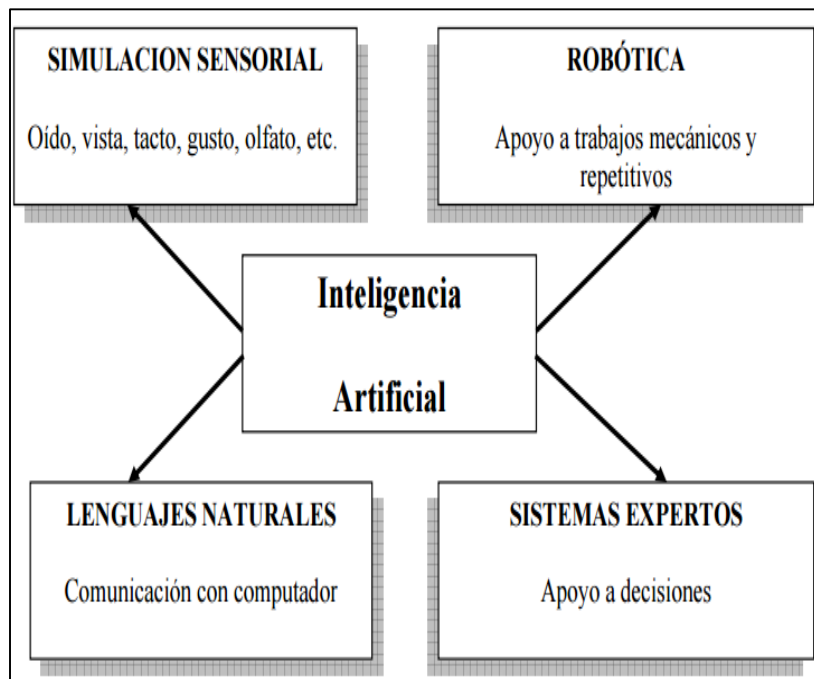
programas para maquinas que imiten el comportamiento y la comprensión humana, que sea capaz de aprender, reconocer y pensar.

Pero sea cual sea el concepto, la inteligencia artificial esta ordenada a conseguir que las maquinas realicen trabajos donde se aplique la inteligencia, el razonamiento y el conocimiento de un ser humano. (Tomas L., 2007).

b) Campos de la inteligencia artificial.

Según (Tomas L., 2007), La inteligencia Artificial se divide en campos de estudio los cuales se resumen en la siguiente figura.

Figura N° 09. Áreas de estudio e investigación de la inteligencia artificial.



Fuente: (Tomas L., 2007).

I. Simulación sensorial.

Área de la inteligencia artificial que a través de las computadoras persigue la imitación de las capacidades o habilidades sensoriales humanas tales como la vista, oído, habla y tacto. Lo anterior incluye visión computacional, procesamiento de imágenes y reconocimiento de escenas. (Tomas L., 2007)

II. Robótica.

Estudia la imitación del movimiento humano a través de robots, los cuales, son creados con el fin de apoyar procesos mecánicos repetitivos que requieren gran precisión. Algunos procesos pueden ser: pintura y acabados, movimiento de materiales, reconocimiento de defectos. (Tomas L., 2007).

III. Lenguajes naturales.

Se enfoca en el diseño y desarrollo de software capaz de aceptar, interpretar y ejecutar instrucciones dadas por los usuarios en su lenguaje nativo. (Tomas L., 2007)

IV. Sistemas expertos

Permiten cargar base de conocimientos integradas por una serie de reglas de sentido común o conocimiento heurístico; es decir conocimiento basado u obtenido a través de la experiencia de un especialista o experto dentro de un dominio específico del saber. Una vez cargada esta base de conocimiento múltiples usuarios la pueden usar para consulta, apoyo a la toma de decisiones, capacitación. (Tomas L., 2007).

Con todo lo anterior podemos definir que nos enfocaremos en el estudio del campo de Simulación Sensorial, ya que contiene dentro de ella procesamiento de imágenes y visión computacional, áreas que nos ayudaran a comprender y desarrollar nuestro sistema.

2.7.10 Visión artificial.

a) Visión

Según (L. Enrique S., Giovani G.)

Visión es la ventana al mundo de muchos organismos. Su función principal es reconocer y localizar objetos en el ambiente mediante el procesamiento de las imágenes. La visión computacional es el estudio de estos procesos, para entenderlos y construir maquinas con capacidades similares. Existen varias

definiciones de visión, entre estas podemos mencionar las siguientes.

- “Visión es saber que hay y donde mediante la vista” (Aristóteles).
- “Visión es recuperar de la información de los sentidos (vista) propiedades validas del mundo exterior”, Gibson [25].
- “Visión es un proceso que produce a partir de las imágenes del mundo exterior una descripción que es útil para el observador y que no tiene información irrelevante”, Marr [77].

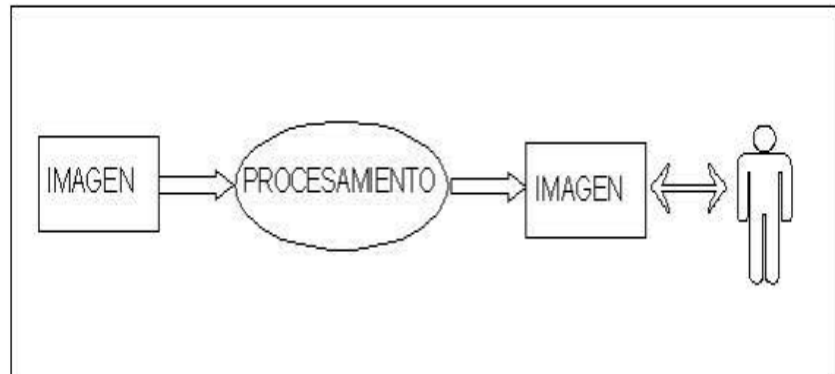
Las tres son esencialmente validas, pero la que tal vez se acerca más a la idea actual sobre visión computacional es la definición de Marr. En esta definición hay tres aspectos importantes que hay que tener presentes: (i) visión es un proceso computacional, (ii) la descripción a obtener depende del observador y (iii) es necesario eliminar la información que no sea útil (reducción de información).

Un área muy ligada a la de visión computacional es la de procesamiento de imágenes. Aunque ambos campos tienen mucho en común, el objetivo final es diferentes. El objetivo de procesamiento de imágenes es mejorar la calidad de las imágenes para su posterior utilización o interpretación, por ejemplo:

- Remover defectos,
- Remover problemas por movimiento o desenfoque,
- Mejorar ciertas propiedades como color, contraste, estructura, etc.
- Agregar “colores falsos” a imágenes monocromáticas.

En la figura N° 09. Se ilustra el enfoque de procesamiento de imágenes, en el cual se obtiene una imagen “mejor” para su posterior interpretación por una persona.

Figura N° 10. Esquema general del procesamiento de imágenes.



Su función principal es presentar la misma imagen resaltando e ignorando ciertas características. Obsérvese que la entrada y salida son imágenes. Ejemplo más clásico.

Figura N° 11. Aumento de contraste.



(a) Imagen oscura debido a que su rango de grises es reducido.

(b) ecualización del rango de grises.

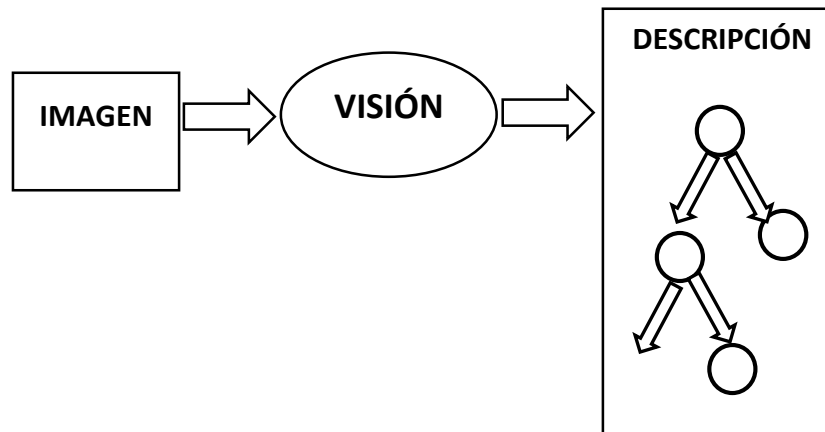
El objetivo de la visión computacional es extraer características de una imagen para su descripción e interpretación por la computadora. Por ejemplo:

- Determinar la localización y tipo de objetos en la imagen.

- Construir una representación tridimensional de un objeto.
- Analizar un objeto para determinar su calidad.
- Descomponer una imagen u objeto en diferentes partes.

En visión se busca obtener descripciones útiles para cada tarea a realizar. La tarea demandara modificar ciertos atributos, ver figura 12

Figura N° 12. Esquema general de visión por computadora.



La imagen de entrada es procesada para extraer los atributos, obteniendo como salida una descripción de la imagen analizada.

b) Definición

Según (Eddie Ángel S., 2003).

Podríamos decir que la Visión Artificial (VA) describe la deducción automática de la estructura y propiedades de un mundo tridimensional posiblemente dinámico, bien a partir de una o varias imágenes bidimensionales del mundo. Las imágenes pueden ser monocromáticas (de niveles de gris) o colores, pueden provenir de una o varias cámaras e incluso cada cámara puede estar estacionaria o móvil.

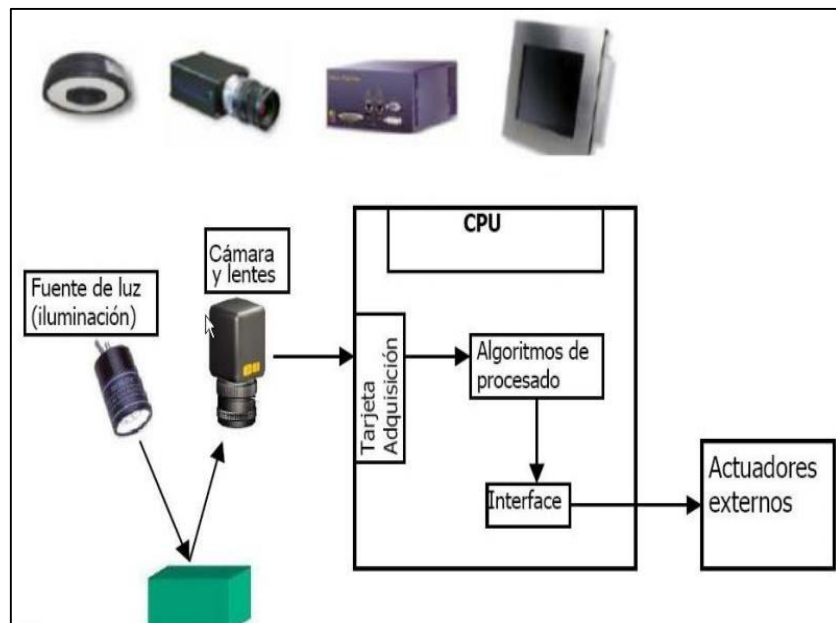
Las estructuras y propiedades del mundo tridimensional que queremos deducir en visión artificial incluyen no sólo sus propiedades geométricas, sino también sus propiedades

materiales. Ejemplos de propiedades geométricas son la forma, tamaño y localización de los objetos. Ejemplos de propiedades de los materiales son su color, iluminación, textura y composición. Si el mundo se modifica en el proceso de formación de la imagen, necesitaremos inferir también la naturaleza del cambio, e incluso predecir el futuro.

La entrada a un sistema de VA es una imagen obtenida por un elemento de adquisición, mientras que su salida es una descripción de la escena, la cual ha sido obtenida a partir de la imagen.

c) Hardware y software utilizado.

Figura N° 13. Componentes/Elementos De Un Sistema De Visión Artificial



Fuente. http://visionartificial.fpcat.cat/wp-content/uploads/UD_1_didac_Conceptos_previos.pdf (26/11/2015)

I. Hardware.

El hardware que se utiliza, que tiene como finalidad capturar imágenes digitales de los objetos a reconocer, se detallan a continuación:

- a. **Sistema de iluminación:** consiste de un fluorescente para iluminar la escena (objetos).
- b. **Cámara web:** corresponde a una cámara en HD, la cual se utiliza en la obtención de imágenes de los objetos.
- c. **Computadora:** para el desarrollo y ejecución de los programas se utilizara una computadora personal con un procesador CORE i7.

II. Software

El software de visión artificial para reconocimiento de objetos será desarrollado en MATLAB, por ser una herramienta de software matemático que ofrece un entorno de desarrollo integrado (IDE) con un lenguaje de programación propio (lenguaje M).

2.7.11 MatLab

MATLAB es un potente lenguaje diseñado para la computación técnica, El nombre del software MATLAB proviene de las palabras en inglés “MATrix LABoratory”. Es un programa muy potente con el cual podremos realizar cálculos numéricos con vectores y matrices, trabajar con números escalares, tanto reales como complejos y utilizar una amplia variedad de gráficos en dos y tres dimensiones. MATLAB tiene un lenguaje propio de programación.

MATLAB es ampliamente conocido y utilizado en universidades e institutos para el aprendizaje en cursos básicos y avanzados de matemáticas, ciencias y especialmente ingeniería.

Eduardo (2012), señala que entre sus presentaciones básicas se encuentran la manipulación de matrices, la representación de datos y funciones, la implementación de algoritmos, la creación de interfaces de usuario (GUI) y la comunicación con los programas en otros lenguajes y con otros dispositivos hardware.

2.7.12 Interfaces Gráficas de Usuario (GUI) con MatLab

Según (Gonzalo Fernández C. 2007.) El lenguaje más habitual para crear GUI-s es Java, ya que tiene la enorme ventaja de funcionar en cualquier máquina, sin embargo Java resulta muy lenta para hacer cálculos eficientemente, y es aquí donde MatLab es más poderoso. Por otro lado, las GUI-s creadas con MatLab pueden ser entregadas al ordenador del cliente (quien posiblemente no tenga más que un navegador) y ser ejecutadas en el ordenador de quien creó la interfaz en MatLab (y que por supuesto tiene un MatLab funcionando), de modo que la ventaja relativa de Java está parcialmente ofertada también por MatLab. Las GUI-s son herramientas muy útiles para entregar aplicaciones a aquellas personas que no saben lo suficiente de programación y que quieren beneficiarse de las ventajas de un programa.

a) **GUIDE (Entorno de desarrollo - GUI)**

Diego O. (2008) indica que:

GUIDE es un entorno de programación visual disponible en MATLAB para realizar y ejecutar programas que necesiten ingresos continuos de datos. Tiene las características básicas de todos los programas visuales como Visual Basic o visual C++.

Es un juego de herramientas que se extiende por completo en el soporte de MATLAB, diseñadas para crear GUIs (Graphical User Interfaces) fácil y rápidamente, prestando ayuda en el diseño y presentación de los controles de la interfaz, reduciendo la labor al grado de seleccionar, tirar, arrastrar y personalizar propiedades.

Una vez que los controles están en posición se editan las funciones de llamada (Callback) de cada uno de ellos, escribiendo el código de MATLAB que se ejecutará cuando el control sea utilizado. Siempre será difícil diseñar GUIs, pero no debería ser difícil implementarlas.

GUIDE está diseñado para hacer menos tedioso el proceso de aplicación de la interfaz gráfica y obviamente para trabajar como herramienta de trazado de GUIs. Entre sus poderosos componentes está el editor de propiedades (property editor), éste se encuentra disponible en cualquier momento que se esté lidiando con los controles de MATLAB. El editor de propiedades por separado se puede concebir como una herramienta de trazado, y asistente de codificación (revisión de nombres y valores de propiedades). Cuando se fusiona con el panel de control, el editor de menú, y herramienta de alineación, resulta una combinación que brinda un inigualable control de los gráficos en MATLAB.

El beneficio que proporciona el uso de GUIs es evidente, ya que permiten al usuario ejecutar cómodamente código desarrollado en MATLAB sin necesidad de cumplir la incómoda sintaxis funcional necesaria cuando se trabaja desde la línea de órdenes. A diferencia de la ejecución de funciones o scripts de MATLAB, la ejecución de GUIs no predetermina el flujo de ejecución del código. Es el usuario, a través de su interacción con el GUI, el que determina el orden en que se ejecutan las diferentes órdenes y funciones desarrolladas. Otra diferencia importante es que la ejecución no termina cuando finaliza la ejecución del script o función, sino que el GUI permanece abierto, permitiendo al usuario invocar la ejecución de ese u otro código desarrollado.

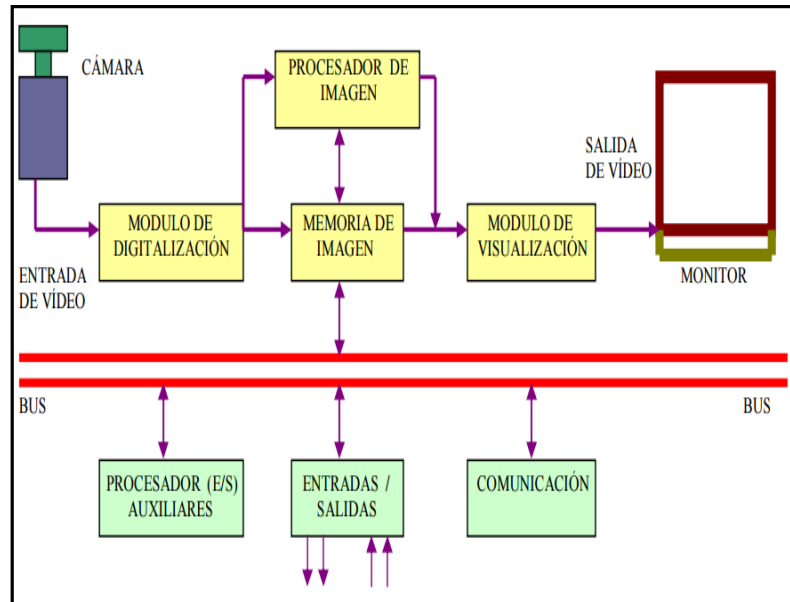
El desarrollo de GUIs se realiza en dos etapas:

- Diseño de los componentes (controles, menús y ejes) que formarán el GUI.
- Codificación de la respuesta de cada uno de los componentes ante la interacción del usuario.

2.7.13 Etapas de un sistema de visión artificial

a) Configuración básica de un sistema de Visión Artificial

Figura N° 14. Diagrama de bloques



Fuente.

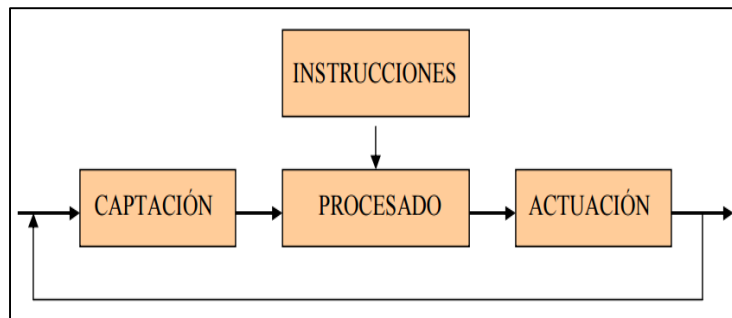
<http://www.etitudela.com/celula/downloads/visionartificial.pdf>
(26/11/2015)

Según (Ministerio de educación España, 2012)

- **Módulo de digitalización.** Convierte la señal analógica proporcionada por la cámara a una señal digital (para su posterior procesamiento).
- **Memoria de imagen.** Almacena la señal procedente del módulo de digitalización.
- **Módulo de visualización.** Convierte la señal digital residente en memoria, en señal de vídeo analógica para poder ser visualizada en el monitor de la computadora. Visualización
- **Procesador de imagen.** Procesa e interpreta las imágenes captadas por la cámara.

- **Módulo de entradas/salidas.** Gestiona la entrada de sincronismo de captación de imagen y las salidas de control que actúan sobre dispositivos externos en función del resultado de la inspección.
- **Comunicaciones.** Vía I/O, Ethernet, RS232 (la más estándar).

Figura N° 15. La secuencia a seguir en el proceso operativo es:



Fuente.

<http://www.etitudela.com/celula/downloads/visionartificial.pdf> (26/11/2015)

- **Captación.** Obtención de la imagen visual del objeto a inspeccionar.
- **Instrucciones.** Conjunto de operaciones a realizar para resolver el problema.
- **Procesado.** Tratamiento de la imagen mediante las instrucciones aplicadas.
- **Actuación.** Sobre el entorno (aparato, pieza, elemento) en función del resultado obtenido

b) Adquisición de la imagen

El sistema que permite la captura y/o adquisición de la imagen, está formado por los siguientes elementos:

I. Cámara

Es el dispositivo encargado de transformar las señales luminosas que aparecen en la escena, en señales

analógicas capaces de ser transmitidas por un cable coaxial. Se divide en dos partes, el sensor, que captura las propiedades del objeto en forma de señales luminosas y lo transforma en señales analógicas, y la óptica que se encarga de proyectar los elementos adecuados de la escena ajustando una distancia focal adecuada. (Eddie Ángel S., 2003).

II. Sistema de iluminación

La iluminación de la escena juega un papel crucial en el desarrollo de un sistema visual. Antes de intentar corregir un problema de iluminación por medio de algoritmos muy complicados, es mejor prestar atención e implantar un sistema de iluminación adecuado, para que la captura de la imagen sea correcta. Es mejor un buen sistema de iluminación, que intentar corregir ese problema por software, pues la velocidad de procesamiento será mayor con algoritmos más sencillos. Por tanto, prestaremos una especial atención a los diferentes sistemas de iluminación, exponiendo una breve descripción de alguno de ellos. (Eddie Ángel S., 2003).

c) Procesamiento de imagen

Una etapa importante de la VA es el pre procesamiento de imágenes, es decir, la transformación de la imagen original en otra imagen en la cual hayan sido eliminados los problemas de ruido granular de iluminación espacialmente variable. La utilización de estas técnicas permite el mejoramiento de las imágenes digitales adquiridas de acuerdo a los objetivos planteados en el sistema de VA. A continuación sólo se mencionara las técnicas de pre procesamiento empleado en el presente trabajo. (Eddie Ángel S., 2003).

2.7.14 Metodología de desarrollo

Según (Ana P., Josué P., Darwin, 2010), la metodología empleada en el desarrollo del software fue OpenUP, por ser una metodología ágil y un proceso mínimo y suficiente, lo que significa que solo el contenido fundamental y necesario es incluido. Las fases que lo componen se muestran a continuación:

a) Inicio

En esta primera fase de la metodología se realiza el primer contacto con la problemática, en donde se abstrae la realidad, para determinar cuál es la tecnología que puede solucionar los problemas. Se identifican cuáles son los procesos que deben automatizarse y de qué manera se logrará esto.

Una parte importante es definir claramente los alcances y las limitaciones que tendrá el software, los que ya fueron explicados con anterioridad.

b) Elaboración

Esta es la fase en donde se tiene un buen entendimiento acerca de los requisitos que debe cumplir el software, en este caso vendría a ser determinar el número total de alevines de trucha pulido en una imagen digital y también medirlos para poder calcular el tipo de alimento a suministrar y la cantidad exacta del mismo. También se diseña la interfaz a desarrollar en donde son implementadas y probadas aunque carecen de las funcionalidades.

c) Construcción

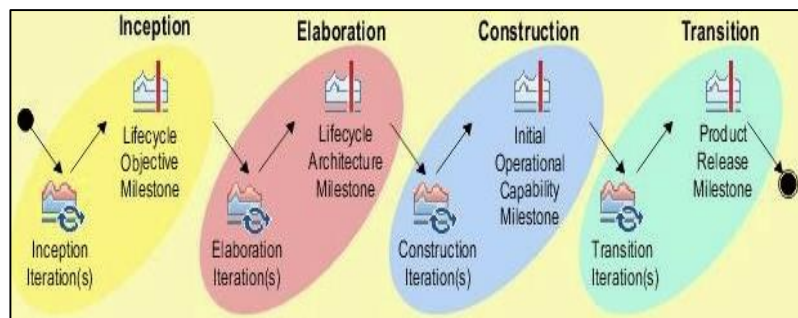
Esta es la etapa que se orienta totalmente en la construcción de la aplicación o programación. Como se mencionó anteriormente el programa que utilizaremos para la programación es MatLab R2012 con su herramienta Toolbox Image Processing. Inicialmente se construyó una versión

beta, pero a medida que el ciclo fue iterando esta versión maduró. Más adelante se dará una explicación detallada acerca de la programación.

d) Transición

El desempeño y la calidad son puestos a prueba en esta fase, asegurándonos de que el software está listo para entregarse a los usuarios. Esta fase es muy importante donde se depuran potenciales errores, y donde se someten a distintos experimentos, para determinar su nivel de confiabilidad y resultados y satisfacer las necesidades del usuario.

Figura N° 16. Ciclo De Vida Utilizando OpenUP

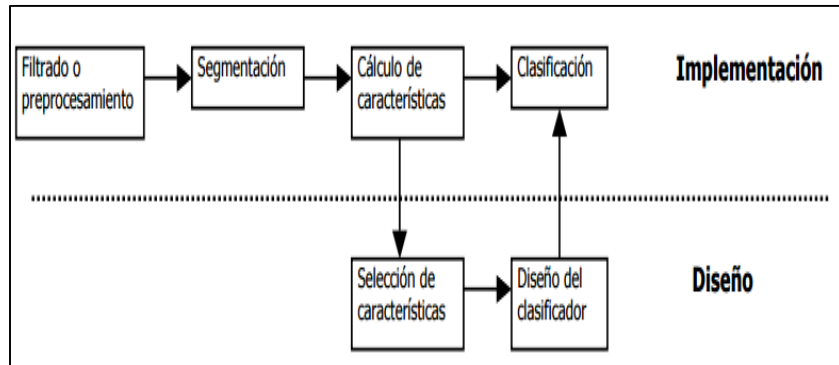


Fuente: (Ana P., Josué P., Darwin, 2010)

2.7.15 Algoritmos de análisis de imagen y reconocimiento de formas

Los algoritmos relacionados con visión artificial son muy variados y abarcan numerosas técnicas y objetivos. Los pasos más comunes en que consiste el análisis o procesamiento de imagen se muestran en la figura 15

Figura N° 17. Etapas de un proceso de reconocimiento de formas



Fuente. (Universidad Nacional de Quilmes, 2005)

2.8 ESTADO DEL ARTE

La “Detección y conteo de alevines mediante el Análisis de Secuencias de Imágenes”, presentan un método de detección de alevines por medio de captura de imágenes con una video cámara y el análisis de estas utilizando distintas técnicas de identificación (segmentación, distribución de color, algoritmos, bases de datos, etc.) basadas en la forma del alevino. El interés de la investigación es la de conocer la cantidad de alevinos en una muestra dada. Los resultados del estudio arrojan datos importantes sobre que algoritmos son pertinentes para la identificación de alevinos en ambientes acuáticos, en tiempo real. Esta investigación está relacionada con nuestra investigación ya que entre nuestro objetivos está la medición de los alevino.

Miembros del “Institute of Automation Chinese Academy of Sciences Beijing, China” (2010), en su investigación: “Insect Species Recognition using Sparse Representation” (Reconocimiento de especies de insectos usando representación dispersa) plantean el reconocimiento de especies de insectos utilizando algoritmos matemáticos como el reconocimiento por representación dispersa y de aprendizaje supervisado (máquinas de soporte vectorial), buscando mejora las técnicas actuales de diferenciación de insectos que usan métodos más genéricos. Para la identificación de las especies generaron una base de datos con imágenes de las partes de los insectos para realizar los patrones de entrenamiento del sistema. Los resultados de la investigación permiten conocer cómo se aplican las bases de datos para generar patrones de entrenamiento, de la

importancia de utilizar un gran número imágenes diferentes para generar las bases de datos ya que de lo contrario los resultados no son los esperados, también es importante conocer cómo se realiza la implementación y aplicación de los algoritmos mencionados. Este estudio tiene y aporta valiosos datos a nuestra investigación y desarrollo del proyecto ya que entre nuestros objetivos está la identificación de una especie de Arácnido en un ambiente determinado.

Evitar el estrés en peces es fundamental para la supervivencia y desarrollo, sobre todo para el cultivo. No obstante, la estabilidad de los peces se encuentra continuamente amenazada por perturbaciones intrínsecas y por variaciones externas (weber, 2009). La manipulación, que es un factor externo, genera a menudo inhibición momentánea del consumo de alimento debido al estrés (Guillaume et al., 2003).

En los últimos años, el proceso de imágenes se ha convertido en una herramienta muy útil para la automatización de procesos, monitoreo de control de especies, reduciendo así la manipulación de las mismas (López, 2010). Además reduce el tiempo de análisis y el error (Chirinos et al., 2004), brinda resultados más precisos (Caldas y Hurtado, 2007) y más significativos al analizar en total de individuos observados en una muestra (Chirinos et al., 2004).

También podemos encontrar en el desarrollo de este tipo de diseño tenemos el trabajo de investigación, la implementación algoritmo para la detección y conteo de células en imágenes microscópicas también la tesis Diseño de sistema de reconocimiento de placas utilizando Matlab.

(Moreira Quiroz, J. - Valencia Delgado, V.,(2008)) publicaron su tema **“Implementación de un algoritmo para la detección y conteo de células en imágenes microscópicas”** en Escuela Superior Politécnica del Litoral de Ecuador. En este proyecto se presentó el desarrollo de una aplicación para el conteo de células en imágenes obtenidas mediante microscopio, en la cual se hace posible la

utilización de 2 algoritmos (métodos) de segmentación y de 2 de los principales operadores para detectar bordes en imágenes.

En esta aplicación, se trabajó con una serie de imágenes de células obtenidas en análisis de diferentes fluidos y tejidos, encontradas en su mayoría en la Internet, que para propósitos de demostrar el desempeño de su aplicación, fueron aceptables.

Para la realización de la misma, emplearon el muy conocido paquete computacional Matlab 7.7.0 (R2008b), de la compañía MathWorks, el que dispone de una serie de funciones que facilitan el procesamiento de imágenes.

Cárdenas, P. - Flores, J.A. - López, J.- Martínez, P. (2009) sustentaron su tema **“Diseño de sistema de reconocimiento de placas utilizando Matlab”**, para obtener el grado de ingeniero en comunicaciones y electrónica, en el Instituto Politécnico Nacional de México donde En este proyecto se diseñó un sistema mediante MATLAB para el reconocimiento automático de matrículas vehiculares capaz de procesar una imagen para posteriormente tomar información de la misma y poder ser almacenada en una base de datos coherente.

Mendoza, C.M.A. (2009), sustentó su tema **“Procesamiento y análisis digital de imágenes mediante dispositivos lógicos programables”** para obtener el grado de ingeniero en electrónica en la Universidad tecnológica de la mixteca de Oaxaca. En esta tesis se diseñó e implementó un sistema de procesamiento y análisis digital de imágenes, cuya unidad de procesamiento se encuentra montada sobre los recursos de un FPGA, además, contó con una interfaz de usuario que permitió el manejo y la visualización de las imágenes a procesar y los resultados obtenidos.

CAPÍTULO 3: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 GESTIÓN DEL PROYECTO

3.1.1 Gestión de la integración

Tabla N° 08. Plan de gestión de la integración.

PROYECTO	Sistema de Visión Artificial para el Conteo y Medición de Alevinos de Trucha “Arcoíris”, para la Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas, 2018.		
PATROCINADOR	Javier Ramos Gonzáles - Jefe del Proyecto		
PREPARADO POR	Javier Ramos Gonzáles -Jefe del Proyecto	Fecha	15/10/2017
REVISADO POR	Javier Ramos Gonzáles -Jefe del Proyecto	Fecha	25/11/2017
APROBADO POR	Javier Ramos Gonzáles -Jefe del Proyecto	Fecha	30/10/2017
REVISIÓN (Correlativo)	DESCRIPCIÓN (REALIZADA POR) (Motivo de la revisión y entre paréntesis quien la realizó)	FECHA (de la revisión)	
01	Preparación de Acta de Constitución (Javier Ramos Gonzáles)	29/11/2017	

BREVE DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO DEL PROYECTO	
(Características, funcionalidades, soporte entre otros)	
El presente proyecto tiene como finalidad que la aplicación a desarrollar permita poder contar de manera digital los peces, utilizando la visión artificial, mediante fotografías digitales, también poder medirlos y así calcular el tipo de alimento suministrar y la cantidad exacta.	
ALINEAMIENTO DEL PROYECTO	
1. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DE LA ORGANIZACIÓN	2. PROPÓSITO DEL PROYECTO
(A qué objetivo estratégico se alinea el proyecto)	(Beneficios que tendrá la organización una vez que el producto del proyecto esté operativo o sea entregado)
<p>1.1 Poder conocer los verdaderos beneficios de la visión artificial aplicada a la acuicultura.</p> <p>1.2 Impulsar la investigación de visión artificial y conocer sus aplicaciones luego desarrollarlos para solucionar problemas en nuestro entorno.</p>	<p>2.1. Ahorro de tiempo de espera al momento de entregar los alevines.</p> <p>2.2. Disminución del costo de producción de alevinos.</p> <p>2.3. Los piscicultores pueden controlar mejor su producción a gran escala.</p>
3. OBJETIVOS DEL PROYECTO	
(Principalmente en términos de costo, tiempo, alcance, calidad)	
<p>3.1. Desarrollar un sistema que permita contar y medir peces con visión artificial y cumplir con el presupuesto estimado de (S/. 12,196.90).</p> <p>3.2. Finalizar el proyecto en un máximo de 05 meses a partir de la fecha del Acta de Constitución del Proyecto.</p> <p>3.3. Cumplir con la elaboración de los siguientes entregables: Prototipo de la implementación del nuevo sistema, Gestión del proyecto e informes,</p>	

4. FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO DEL PROYECTO (Componentes o características que deben cumplirse en el proyecto para considerarlo exitoso)	
4.1. Proceso de adquisición de equipamiento y software dentro de los plazos establecidos y las características requeridas.	
4.2. Diseño de software acorde a los requerimientos de la parte interesada (Stakeholder).	
4.3. Culminación del proyecto en el plazo establecido.	
5. REQUERIMIENTOS DE ALTO NIVEL (Principales condiciones y/o capacidades que debe cumplir el producto o servicio y la Gestión del Proyecto)	
5.1. La implementación del sistema basándonos en los estándares de visión artificial.	
5.2. El sistema debe de ser capaz de ser instalado en sistema operativo Windows.	
EXTENSIÓN Y ALCANCE DEL PROYECTO	
6. FASES DEL PROYECTO (Agrupamiento lógico de actividades relacionadas que usualmente culminan elaborando un entregable principal. Cada Fase se ejecutará como un proyecto. Al fin de fase se puede tomar la decisión de continuar o no con las siguientes fases)	7. PRINCIPALES ENTREGABLES (Un único y verificable producto, resultado o capacidad de realizar un servicio que debe ser elaborado para completar un proceso, una fase o un proyecto)
Fase I – Gestión del proyecto	Acta de constitución del proyecto. Identificación de los Stakeholder.
Fase II – Diseño	Definición de casos de uso de la aplicación de visión artificial Definición de las interfaces que tendrá el nuevo sistema.
Fase III – Requerimiento de	Adquisición de laptop, cámara

Adquisiciones	digital.
Fase IV – Implementación	Módulos de la aplicación de visión artificial. (conteo digital, manual de usuario)
Fase V – Arranque del Sistema	Pruebas del sistema
Fase VI – Terminación de Obra	Sistema de conteo y medición completamente construido.
8. INTERESADOS CLAVE	
(Persona u organización que está activamente involucrado en el proyecto o cuyos intereses pueden ser afectados positiva o negativamente por la ejecución del proyecto o por el producto que elabora)	
<p>8.1 Director de la Dirección subregional de la producción Andahuaylas.</p> <p>8.2 Sub director de pesca de la Dirección subregional de la producción Andahuaylas.</p> <p>8.3 Técnicos de la sala de incubación de la Dirección subregional de la producción Andahuaylas.</p> <p>8.4 Analista de sistemas</p> <p>8.5 Programador</p>	
9. RIESGOS	
(Evento o condición incierta que, si ocurriese, tiene un efecto positivo o negativo sobre los objetivos del proyecto)	
<p>9.1 Demora en la adquisición de las herramientas físicas y lógicas necesarias.</p> <p>9.2 No contar con los recursos económicos suficientes.</p> <p>9.3 No tener disponible los alevines de trucha para el momento de la pruebas.</p> <p>9.4 Retraso en la programación del sistema de conteo y medición.</p>	
10. HITOS PRINCIPALES DEL PROYECTO	
(Un evento significativo para el proyecto)	
<p>10.1 Aprobación del acta de constitución del proyecto</p> <p>10.2 Alcanzar todos los requerimientos funcionales que tendrá la aplicación del sistema de conteo y medición.</p>	

10.3 Pruebas y correcciones del sistema.
11. PRESUPUESTO DEL PROYECTO (La estimación aprobada para el proyecto o cualquier otro componente de la estructura de desglose de trabajo, u otra actividad del cronograma)
El costo del proyecto será asumido en un 100% por el Jefe del Proyecto.

3.1.2 Gestión del alcance

Tabla N° 09. Plan de gestión del alcance.

Nombre del proyecto:	Sistema de Visión Artificial para el Conteo y Medición de Alevinos de Trucha “Arcoíris”, para la Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas, 2018.
Preparado por:	Javier Ramos Gonzáles - Jefe del Proyecto
Fecha:	03/11/2017
1. Describir cómo será administrado el alcance del Proyecto:	Lo primero a determinar fue, a quienes está dirigido el proyecto, a partir de allí se definió que el alcance del proyecto sería que el sistema de conteo y medición será usada por la Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas.
2. Evaluar la estabilidad del alcance del proyecto (cómo manejar los cambios, la frecuencia e impacto de los mismos):	Los cambios del proyecto deben ser evaluados y aprobados. El Jefe de Proyecto debe cuantificar el impacto y proveer alternativas de solución. Los cambios solicitados serán revisados en las reuniones semanales, se indica el estado de los mismos en la reunión siguiente a la que fue solicitado.
3. ¿Cómo los cambios al alcance, serán identificados y clasificados?	El Jefe del Proyecto, revisará la solicitud de cambios del

alcance y hará una evaluación del mismo. El podrá requerir al solicitante información adicional.
4. Describir cómo los cambios del alcance serán integrados al proyecto: Si el impacto del cambio no modifica la línea base del proyecto será aprobado por el Jefe del Proyecto, y se actualizará las líneas base y todos los planes del proyecto.
5. Comentarios adicionales:

3.1.3 Gestión de tiempos

Tabla N° 10. Plan de gestión del tiempo.

Nombre del proyecto:	Sistema de Visión Artificial para el Conteo y Medición de Alevinos de Trucha “Arcoíris”, para la Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas, 2018.	
Preparado por:	Javier Ramos Gonzáles - Jefe del Proyecto	
Fecha:	10/11/2017	
Persona(s) autorizada(s) a solicitar cambio en cronograma:		
Nombre	Cargo	Ubicación
Javier Ramos Gonzáles	Jefe del Proyecto	Universidad Nacional José María Arguedas
Persona(s) que aprueba(n) requerimiento de cambio de cronograma:		
Nombre	Cargo	Ubicación
Javier Ramos Gonzáles	Jefe del Proyecto	Universidad Nacional José María Arguedas
Razones aceptables para cambios en cronograma del Proyecto (por ejemplo, retrasos debido a entrega de materiales o		

<p>disponibilidad de personal; clima; adelantar el cumplimiento debido a término de fase o proceso, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Solicitud de cambio de alcance por parte del usuario. - Accidentes de trabajo. - Mal establecimiento de la secuencia de actividades.
<p>Describir cómo calcular y reportar el impacto en el proyecto por el cambio en cronograma</p> <p>(Tiempo, costo, calidad, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indicar en el informe a la persona responsable del mismo y fecha de ocurrencia del problema. - Descripción del problema indicando el grado de urgencia. - Impacto del mismo sobre el proyecto (Costo, Calidad, tiempo y alcance). - Descripción de las alternativas de solución detallando el impacto en las diferentes áreas (costo, calidad, tiempo y alcance).
<p>Describir cómo los cambios al cronograma serán administrados:</p> <p>La administración del Alcance se efectuará de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Designación de Responsabilidades : <ul style="list-style-type: none"> o Planificación (Jefe de Proyecto). o Ejecución (Jefe de Proyecto). o Seguimiento y Control (Jefe de Proyecto).

3.1.4 Gestión de costos

Tabla N° 11. Plan de gestión de costos.

PROYECTO	Sistema de Visión Artificial para el Conteo y Medición de Alevinos de Trucha “Arcoíris”, para la Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas, 2018.		
PREPARADO POR	Javier Ramos Gonzáles -Jefe del Proyecto	fecha	12/11/2017
REVISADO POR	Javier Ramos Gonzáles -Jefe del Proyecto	fecha	13/11/2017

	Proyecto		
APROBADO POR	Javier Ramos González -Jefe del Proyecto	fecha	15/11/2017
Persona(s) autorizada(s) a solicitar cambios en el costo:			
Nombre	Cargo	Ubicación	
Javier Ramos González	Jefe del Proyecto	Universidad Nacional José María Arguedas	
Persona(s) que aprueba(n) requerimientos de cambios en costo contractual:			
Nombre	Cargo	Ubicación	
Javier Ramos González	Jefe del Proyecto	Universidad Nacional José María Arguedas	
Persona(s) que aprueba(n) requerimiento de cambio de costo interno ofrecido:			
Jefe del Proyecto			
Razones aceptables para cambios en el Costo del Proyecto (por ejemplo: Aprobación de cambios en el alcance, incremento de costos en los materiales, etc.):			
<ul style="list-style-type: none"> - Adecuación en el Alcance del Proyecto (cambios) - Ampliaciones en el Alcance del Proyecto 			
Describir como calcular e informar el impacto en el proyecto por el cambio en el costo (Tiempo, calidad, etc.):			
<ul style="list-style-type: none"> - Persona que solicita el cambio. - Descripción de las características de la situación que requiere una solicitud de cambio de costos. - Impacto del mismo sobre el proyecto (Costo, Calidad, tiempo y alcance). - Descripción de las alternativas de solución detallando el impacto en las diferentes áreas (costo, calidad, tiempo y alcance). - Recomendación en la selección de la alternativa de solución (Propuesta). 			

3.1.5 Gestión de calidad

Tabla N° 12. Plan de gestión de la calidad.

PROYECTO	Sistema de Visión Artificial para el Conteo y Medición de Alevinos de Trucha “Arcoíris”, para la Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas, 2018.		
PREPARADO POR	Javier Ramos González -Jefe del Proyecto	fecha	16/11/2017
REVISADO POR	Javier Ramos González -Jefe del Proyecto	fecha	17/11/2017
APROBADO POR	Javier Ramos González -Jefe del Proyecto	fecha	17/11/2017
GESTIÓN DE CALIDAD DEL PROYECTO			
(Descripción de cómo se van a aplicar los procesos de gestión de calidad del proyecto. Herramientas a emplear, normativas, reglamentos, responsables, áreas de aplicación, etc.)			
PLANIFICAR LA CALIDAD			
(Explicar y sustentar cómo se ha elaborado el presente plan de gestión de calidad)			
El Plan de gestión de calidad describe cómo el equipo de dirección del proyecto implementará la política de calidad de la organización ejecutante. Es un componente o un plan subsidiario del plan para la dirección del proyecto. El plan de gestión de calidad proporciona entradas al plan general para la dirección del proyecto y aborda el control de calidad, el aseguramiento de la calidad y métodos de mejora continua de los procesos del proyecto. (PMBOK, 2008).			

REALIZAR ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

(Explicar cómo se va a realizar el proceso de aseguramiento de calidad)

Aseguramiento de Calidad. Es responsable el Jefe de Proyecto ejecutar el Aseguramiento de Calidad durante todo el Proyecto, revisa el Planeamiento de los procesos del proyecto contra lo ejecutado, plantea acciones preventivas o correctivas según sean necesario. Se informa semanalmente en las al Equipo del Proyecto.

REALIZAR CONTROL DE CALIDAD

(Explicar cómo se va a realizar el proceso de control de calidad)

Control de Calidad. El Jefe de Proyecto de la ejecución del Control de Calidad. Se revisan los entregables de los proyectos conforme se vayan presentando, se emiten las observaciones o conformidades en la reunión semanal de calidad. Se definen dos procedimientos para el Control de Calidad:

- Revisión de Contenidos y
- Revisión de Forma.

Control de Calidad del Contenido: Se revisan la calidad de los entregables conjuntamente con el equipo de expertos.

Control de Calidad de Redacción y Formato: Se revisan la redacción de los documentos entregables, las observaciones que se puedan formular.

3.1.6 Gestión de Recursos Humanos

Tabla N° 13. Plan de gestión de los recursos humanos

PROYECTO	Sistema de Visión Artificial para el Conteo y Medición de Alevinos de Trucha “Arcoíris”, para la Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas, 2018.		
PREPARADO POR	Javier Ramos Gonzáles -Jefe del Proyecto	fecha	19/11/2017
REVISADO POR	Javier Ramos Gonzáles -Jefe del Proyecto	fecha	20/11/2017

APROBADO POR	Javier Ramos Gonzáles -Jefe del Proyecto	fecha	21/11/2017	
ROL EN EL PROYECTO (Denominación del puesto)	Jefe del proyecto			
FUNCIÓN/RESPONSABILIDAD PRINCIPAL (Descripción de lo que se espera de éste rol)				
<ul style="list-style-type: none"> - El Jefe del Proyecto será responsable de la ejecución y entrega del proyecto. - Es el responsable de la definición del Personal que integra el equipo de proyecto de su organización y gestión. - Controla la información de gastos del proyecto. 				
COMPETENCIAS REQUERIDAS / RESPONSABILIDADES (Conocimientos, habilidades, actitudes)				
DISPONIBILIDAD (Posibilidad de contar con el recurso humano en el tiempo requerido)				
Descripción del puesto a requerir	Externo interno	Fecha ingreso	Fecha retiro	Tiempo requerido
Jefe del proyecto	interno	29/10/2017	15/03/2018	05 meses
INCORPORACIÓN AL PROYECTO (Cómo se incorpora el personal al proyecto)				
Evento disparador (Hecho que identifica la necesidad de hacer gestiones sobre el personal)		Sincronización prevista (Acciones requeridas para gestionar al personal)		
Renuncia		Inmediato con la designación de reemplazo por el Jefe del Proyecto		
Enfermedad		Inmediato con la designación de reemplazo por el Jefe del Proyecto		

3.1.7 Gestión de comunicaciones

Tabla N° 14. Plan de gestión de las comunicaciones

PROYECTO	Sistema de Visión Artificial para el Conteo y Medición de Alevinos de Trucha “Arcoíris”, para la Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas, 2018.		
PREPARADO POR	Javier Ramos González -Jefe del Proyecto	fecha	22/11/2017
REVISADO POR	Javier Ramos González -Jefe del Proyecto	fecha	23/11/2017
APROBADO POR	Javier Ramos González -Jefe del Proyecto	fecha	24/11/2017
GESTIÓN DE COMUNICACIONES DEL PROYECTO (Descripción de cómo se van a aplicar los procesos de gestión de comunicaciones del proyecto. herramientas a emplear, responsables, áreas de aplicación, etc.)			
PLANIFICACIÓN DE LA COMUNICACIÓN (explicar y sustentar cómo se ha elaborado el presente plan de gestión de comunicación) Determina las necesidades e informaciones y comunicación de los interesados: quién necesita qué información, para cuando la necesita, cómo le será suministrada y por quién. El Jefe del Proyecto debe considerar la cantidad de canales necesarios desde un principio con el fin de que la información fluya y llegue a todos los involucrados. Los requisitos de comunicación incluyen: <ul style="list-style-type: none"> - Organigramas. - Relaciones de responsabilidades de la organización. - Logística de cuantas personas están involucradas. 			

3.1.8 Gestión de riesgos.

Tabla N° 15. Plan de gestión de los riesgos

Nombre del Proyecto:	Sistema de Visión Artificial para el Conteo y Medición de Alevinos de Trucha “Arcoíris”, para la Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas, 2018.
Preparado por:	Javier Ramos Gonzáles - Jefe del Proyecto
Fecha:	25/11/2017
Descripción de la metodología de gestión del riesgo a ser usada:	
Alcances - La identificación, priorización y seguimiento de riesgos más críticos será realizado por el Jefe de Proyecto.	
Herramientas - Tormenta de ideas. - Juicio de expertos entrevista. - Check list riesgos potenciales.	
Fuentes de Datos - La identificación de todos los riesgos será por parte de todos los integrantes del proyecto según experiencia y juicio de especialistas.	
Roles y responsabilidades: - Jefe de Proyecto: Responsable de identificación, priorización y seguimiento de riesgos, proponer acciones para afrontar los riesgos identificados. - Analista de sistemas: Responsable de determinar la funcionalidad que tendrá el nuevo sistema - Programador: Responsable de la programación e integración del sistema.	

3.1.9 Gestión de adquisiciones

Recursos para la adquisición

(Personal involucrado en la gestión de las adquisiciones)

Para este proyecto los responsables de realizar las labores de compra y contratación son:

- El Jefe del Proyecto en la parte de subcontratos (analista, programador).
- El Jefe del Proyecto en la parte de adquisición de equipos físicos, y herramientas de desarrollo.

En el presente proyecto el Jefe de Proyecto, analista y programador será responsabilidad de una sola persona.

Productos y servicios a contratar

(Describir los productos o servicios que el proyecto requerirá contratar indicando las restricciones, supuestos y límites que tendrán)

- Servicio de Programación del sistema de visión artificial.
- Servicio de proveedor para compra de equipos físicos.

Procedimientos para la gestión de adquisiciones

Describir los procedimientos que se usarán en el proyecto y que procedimientos usará el comprador.

Tabla N° 16. Plan de gestión de adquisiciones.

Nº	PROCEDIMIENTO EN EL PROYECTO PARA SOLICITUD DE COMPRA	PROCEDIMIENTO EN EL ÁREA LOGÍSTICA PARA REALIZAR ORDEN DE COMPRA
1	Este documento describe el producto a pedir, cantidad en unidades a pedir. Luego de evaluar el comprador de la empresa a los proveedores regresa una plantilla para tomar la decisión técnica y	Se debe elaborar la orden de compra correspondiente. Este documento debe describir claramente la fecha, nombre completo del proveedor, persona de contacto si es posible,

	económica del proveedor que mejor se ajuste a los requerimientos del proyecto.	número de teléfono, descripción completa del producto a pedir, cantidad en unidades a pedir, precio y monto total.
--	--	--

3.1.10 Gestión de los interesados.

Tabla N° 17. Plan de gestión de los interesados.

PROYECTO	Sistema de Visión Artificial para el Conteo y Medición de Alevinos de Trucha “Arcoíris”, para la Dirección Subregional de la Producción Andahuaylas, 2018.		
PREPARADO POR	Javier Ramos González-Jefe del Proyecto	fecha	26/11/2017
REVISADO POR	Javier Ramos González -Jefe del Proyecto	fecha	26/11/2017
APROBADO POR	Javier Ramos González -Jefe del Proyecto	fecha	26/11/2017

Nombres y apellidos	organización	cargo	Información de contacto	Requerimientos sobre el producto	influencia					Influencia sobre	Tipo de interés
					I	P	E	S	C		
JAVIER RAMOS GONZÁLES	UNAJMA	Jefe del Proyecto	Jxavier.ramos7@gmail.com	Encargado de brindar la buena viabilidad y disponibilidad de recursos que se necesita en el proyecto.	F	F	F	F	F	Presente en todas las fases.	Control del Proceso.
Juan Díaz Samanez	UNAJMA	Analista de Sistemas	Juan.ds25@gmail.com	Encargado en diseñar la infraestructura de la aplicación, teniendo en cuenta los requisitos funcionales, alcance y limitaciones que la aplicación debe tener.		F	F		F	Fase de planificación, ejecución, cierre	Planificar la infraestructura de la aplicación, y dar solución a los problemas que se podrían presentar.

Josmil Calle Méndez	UNAJMA	Programador de Sistemas	Josmil.485@g mail.com	Encargado de la implementación y pruebas de la aplicación donde la infraestructura de esta, que es diseñada anteriormente por el analista de sistemas.		F	F		F	Fase de planificaci ón, ejecución, cierre	Cumplir con la programación de la aplicación del sistema en el cronograma establecido.	

Influencia I: Inicio; P: Planificación; E: Ejecución; S: Supervisión y Control; C: Cierre F: Favorable; C: Contraria / A: Alta; R: Regular; B: Baja

3.2 METODOLOGÍA Y PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.

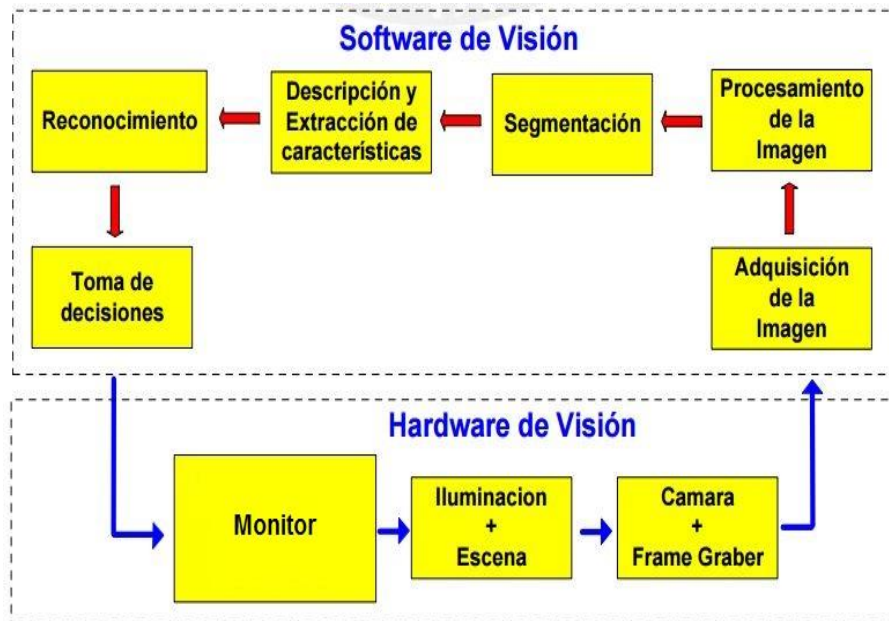
El objetivo del sistema es el de transformar la imagen del medio ambiente, proporcionada por la cámara, en una descripción de los elementos presentes en el entorno. Dicha descripción deberá contener información necesaria para que el sistema efectúe los cálculos que permitirán la ejecución de la tarea programada.

Para alcanzar estos objetivos, se deberá elaborar las siguientes funciones:

- a. Iluminación de la escena a capturar mediante la cámara.
- b. Mejoramiento de la imagen y realzado de las características geométricas y topológicas relevantes desde el punto de vista de la aplicación.
- c. Segmentación de la imagen.
- d. Descripción de la imagen y/o extracción de características.
- e. Reconocimiento de los objetos.
- f. Elaboración de las consignas para el sistema de control.

El diagrama de bloques del sistema a implementar se muestra en la figura 16.

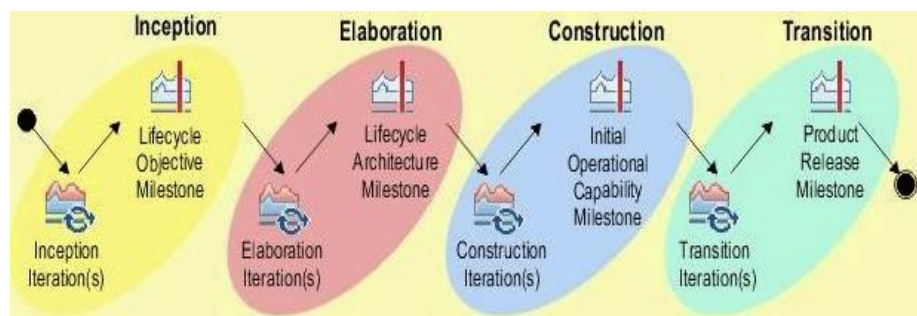
Figura N° 18. Sistema visión artificial.



Fuente: (EDDIE ANGEL S., 2003)

La metodología empleada en el desarrollo del software fue OpenUP, por ser una metodología ágil y un proceso mínimo y suficiente, lo que significa que solo el contenido fundamental y necesario es incluido. Las fases que lo componen se muestran a continuación:

Figura N° 19. Ciclo De Vida Utilizando OpenUP



Fuente (Ana P., Josué P., Darwin, 2010)

3.3 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS.

Es el proceso por el cual se establece los servicios que el consumidor requiere de un sistema y las restricciones sobre las cuales debe funcionar y ser desarrollado.

3.3.1 Requisitos funcionales

- ❖ El sistema debe mostrar la integración organizada de muchos recursos digitales de texto, imagen.
- ❖ El sistema debe mostrar el conteo de alevines en tiempo real.
- ❖ El sistema contara con seguridad y confiabilidad en el sistema.
- ❖ El software a través del procesamiento digital de imágenes deberá poder binarizar la imagen digital.
- ❖ El software a través del procesamiento digital de imágenes deberá poder reducir el ruido del fondo de la imagen digital.

3.3.2 Requisitos NO funcionales

- ❖ El usuario debe ser capaz de interactuar con la aplicación intuitivamente y sin ninguna dificultad.
- ❖ La interfaz debe ser implementada en MatLab R2012.
- ❖ La aplicación deberá funcionar sobre un sistema operativo Windows.
- ❖ El sistema debe permitir la autenticación de los usuarios.
- ❖ La interfaz gráfica se ha creado de una manera de fácil comprensión para el usuario de manera que este no requiera mayor esfuerzo para utilizar el sistema

3.4 PUESTA EN MARCHA DE LA METODOLOGÍA OPENUP

3.4.1 Inicio

En esta primera fase de la metodología se realiza el primer contacto con la problemática, en donde se abstrae la realidad, para determinar cuál es la tecnología que puede solucionar los problemas. Se identifican cuáles son los procesos que deben automatizarse y de qué manera se logrará esto.

Una parte importante es definir claramente los alcances y las limitaciones que tendrá el software, los que ya fueron explicados con anterioridad.

3.4.1.1 Estableciendo actores

Identificar los actores y el equipo de desarrollo para el presente proyecto, es indispensable, a continuación se lista la relación de los actores que participaron de forma activa durante el desarrollo de software:

- i. **Director del proyecto:** La persona designada por la organización ejecutante para conducir y alcanzar los objetivos del proyecto.
- ii. **Analista de sistemas:** La persona especializado del área de la informática, encargado del desarrollo de aplicaciones en lo que respecta a su diseño y obtención de los algoritmos.
- iii. **Programador:** es aquella persona que escribe, depura y mantiene el código fuente de un programa informático, es decir, el conjunto de instrucciones que ejecuta el hardware de una computadora, para realizar una tarea determinada.

3.4.1.2 Estableciendo usuarios

Identificar los beneficiarios, que serán las personas que harán uso del sistema, a continuación se define:

- i. **Usuarios directos:** área de piscicultura de la Dirección Sub Regional De La Producción Andahuaylas,
- ii. **Usuarios indirectos:** Dirección Sub Regional De La Producción De Andahuaylas, productores de alevinos de trucha de la provincia de Andahuaylas y Chincheros.

3.4.2 Hardware y software Empleado

Definir las herramientas (de desarrollo, físicas, para pruebas). A continuación, se detalla las distintas herramientas y recursos necesarios que se usó para el desarrollo del sistema de visión artificial.

3.4.2.1 Software

- MatLab R2015a y su toolbox Imagen Prosesing, en su entorno grafico (GUIDE)
- IBM Rational rose Enterprise Edition Versión 7.0

3.4.2.2 Hardware

- 1 laptop TOSHIBA Satélite core i7, sistema operativo Windows 8.1, procesador 2.60 GHz
- 1 cámara web HD

3.4.2.3 Diagramas de casos de uso

Tabla N° 18. Caso de uso: iniciar sesión

Sistema de Visión Artificial Conteo de Alevinos	
Descripción del Caso de Uso	
Caso de Uso:	Iniciar Sesión
Actores:	Usuario
Propósito:	Verificar si un usuario puede o no acceder al aplicativo.
Resumen:	El Usuario digita un Nombre y contraseña en los campos correspondientes y escoge la opción iniciar sesión. El sistema verifica si existe dicho nombre de usuario y si la contraseña corresponde al mismo usuario. El sistema libera la interfaz.
tipo:	Primario, abstracto
Pre - condiciones:	Caso de uso inmediato, después de haber tocado la pantalla para iniciar el sistema

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 19. Caso de uso: Selección de la cámara web

Sistema de Visión Artificial Conteo de Alevinos	
Descripción del Caso de Uso	
Caso de Uso:	Selección de la cámara web
Actores:	Usuario
Propósito:	Verificar cuantas cámaras están conectadas a nuestro aplicativo
Resumen:	El Usuario selecciona la cámara con la cual desea trabajar, solo puede trabajar con una cámara a la vez para la captura de la imagen.
tipo:	Primario
Pre - condiciones:	Caso de uso inmediato, después de haber ingresado al sistema.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 20. Caso de uso: Captura de la Imagen

Sistema de Visión Artificial Conteo de Alevinos	
Descripción del Caso de Uso	
Caso de Uso:	Captura de la imagen
Actores:	Usuario
Propósito:	Permitir la captura de la imagen
Resumen:	El Usuario puede ver mediante en la pantalla la imagen que refleja la cámara web seleccionada en tiempo real, luego automáticamente el sistema procede a la captura de la imagen cada medio segundo según a la capacidad de la cámara web.
tipo:	Primario
Pre - condiciones:	Caso de uso inmediato, después de haber seleccionado la cámara web.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 21. Caso de uso: Imagen en Escala de grises

Sistema de Visión Artificial Conteo de Alevinos	
Descripción del Caso de Uso	
Caso de Uso:	Imagen en escala de grises
Actores:	Usuario
Propósito:	Efectuar la conversión de la imagen a color capturada en escala de grises
Resumen:	El Usuario puede ver que cada imagen capturada automáticamente, cambia a una imagen en escala de grises para su mejor manejo.
tipo:	Primario
Pre - condiciones:	Caso de uso inmediato, después de haber hecho la captura de la imagen con la cámara web.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 22. Caso de uso: Imagen Binaria

Sistema de Visión Artificial Conteo de Alevinos	
Descripción del Caso de Uso	
Caso de Uso:	Imagen binaria
Actores:	Usuario
Propósito:	Efectúa la conversión de imagen de escala de grises a una imagen binaria.
Resumen:	El Usuario puede ver que cada imagen en escala de grises, cambia a una imagen en blanco y negro para la identificación del objeto, en tanto el objeto a encontrar se encuentra de color blanco y su entorno es de color negro.
tipo:	Primario

Pre - condiciones:	Caso de uso inmediato, después de haber convertido la imagen en escala de grises.
---------------------------	---

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 23. Caso de uso: conteo de alevinos

Sistema de Visión Artificial Conteo de Alevinos	
Descripción del Caso de Uso	
Caso de Uso:	Conteo de alevinos
Actores:	Usuario
Propósito:	Efectúa el conteo respectivo.
Resumen:	El Usuario observa la imagen en blanco y negro para la identificación del objeto, si la imagen mostrada es de color blanco en su totalidad o parcial el sistema lo identifica como 1, si solamente es de color negro en su totalidad entonces lo identifica como 0.
tipo:	Primario
Pre - condiciones:	Caso de uso inmediato, después de haber convertido la imagen en blanco y negro

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 24. Caso de uso: Medida y peso

Sistema de Visión Artificial Conteo de Alevinos	
Descripción del Caso de Uso	
Caso de Uso:	Medida y peso
Actores:	Usuario
Propósito:	Efectúa la medida y el peso

Resumen:	El Usuario observa si la imagen mostrada es de color blanco en su totalidad o parcial, es ahí donde se identificar el maño del color blanco en la imagen en centímetros, así pudiendo también obtener su peso.
tipo:	Primario
Pre - condiciones:	Caso de uso inmediato, después de haber detectado el color blanco en la imagen.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 25. Caso de uso: selección según al tamaño

Sistema de Visión Artificial Conteo de Alevinos	
Descripción del Caso de Uso	
Caso de Uso:	Selección según al tamaño
Actores:	Usuario
Propósito:	Efectúa la selección según al tamaño
Resumen:	El Usuario observa que una vez identificado el tamaño se puede seleccionar en tres tipos (de 2 centímetros, de 3 centímetros y mayores a 4 centímetro) según al tamaño blanco encontrado en la imagen
tipo:	Primario
Pre - condiciones:	Caso de uso inmediato, después de haber detectado el tamaño del objeto.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 26. Caso de uso: Calidad según a la medida

Sistema de Visión Artificial Conteo de Alevinos	
Descripción del Caso de Uso	
Caso de Uso:	Calidad según medida
Actores:	Usuario
Propósito:	Efectúa el conteo respectivo.
Resumen:	El Usuario observa que una vez identificado el tamaño (2cm, 3cm, 4cm) se puede clasificar en tipos de calidad (alta, media o baja), según el cual de ellos existe mayor número de alevinos encontrados.
tipo:	Primario
Pre - condiciones:	Caso de uso inmediato, después de haber seleccionado el alevín según su tamaño.

Fuente: Elaboración Propia

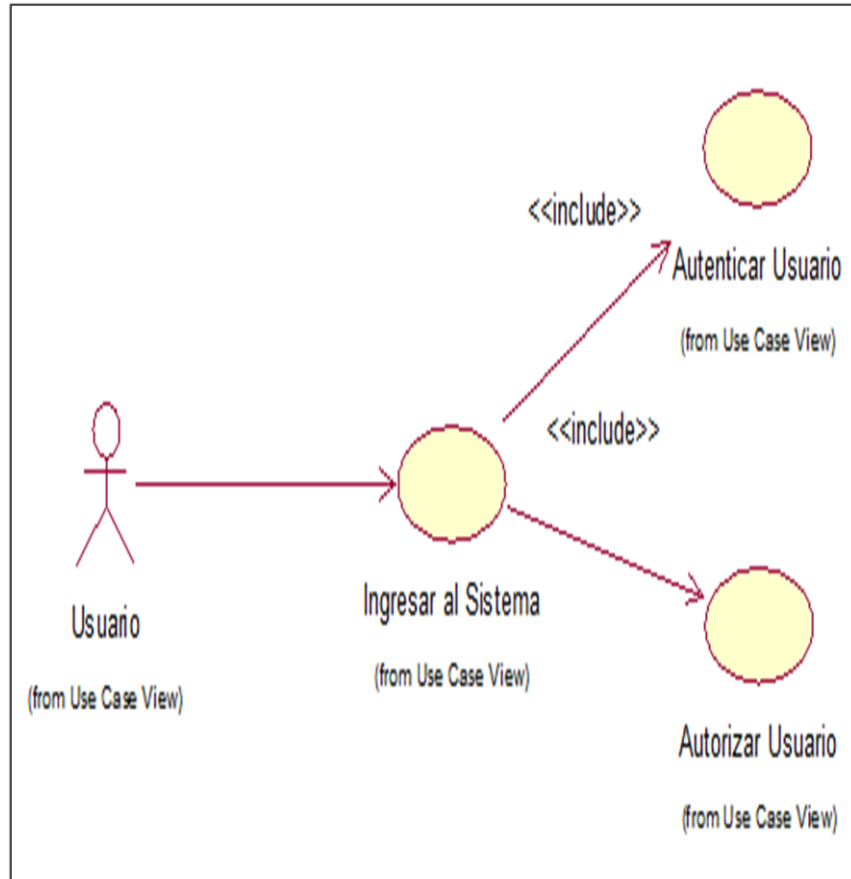
Tabla N° 27. Caso de uso: Cantidad de alimento

Sistema de Visión Artificial Conteo de Alevinos	
Descripción del Caso de Uso	
Caso de Uso:	Cantidad de alimento
Actores:	Usuario
Propósito:	Efectúa la conversión alimenticia.
Resumen:	El Usuario observa que una vez identificado el tamaño (2cm, 3cm, 4cm), se puede obtener mediante un cálculo la cantidad exacta de alimento que se tiene que suministrar a los alevines.
tipo:	Primario
Pre - condiciones:	Caso de uso inmediato, después de haber seleccionado el alevín según su tamaño.

Fuente: Elaboración Propia

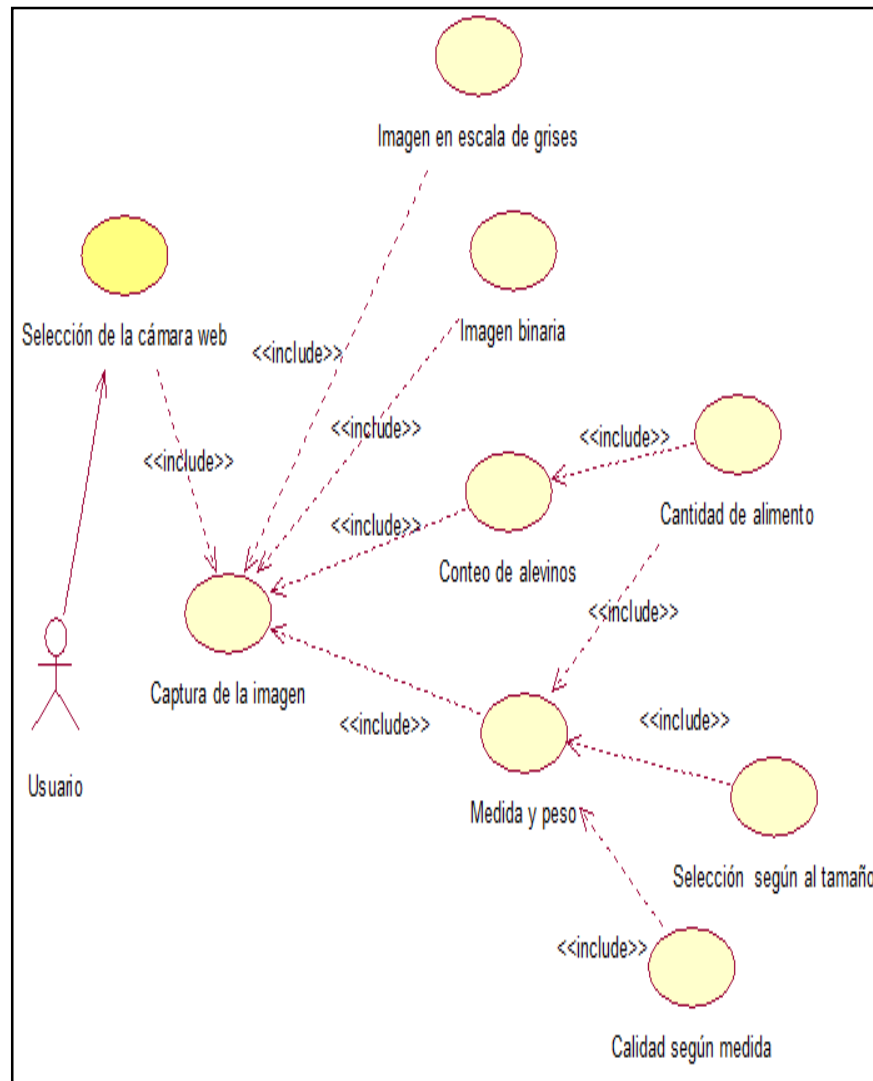
3.4.2.4 Diagrama de los casos de uso

Figura N° 20. Diagrama de caso de uso de inicio de sesión



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 21. Diagrama de los casos de uso



Fuente: Elaboración Propia

3.4.3 Elaboración

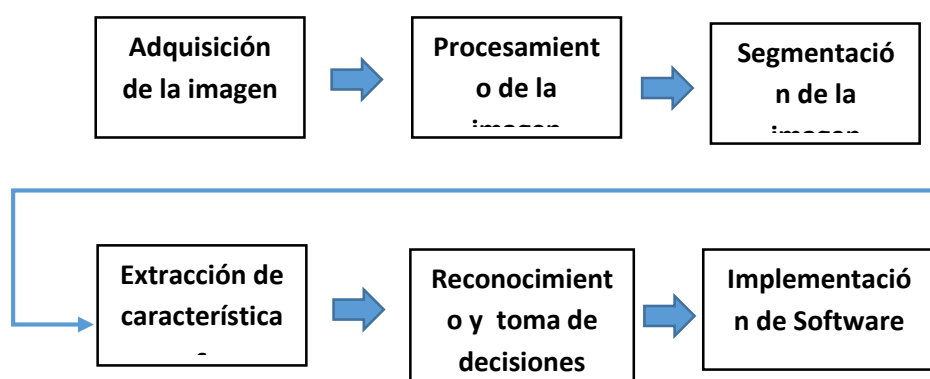
Esta es la fase en donde se tiene un buen entendimiento acerca de los requisitos que debe cumplir el software, en este caso vendría a ser determinar el número total de alevinos de trucha pulido en una imagen digital y también medirlos para poder calcular el tipo de alimento a suministrar y la cantidad exacta del mismo. También se diseña la interfaz a desarrollar en donde son implementadas y probadas aunque carecen de las funcionalidades.

3.4.3.1 Descripción de la solución desarrollada

El software automático de reconocimiento de imágenes para el conteo de alevinos de trucha basado en el procesamiento digital de imágenes fue desarrollado bajo la metodología de desarrollo de software OpenUp, y haciendo el uso del programa de MatLab R2015 con su respectivo desarrollador gráfico.

Para el desarrollo del algoritmo de procesamiento digital de imágenes se planteó el siguiente esquema, tal como se muestra en al siguiente figura.

Figura N° 22. Diagrama de bloques de la solución planteada.



Fuente: elaboración propia.

El software de visión artificial para reconocimiento de alevinos será desarrollado con MatLab2015, debido a las facilidades que este lenguaje ofrece para la lectura y procesamiento de imágenes.

3.4.3.2 Adquisición de la imagen

Para poder obtener la imagen capturada por la cámara es necesario contar con un programa (driver) que acceda los datos (imagen) desde la cámara web de digitalización de imágenes.

Cada elemento de la matriz corresponde a un pixel de la imagen, y en nuestro caso se tienen tres matrices, una para cada combinación de rojo, verde y azul de la imagen (RGB).

Antes de comenzar con la captura de imágenes tenemos que saber cuántas cámaras están conectadas a nuestro computador y seleccionar en nuestro sistema con qué tipo de cámara web tenemos que trabajar para esto realizamos los siguientes pasos.

- i. en el MatLab escribimos el siguiente código en el comando Windows de MatLab.

```
Fx >>info=imaqhwinfo
```

Figura N° 23. Resultado de la información de la cámara.



```
Command Window

>> info=imaqhwinfo

info =

    InstalledAdaptors: {'winvideo'}
    MATLABVersion: '8.5 (R2015a)'
    ToolboxName: 'Image Acquisition Toolbox'
    ToolboxVersion: '4.9 (R2015a)'
```

Fuente: Elaboración propia.

- ❖ Podemos observar en la figura 23 que el resultado de ingresar el código anterior nos muestra como resultado el tipo de adaptador, la versión del MatLab, nombre del Toolbox y la versión del Toolbox. Nosotros ahora trabajaremos con el 'winvideo' que es nuestro adaptador.

- ii. Procedemos a poner como String a 'winvideo' en el siguiente código.

```
Fx >>info=imaqhwinfo ('winvideo')
```


Figura N° 24. Cantidad de cámaras conectadas

```
Command Window

>> info=imaqhwinfo('winvideo')

info =

    AdaptorDllName: 'C:\MATLAB\SupportPackages\R2015a
    AdaptorDllVersion: '4.9 (R2015a)'
    AdaptorName: 'winvideo'
    DeviceIDs: {[1] [2]}
    DeviceInfo: [1x2 struct]
```

Fuente: Elaboración propia

- Esta nueva estructura nos da como resultado cuantas cámaras tenemos conectadas a nuestro ordenador, podemos ver esta información en (DeviceIDs: { [1] [2] }), entonces podemos confirmar que tenemos dos cámaras conectadas.

iii. Ahora para ver la información de los dispositivos conectados escribimos el siguiente código:

```
Fx >>imaqhwinfo('winvideo',1)
```

Figura N° 25. Información del cámara N° 1.

```
Command Window

>> imaqhwinfo('winvideo',1)

ans =

    DefaultFormat: 'MJPG_1280x1024'
    DeviceFileSupported: 0
    DeviceName: 'USB 2.0 Camera'
    DeviceID: 1
    VideoInputConstructor: 'videoinput('winvideo', 1)
    VideoDeviceConstructor: 'imaq.VideoDevice('winvideo', 1)
    SupportedFormats: {1x14 cell}
```

Figura N° 26. Información de la cámara N° 2.

```
Command Window

>> imaqhwinfo('winvideo',2)

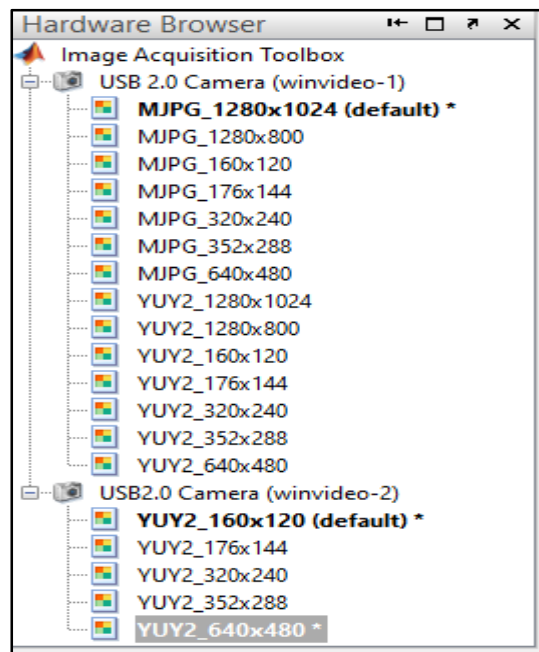
ans =

    DefaultFormat: 'YUY2_160x120'
    DeviceFileSupported: 0
    DeviceName: 'USB2.0 Camera'
    DeviceID: 2
    VideoInputConstructor: 'videoinput('winvideo', 2)''
    VideoDeviceConstructor: 'imag.VideoDevice('winvideo', 2)''
    SupportedFormats: {'YUY2_160x120' 'YUY2_176x144'}
```

Fuente: elaboración propia.

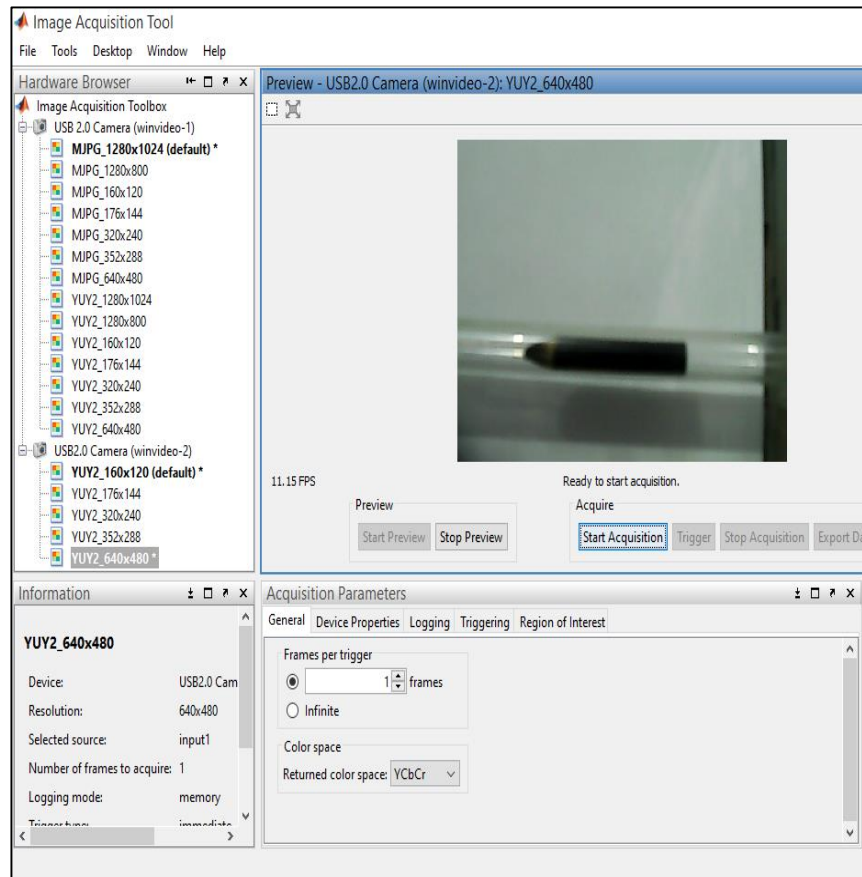
- Como podemos observar en las figuras 25 y 26, tenemos todas las características de las imágenes, pero lo que más nos importa son los formatos de la cámara ya que con estos nosotros tenemos que trabajar.
- iv. Comprobamos si estos funcionan perfectamente digitando el siguiente código en el comando Windows.
Fx >>imaqtool

Figura N° 27. Todas las resoluciones de las cámaras 1 y 2.



Fuente: elaboración propia.

Figura N° 28. Características de las cámaras 1 y 2.



Fuente: elaboración propia.

- En las figuras N° 27 y N° 28 podemos observar todas las resoluciones que tienen las cámaras conectadas a nuestro ordenador, el cual podemos probar su resolución antes de comenzar a codificar en nuestro algoritmo.
- v. En nuestro sistema podemos escoger con qué cámara podemos trabajar una vez identificado las cámaras que existen en nuestro sistema.

Figura N° 29. Selección de la cámara en nuestro sistema.



Fuente: elaboración propia.

Figura N° 30. Código en MATLAB para la selección de imagen.

```
Editor - C:\Users\JAVIER\Desktop\alevines final\Sistema_Cuento_Alevinos.  
Principal.m x Sistema_Cuento_Alevinos.m x +  
81 %seleccion de la camara web  
82 - id_dispositivo=imqhwinfo('winvideo')  
83 - id_s=id_dispositivo.DeviceIDs  
84 - set(handles.popupmenu4,'string',[id_s]);  
85
```

Fuente: elaboración propia.

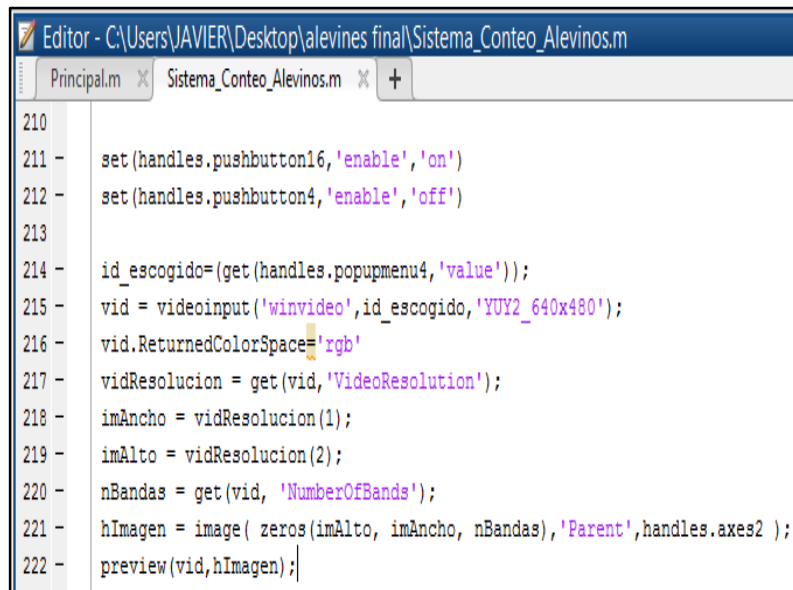
Figura N° 31. Captura de la imagen a color por la cámara



Fuente: elaboración propia.

- Como podemos observar en la figura N° 31, el fondo de la imagen tiene que ser de color blanco para facilitar el manejo.
- El alevín pasa por el tubo de vidrio para poder capturar la imagen y comenzar así el conteo.
-

Figura N° 32. Código fuente de la captura de la imagen.



```
Editor - C:\Users\JAVIER\Desktop\alevinos final\Sistema_Conteo_Alevinos.m
Principal.m x Sistema_Conteo_Alevinos.m x +
210
211 - set(handles.pushbutton16,'enable','on')
212 - set(handles.pushbutton4,'enable','off')
213
214 - id_escogido=(get(handles.popupmenu4,'value'));
215 - vid = videoinput('winvideo',id_escogido,'YUY2_640x480');
216 - vid.ReturnedColorSpace='rgb'
217 - vidResolucion = get(vid,'VideoResolution');
218 - imAncho = vidResolucion(1);
219 - imAlto = vidResolucion(2);
220 - nBandas = get(vid, 'NumberOfBands');
221 - hImagen = image( zeros(imAlto, imAncho, nBandas),'Parent',handles.axes2 );
222 - preview(vid,hImagen);
```

Fuente: elaboración propia

3.4.3.3 Procesamiento de la imagen

Inicialmente la imagen puede estar degradada para nuestros objetivos, debido a causas aleatorias en los procesos de captación, transmisión y digitalización de la imagen, así como de iluminación. Por ello, en esta fase se pretenden eliminar estas distorsiones o mejorar las características de la imagen original para su posterior tratamiento. Para la elaboración de este proyecto se analizó una serie de imágenes digitales, a las cuales debían aplicarse diversas técnicas de procesamiento de imagen y ver cuáles de ellas serían implementadas. El objetivo final de esta etapa es separar al objeto que se quiere inspeccionar del fondo y de los alrededores para posteriormente extraer características del objeto dentro de la imagen. A continuación se muestran los pasos realizados en la etapa del pre procesamiento y segmentación de la imagen.

La secuencia que se siguió en esta etapa se muestra a continuación:

- i. **Conversión a niveles de grises.** Como se trabajó con una cámara de color, entonces el primer paso consiste en convertir la imagen a niveles de gris para tener pixeles con niveles de intensidad entre 0 y 255

Figura N° 33. Imagen a color, imagen en escala de grises.

Imagen a color

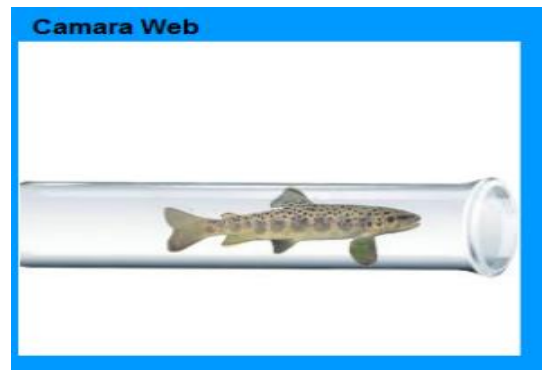


Imagen en escala de grises



Fuente: elaboración propia.

Figura N° 34. Código de la imagen transformado a escala de grises.



```
231
232 -     foto=getsnapshot(vid);
233     %foto=imread('as.jpg');
234 -     axes(handles.axes2)
235 -     axis off
236 -     imshow(foto)
237 -     hora=fix(clock);
238 -     text=strcat('foto',num2str(hora(4)),num2str(hora(5)),num2str(hora(6)),'.jpg');
239     %imwrite(foto,text)
240 -     img2=imcrop(foto,[x1 y1 x2 y2]);
241 -     img2=rgb2gray(img2);
242     %img2 =histeq(img2);
243     %img2=medfilt2(img2);
244 -     T = graythresh(img2);
245     %la intecidad de transformacion de la imagen en blanco y negro
246 -     bw = im2bw(img2, 0.3);
247 -     bw=imresize(bw,0.5);
248 -     axes(handles.axes3)
```

Fuente: elaboración propia.

- ii. **Filtrado.** Inicialmente se aplicó filtros para eliminar ruidos y mejorar la imagen, sin embargo en la mayoría de los casos cuando la imagen es poco ruidosa, el no emplear un filtro no afecta al momento de segmentar, es por ello que para evitar mayor tiempo de procesamiento se puede prescindir de un filtro, y se evitó su uso en la implementación final.
- iii. **Umbralización** Dada la variación de las características de luminosidad de las imágenes durante el día, no es posible determinar un umbral único para la imagen que se desea procesar. Para separar un objeto del fondo de la imagen, se analiza el Histograma para calcular los límites de los niveles de escalas de grises (límites de corte) a partir de los cuáles se define el objeto que está siendo analizado.

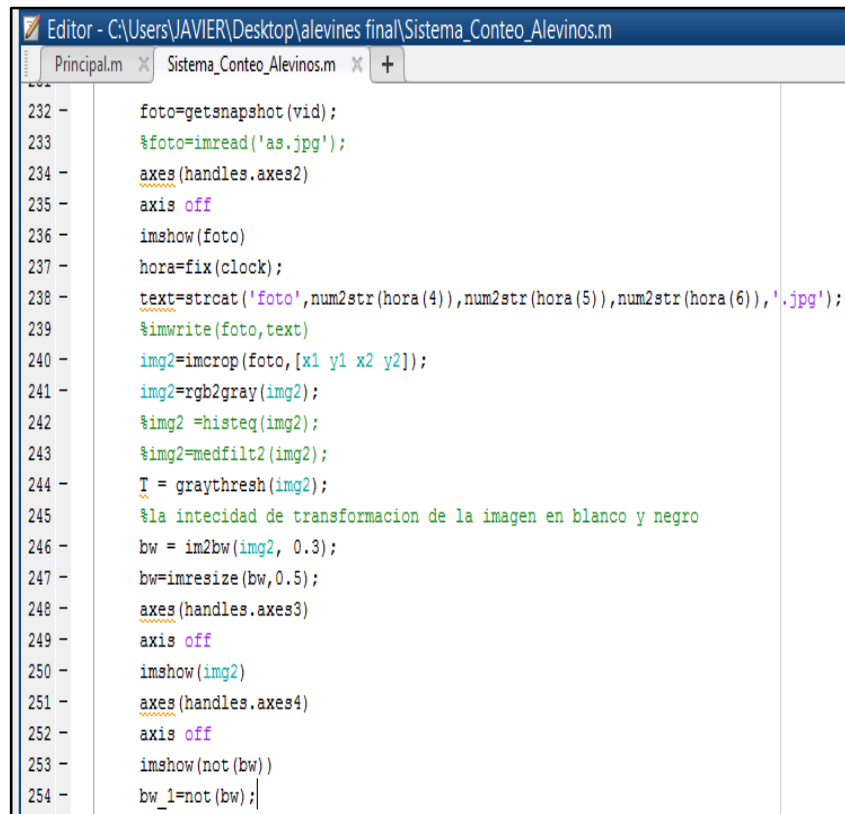
Realmente lo que se hace es convertir la imagen de diferentes escalas de grises, en una imagen binaria (blanco y negro), en la cual la imagen pasa a tener todos los pixeles es decir a un valor de cero (0), y todos los demás a un valor de uno (1).

Figura N° 35. Imagen a escala de grises y binaria



Fuente: elaboración propia.

Figura N° 36. Código fuente de la imagen binaria.



```
232 -     foto=getsnapshot(vid);
233 -     %foto=imread('as.jpg');
234 -     axes(handles.axes2)
235 -     axis off
236 -     imshow(foto)
237 -     hora=fix(clock);
238 -     text= strcat('foto', num2str(hora(4)), num2str(hora(5)), num2str(hora(6)), '.jpg');
239 -     %imwrite(foto, text)
240 -     img2=imcrop(foto, [x1 y1 x2 y2]);
241 -     img2=rgb2gray(img2);
242 -     %img2 =histeq(img2);
243 -     %img2=medfilt2(img2);
244 -     T = graythresh(img2);
245 -     %la intecidad de transformacion de la imagen en blanco y negro
246 -     bw = im2bw(img2, 0.3);
247 -     bw=imresize(bw,0.5);
248 -     axes(handles.axes3)
249 -     axis off
250 -     imshow(img2)
251 -     axes(handles.axes4)
252 -     axis off
253 -     imshow(not(bw))
254 -     bw_1=not(bw);
```

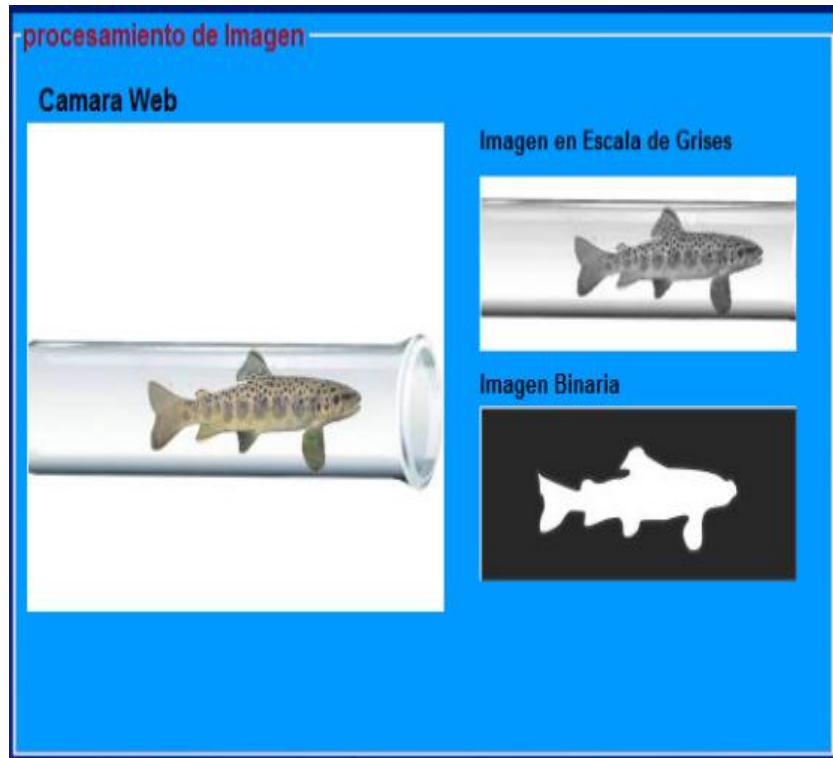
Fuente: elaboración propia.

- Es importante mencionar que la imagen binaria ocupa mucho menos memoria que una imagen de escala de grises o de color, pero contiene la información de relevancia.

3.4.3.4 Segmentación de la imagen

Una vez obtenida una imagen filtrada adecuadamente procedemos a etiquetar el elemento que se encuentra y segmentar, para obtener solo la parte de dicha imagen que es necesaria para el análisis. Así lo podemos ver en la siguiente figura cada proceso desde la captura hasta la segmentación y transformación.

Figura N° 37. Segmentación de la imagen



Fuente: elaboración propia.

3.4.3.5 Extracción de las características

Los descriptores geométricos son una herramienta ampliamente utilizada en la etapa de extracción de características. Estos permiten obtener una representación numérica o matemática de las características de los objetos presentes en una imagen digital.

Los atributos geométricos son descriptores de forma comúnmente usados, a pesar de que son más simples y de que algunos de estos no son invariantes a escala, traslación y orientación. En ciertas aplicaciones han demostrado brindar características suficientes para describir objetos y diferenciarlos correctamente a un costo computacional menor que utilizando los descriptores mencionados anteriormente. Algunos de los atributos geométricos más utilizados en el procesamiento de imágenes digitales son:

- Perímetro

- Longitud
- Área
- Centroide

De entre estos atributos los que usamos son: longitud máxima y el área. En la siguiente imagen se muestra la longitud máxima del alevín representados por una línea roja.

Figura N° 38. Longitud máxima del alevín

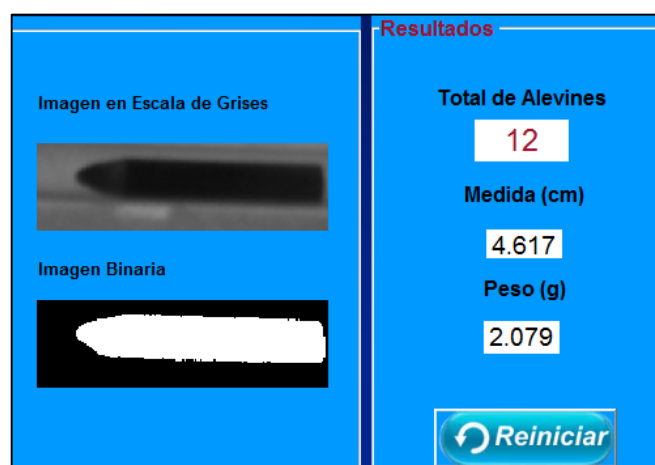


Fuente: Elaboración propia.

3.4.3.6 Reconocimiento y toma de decisiones

Después de haber realizado todos los pasos anteriores ahora el sistema tiene que reconocer algunas características de la imagen obtenida, si encuentra un punto blanco en la imagen binaria sumara "1" al contador caso contrario el contador sumara "0".

Figura N° 39. Reconocimiento de la imagen y conteo

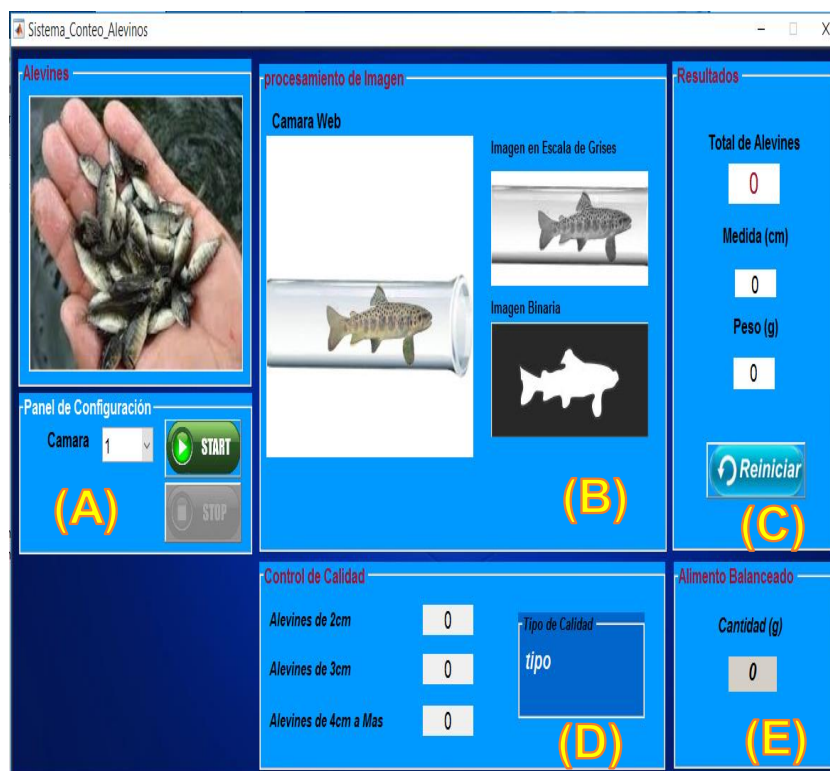


Fuente: Elaboración propia.

3.4.3.7 Implementación de software

La implementación del software, que comprende desde el procesamiento digital de imagen hasta el conteo de alevinos de trucha, fue desarrollado en el software MatLab R2015a con el Toolbox Image Processing, bajo la metodología de desarrollo de software OpenUp.

Figura N° 40. Construcción del sistema



Fuente: Elaboración propia.

- En el Panel (A) podemos observar que se puede seleccionar la cámara web con la cual nosotros podemos trabajar, y según a qué tipo de cámara elegimos podemos pulsar el botón Start para iniciar la captura de imagen o en caso contrario Stop para terminar el proceso.
- En el panel (B) se realiza todo el procesamiento de imagen desde la captura hasta la conversión a imagen binaria.

- En el panel (C) se inicia el conteo de alevines encontrados cada vez que pasa el alevín por el tubo de vidrio, nos muestra la talla y el peso del objeto leído, también nos muestra el botón reiniciar para poder comenzar de nuevo el conteo.
- En el panel (D), gracias a los datos obtenidos en el panel (C) se selecciona según al tamaño del alevín captado por la cámara web que pueden ser (2cm, 3cm y mayores a 4cm), dependiente a la cantidad que existe en cada caso el tipo de calidad cambia automáticamente a (bueno, normal y malo)
- En el panel (E), por ultimo este panel nos muestra la cantidad de alimento que requiere el total de alevinos que se contabilizaron.

Figura N° 41. Código fuente realizado en MATLAB.

```

Editor - C:\Users\JAVIER\Desktop\alevines final\Sistema_Conteo_Alevinos.m
Principal.m x Sistema_Conteo_Alevinos.m x +
25 % Last Modified by GUIDE v2.5 29-Nov-2016 22:39:30
26
27 % Begin initialization code - DO NOT EDIT
28 gui_Singleton = 1;
29 gui_State = struct('gui_Name',      mfilename, ...
30                   'gui_Singleton', gui_Singleton, ...
31                   'gui_OpeningFcn', @Sistema_Conteo_Alevinos_OpeningFcn, ..
32                   'gui_OutputFcn', @Sistema_Conteo_Alevinos_OutputFcn, ..
33                   'gui_LayoutFcn', [], ...
34                   'gui_Callback', []);
35
36 if nargin && ischar(varargin{1})
37     gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
38 end
39
40 if nargin
41     [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
42 else
43     gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
44 end

```

```

57 - variables
58 - global x1
59 - global x2
60 - global y1
61 - global y2
62 - x1=250;
63 - x2=180;
64 - y1=200;
65 - y2=480;%Pantalla central
66 - scrsz = get(0, 'ScreenSize');
67 - pos_act=get(gcf,'Position');
68 - xr=scrsz(3) - pos_act(3);
69 - xp=round(xr/2);
70 - yr=scrsz(4) - pos_act(4);
71 - yp=round(yr/2);
72 - set(gcf,'Position',[xp yp pos_act(3) pos_act(4)])

```

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 42. Selección de la cámara web e insertar imágenes

```

Editor - C:\Users\JAVIER\Desktop\alevines final\Sistema_Conteo_Alevinos.m
Principal.m x Sistema_Conteo_Alevinos.m x +
79 % puertos2=[puertos1]
80 % end
81 %seleccion de la camara web
82 - id_dispositivo=imqhwinfo('winvideo')
83 - id_s=id_dispositivo.DeviceIDs
84 - set(handles.popupmenu4,'string',[id_s]);
85
86 %conjunto (handles.popupmenu3, 'valor, 1)
87
88
89 - img1=imread('principalFondo.jpg');
90 - axes(handles.axes1)
91 - axis off
92 - imshow(img1)
93
94 - img=imread('Alevin2.jpg');
95 - axes(handles.axes2)
96 - axis off
97 - imshow(img)
98
99 - img2=imread('Alevin1.jpg');
100 - axes(handles.axes6)
101 - axis off
102 - imshow(img2)
103

```

```

98
99 -   img2=imread('Alevin1.jpg');
100 -   axes(handles.axes6)
101 -   axis off
102 -   imshow(img2)
103
104 -   img3=imread('Alevin3.jpg');
105 -   axes(handles.axes3)
106 -   axis off
107 -   imshow(img3)
108
109 -   img4=imread('Alevin4.jpg');
110 -   axes(handles.axes4)
111 -   axis off
112 -   imshow(img4)
113
114

```

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 43. Conteo de alevines por cada bucle.

```

Editor - C:\Users\JAVIER\Desktop\alevines final\Sistema_Cuento_Alevinos.m
Principal.m x Sistema_Cuento_Alevinos.m x +
222 -   preview(vid,hImagen);
223 -   cont_alevines=0;
224 -   while(terminar==1)
225 -       %   variables para la image
226 -       terminar
227 -       x1=150;
228 -       y1=280;
229 -       x2=370;
230 -       y2=110;%250;
231
232 -       foto=getsnapshot(vid);
233 -       %foto=imread('as.jpg');
234 -       axes(handles.axes2)
235 -       axis off
236 -       imshow(foto)
237 -       hora=fix(clock);
238 -       text=strcat('foto',num2str(hora(4)),num2str(hora(5)),num2str(hora(6)),')
239 -       %imwrite(foto,text)
240 -       img2=imcrop(foto,[x1 y1 x2 y2]);
241 -       img2=rgb2gray(img2);
242 -       %img2 =histeq(img2);
243 -       %img2=medfilt2(img2);
244 -       T = graythresh(img2);

```

```

246 - bw = im2bw(img2, 0.3);
247 - bw=imresize(bw,0.5);
248 - axes(handles.axes3)
249 - axis off
250 - imshow(img2)
251 - axes(handles.axes4)
252 - axis off
253 - imshow(not(bw))
254 - bw_1=not(bw);
255 - %pause(3)
256 - [m n]=size(bw)
257 - Im_label=bwlabel(bw_1,8);
258 - n1=max(max(Im_label));
259 - cont_n=0;
260 - cont_b=0;
261 - cont_pn=0;
262 - pixelx=1;
263 - pixely=1;
264 - vect=[]
265 -

```

```

Editor - C:\Users\JAVIER\Desktop\alevines final\Sistema_Conteo_Alevinos.m
Principal.m x Sistema_Conteo_Alevinos.m x +
265 - for i=1:1:m
266 -     for j=1:1:n
267 -         if(bw(i,j)==0)
268 -             cont_n=cont_n+1;
269 -             vect(i)=cont_pn;
270 -             cont_pn=cont_pn+1;
271 -             pixelx=i;
272 -             pixely=j;
273 -         else
274 -             cont_b=cont_b+1;
275 -         end
276 -     end
277 -     cont_pn=0;
278 - end
279 - if cont_n>200
280 -     cont_alevines=cont_alevines+1;
281 - end
282 - peso=sum(vect)/length(vect)*2/100; %peso del alevin
283 - tamaño=max(vect)/34; %tamaño del alevin
284 -

```

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 44. Control de calidad de los alevines

```
Editor - C:\Users\JAVIER\Desktop\alevines final\Sistema_Conteo_Alevinos.m
Principal.m x Sistema_Conteo_Alevinos.m x +
284
285 %control de calidad de seleccion segun el tamaño
286 entero=0;
287 entero=floor(tamano) %Da el menor entero por abajo
288
289 if entero<=2
290     calidad1=calidad1+1;
291     alimento=alimento+0.018;
292 end
293 if entero==3
294     calidad2=calidad2+1;
295     alimento=alimento+0.053;
296 end
297 if entero>=4
298     calidad3=calidad3+1;
299     alimento=alimento+0.126;
300 end
301
302 % analisis de la calidad de alevinos
303
304 if calidad1 >= calidad2 & calidad1 >= calidad3
305     set(handles.text23,'String','baja')
306 end
307 if calidad2 >= calidad1 & calidad2 >= calidad3
308     set(handles.text23,'String','Normal')
309 end
310 if calidad3 >= calidad1 & calidad3 >= calidad2
311     set(handles.text23,'String','Buena')
312 end
313
```

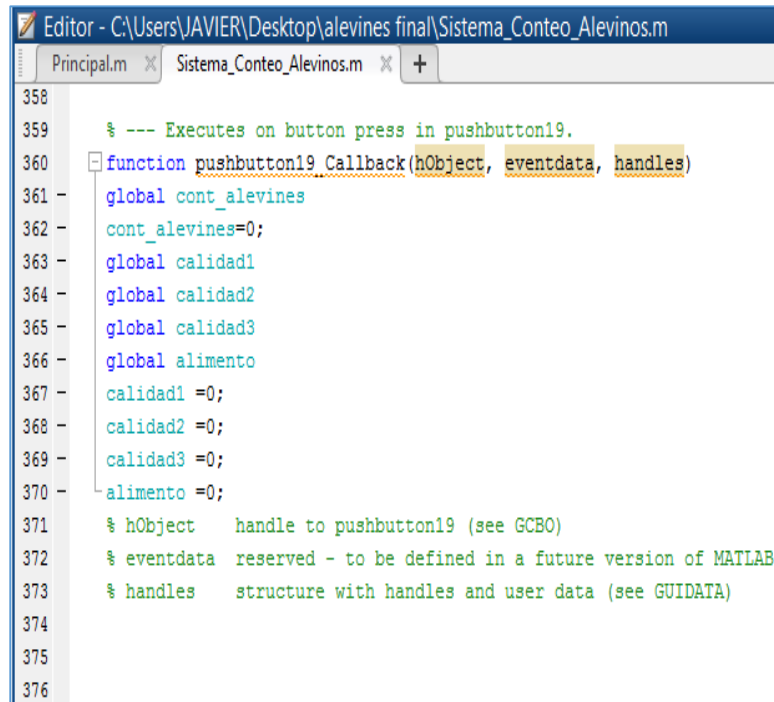
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 45. Impresión de los resultados.

```
Editor - C:\Users\JAVIER\Desktop\alevines final\Sistema_Conteo_Alevinos.m
Principal.m x Sistema_Conteo_Alevinos.m x +
314
315
316 set(handles.text12,'String',cont_alevines)
317 set(handles.text14,'String',tamano)
318 set(handles.text15,'String',peso)
319
320 set(handles.text6,'String',calidad1)
321 set(handles.text16,'String',calidad2)
322 set(handles.text17,'String',calidad3)
323 set(handles.text30,'String',alimento)
324
325 pause(0); %pause para cada repeticion
326 end
327 % hObject handle to popupmenu4 (see GCBO)
328 % eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
329 % handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
330
331 % Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns popupmenu4 contents as a cell array
332 % contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from popupmenu4
333
334
```

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 46. Reiniciar todo el proceso.



```
Editor - C:\Users\JAVIER\Desktop\alevines final\Sistema_Cuento_Alevinos.m
Principal.m x Sistema_Cuento_Alevinos.m x +
358
359 % --- Executes on button press in pushbutton19.
360 function pushbutton19_Callback(hObject, eventdata, handles)
361     global cont_alevines
362     cont_alevines=0;
363     global calidad1
364     global calidad2
365     global calidad3
366     global alimento
367     calidad1 =0;
368     calidad2 =0;
369     calidad3 =0;
370     alimento =0;
371     % hObject    handle to pushbutton19 (see GCBO)
372     % eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
373     % handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
374
375
376
```

Fuente: Elaboración propia

3.4.4 Definición de estándar

Project Management Institute (2014) define que:

- ❖ Un estándar es un documento establecido por consenso, aprobado por un cuerpo reconocido, y que ofrece reglas, guías o características para que se use repetidamente.
- ❖ Los estándares globales del PMI le proveen las guías de las mejores prácticas a los directores de proyectos, programas y portafolios, así como a sus organizaciones, al tiempo que le ahorran el tener que crear soluciones nuevas constantemente.
- ❖ Nuestros estándares se agrupan en tres categorías: los fundamentos, los de práctica o marcos, y las extensiones.

3.4.5 Definición de estándar de calidad

Ministerio de la Protección Social (2014) sostiene que:

Los estándares no son más que los niveles mínimo y máximo deseados, o aceptables de calidad que debe tener el resultado de una acción, una actividad, un programa, o un servicio. En otras palabras, el estándar es la norma técnica que se utilizará como parámetro de evaluación de la calidad.

Una vez programadas las actividades de solución al problema de gestión, los círculos de calidad deberán definir los estándares de calidad del resultado, o los resultados esperados.

En el desarrollo de los estándares deben participar los miembros del equipo coordinador de la gestión de calidad, en la unidad de salud y representantes de los usuarios internos y externos del programa de atención integral en el cual se identificaron los problemas.

Se debe cuidar que los estándares no sean influenciados por lo que actualmente hace el personal, quienes son los responsables de la gestión o ejecución de la actividad, componente o programa con un problema. Los estándares deben ser monitoreados y evaluados periódicamente, aplicando indicadores, para saber si se está asegurando la calidad.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez finalizada la etapa de diseño y desarrollo es necesario poner a prueba el sistema para evaluar rendimiento, eficiencia, precisión y determinar si se logran los objetivos. En este capítulo se presentarán las pruebas realizadas para escanear un objeto incorporando variaciones en el hardware y parámetros del sistema.

4.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO

El desarrollo de este experimento se llevó a cabo en la sala de re-incubación de ovas importadas, localizada en la provincia de Chincheros, distrito de Uripa, centro poblado de Challhuani.

Figura N° 47. Ubicación de la sala de re-incubación



Fuente: Elaboración propia

4.2 METODOLOGÍA DE CONTEO

El experimento fue conducido en dos fases para evitar que los alevines se estresaran demasiado al momento de ser manipulados. En la primera fase del experimento se evaluó la precisión de los cinco métodos de enumeración, para alevines.

Para la segunda fase, se determinó el tiempo requerido por cada uno de los métodos de enumeración y la mortalidad provocada por estos.

Las cinco técnicas que fueron empleadas en el experimento se explican a continuación.

- A. Estimando el número por conteo directo individual (CDI), método realizado por medio del conteo individual, pez por pez, pasándolos de un recipiente a otro con la ayuda una red de mano. En cada repetición se contó 500 alevines.
- B. Estimando el número por el método volumétrico en agua (CVA), en el cual se relaciona el volumen de agua desplazada con el número de alevines en un vaso de 200 ml.
- C. Estimando el número por el método de conteo gravimétrico (CG), en el cual con la ayuda de una balanza electrónica y recipientes secos se logra encontrar una relación entre el peso en seco y número de animales. En cada comparación se contó y comparó grupos de 500 alevines.
- D. Estimando el número por el sistema de visión artificial (CSVA), el cual consiste en que los peces pasan por un tubo de vidrio impulsados por un motor de agua, la cámara captura la imagen de cada alevín y el sistema realizado en MATLAB realiza el conteo respectivo.

Después de cada prueba, los peces fueron ubicados en pequeñas jaulas de malla fina usados para mantener confinados los alevines, en la artesa de fibra de vidrio para observar la mortalidad. Para lograr esto, se contaron el número de alevines muertos por bastidor durante una semana posterior al manipuleo. Al final de esta semana se contaron el total de alevines vivos por bastidor y se determinó el porcentaje de la sobrevivencia.

4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se probaron cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno. El tamaño de las muestras fue variable ya que se trabajaron con medidas diferentes como son mililitros, gramos y número de alevines. Debido a la naturaleza del experimento, en la primera fase se determinaron los

coeficientes de variación de cada método usado, para comparar la variabilidad en precisión.

Formulas a utilizar:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - m)^2}{n-1}}$$

Desviación Estándar:

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}} * 100$$

Coeficiente De Variación:

4.4 PRECISIÓN DE LOS MÉTODOS EN EL CONTEO.

En general, todos los métodos dieron una precisión aceptable para la enumeración de alevines. Los resultados de la primera fase son presentados en el Tabla 28. El método que resultó con la mayor precisión fue el de conteo directo individual (CDI). Su coeficiente de variación fue el menor porcentaje en la comparación con los demás métodos de enumeración. La variación de este método se debe al error humano a la hora de contar los alevines de poco tamaño.

En la tabla 28 se muestra el resultado de conteo promedio requerido en realizar cada uno de los cuatro métodos de enumeración de alevines entre 3 a 4.5 cm de longitud total y con una cantidad de 500 alevinos de muestra.

Tabla N° 28. Precisión de los métodos de conteo

Método de Enumeración					
		CDI	CVA	CG	SVA
		Número de alevines			
Replicas	1	514	627	686	491
	2	515	682	665	494
	3	512	574	663	492
Promedio		513.66	627.67	671.33	492.33
DE		1.00	54.00	12.74	1.52

CV (%)	0.20	8.60	1.9	0.30
porcentaje	102.73	125.534	134.266	98.466
(%) de error	2.73%	25.53%	34.27%	1.53%

DE: desviación estándar, CV: coeficiente de variación

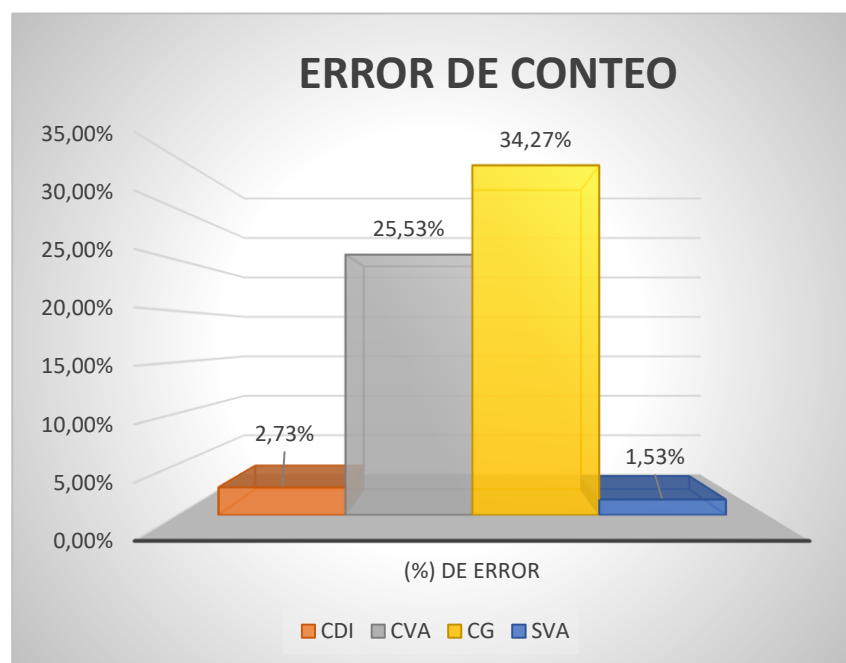
CDI: conteo directo individual

CVA: conteo por volumen en agua

CG: conteo gravimétrico

SVA: conteo por sistema de visión artificial

fuentes: elaboración propia



Como se observa el porcentaje de error en el conteo Alevinos de Trucha “Arcoíris” antes del sistema con el método de conteo individual es de 2.73% y con el sistema propuesto llega a 1.53%, se puede concluir que gracias a la utilización del sistema se mejora en un 1.19% en el porcentaje de error en el conteo Alevinos.

4.5 TIEMPOS EMPLEADOS

El tiempo promedio requerido para realizar cada metodología de enumeración de los alevinos es presentado en el Tabla 29. El método que presentó el menor tiempo para su desarrollo es el de CSVA. De

acuerdo a este resultado, la mano de obra requerida para este método será menor que para los demás métodos.

El método CDI es el que requiere más tiempo para su realización, ocupando más mano de obra a la hora de ser realizado. En lugares donde la mano de obra es un factor limitante, los tiempos empleados por los diferentes métodos de enumeración juegan un papel importante.

Al comparar, en una hora de trabajo por medio del método SVA es posible contar en promedio 8,334 alevines de tilapia, mientras con el CDI se logran contar en la misma hora tan solo 3,158 alevines.

De igual forma, los alevines de tilapia que están expuestos a un manipuleo prolongado tienden a presentar mayores índices de mortalidad (Bardach *et al.*, 1990). Tomando en cuenta que en las explotaciones de tilapias se trabajan con grandes cantidades de alevines, entre más rápido sea la enumeración o conteo de estos es mejor para reducir estrés y consecuentemente asegurar una sobrevivencia elevada.

En la tabla 29 se puede observar el resultado del tiempo promedio requerido en realizar el conteo de cada uno de los métodos de enumeración de alevines entre 3 a 4.5 mm de longitud total con la misma muestra de 500 alevinos.

Tabla N° 29. Tiempo promedio requerido para el conteo de alevines.

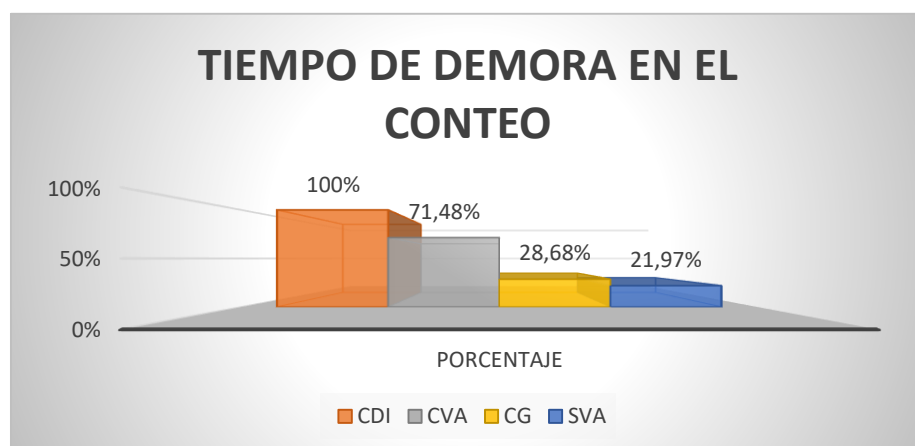
Método de Enumeración					
		CDI	CVA	CG	SVA
		(minutos : segundos)			
Replicas	1	16:30:00	10:56	04:32	03:19
	2	17:15	12:32	04:57	03:52
	3	15:24.	11:35	04:20	03:37
Promedio		16:23:00	11:43	04:41	03:36
porcentaje		100%	71.48%	28.68%	21.97%

CDI: conteo directo individual

CVA: conteo por volumen en agua

CG: conteo gravimétrico

SVA: conteo por sistema de visión artificial (3 aleviles / segundo)



Como se observa el porcentaje del tiempo empleado en el conteo Alevinos de Trucha “Arcoíris” antes del sistema con el método de conteo individual es de 100% y con el sistema propuesto llega a 21.97%, se puede concluir que gracias a la utilización del sistema sea reducido en un 78.03% en el porcentaje del tiempo empleado en el conteo Alevinos.

4.6 MORTALIDADES

En general, la sobrevivencia de los peces manipulados en esta prueba siempre fue mayor de 94% (tabla 30).

El método CDI fue el que presentó mayor porcentaje de mortalidad con los peces de color gris. Esto se puede deber al tiempo que se mantuvieron estos alevinos siendo manipulados durante el conteo, ya que este método es el que requiere de mayor tiempo para realizarse.

En la tabla 30 se muestra el resultado obtenido con respecto al porcentaje de mortalidad provocada cada uno de los métodos de enumeración de alevinos entre 3 a 4.5 mm de longitud total.

Tabla N° 30. Porcentaje de mortalidad

Método de Enumeración					
		CDI	CVA	CG	SVA
(N° de Mortalidad)					
Replicas	1	30	20	11	5
	2	31	25	15	4
	3	33	28	16	5
Promedio		31.33	24.33	14.00	4.67
porcentaje		6.26%	4.86%	2.80%	0.93%

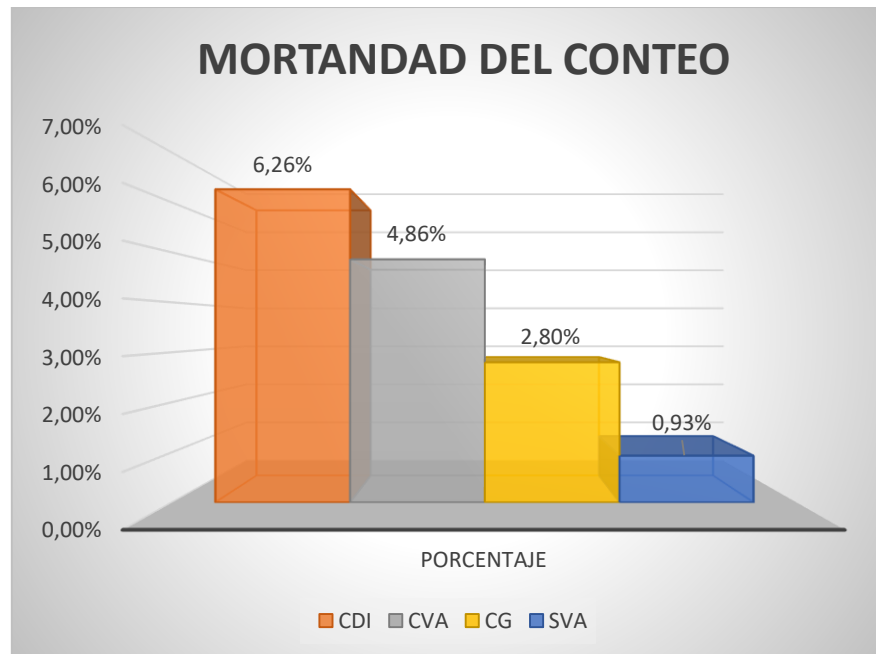
CDI: conteo directo individual

CVA: conteo por volumen en agua

CG: conteo gravimétrico

SVA: conteo por sistema de visión artificial

fuentes: elaboración propia



Como se observa el nivel de mortalidad en el conteo Alevinos de Trucha “Arcoíris” antes del sistema con el método de conteo individual es de 6.26% y con el sistema propuesto llega a 0.93%, se puede concluir que gracias a la utilización del sistema sea reducido en un 5.33% en el porcentaje del nivel de mortalidad empleado en el conteo Alevinos.

Podemos darnos cuenta en la imagen que el método CDI tiene el mayor porcentaje de mortalidad con respecto a los demás métodos, y también que gracia a la utilización del sistema se podrá evitar pérdidas económicas por mortandad y error de conteo.

4.7 DISCUSIÓN

Los resultados de los métodos realizados tanto manualmente y por conteo mediante el sistema de visión artificial (Tabla N° 28, Tabla N° 29, Tabla N° 30) presenta los resultados de precisión en el conteo, tiempo estimado de conteo y mortalidad total a favor del sistema de visión artificial (Tabla N° 31), como se observa el porcentaje de error en el conteo Alevinos de Trucha “Arcoíris” antes del sistema con el método de conteo individual es de 2.73% y con el sistema propuesto llega a 1.53%, se puede concluir que gracias a la utilización del sistema se mejora en un 1.19% en el porcentaje de error en el conteo Alevinos.

El porcentaje del tiempo empleado en el conteo Alevinos de Trucha “Arcoíris” antes del sistema con el método de conteo individual es de 100% y con el sistema propuesto llega a 21.97%, se puede concluir que gracias a la utilización del sistema sea reducido en un 78.03% en el porcentaje del tiempo empleado en el conteo Alevinos.

El nivel de mortalidad en el conteo Alevinos de Trucha “Arcoíris” antes del sistema con el método de conteo individual es de 6.26% y con el sistema propuesto llega a 0.93%, se puede concluir que gracias a la utilización del sistema sea reducido en un 5.33% en el porcentaje del nivel de mortalidad empleado en el conteo Alevinos.

Podemos darnos cuenta en la imagen que el método CDI tiene el mayor porcentaje de mortalidad con respecto a los demás métodos, y también que gracia a la utilización del sistema se podrá evitar pérdidas económicas por mortandad y error de conteo.

El método tradicional refleja la validez del conteo mediante el sistema de visión artificial frente a la metodología manual en las variables evaluadas para el conteo de alevinos de trucha. Esto debido al menor grado de estrés y daños mecánicos ocurridos durante la manipulación.

Tabla N° 31. Contraste de resultados en el conteo, tiempo y mortalidad.

METODOS DE CONTEO		ERROR DEL CONTEO	TIEMPO DE DEMORA EN EL CONTEO	MORTANDAD
CDI	MANUAL	2.73%	100%	6.26%
CVA	MANUAL	25.53%	71.48%	4.86%
CG	MANUAL	34.27%	28.68%	2.80%
SVA	DIGITAL	1.53%	21.97%	0.93%

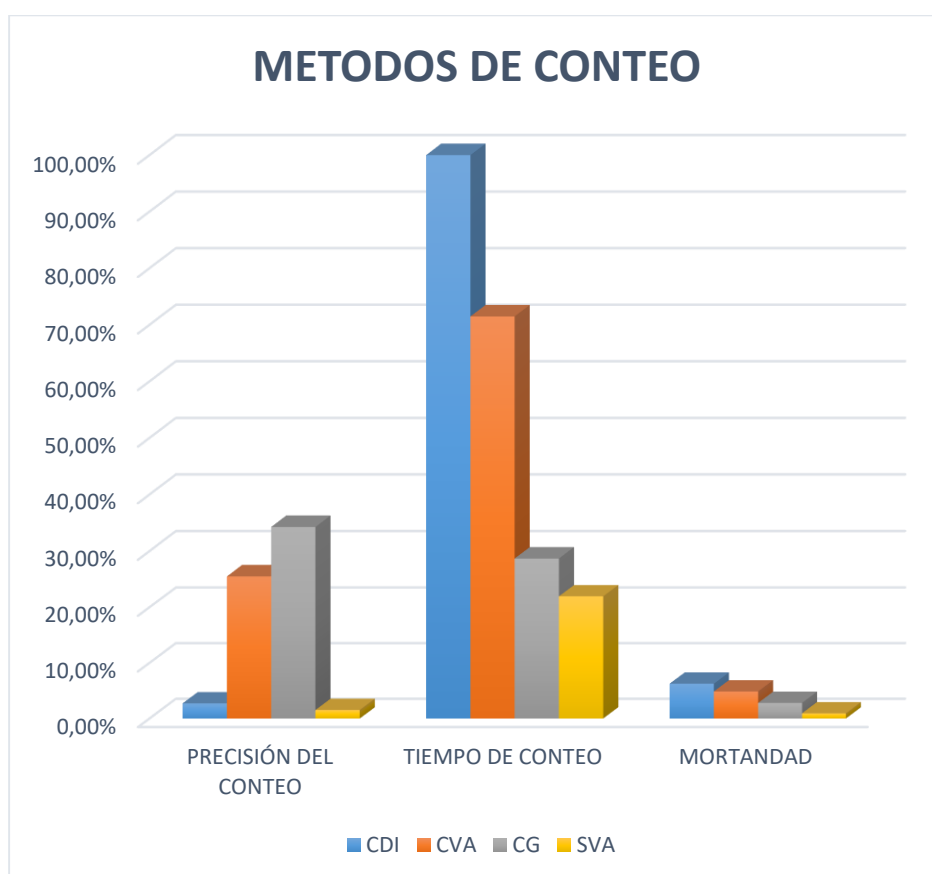
CDI: conteo directo individual

CVA: conteo por volumen en agua

CG: conteo gravimétrico

SVA: conteo por sistema de visión artificial

fuelle: elaboración propia



CONCLUSIONES

Se logró realizar la implementación de un sistema de visión artificial para mejorar el conteo y medición de alevinos de trucha “arcoíris”, para la dirección subregional de la producción Andahuaylas, a través del cumplimiento de los objetivos y obteniendo los siguientes resultados:

- ✓ En cuanto al sistema implementado, ha demostrado ser eficaz para el análisis de imágenes, poniendo a disposición un interfaz gráfico que vuelve más sencillo el procesamiento y el respectivo análisis de la imagen.
- ✓ Se logró reducir el porcentaje de error en el conteo Alevinos de Trucha a través del sistema de Visión Artificial de 2.73% al 1.53% se puede concluir que gracias a la utilización del sistema se mejoró en un 1.19% en el porcentaje de error en el conteo Alevinos.
- ✓ Se logró Disminuir el tiempo empleado en el conteo Alevinos de Trucha a través del sistema de Visión Artificial de 100% al 21.97% se puede concluir que gracias a la utilización del sistema se mejoró en un 78.03% en el porcentaje del tiempo empleado en el conteo Alevinos.
- ✓ Se logró Disminuir el nivel de mortalidad en el conteo Alevinos de Trucha a través del sistema de Visión Artificial de 6.26% al 0.93% se puede concluir que gracias a la utilización del sistema se mejoró en un 5.33% en el porcentaje del nivel de mortalidad empleado en el conteo Alevinos.

Comparando todos los métodos estudiados anteriormente se puede concluir con respecto al método de conteo del sistema de visión artificial que es el mejor en cuanto a error de conteo, velocidad de conteo y teniendo la mínima cantidad de mortalidad por el tiempo en la manipulación de peces. el método CDI (conteo directo individual) no sería recomendado para explotaciones comerciales de truchas, tomando en cuenta que el tiempo requerido y la mortalidad provocada por este método son los peores de los cuatro métodos que se evaluaron.

RECOMENDACIONES

- a) Aunque la cámara web utilizada tiene una resolución excelente, es importante tener en cuenta que el tiempo de respuesta es cada 3 por segundo el cual nos limita a realizar un conteo de manera más rápida, es decir la cámara web vendría a ser el cuello de botella en la aplicación del sistema, por esta razón se recomienda adquirir una cámara que pueda tener un tiempo de respuesta mucho más rápida y pueda captar objetos en movimiento.
- b) Para la mejor visualización de la muestra, utilizar un fondo blanco o de color claro al momento de capturar la imagen destinada al análisis de imágenes de alevines.
- c) Para nuevas investigaciones sería excelente la implementación de un nuevo sistema de visión artificial para el conteo y selección de truchas de tamaño comercial de 22 cm y cálculo de alimento para la implementación en las grandes piscigranjas, actualmente las piscigranjas sufren en el tema de selección de truchas comerciales y sería un gran aporte para a la tecnología poder implementar un sistema en selección de truchas comerciales.
- d) El nuevo sistema de conteo de alevines de trucha se implementó en MATLAB, y al realizar las pruebas de conteo se concluyó que el procesamiento de matlab es muy lento y esto dificulta poder mejorar el tiempo de conteo y tiempo de respuesta al momento de realizar las capturas de las imágenes, por tal motivo sería mejor al implementación en otro tipo de lenguaje de programación más básico que ayude a mejorar el tiempo de conteo. Finalmente mencionar que matlab es una buena herramienta para poder crear prototipos más no para poder realizar sistemas complejos que requieran mayor nivel de procesamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amos Gilat, (2006) "Matlab una introducción con ejemplos prácticos"
- Ana Patricia Rodriguez, Josué Polanco y Darwin Hernández, (2010) OpenUp (Open Unified Process) <http://es.scribd.com/doc/37116717/Open-Up> fecha 26/10/2016.
- Carlos Platero Dueñas, (2014) *Visión Artificial*.
<http://www.elai.upm.es/moodle/mod/resource/view.php?id=140>
- (CEDEP, M.D.RAGASH, ANTAMINA, 2009) *Manual De Crianza De Truchas*
<http://www.gbcbiotech.com/genomicaypesca/documentos/peces/trucha/Manual%20de%20crianza%20truchas.pdf>
- Diego Orlando Barragán Guerrero (05-25-2008) Manual De Interfaz Gráfica De Usuario (GUIDE) en MATLAB
https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10740/11/MATLAB_GUIDE.pdf
- (DINARA, 2010) (Dirección Nacional de Recursos Acuáticos - Departamento de Acuicultura Proyecto FAO UTF/URU/025/URU Noviembre 2010) *Manual Básico De Piscicultura En Estanques*
http://www.dinara.gub.uy/files/manual_piscicultura_estanques.pdf
- EDDIE ANGEL SOBRADO MALPARTIDA Lima- Perú 2003 - *Sistema De Visión Artificial Para El Reconocimiento Y Manipulación De Objetos Utilizando Un Brazo Robot*
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/68/SOBRA DO EDDIE VISION ARTIFICIAL BRAZO ROBOT.pdf?sequence=2>
- Eduardo Laorden Fiter, (setiembre, 2012) Descripción, comparación y ejemplos de uso de las funciones de la toolbox de proceso digital de imágenes de MATLAB
http://oa.upm.es/14016/2/PFC_EDUARDO_LAORDEN_FITER_B.pdf
- Visitado el 22/08/2016

- (FAO, 2012) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, *Estado mundial de la pesca y acuicultura 2012*.
<http://www.fao.org/docrep/016/i2727s/i2727s.pdf>
- (FAO, 2014) *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2014*.
<http://www.fao.org/3/a-i3720s.pdf>
- FAO Fisheries Department (2003) World Fisheries and Aquaculture Atlas. CD-ROM. Rome, FAO. 2nd ed. Información adicional en:
<http://www.fao.org/docrep/003/w4493s/w4493s00.htm>
- FAO, 2008. “*El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008*”. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. ISBN 978-92-5-306029-0.
- (FONDEPES, AECI y PADESPA, junio 2004) Fondo Nacional De Desarrollo Pesquero (FONDEPES), agencia española de cooperación internacional (AECI) y proyecto de apoyo al desarrollo del sector pesca y acuícola del Perú (PADESPA) *Manual De Cultivo De Tilapia*.
http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manual_tilapia.pdf
- Gonzalo Fernández de Córdoba Martos, (Septiembre de 2007) “Creación de Interfaces Gráficas de Usuario (GUI) con MatLab”.
<http://webpersonal.uma.es/de/gfdc/docencia/GuiSection.pdf>
- (INCAGRO, 2008) SUB PROYECTO DE EXTENSIÓN “MEJORA DE LA PRODUCCIÓN DE TRUCHAS EN CHOCLOCOCHA SANTA INÉS” *Manual Para La Producción De Truchas En Jaulas Flotantes*
<http://www.bvcooperacion.pe/biblioteca/bitstream/123456789/946/1/BVCI000802.pdf>
- (JUAN JESÚS ROMERO, CARLOS DAFONTE, ÁNGEL GÓMEZ FERNANDO, JORGE PENOUSAL) (EDS.) *Inteligencia Artificial Y Computación Avanzada*
<http://fmachado.dei.uc.pt/wp-content/papercite-data/pdf/ms07.pdf>
- LÓPEZ, Marta, Mallorquín, P. y Vega, M., 2003. “Genómica de especies piscícolas”. Ed. Genoma España. Ref. Gen-Eso 3003. ISBN: 84-607-9254-4.

- L. Enrique Sucar y Giovanni Gómez. *Visión Computacional*, <http://ccc.inaoep.mx/~esucar/Libros/vision-sucar-gomez.pdf>
- Ministerio de educación España, (2012) *Aplicación Práctica De La Visión Artificial En El Control De Procesos Industriales*, http://visionartificial.fpcat.cat/wp-content/uploads/UD_1_didac_Conceptos_previos.pdf
- (Organización Latinoamericana De Desarrollo Pesquero, 2009) *La Acuicultura Y Sus Desafíos*. <http://www.oldepesca.com/userfiles/desafios%20de%20la%20acuicultura.pdf>
- (REDESA, 2006) REDES SOSTENIBLES PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA – PUNO, *Alcances Para La Producción De Trucha En Jaulas Artesanales* <http://www.bvcooperacion.pe/biblioteca/bitstream/123456789/2953/1/BVCI0002850.pdf>
- Revista Gestión Técnica Nº 14. Fuente SAGYP 2002: http://www.acampo.com.ar/espanol/gest_tec/ges_tec14.htm
- Diccionario Manual de la Lengua Española Vox. © 2007 Larousse Editorial, S.L. <http://es.thefreedictionary.com/cuantificaci%C3%B3n>
- (Stuart J. Russell y Peter Norvig, 2004) *Inteligencia Artificial Un Enfoque Moderno Segunda Edición* [http://iarp.cic.ipn.mx/~hcalvo/Inteligencia_Artificial_files/Inteligencia%20Artificial,%20Un%20Enfoque%20Moderno%20-%20Stuart%20J.%20Russell,%20Peter%20Norvig%20-%20Prentice%20Hall%20\(ocr,%20caps%201-11\).pdf](http://iarp.cic.ipn.mx/~hcalvo/Inteligencia_Artificial_files/Inteligencia%20Artificial,%20Un%20Enfoque%20Moderno%20-%20Stuart%20J.%20Russell,%20Peter%20Norvig%20-%20Prentice%20Hall%20(ocr,%20caps%201-11).pdf)
- Universidad Nacional de Quilmes, (2005) *Visión Artificial* <http://iaci.unq.edu.ar/materias/vision/archivos/apuntes/Aspectos%20de%20un%20Proyecto%20de%20Visi%C3%B3n%20Artificial.pdf>
- (Tomas L., 2007) (Tomas León Quintanar, 2007) *Sistemas Expertos Y Sus Aplicaciones* <http://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Sistemas%20expertos%20y%20sus%20aplicaciones.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1: VALIDACIÓN DE RECOLECCIÓN DE DATOS POR EXPERTOS PARA LA CERTIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE CONTEO A UTILIZAR EN EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL.



Universidad Nacional José María Arguedas

Identidad y Excelencia para el Trabajo Productivo y el Desarrollo

PLANTILLA PARA LA VALIDACIÓN DE LA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1. IDENTIFICACIÓN DEL EXPERTO

NOMBRE DEL EXPERTO: HUGO PALOMINO CACERES
 DNI 44720408 PROFESIÓN: ING. PESQUERO
 LUGAR DE TRABAJO: DIRECCIÓN SUBREGIONAL DE LA PRODUCCIÓN
 CARGO QUE DESEMPEÑA: DIRECTOR SUB REGIONAL.
 DIRECCIÓN: AV. JOSÉ MARÍA ARGUEDAS.
 TELÉFONO FIJO: _____ MÓVIL: 956230793
 DIRECCIÓN ELECTRÓNICA: L-HUGO1909@HOTMAIL.COM.
 FECHA DE EVALUACIÓN: 25 JULIO DE 2018


 GOBIERNO REGIONAL APURÍMAC
 DIRECCIÓN REGIONAL DE ASESORIA TÉCNICA
 Y PROMOCIÓN PRODUCTIVA
 ING. HUGO PALOMINO CACERES
 DIRECTOR

FIRMA DEL EXPERTO: _____

2. PLANILLA DE VALIDACIÓN DE LA RECOLECCION DE DATOS.

CRITERIOS	APRECIACIÓN CUALITATIVA			
	EXCELENTE (4)	BUENO (3)	REGULAR (2)	DEFICIENTE (1)
Presentación del Resultados de precisión	X			
Presentación del Resultados de Conteo	X			
Presentación del Resultados de Mortandad	X			
Relevancia del contenido		X		
Factibilidad dela aplicación	X			

OBSERVACIONES: _____



VALIDACIÓN DE LAS PRUEBAS REALIZADAS PARA EL CONTEO DE ALEVINOS DE TRUCHAS

OBJETIVO: Mostrar la precisión de los métodos en el conteo con su respectiva varianza.

En la tabla se muestra el resultado de conteo promedio requerido en realizar cada uno de los cuatro métodos de enumeración de alevinos entre 3 a 4.5 cm de longitud total y con una cantidad de 500 alevinos de muestra.

Tabla. Precisión de los métodos de conteo

		Método de Enumeración			
		CDI	CVA	CG	SVA
		Número de alevinos			
Replicas	1	514	627	686	491
	2	515	682	665	494
	3	512	574	663	492
Promedio		513.66	627.67	671.33	492.33
DE		1.00	54.00	12.74	1.52
CV (%)		0.20	8.60	1.9	0.30
porcentaje		102.73	125.534	134.266	98.466
(% de error		2.73%	25.53%	34.27%	1.53%

DE: desviación estándar, CV: coeficiente de variación

CDI: conteo directo individual

CVA: conteo por volumen en agua

CG: conteo gravimétrico

SVA: conteo por sistema de visión artificial

fuentes: elaboración propia

GOBIERNO REGIONAL APURÍMAC
REGIÓN AGRARIA Y PESQUERA
Ing. Peop. Agr. Alonzo Cáceres
DIRECTOR



Universidad Nacional José María Arguedas

Identidad y Excelencia para el Trabajo Productivo y el Desarrollo

VALIDACIÓN DE LAS PRUEBAS REALIZADAS PARA EL CONTEO DE ALEVINOS DE TRUCHAS

OBJETIVO: Obtener los tiempos empleados para el conto de alevinos de trucha

En la tabla se puede observar el resultado del tiempo promedio requerido en realizar el conteo de cada uno de los métodos de enumeración de alevinos entre 3 a 4.5 mm de longitud total con la misma muestra de 500 alevinos.

Tabla. Tiempo promedio requerido para el conteo de alevinos.

		Método de Enumeración			
		CDI	CVA	CG	SVA
		(minutos : segundos)			
Replicas	1	16:30:00	10:56	04:32	03:19
	2	17:15	12:32	04:57	03:52
	3	15:24.	11:35	04:20	03:37
Promedio		16:23:00	11:43	04:41	03:36
porcentaje		100%	71.48%	28.68%	21.97%

CDI: conteo directo individual

CVA: conteo por volumen en agua

CG: conteo gravimétrico

SVA: conteo por sistema de visión artificial (3 aleviles / segundo)

fuelle: elaboración propia

GOBIERNO REGIONAL APURÍMAC
REGIÓN APURÍMACA DE PERÚ
Ing. Pccq. Néstor Palomino Cáceres
DIRECTOR



VALIDACIÓN DE LAS PRUEBAS REALIZADAS PARA EL CONTEO DE ALEVINOS DE TRUCHAS

OBJETIVO: mostrar la cantidad de mortandad existente en un total de 500 alevines

En la tabla se muestra el resultado obtenido con respecto al porcentaje de mortalidad provocada cada uno de los métodos de enumeración de alevines entre 3 a 4.5 mm de longitud total.

Tabla. Porcentaje de mortalidad

		Método de Enumeración			
		CDI	CVA	CG	SVA
		(N° de Mortalidad)			
Replicas	1	30	20	11	5
	2	31	25	15	4
	3	33	28	16	5
Promedio		31.33	24.33	14.00	4.67
porcentaje		6.26%	4.86%	2.80%	0.93%

CDI: conteo directo individual
CVA: conteo por volumen en agua
CG: conteo gravimétrico
SVA: conteo por sistema de visión artificial
fuente: elaboración propia

GOBIERNO REGIONAL TUMBUCU
ASOCIACIÓN REGIONAL DE PRODUCTORES
AGRICOLAS
Ing. Pezq. Hugo Galindo Cáceres
DIRECTOR

ANEXO 2: TABLA DE ALIMENTACIÓN DE PURINA PARA EL CÁLCULO DE CALIDAD Y ALIMENTACIÓN.

TABLA DE ALIMENTACION PARA 1000 PECES (PURINA)

TIPO DE ALIMENTO	peso unitario gr.	Talla (cm)	Temperatura del Agua				
			10	11	12	13	14
Aquaxcel 0.6 mm	0.15	2	0.011	0.012	0.014	0.016	0.018
Aquaxcel 0.8 mm	0.6	3.5	0.033	0.038	0.043	0.048	0.053
Aquaxcel 1.5 mm	1.8	5	0.080	0.091	0.103	0.114	0.126
	3	6	0.111	0.126	0.142	0.158	0.174
INCIO (2mm)	4.6	7	0.149	0.171	0.191	0.213	0.234
	5.4	8	0.153	0.174	0.197	0.218	0.240
	11.5	9	0.289	0.330	0.371	0.413	0.454
CRECIMIENTO 1 (3mm)	12.2	10	0.278	0.318	0.356	0.397	0.436
	19	11	0.393	0.448	0.505	0.561	0.618
	22	12	0.416	0.477	0.535	0.594	0.653
CRECIMIENTO 2 (4mm)	29	13	0.537	0.615	0.687	0.766	0.841
	35	14	0.630	0.721	0.809	0.900	0.987
	43	15	0.722	0.821	0.929	1.028	1.174
	50	16	0.785	0.895	1.010	1.120	1.230
	62	17	0.918	1.048	1.172	1.308	1.438
ACABADO ENGORDE (6mm)	72	18	1.001	1.145	1.282	1.426	1.570
	92	19	1.214	1.380	1.555	1.720	1.904
	100	20	1.250	1.430	1.600	1.780	1.960
	124	21	1.476	1.686	1.897	2.096	2.306
	143	22	1.616	1.859	2.088	2.317	2.545
	153	23	1.652	1.897	2.142	2.372	2.601
	172	24	1.789	2.047	2.305	2.546	2.804
	200	25	2.000	2.260	2.560	2.840	3.120
	231	26	2.218	2.518	2.864	3.165	3.465
	261	27	2.401	2.741	3.106	3.445	3.785
	307	28	2.732	3.101	3.531	3.899	4.298
	333	29	2.864	3.263	3.663	4.096	4.496
	355	30	2.947	3.373	3.763	4.225	4.615
382	31	3.056	3.514	3.935	4.355	4.813	
417	32	3.253	3.711	4.170	4.587	5.087	

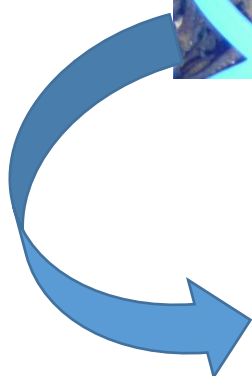
ANEXO 3: SALA DE INCUBACIÓN DONDE SE REALIZARAN LAS PRUEBAS DEL SISTEMA.



RE INCUBACIÓN DE OVAS IMPORTADAS PARA LA PRUEBA.

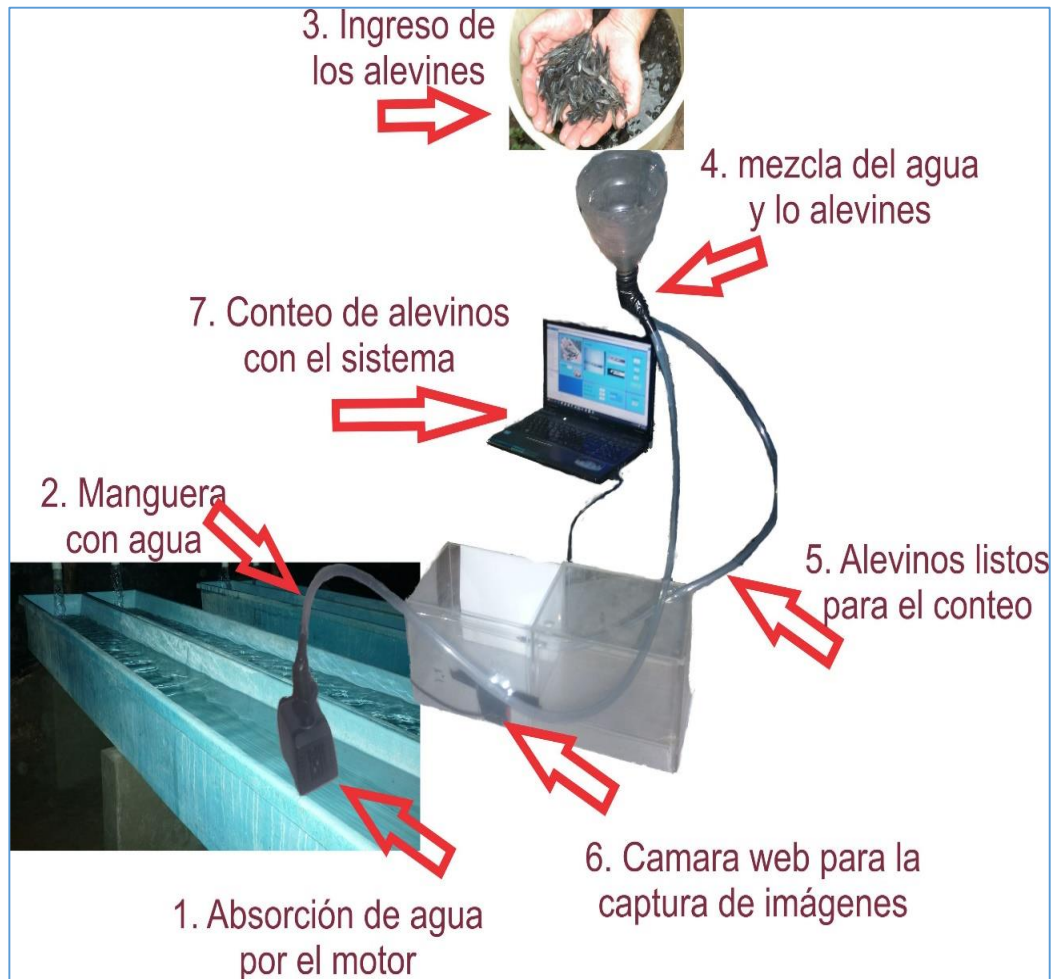


ALEVINOS DE TRUCHA EN FIBRA DE VIDRIO LISTOS PARA SU CONTEO Y TRASLADO.

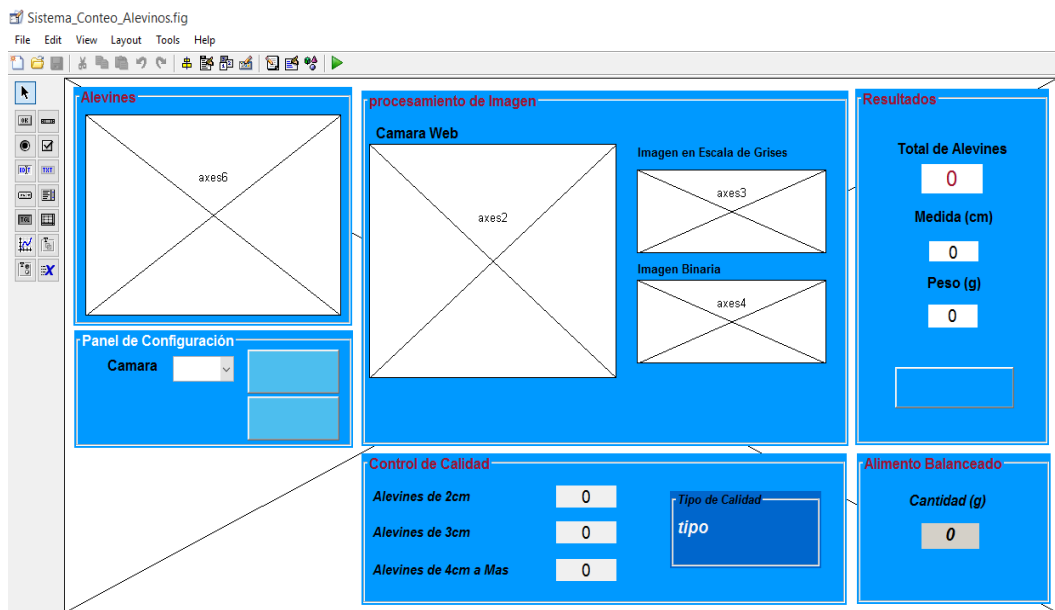
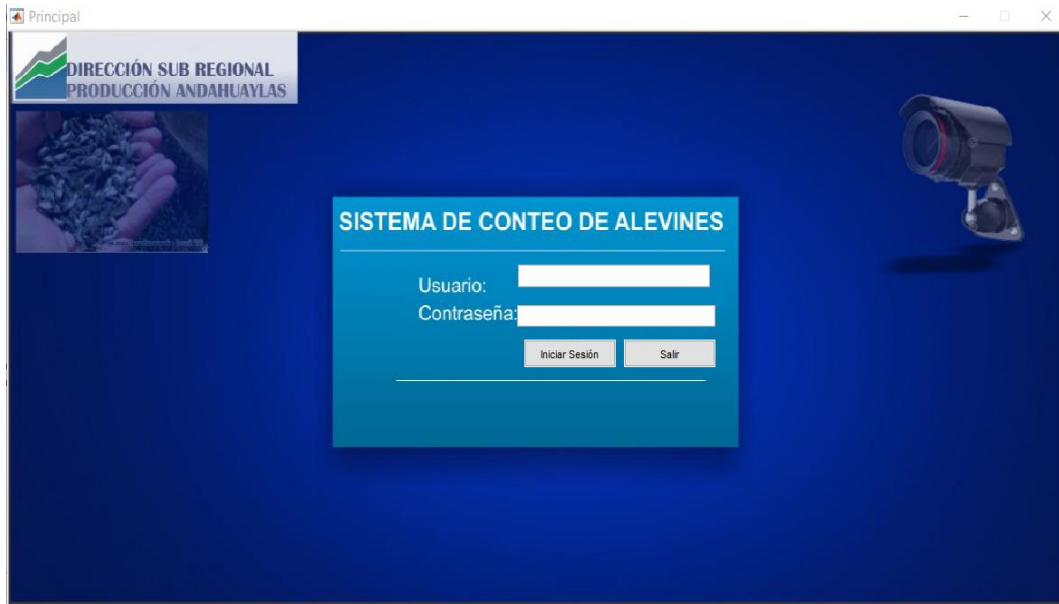


ANEXO 4: MANUAL DE USUARIO

Paso 1: el grafico nos muestra todo el sistema de funcionamiento, de qué manera se implementara los materiales antes de realizar el conteo.



Paso 2: Iniciar el software automáticamente, su logeo y su ingreso al sistema.



Paso 4: En el panel de configuración, seleccionar la cámara web y clic en START de color verde para iniciar el conteo de alevinos.

The screenshot shows the 'Sistema_Conteo_Alevinos' application window. It features a blue-themed interface with several functional panels:

- Alevinos:** A video feed showing a hand holding several small fish.
- procesamiento de Imagen:** A sequence of image processing steps: a live video of a fish in a transparent tube, followed by its 'Imagen en Escala de Grises' (grayscale image), and finally its 'Imagen Binaria' (binary image).
- Panel de Configuración:** A control panel with a dropdown menu for 'Camara' set to '1', a green 'START' button, and a grey 'STOP' button.
- Control de Calidad:** A section for quality control with three counters: 'Alevinos de 2cm' (0), 'Alevinos de 3cm' (0), and 'Alevinos de 4cm a Mas' (0). It also includes a 'Tipo de Calidad' dropdown menu currently showing 'tipo'.
- Resultados:** A results panel with three counters: 'Total de Alevinos' (0), 'Medida (cm)' (0), and 'Peso (g)' (0). A 'Reiniciar' button is located at the bottom of this panel.

Paso 5: sistema en funcionamiento, con captura de imágenes en tiempo real, dando a conocer todas las características del conteo, también tenemos la opción de Reiniciar el conteo.

The screenshot displays the 'Sistema_Conteo_Alevinos' software interface, which is divided into several functional panels:

- Alevines:** Shows a real-time video feed of a hand holding several small fish.
- procesamiento de Imagen:** Displays the image processing pipeline:
 - Camara Web:** The original image from the camera.
 - Imagen en Escala de Grises:** The image converted to grayscale.
 - Imagen Binaria:** The image converted to a binary (black and white) format for object detection.
- Panel de Configuración:** Includes a dropdown menu for 'Camara' (set to 2), a 'START' button, and a 'STOP' button.
- Resultados:** Shows the following statistics:
 - Total de Alevinos: 106
 - Medida (cm): 4.617
 - Peso (g): 1.940
 - A 'Reiniciar' button is located below these statistics.
- Control de Calidad:** Provides a breakdown of fish counts by size:

Alevines de 2cm	2
Alevines de 3cm	41
Alevines de 4cm a Mas	64

 Additionally, it shows the 'Tipo de Calidad' as 'Buena'.
- Alimento Balanceado:** Shows the total weight of feed:

Cantidad (g)	10.273
--------------	--------