

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



**“SISTEMA TERMOGRÁFICO PILOTO PARA LA IDENTIFICACIÓN
DE DAÑOS EN LA ESTRUCTURA DE GRANDES ACUARIOS DE USO
PÚBLICO”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRÓNICO**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: PROCESAMIENTO DE SEÑALES E IMÁGENES

AUTORES

Br. JOSÉ ANTONIO CARO AVALOS

Br. RONALD ROBERTO FLORES PEZO

ASESOR

ING. LENIN HUMBERTO LLANOS LEÓN

TRUJILLO – PERÚ

2017

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRÓNICO**

TÍTULO:

“SISTEMA TERMOGRÁFICO PILOTO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE DAÑOS EN LA
ESTRUCTURA DE GRANDES ACUARIOS DE USO PÚBLICO.”

DESARROLLADO POR:

Br. José Antonio Caro Avalos

Tesista

Br. Ronald Roberto Flores Pezo

Tesista

APROBADO POR:

Ms. Ing. Filiberto Azabache F.

Presidente

N° CIP: 97916

Ing. Saúl Noé Linares Vértiz

Secretario

N° CIP: 142213

Ing. Ovidio Hildebrando Ramos R.

Vocal

N° CIP: 92622

Ing. Lenin Llanos León

Asesor

N° CIP: 139213

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

De conformidad a lo estipulado en el Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, se pone a vuestra disposición el presente trabajo de Investigación titulado: “SISTEMA TERMOGRÁFICO PILOTO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE DAÑOS EN LA ESTRUCTURA DE GRANDES ACUARIOS DE USO PÚBLICO” a fin de ser evaluado.

Este trabajo de investigación es el resultado de la aplicación de los conocimientos adquiridos en nuestra Universidad dentro del área de Procesamiento Digital, el escenario utilizado que sirvió para diseñar nuestro sistema fue el acuario público del centro comercial Mega Plaza ubicado en la ciudad de Lima-Perú.

Esperamos que el presente trabajo de investigación pueda cubrir vuestras expectativas, excusándonos anticipadamente de posibles errores involuntarios en el desarrollo.

Br. José Antonio Caro Avalos

Br. Ronald Roberto Flores Pezo

Dedicatorias

Dedico esta tesis:

A mi Mamá por ser siempre mi apoyo en los momentos buenos y malos.

A mis hermanos por estar siempre en todo momento.

A mi compañera por todos sus consejos.

Por último y al más importante a Dios que debo mucho
agradecimiento por ser la roca fuerte en
mi vida y en la de toda mi familia.

José.

Dedico esta tesis:

A Dios, por otorgarme salud, paciencia y sabiduría,

A mis abuelitos Julia y Gauden,

A mis padres Lucy y Jesús,

A mi querida hermana Jeanette,

por el apoyo otorgado en cada etapa

de mi vida personal y profesional

Ronald.

Agradecimientos

Nuestros más sinceros agradecimientos para:

A nuestras familias por el soporte y apoyo incondicional en todos los momentos de nuestras vidas.

Al Ing. Lenin Humberto Llanos León, quien nos dio la oportunidad de ser nuestro asesor y nos orientó durante la elaboración de nuestra tesis además de otorgarnos conocimientos y experiencias durante nuestra permanencia en la universidad.

A todos los Ingenieros y Profesores quienes nos otorgaron e instruyeron con sus conocimientos y experiencias durante nuestra formación profesional.

A nuestros compañeros de clase, por haber compartido momentos gratos y experiencias a lo largo de nuestra vida universitaria.

Resumen

El presente trabajo de investigación se centra en realizar un “Sistema termográfico piloto para la identificación de daños en la estructura de grandes acuarios de uso público”. Así mismo consta de 5 capítulos, los cuales son descritos a continuación.

En el primer capítulo se hace una introducción a la problemática encontrada en la estructura de los acuarios de uso público, tomando como referencia el acuario del Centro Comercial Mega Plaza ubicado en la ciudad de Lima–Perú, además detallamos los objetivos, hipótesis y justificación del estudio.

En el segundo capítulo se presenta el marco teórico y antecedentes del trabajo de investigación.

En el tercer capítulo presentamos los materiales y métodos utilizados así como el desarrollo del sistema termográfico.

En el cuarto capítulo damos a conocer los resultados del trabajo de investigación y la discusión correspondiente.

Finalmente en el quinto capítulo se expone las conclusiones del presente trabajo de investigación, recomendaciones a investigaciones futuras y las referencias bibliográficas relacionadas al trabajo de investigación.

Abstract

This research is about that Pilot Thermographic System to damage's identification in the public large structure aquariums and it is composed of five chapters, which are described below:

In the first chapter, an introduction is made to the problem in the public structure aquariums, we use how reference the Shopping Center Mega Plaza's aquarium located in Lima-Perú, also the objectives, hypothesis and the justification of the research are exposed.

In the second chapter, the theoretical framework and background documents to the project are exposed.

In the third chapter, the materials and methods used in this research as well as the thermographic system's development.

In the fourth chapter, present the results of the research and the discussion of them.

Finally, in the fifth chapter, the conclusions, recommendations for future research and bibliographic references related to the project.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	i
Dedicatorias	ii
Agradecimientos	iii
Resumen	iv
Abstract	v
1. EL PROBLEMA	2
1.1. Planteamiento del Problema	2
1.1.1. Delimitación del Problema.....	4
1.1.2. Características de la realidad problemática	4
1.1.3. Análisis de las características de la realidad problemática	5
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
1.2.1. Definición del problema.....	6
1.2.2. Formulación del problema	6
1.3. OBJETIVOS	6
1.3.1. Objetivo general	6
1.3.2. Objetivos específicos	6
1.4. HIPÓTESIS	7
1.4.1. Hipótesis general	7
1.4.2. Variables	7
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	7
1.5.1. Importancia de la investigación.....	7
1.5.2. Aportes	8

1.5.3.	Viabilidad de la investigación	9
2.	MARCO TEÓRICO	11
2.1.	Antecedentes de la investigación	11
2.2.	Fundamentación teórica de la investigación	14
2.2.1.	Acuario	14
2.2.2.	Acuario público	15
2.2.3.	Biodiversidad	16
2.2.4.	Polimetacrilato de metilo	17
2.2.5.	Moho	23
2.2.6.	Termografía	25
2.2.7.	Cámara termográfica.....	26
2.2.8.	Procesamiento digital de señales e imágenes	27
2.2.9.	Matlab	28
3.	MATERIALES Y PROCEDIMIENTO	30
3.1.	Material.....	30
3.1.1.	Población.....	30
3.1.2.	Muestra.....	30
3.1.3.	Unidad de Análisis.....	30
3.2.	Procedimiento	30
3.2.1.	Nivel de Investigación	30
3.2.2.	Diseño de Investigación	30
3.2.3.	Variables de Estudio y Operacionalización	31
3.2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	33
3.2.5.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	33
3.2.6.	Sistema termográfico piloto	34

3.2.7. Ensayo no destructivo	35
3.2.8. Pasos para el desarrollo del programa en ejecución	41
3.2.9. Adquisición de datos de la zona de interés	41
3.2.10. Recepción de datos de umbralización	42
3.2.11. Calibración de los datos obtenidos.....	43
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	52
4.1. Resultados.....	52
4.2. Discusión de resultados	54
5.1. CONCLUSIONES	57
5.2. RECOMENDACIONES.....	58
5.3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Acuario Público	15
Figuera 2: Acuario Público 2.....	16
Figura 3: Estructura química de polimetacrilato de metilo	18
Figura 4: Estructura química de polimetacrilato de metilo	18
Figura 5: Estructura química de polimetacrilato de metilo	19
Figura 6: Estructura química de polimetacrilato de metilo	19
Figura 7: Formación del moho.	23
Figura 8: Imagen termográfica de una edificación	26
Figura 9: Imagen de cámara termográfica detectando patrones de calor.....	27
Figura 10: Pasos seguidos para la detección de daños por oxidación.....	34
Figura 11: Imagen Acuario Mega Plaza.....	35
Figura 12: Imagen termográfica 1	36
Figura 13: Imagen termográfica 2	36
Figura 14: Imagen termográfica 3	37
Figura 15: Imagen termográfica 4	37
Figura 16: Imagen termográfica 5	38
Figura 17: Imagen termográfica 6	39
Figura 18: Imagen termográfica 7	39
Figura 19: Imagen termográfica 8	40
Figura 20: Imagen termográfica 9	40
Figura 21: Imagen termográfica 10	42
Figura 22: Recepción de umbralización.....	42

Figura 23: Calibración de datos obtenidos	43
Figura 24: Compilación del programa	43
Figura 25: Imagen binaria	44
Figura 26: Imagen real	44
Figura 27: Imagen con zonas de posible generación de corrosión	45
Figura 28: Imagen virtual del programa desarrollado.....	46
Figura 29: Imagen virtual del programa desarrollado.....	46
Figura 30: Comando N°1 de la Interfaz gráfica	47
Figura 31: Comando N°2 de la Interfaz gráfica	48
Figura 32: Tercer comando de la Interfaz Grafica.....	49
Figura 33: Cuarto comando de la Interfaz Gráfica	50
Figura 34: Etapas del sistema	52
Figura 35: Proceso de detección de daños	53
Figura 36: Corrosión del metal en estado terminal.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Propiedades mecánicas del polimetacrilato de metilo	21
Tabla 2: Propiedades eléctricas del polimetacrilato de metilo	22
Tabla 3: Operacionalización de la variable independiente.....	31
Tabla 4: Operacionalización de la variable dependiente.....	32
Tabla 5: Estimación del presupuesto de equipos y suministros requeridos	54

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

Según la página web de los mejores acuarios del mundo (Web 01), a lo largo de todo el mundo existen distintos acuarios que son maravillosos y que muchas veces son el sitio ideal para visitar con la familia. La tecnología empleada en estos lugares permite a los humanos convivir con la vida marina sin necesidad de utilizar algún equipo de buceo; basta con posarse detrás de gigantescos cristales y admirar a las fantásticas criaturas submarinas.

Según la página web de noticias ABC.es Internacional (Web 02), se menciona una impresionante explosión de un acuario de tiburones en uno de los centros comerciales más populares de Shanghái (China) en donde tres escualos murieron en el accidente y quince personas resultaron heridas por la rotura de los cristales del acuario. El Acuario de cristal acrílico de 7 metros de largo, 3 metros de alto, 15 centímetros de grosor y 33,5 toneladas de peso colapsó en plena jornada comercial del Orient Shopping Center, fue inaugurado en el año 2010.

Otro incidente similar nos presenta la página web de noticias Informador.mx (Web 03), donde menciona que el Acuario ubicado en el centro comercial más grande del Medio Oriente ubicado en Dubai (Emiratos Arabes Unidos) fue parcialmente evacuado después de que el agua comenzó a escurrir desde el grueso panel de vista de 75 centímetros de grosor. Funcionarios del departamento de defensa civil informaron que hubo una pequeña rajadura en el vidrio.

En una publicación del diario La República (15 de Julio del 2014) se dio a conocer la inauguración del acuario más grande de Sudamérica ubicado en el Centro Comercial Mega Plaza ubicado en la ciudad de Lima (Perú). El imponente atractivo, mide 5 metros de alto y alberga alrededor de 600 especies acuáticas, entre peces y corales marinos, los cuales serán exhibidos de manera permanente en el centro comercial para el deleite de todos los visitantes, quienes podrán disfrutar en familia del extraordinario espectáculo visual. El acuario cuenta con un sistema de recirculación y oxigenación de agua, y ha sido implementado con componentes de diversas partes del mundo.

Hoy en día la fabricación de estas estructuras que forman los acuarios públicos utiliza una tecnología muy avanzada y materiales complejos y resistentes, así como el avance en el control de calidad del material de la estructura que forma el acuario, existen numerosas materias primas que se utiliza para la elaboración de estas estructuras entre ellos el polimetacrilato de metilo que fusionado con otros materiales químicos se obtiene las placas o láminas de vidrio que forman los acuarios.

Como parte de la problemática se hizo una entrevista al personal del departamento de mantenimiento del acuario ubicado en el Centro Comercial Mega Plaza de la ciudad de Lima en donde cuentan con una empresa que realiza un mantenimiento convencional y cuyas funciones son evaluar las condiciones del agua, el cambio de agua, el grado de acidez y limpieza de los vidrios, pero no cuenta con un sistema para la detección de daños interno como externo para la estructura que forma el acuario. Así mismo debemos tener presente de qué manera se puede manifestar el daño en la estructura como lo indica la página web de tecnología de plásticos (Web 04) en términos generales, los daños causados a la molécula del polímero son el rompimiento molecular, la reticulación y la oxidación.

Actualmente no se cuenta con un sistema independiente de detección de daños en los acuarios, solamente se cuenta con un diagnóstico técnico posterior a la elaboración del material sin ningún mecanismo de muestreo que puedan corroborar el estado del mismo, y estarían expuesto a cualquier tipo de daño sea por factores externos como de fábrica.

Un sistema de detección de daños independiente ayudaría a reducir los accidentes, tener en mejor condición los acuarios, obtener un diagnóstico del acuario en tiempo remoto y evitar pérdidas materiales, de animales y humanas, y así reducir los accidentes.

1.1.1. Delimitación del Problema

La presente trabajo de investigación se delimita a dar una alternativa tecnológica de identificación del daño para el acuario del Mega Plaza en Lima – Perú.

1.1.2. Características de la realidad problemática

La realidad problemática estudiada presenta las siguientes características:

- Deficiencias en la identificación de daños de manera oportuna.
- Deficiencia en el diagnóstico oportuno sobre el degradado de la edificación.
- El acuario no cuenta con algún método de evaluación del daño en dichas estructuras.

1.1.3. Análisis de las características de la realidad problemática

- **Deficiencias en la identificación de daños de manera oportuna.**

Según una entrevista hecha al departamento de mantenimiento sobre el Acuario en el Mega Plaza se menciona, que no existe un sistema de identificación de daños que da como resultado una inexistente alerta temprana sobre las condiciones de la estructura del acuario causando a que no podamos prevenir una posible explosión debido al daño interno o externo que sufre la edificación.

- **Deficiencia en el diagnóstico oportuno sobre el degradado de la edificación.**

Según una entrevista hecha al departamento de mantenimiento sobre el Acuario del centro comercial Mega Plaza se menciona, que no existe un sistema que pueda evaluar la calidad de las estructuras del acuario, por eso la presencia de una persona al ir a verificar que la edificación esté en condiciones limpias y aptas para los animales no prevé posibles accidentes en dicho centro, ya sea por motivos de no contar con implementos adecuados que puedan dar diagnóstico interno como externo de la estructura, lleva consigo el riesgo de accidentes en dicha edificación el mismo que, con la calidad de servicio, el uso de la tecnología y el profesionalismo del personal pueden ser prevenidos.

- **Accidentes en la población, muerte animal y pérdida económica.**

Según la página web de noticias ABC. Es Internacional (Web 02), la presencia de no tener un adecuado mecanismo de muestreo de los daños que sufre las paredes del acuario en Shanghái, conlleva a el Acuario de cristal acrílico de 7 metros de largo, 3 metros de

alto, 15 centímetros de grosor y 33,5 toneladas de peso colapse en plena jornada comercial del Orient Shopping Center, que fue inaugurado en el año 2010.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Definición del problema

El problema se define en proponer alternativa para detectar el daño en la estructura del Acuario ubicado en el Centro Comercial Mega Plaza de la ciudad de Lima.

1.2.2. Formulación del problema

¿De qué manera se puede detectar el daño que sufren las paredes de la estructura de un acuario?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Diseñar un Sistema termográfico piloto para la detección del daño que sufre la estructura de un acuario grande de uso público.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar especificaciones requeridas para una buena recolección de datos en el Sistema.
- Determinar la forma de Implementación del sistema: equipos a usar y estrategias de desarrollo.

- Determinar el tipo de daño a detectar.
- Estimar los costos de equipos y suministros requeridos.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis general

El diseño del sistema termográfico piloto nos permitirá la detección del daño en la estructura del acuario del centro comercial Mega Plaza de con respecto a sus condiciones exteriores como interiores.

1.4.2. Variables

- Variable independiente

El diseño del sistema termográfico piloto para la identificación del daño.

- Variable dependiente

Detección del daño en la estructura del acuario.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Importancia de la investigación

El sistema termográfico piloto para la identificación de daños en la estructura de un acuario mediante el procesamiento digital de imágenes nos permitirá identificar de manera oportuna en donde se encuentra localizado el daño o deterioro en toda la estructura del acuario, la etapa de detección mediante este sistema es de gran importancia porque mediante estos resultados se hará el mantenimiento preventivo correspondiente,

además este sistema termográfico piloto podrá ser utilizado en acuarios de diferentes diseños o estructuras que involucren materiales similares al vidrio.

Otro punto a favor es la utilización de la termografía ya que es una tecnología no destructiva así como el estudio de la metodología para la creación del sistema. Por último habrá una nueva oportunidad de trabajo para los técnicos y personas interesadas en incursionar en esta nueva etapa cuya finalidad es la detección del daño.

El presente proyecto de Investigación servirá como información a futuros proyectos en un Acuario que será de utilidad a ingenieros, investigadores o alumnos que se ven abocados al desarrollo de la tecnología.

1.5.2. Aportes

Este trabajo de investigación servirá para futuras investigaciones en cuanto al diseño del sistema piloto ya que será un punto de partida para establecer un sistema fijo y permanente, también servirá para documentar el desarrollo del sistema, sus especificaciones, toma de datos de la estructura así mismo servirá como una alternativa de valor agregado para una determinada empresa referente a sus servicios prestados.

1.5.3. Viabilidad de la investigación

- Viabilidad técnica

Para la realización de esta investigación se cuenta con los recursos tecnológicos, técnicos y teóricos necesarios como: presupuesto, tiempo, conocimientos y un asesor que nos ayudará a resolver nuestras dudas durante el desarrollo.

- Viabilidad económica

La implementación de un sistema piloto para la identificación de daños permitirá evaluar la calidad estructural del acuario cada vez que sea necesario, con lo cual nos ayudará a realizar mantenimientos periódicos y evitar la pérdida total de la estructura y pérdida de la biodiversidad instalada en el acuario la cual significaría deterioro económico.

- Viabilidad social

La implementación de este proyecto permitirá sumar operarios encargados de esta nueva etapa, además de adquirir conocimientos y manejo de actuales instrumentos de procesamiento digital de imágenes.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Haciendo una pesquisa bibliográfica se encontraron como antecedentes los siguientes trabajos de investigación relacionados con nuestra temática:

- a) **“Sistema electrónico de alerta temprana de incendios forestales mediante procesamiento digital de imágenes para la empresa municipal del cuerpo de bomberos Ambato”.**

Institución: Universidad Técnica de Ambato - Ecuador

Autor: Fernando David Valle Medina

Año de publicación: 2016

Tipo de publicación: Tesis para optar el Título de Ingeniero Electrónico.

Aportes

Uno de los aportes del presente trabajo de investigación es la creación de una aplicación especializada en el procesamiento de imágenes, que previene y genera alertas tempranas de focos ígneos, así como generar una rápida acción de control, el punto clave de este sistema es el tiempo de respuesta ya que analiza una columna de humo o presencia de fuego mediante algoritmos y genera una alerta efectiva sobre un indicio de fuego forestal.

- b) **“Control automático de adquisición de imágenes en un microscopio óptico binocular. Software del prototipo”**

Institución: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Año de publicación: 2011

Autor: Onego Adrián Aquino Camarena

Tipo de publicación: Tesis para optar el Título de Ingeniero Electrónico.

Aportes

Entre los aportes del presente trabajo de investigación se encuentra la reducción de tiempo en cuanto al diagnóstico de enfermedades lo que conllevaría a una eficiente atención del paciente y el tratamiento posterior al que se le sometería, en cuanto al sistema implementado permitirá tener una posible aplicación en telemedicina debido a que el usuario en este caso el auxiliar técnico puede controlar el microscopio mediante el interfaz dentro de la computadora.

c) “Diseño e implementación de un dispositivo de adquisición de imágenes para el pucp-sat1”

Institución: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Año de publicación: 2014

Autor: Nelis Edison Vilchez Lagos

Tipo de publicación: Tesis para optar el Título de Ingeniero Electrónico

Aportes:

Dentro de los aportes del siguiente trabajo de investigación podemos rescatar la creación de una tecnología espacial al elaborar un nano-satélite, es decir un prototipo de adquisición de imágenes.

d) “Segmentación y análisis de imágenes termográficas mediante descriptores de textura simples”

Institución: Universidad Técnica de Ambato de Ecuador

Año de publicación: 2015

Autor: Tatiana Marianela Mejía Bayas

Tipo de publicación: Tesis para optar el Título de Ingeniero Electrónico y Comunicaciones

Aportes:

El aporte del presente trabajo de investigación es el uso de alternativa tecnológica para detectar signos de cáncer de mama o anormalidades fisiológicas en una dama. Con el análisis y la segmentación de los termogramas y el uso de los descriptores de texturas simples, se podrá detectar tempranamente la aparición de un tumor en las mamas de mujeres de cualquier edad con alguna densidad, tamaño y mujeres embarazadas.

e) “ Entrenamiento de una red neuronal para la detección de daños en una viga usando frecuencias de anti-resonancia cruzadas ”

Institución: Universidad de Chile

Año de publicación: 2013

Autor: Juan C. Zagal Montealegre, Roger Bustamante Plaza

Tipo de publicación: Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Mecánico.

Aportes:

El aporte de este trabajo de investigación es el algoritmo propuesto para la detección de fallas, logra encontrar todas las fallas, pero aún quedan puntos que mejorar, como por ejemplo, la introducción aleatoria de ruido a los datos analíticos.

Se logró con éxito simular la barra con el programa matlab mediante el uso de elementos finitos, pudiéndose obtener las anti-resonancias cruzadas que se deseaban.

Se logró entrenar con éxito la red neuronal con los datos simulados mediante elementos finitos.

2.2. Fundamentación teórica de la investigación

2.2.1. Acuario

Según el Diccionario de la Lengua Española (2001, ed.22), Un Acuario es un recipiente con agua, por lo general con paredes de cristal, en el cual se introducen plantas y animales acuáticos (sobre todo peces).

Del latín aquarium, depósito de agua donde se tienen vivos animales o vegetales acuáticos. Edificio destinado a la exhibición de animales acuáticos vivos.

Los acuarios son construidos con diversos materiales, entre estas gruesas láminas de vidrio o polimetacrilato de metilo, sumado a componentes metálicos que hacen posible la recreación de ambientes acuáticos.

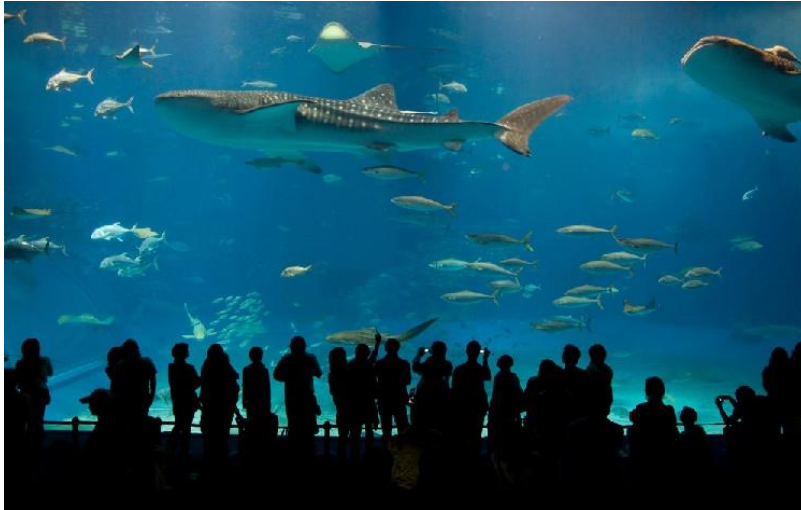


Figura 1: Acuario Público

Fuente: Poltank

2.2.2. Acuario público

Según la página web (Web 05) los acuarios públicos son instalaciones a las que se accede libremente o tras el pago de una entrada para ver especies acuáticas generalmente muy difíciles de tener en domicilios, ya sea por su gran tamaño, ya sea por la dificultad de su cuidado. Algunas de las más espectaculares son los escualos, los mamíferos marinos y en general los animales oceánicos.

La mayor parte de los acuarios públicos presentan una determinada cantidad de tanques pequeños, así como uno o más depósitos mayores. Los más grandes tienen una capacidad de varios millones de litros de agua y pueden albergar especies como delfines, tiburones o ballenas. Los animales acuáticos y semiacuáticos, caso de nutrias, pingüinos o cocodrilos, pueden también ser alojados en estas instalaciones.

Desde el punto de vista operacional, un acuario público es similar en muchos aspectos a un zoológico o museo. Realiza exposiciones temporales y otras exhibiciones para atraer a los visitantes, mientras exhibe su colección permanente.

En la figura 2. Visualizamos el acuario de forma cilíndrica del Centro Comercial Mega Plaza en la ciudad de Lima-Perú.



Figura 2: Acuario Público 2

Fuente: Lima para pequeños

2.2.3. Biodiversidad

Según el Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica, La biodiversidad o diversidad biológica es el término por el que se hace referencia a la amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra y los patrones naturales que la conforman, resultado de miles de millones de años de evolución según procesos naturales y también de la influencia creciente de las actividades del ser humano.

2.2.4. Polimetacrilato de metilo

- **Historia**

Según la página web sobre tecnología de plásticos (Web 06), el polimetacrilato de metilo aparece en 1928, cuando el químico alemán W. Bauer desarrolla un nuevo material plástico transparente capaz de sustituir al vidrio, ya que tiene la ventaja de que no se astilla. Es durante la Segunda Guerra mundial que este plástico fue producido a escala industrial.

Es el más importante de los polímeros derivados del ácido acrílico. En general los polímeros acrílicos se tratan en forma de gránulos preparados para ser sometidos a distintos procesos de fabricación. Es rígido, con buenas características mecánicas y cuenta con una excepcional capacidad de transmisión de la luz, superior a la de los vidrios inorgánicos.

De ahí sus principales aplicaciones que son: la construcción, en muebles, en señalizaciones, el automóvil, en electrodomésticos, en aparatos de laboratorio. Aunque su nombre técnico es polimetacrilato de metilo, se lo conoce mediante las siglas PMMA y pronto se dio a conocer comercialmente como vidrio acrílico, plexiglass, lucite, policril, vitroflex o perclax. Aunque también es llamado simplemente Acrílico.

- **Estructura química**

El polimetacrilato de metilo procede del ácido acrílico y de su polimerización.

El ácido acrílico se utiliza como materia prima en la producción de ésteres acrílicos y como monómero para ácidos y sales poliacrílicos.

El polímero acrilato más simple es el poliácido acrílico, cuyo monómero es:

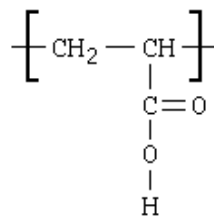


Figura 3: Estructura química de polimetacrilato de metilo

Fuente: Tecnología de plásticos blogspot

El poliácido acrílico absorbe enormes cantidades de agua (varias veces su propio peso). Entre otros usos también se utiliza como material absorbente en los pañales infantiles, así como en otros productos. El ácido acrílico da lugar, entre otros ésteres, al acrilato de metilo y al metacrilato de metilo. En la figura 4. Podemos visualizar la estructura química del polimetacrilato de metilo.

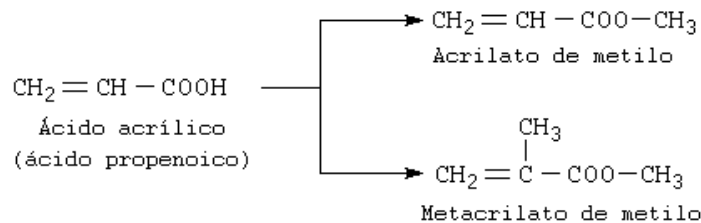


Figura 4: Estructura química de polimetacrilato de metilo

Fuente: Tecnología de plásticos blogspot

El acrilato de metilo y el metacrilato de metilo se polimerizan produciendo poliacrilato de metilo y polimetacrilato de metilo respectivamente.

El Polimetacrilato de metilo (PMMA) o plexiglás es un polímero vinílico, formado por polimerización vinílica de radicales libres a partir del monómero metil metacrilato.



Figura 5: Estructura química de polimetacrilato de metilo

Fuente: Tecnología de plásticos blogspot

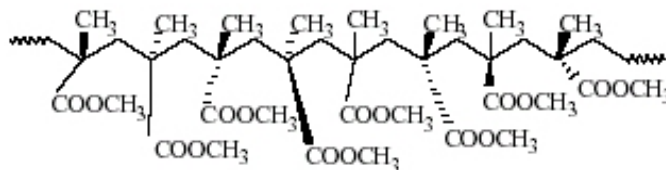


Figura 6: Estructura química de polimetacrilato de metilo

Fuente: Tecnología de plásticos blogspot

- **Propiedades**

Es un material acrílico, que procede del ácido acrílico y de la polimerización de éste último. El polimetacrilato de metilo es un plástico (Termoplástico) duro, resistente, transparente, de excelentes propiedades ópticas con alto índice de refracción, buena resistencia al envejecimiento y a la intemperie.

Su resistencia a la rotura es siete veces superior a la del cristal a igualdad de espesores, por lo que resulta más resistente a los golpes. En horticultura esto significa reducción de gastos por rotura y menores costos de mantenimiento en invernaderos.

Es un material ligero con una densidad de 1.19 Kg/m³ presenta buena resistencia mecánica y estabilidad. A pesar de su ligereza puede soportar una sobrecarga de 70 Kg/m², lo cual es importante para aquellas zonas con riesgo de nevadas.

La transparencia de este plástico está comprendida entre el 85 y el 92%, por lo que deja pasar casi todos los rayos UV y su poder de difusión es casi nulo. Tiene una gran opacidad a las radiaciones nocturnas del suelo.

El coeficiente de conductividad térmica del polimetacrilato de metilo es 0,16 KCal/m.h.°C mientras que el del vidrio es de 0,64 KCal/m.h.°C, lo que impide en el caso de los invernaderos su enfriamiento nocturno. Su duración es mayor que la del poliéster.

En cuanto a sus inconvenientes el principal de ellos es su elevado costo, que junto al tipo de estructura requerida hacen que las construcciones con este material sean de costos elevados. El metacrilato es fácil de rallar con cualquier instrumento, con lo que habrá que considerar este aspecto como factor negativo.

- **Propiedades del Polimetacrilato de metilo** (Valores tipo a 23°C y 50% de humedad relativa)

PROPIEDADES MECANICAS	Norma	Unidad	Colada	Extrusión
Densidad	DIN53479	g/cm ³	1.19	1.19
Resistencia al impacto Charpy	ISO 179 1/D	KJ/ m ²	15	15
Resistencia al impacto con entalladura (Izod)	ISO 180 1/A	KJ/ m ²	1.6	1.6
Resistencia a la tracción (-40 0C)	DIN53455	MPa	110	100
Resistencia a la tracción (+23 0C)	DIN53455	MPa	80	72
Resistencia a la tracción (+70 0C)	DIN53455	MPa	40	35
Estiramiento a rotura	DIN53455	%	5.5	4.5
Coefficiente de Poisson	-	-	0.45	0.45
Resistencia a la flexión Probeta standard (80x10x4mm)	DIN53452	MPa	115	105
Tensión por compresión	DIN53454	MPa	110	103
Tensión de seguridad max. (hasta 40° C)	-	MPa	5...10	5...10
Módulo de elasticidad E (Corto/largo plazo)	DIN 53457	MPa	3300/3200	3300/3200
Módulo de torsión G en 10 Hz	DIN53445	MPa	1700	1700
Resistencia a la fatiga en test de doblado alternativo aprx. a 10 ciclos (probeta con entalladura/sin entallad)	-	MPa	40 / 20	30 / 10
Dureza brinell H981/30	ISO 2039-1	MPa	200	190
Resistencia a la abrasión con 1.600 gr. de abrasivo	Similar ASTM-D673 44	%	98	98
Coefficiente de fricción plástico sobre plástico	-		0.80	0.80
Coefficiente de fricción plástico sobre acero	-		0.50	0.50
Coefficiente de fricción acero sobre plástico	-		0.45	0.45

Tabla 1: Propiedades mecánicas del polimetacrilato de metilo

Fuente: Tecnología de plásticos blogspot

PROPIEDADES ELECTRICAS	Norma	Unidad	Colada	Extrusión
Resistencia de paso específica	DIN VDE 0303, Part 3	Ohm.cm	>10e15	>10e15
Resistencia eléctrica de superficie	DIN VDE 0303, Part 3	Ohm		5x10e13

Tabla 2: Propiedades eléctricas del polimetacrilato de metilo

Fuente: Tecnología de plásticos blogspot

- **Aplicaciones**

El Polimetacrilato de metilo es un material sustitutivo del vidrio, aplicado en multitud de usos:

Cristaleras.

- Vitrinas.
- Letreros luminosos.
- Lentes de contacto.
- Fibras ópticas.
- Prótesis de odontología.
- Reflectores.
- Urnas.
- Mobiliario.
- Pisapapeles.

2.2.5. Moho

Según la página web (Web 07) sobre eliminación de moho, los mohos son organismos que no son ni plantas ni animales. Son parte del reino de los hongos. A diferencia de las plantas, los mohos no obtienen su energía del sol mediante la fotosíntesis. De hecho, el moho no puede crecer bajo la luz ultravioleta del sol. Los mohos también digieren o "comen" el material en el que están creciendo. La función del moho es descomponer la materia orgánica en descomposición, como las plantas muertas, hojas o animales muertos. Al aire libre, podemos encontrar moho que crece en lugares como el suelo, la madera, las plantas en descomposición y los animales muertos.



Figura 7: Formación del moho.

Fuente: Eliminar el moho.

- **Condiciones para el crecimiento del moho**

Además del oxígeno y los materiales orgánicos que contienen carbono para proporcionarle los nutrientes, el otro requisito principal que el moho necesita para

crecer es la humedad. Podemos encontrar moho creciendo en casi cualquier lugar siempre y cuando haya suficiente cantidad humedad para ello.

Los problemas de moho no pueden desarrollarse en las casas a menos que exista un problema de humedad. La acumulación de humedad puede ser causada por la intrusión de la humedad, la condensación o las fugas de agua, derrames, inundaciones, etc. La mayoría de los mohos sólo requieren estar en materiales adecuados y mojados durante 24-48 horas para que puedan crecer.

Los mohos que pueden sobrevivir utilizando sólo como fuente de alimentación la humedad por condensación, se llaman xerófilos, mientras que otros mohos requieren de una acumulación de humedad para crecer. En los interiores, la mejor manera para prevenir el crecimiento del moho es limitar la humedad.

Además de la humedad, el moho también necesita que la temperatura sea la correcta antes de que puedan empezar a crecer. El moho crece mejor en temperaturas que nosotros consideraríamos calientes, sin embargo hay algunas especies de hongos que incluso pueden crecer a temperaturas tan bajas como de 2 grados centígrados. Si las condiciones ambientales de una colonia de moho se vuelven desfavorables, en lugar de morir, los mohos pueden permanecer latentes hasta que las condiciones vuelvan nuevamente a ser las correctas y puedan seguir creciendo.

Según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (Web 08), los mohos forman parte del medio ambiente natural. Al exterior, los mohos juegan un papel en la naturaleza al desintegrar materias orgánicas tales como las hojas que se han caído o los árboles muertos. No obstante, al interior, es necesario evitar el moho. Los mohos se reproducen mediante esporas; las esporas son invisibles a simple vista y flotan en el aire exterior e interior. Las esporas de mohos se hallan normalmente presentes en el aire exterior e interior. El moho puede crecer al interior cuando las esporas caen sobre superficies mojadas. Existen muchos tipos de moho y ninguno crecerá sin agua o humedad.

Los mohos pueden gradualmente destrozarse las cosas sobre las que crecen. Usted puede proteger a su hogar y sus muebles, ahorrar dinero y evitar posibles problemas de salud al controlar la humedad y eliminar el crecimiento de moho.

Según La Universidad de Antioquia, Facultad de ciencias exactas y Naturales (Web 09) la corrosión microbiológica es el deterioro de material causado, directa o indirectamente por bacterias, algas, moho, hongos; solos o en combinación.

2.2.6. Termografía

Según Fluke corporation y The Snell Group (2009), la termografía por infrarrojos es la ciencia que estudia el uso de dispositivos optoelectrónicos para detectar y medir la radiación a partir de la cual se obtiene la temperatura de las superficies bajo estudio. La radiación es la transferencia de calor que se produce en forma de energía radiante (ondas electromagnéticas) sin que exista un medio directo de transferencia. La termografía por infrarrojos moderna hace uso de dispositivos optoelectrónicos para detectar y medir a

partir de la cual se obtiene la temperatura superficial de la estructura o del equipo inspeccionado.

Otros datos importantes nos da a conocer la página web(Web 10) sobre las condiciones del entorno (humedad y temperatura del aire, distancia a objeto termografiado, temperatura reflejada, radiación incidente) y de las características de las superficies termografiadas como la emisividad se puede convertir la energía radiada detectada por la cámara termográfica en valores de temperaturas. En la termografía, cada pixel corresponde con un valor de medición de la radiación; con un valor de temperatura. A esa imagen se le puede definir como radiométrica.



Figura 8: Imagen termográfica de una edificación

Fuente: MTR (Master termografía infrarroja)

2.2.7. Cámara termográfica

Como menciona Fluke corporation y The Snell Group (2009), las cámaras termográficas son dispositivos que detectan patrones térmicos en el espectro de la longitud de onda infrarroja sin entrar en contacto directo con el equipo. Como ejemplo una cámara termográfica tenemos la figura 2.9.



Figura 9: Imagen de cámara termográfica detectando patrones de calor

Fuente: Fluke corporation y The Snell Group

Las primeras versiones de cámaras termográficas fueron conocidas como detectores fotoconductores. Entre 1916 y 1918, el inventor americano Theodore Case hizo experimentos con detectores fotoconductores para producir una señal a través de la interacción directa con fotones en vez de calor.

2.2.8. Procesamiento digital de señales e imágenes

- **Procesamiento digital de señales**

Según la página web(Web11), el procesamiento digital de señales o DSP (sigla en inglés de digital signal processing) es la manipulación matemática de una señal de información para modificarla o mejorarla en algún sentido. Este está caracterizado por la representación en el dominio del tiempo discreto, en el dominio frecuencia discreta, u otro dominio discreto de señales por medio de una secuencia de números o símbolos y el procesado de esas señales.

Esto se puede conseguir mediante un sistema basado en un procesador o microprocesador que posee un juego de instrucciones, un hardware y un software optimizados para aplicaciones que requieran operaciones numéricas a muy alta velocidad. Debido a esto es especialmente útil para el procesado y representación de señales analógicas en tiempo real: en un sistema que trabaje de esta forma (tiempo real) se reciben muestras (samples en inglés), normalmente provenientes de un conversor analógico/digital (ADC). Se puede trabajar con señales analógicas, pero es un sistema digital, por lo tanto necesitará un conversor analógico/digital a su entrada y digital/analógico en la salida. Como todo sistema basado en procesador programable necesita una memoria donde almacenar los datos con los que trabajará y el programa que ejecuta.

- **Procesamiento digital de imágenes**

Según la página web (Web12) sobre el procesamiento digital de imágenes, es el conjunto de técnicas que se aplican a las imágenes digitales con el objetivo de mejorar la calidad o facilitar la búsqueda de información.

2.2.9. Matlab

Como lo menciona Zúñiga, Ramón (Web13) “Matlab es un sistema de programación y cálculos basado en la manipulación de matrices. El nombre mismo del sistema o paquete de cómputo proviene de la abreviación MATriz LABoratory o Laboratorio de Matrices. Por lo tanto, la filosofía detrás de la computación por medio de este sistema es considerar a los objetos (tanto matemáticos como gráficos) como matrices de forma que podamos usar el álgebra matricial y otras propiedades para ahorrar tiempo de cómputo”.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y PROCEDIMIENTO

3.1. Material

3.1.1. Población

Acuario de uso Publico.

3.1.2. Muestra

Centro comercial Mega Plaza

3.1.3. Unidad de Análisis

Polimetacrilato de metilo

3.2. Procedimiento

3.2.1. Nivel de Investigación

Aplicada

3.2.2. Diseño de Investigación

Investigación de campo

3.2.3. Variables de Estudio y Operacionalización

- Operacionalización de la variable independiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Instrumento	Fórmula	Unidades de medida
Diseño de un sistema de termografía infrarroja para la adquisición de datos y detección del daño	Es un sistema basado en computadores que permite adquirir información esencial para el diagnóstico y detección de daños a distancia.	Mediante la lectura de los ensayos no destructivos a través de un algoritmo debidamente desarrollado, se realiza el proceso de adquisición y detección de los daños.	Tiempo de escaneo de la detección.	Cámara termográfica	-----	-----
			Variables que se tendrá en cuenta para realizar la detección		-----	N° de variables
			Precisión Confiabilidad Escalabilidad	Filosofía de Operación del proceso	-----	
			Tiempo de respuesta		-----	N° etapas

Tabla 3: Operacionalización de la variable independiente

Fuente: Elaboración propia

- **Operacionalización de la variable dependiente**

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Instrumento	Fórmula	Unidades de medida
La toma de datos mediante los ensayos no destructivos al acuario	El proceso de los ensayos no destructivos consiste en tomar datos mediante luz infrarroja para el diagnostico de posibles daños para lo cual se debe diagnosticar constantemente estas variables para que siempre sean las correctas.	Mediante el sistema de ensayos no destructivos, se obtendrán de manera más exacta las variables de irradiación infrarroja de cada cuerpo y cantidad de posibles daños en el mismo.	Irradiación infrarroja	Cámara termografica	-----	Pirón
			Cantidad de daños	Cámara termográfica	-----	
			Tiempo de escaneo de las variables		-----	

Tabla 4: Operacionalización de la variable dependiente

Fuente: Elaboración propia

3.2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se realizó una entrevista al personal de mantenimiento del centro comercial Mega Plaza de la ciudad de Lima.

Hoja técnica de la cámara termográfica DMX 512

Software de procesamiento de Imágenes

Imágenes termográficas a procesar

3.2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Histograma de las imágenes a procesar.

Cuadro comparativo de los ensayos no destructivos.

Gráficos sobre el índice de dispersión de grises en los daños detectados.

Se realizará una entrevista con los encargados del Acuario con la finalidad de analizar las operaciones y deficiencia en las salas de atención a las estructuras del Acuario.

El estudio de campo permitirá recopilar datos como: cantidad de variables a detectar.

Se realizará una recopilación de datos de los ensayos no destructivos al Acuario.

Se realizara el desarrollo del algoritmo de detección de daños.

Se realizaran pruebas de detección de los daños causados en la estructura del acuario mediante los algoritmos de prueba.

Haciendo el uso de las cotizaciones tanto en los instrumentos, equipos e ingeniería de programación se estima los costos, presupuestos y desarrollo del equipo muestreador.

3.2.6. Sistema termográfico piloto

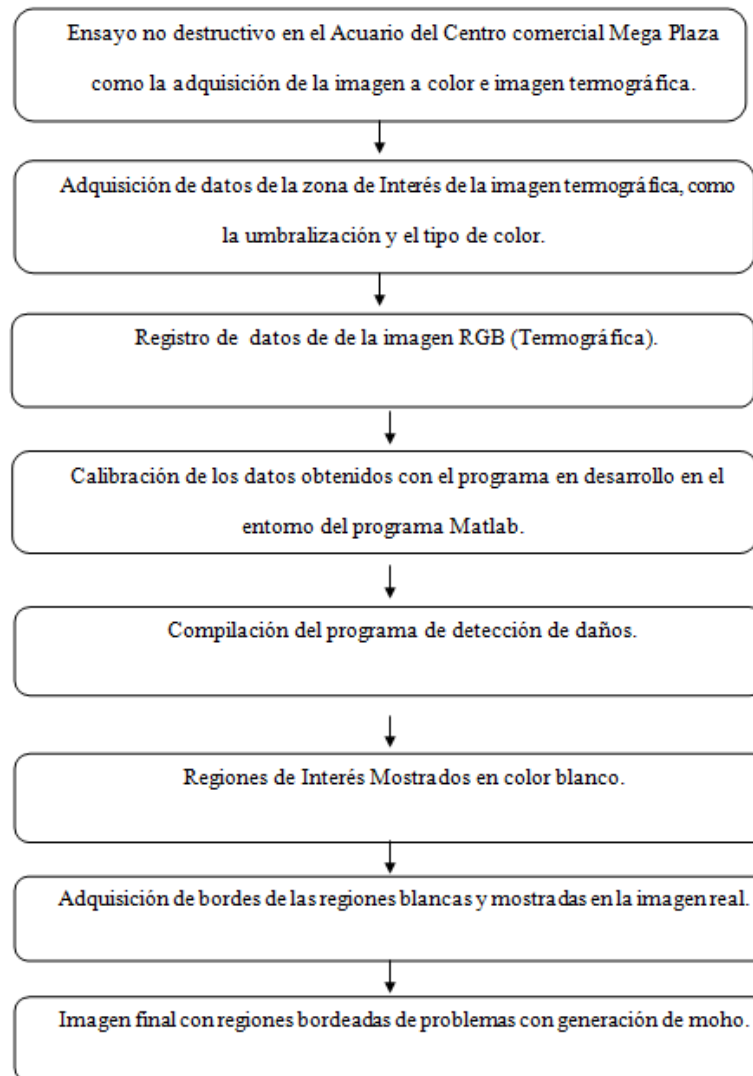


Figura 10: Pasos seguidos para la detección de daños por oxidación.

Fuente: Elaboración propia



Figura 11: Imagen Acuario Mega Plaza

Fuente: Elaboración propia

3.2.7. Ensayo no destructivo

- En las imágenes se pueden apreciar una variación de temperatura notablemente alta, en la zona superior (de color blanco, amarillo y rojo), disminuyendo la temperatura en zonas de azul y negro, todos esos datos fueron obtenidos con una emisividad de 0.95

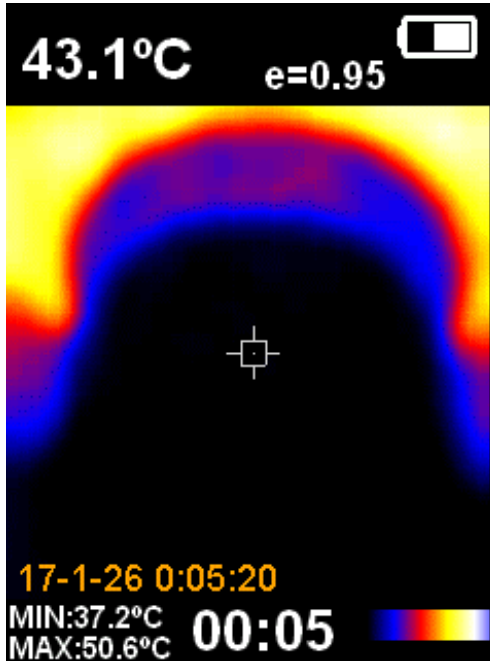


Figura 12: Imagen termográfica 1

Fuente: Elaboración propia

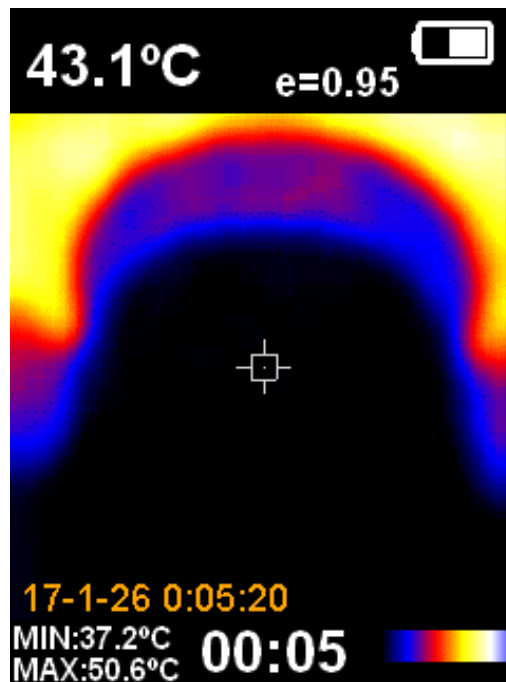


Figura 13: Imagen termográfica 2

Fuente: Elaboración propia

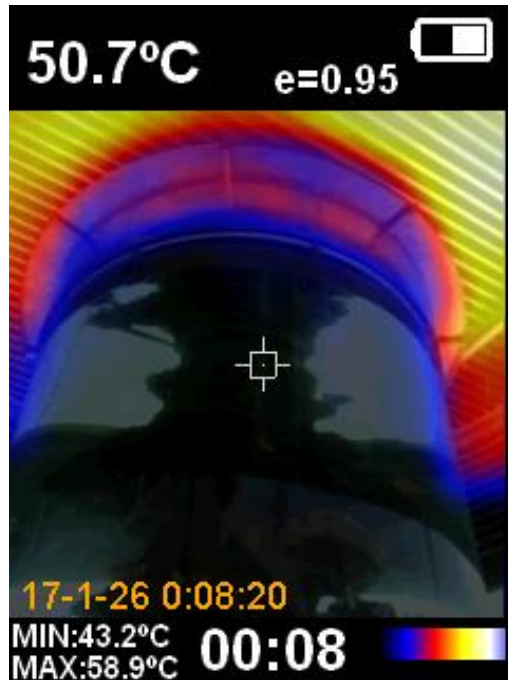


Figura 14: Imagen termográfica 3

Fuente: Elaboración propia

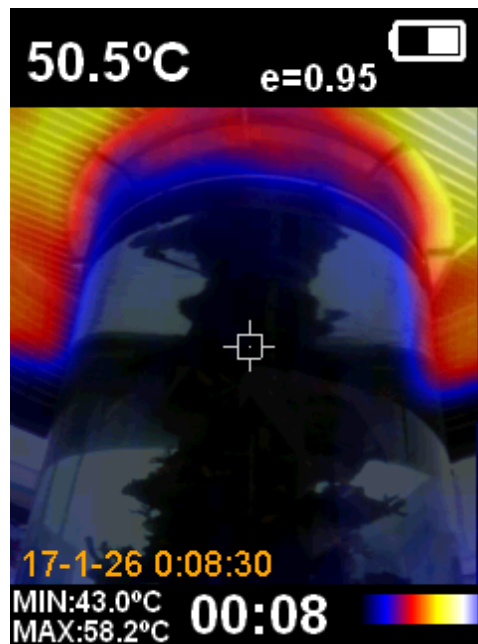


Figura 15: Imagen termográfica 4

Fuente: Elaboración propia

- En las imágenes se pueden apreciar diferentes ángulos tomados del Acuario del Centro Comercial Mega Plaza, como también se puede apreciar la imagen fotográfica normal montada con imágenes termográficas.

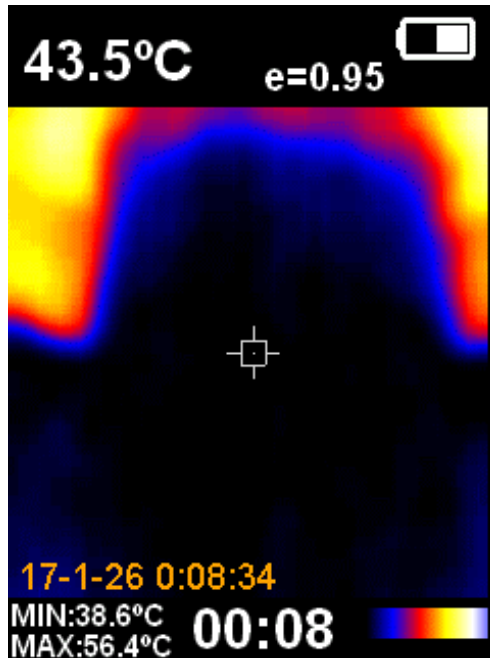


Figura 16: Imagen termográfica 5

Fuente: Elaboración propia

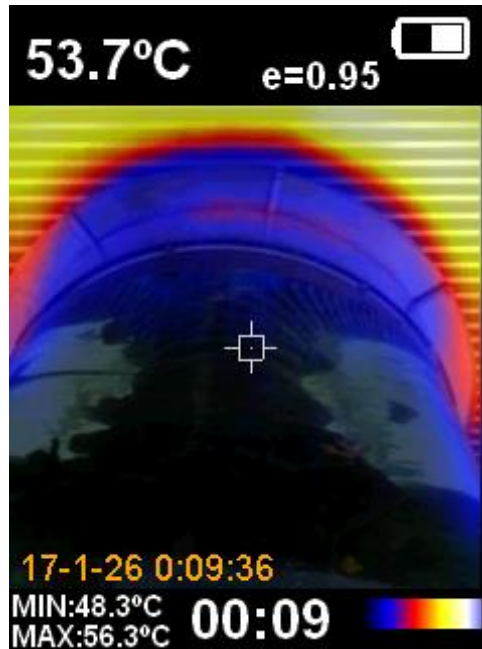


Figura 17: Imagen termográfica 6

Fuente: Elaboración propia



Figura 18: Imagen termográfica 7

Fuente: Elaboración propia



Figura 19: Imagen termográfica 8

Fuente: Elaboración propia

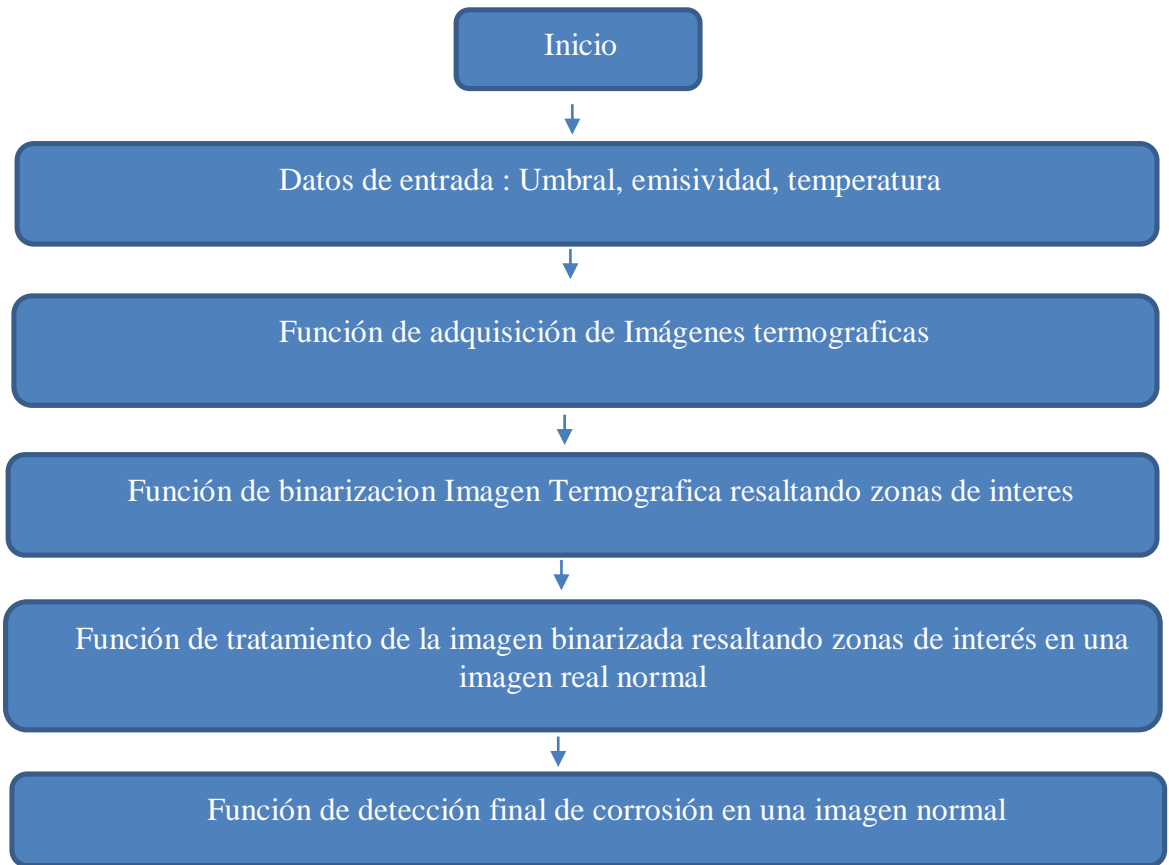
- Se pueden apreciar imágenes panorámicas de todo el acuario del Centro Comercial Mega Plaza tanto la imagen normal fotográfica montada con la imagen termográfica que luego serán procesadas para su digitalización y segmentación.



Figura 20: Imagen termográfica 9

Fuente: Elaboración propia

3.2.8. Pasos para el desarrollo del programa en ejecución



3.2.9. Adquisición de datos de la zona de interés

Empíricamente se tomo los datos de Interés de umbral de las zonas de humedad registradas por la Cámara termográfica mediante el programa de photoshop (Fig.21)

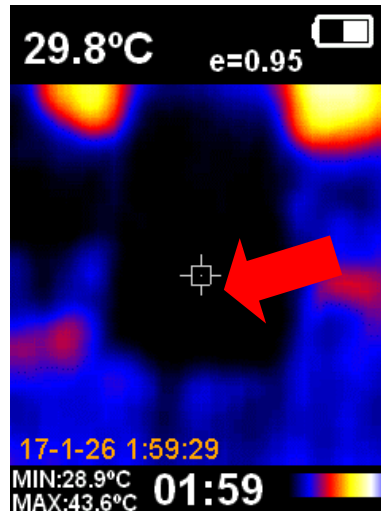


Figura 21: Imagen termográfica 10

Fuente: Elaboración propia

3.2.10. Recepción de datos de umbralización

- Del color de Interés relacionado a la humedad de la Imagen termográfica se tomó los datos de umbral máximo y mínimo para cada plano R,G y B.

```

100 - | y=ones (N, M) ;
101 - |
102 - | tr1=-12;
103 - | tr2=120;
104 - | tg1=-11;
105 - | tg2=120;
106 - | tb1=-11;
107 - | tb2=120;

```

Figura 22: Recepción de umbralización

Fuente: Elaboración propia

3.2.11. Calibración de los datos obtenidos

- Se ajustó los valores hasta poder detectar las regiones de interés por completo

```
100 - y=ones (N,M) ;
101
102 - tr1=-12;
103 - tr2=120;
104 - tg1=-11;
105 - tg2=120;
106 - tb1=-11;
107 - tb2=120;
```

Figura 23: Calibración de datos obtenidos

Fuente: Elaboración propia

- Una vez calculado se compilo el programa.

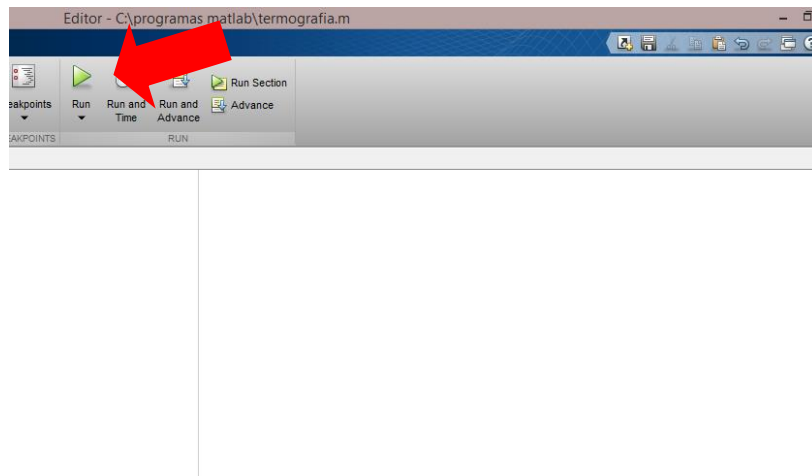


Figura 24: Compilación del programa

Fuente: Elaboración propia

- Las Regiones de Interes se pueden apreciar en la siguiente figura binario, en las cuales se identifican como las regiones de color blanco.

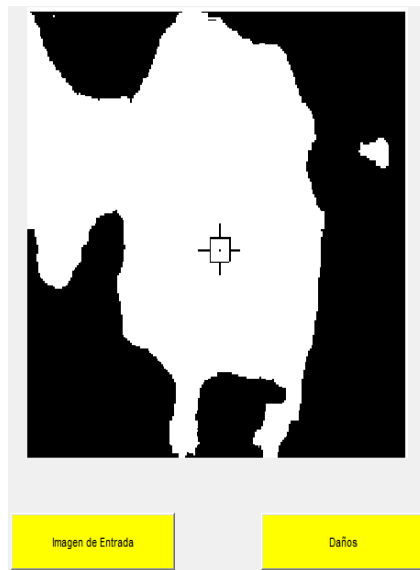


Figura 25: Imagen binaria

Fuente: Elaboración propia

- Regiones de interés mostradas en la imagen fotográfica normal donde se aprecia las zonas de humedad captadas.



Figura 26: Imagen real

Fuente: Elaboración propia

- Regiones con posible generación de corrosión por altos índices de humedad que hace que proliferen el moho.



Figura 27: Imagen con zonas de posible generación de corrosión

Fuente: Elaboración propia

- En la figura 28 se aprecia la interfaz virtual del programa desarrollado, la imagen del lado izquierdo corresponde a la fotografía real como entrada y la imagen del lado derecho corresponde a la interfaz procesada con captación de regiones de humedad como salida.

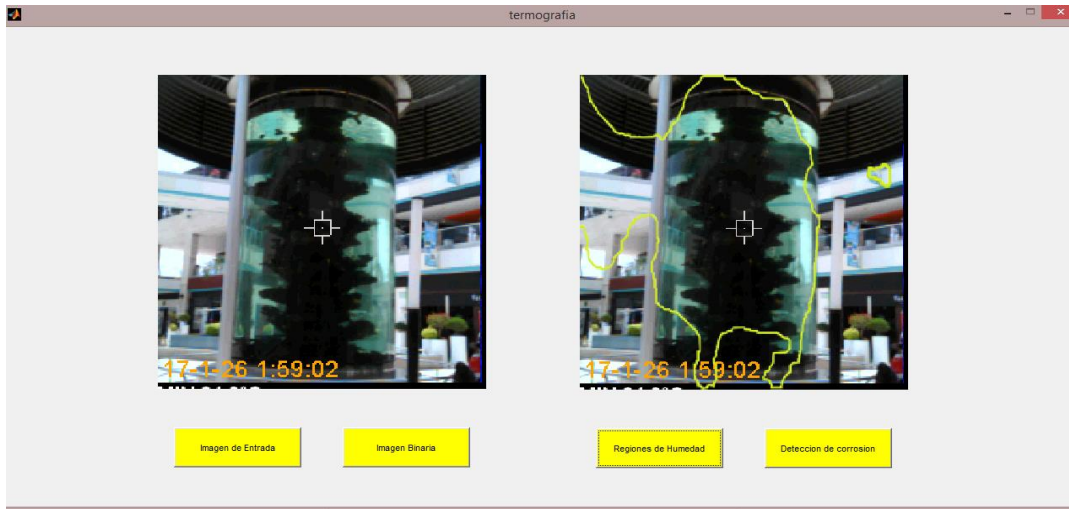


Figura 28: Imagen virtual del programa desarrollado

Fuente: Elaboración propia

- Interfaz Virtual del Programa Desarrollado, en la imagen izquierda se puede apreciar la imagen termográfica binarizada y en la imagen derecha la detección de corrosión en las zonas del Acuario del Mega Plaza

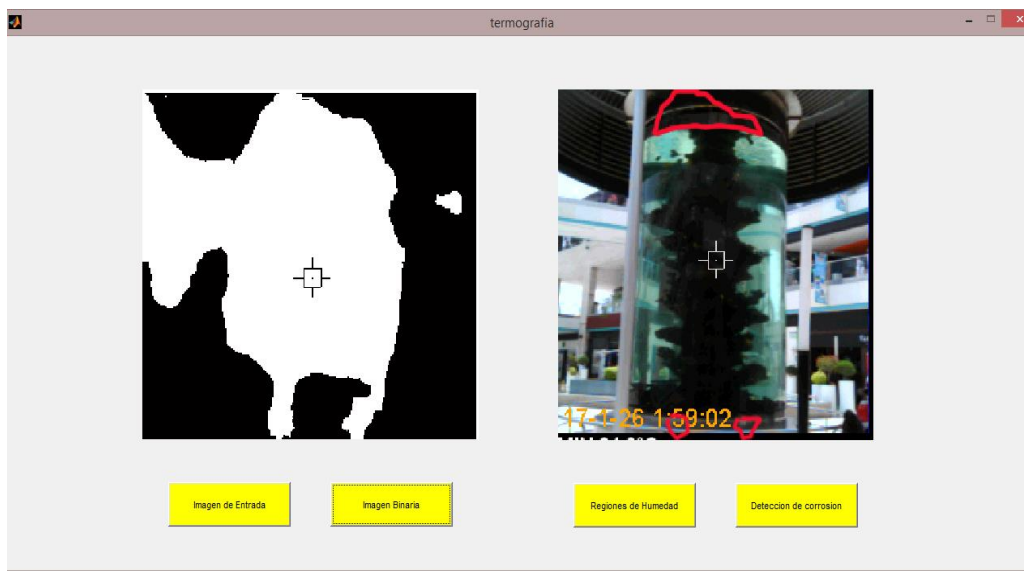


Figura 29: Imagen virtual del programa desarrollado

Fuente: Elaboración propia

Luego en las siguientes imágenes 30, 31,32 y 33 se describirán cada uno de los comandos de la Interfaz gráfica.

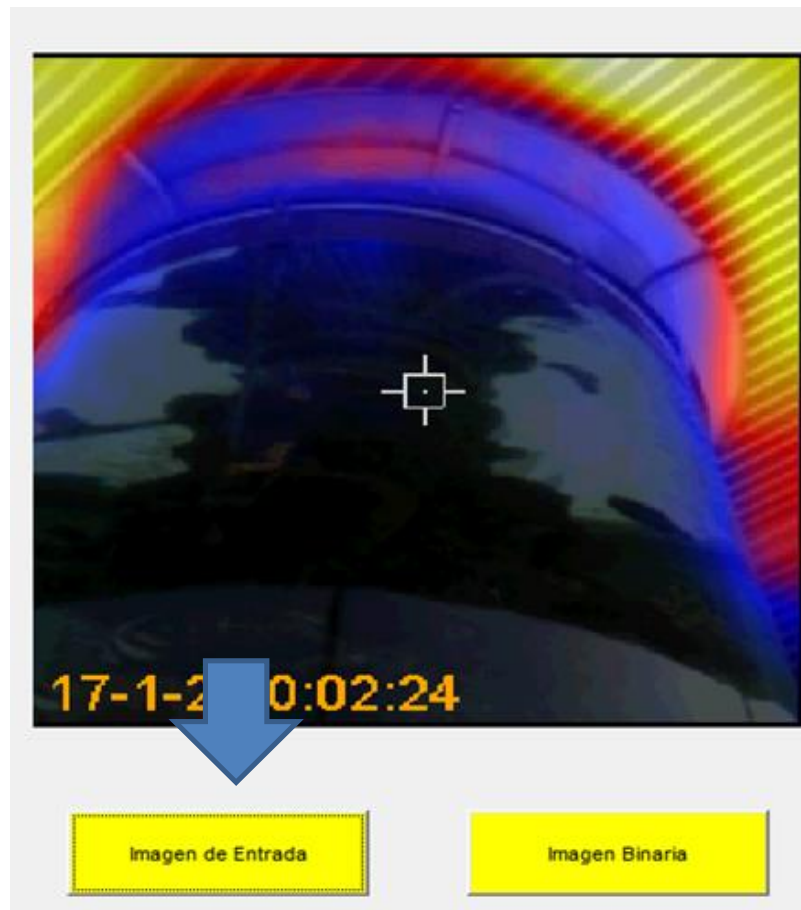


Figura 30: Comando N°1 de la Interfaz gráfica

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 30. se muestra el primer comando que nos otorga la imagen de entrada una imagen termográfica que nos ayuda a ver los cambios de temperatura por sus respectivos colores característicos para cada temperatura, gracias al ensayo no destructivo que se hizo en las instalaciones del Mega Plaza

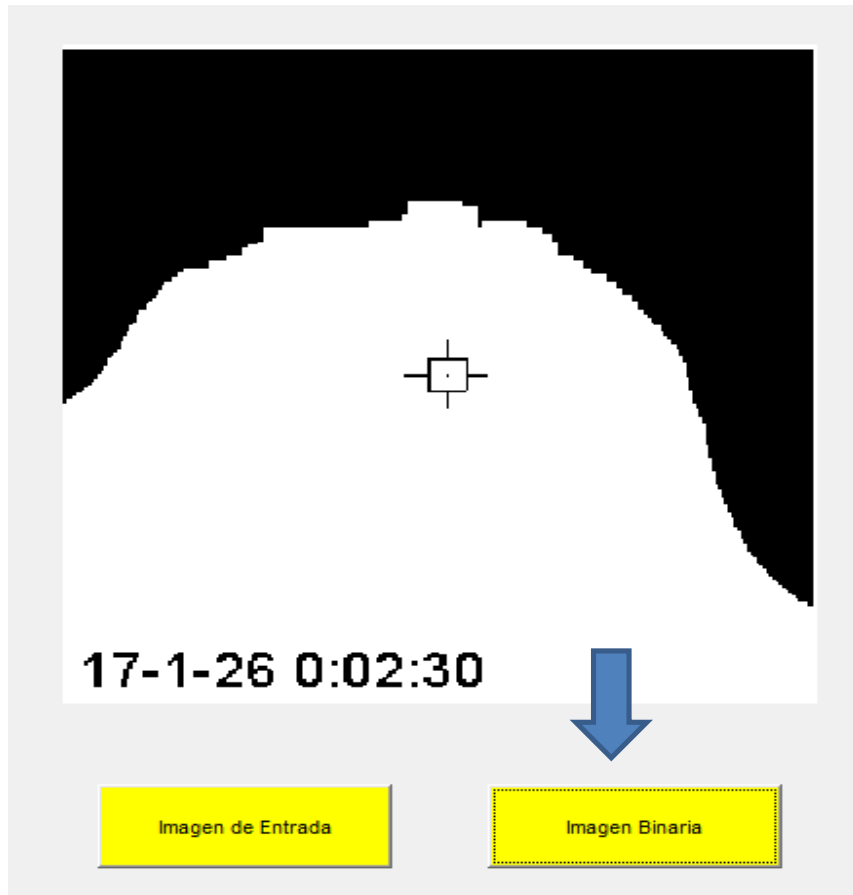


Figura 31: Comando N°2 de la Interfaz gráfica

Fuente: Elaboración propia

En la figura 31. se muestra el segundo comando que nos da una imagen ya procesada, obteniendo solo las regiones de interés de color blanco despreciando en resto que se muestra en color negro

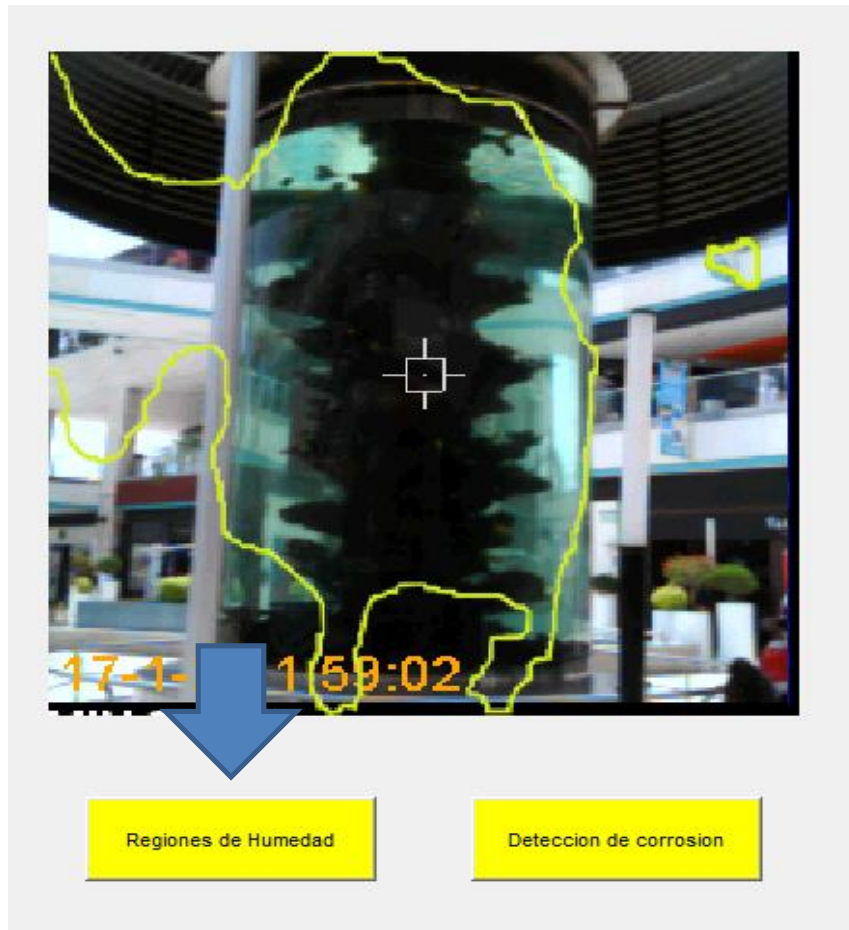


Figura 32: Tercer comando de la Interfaz Grafica

Fuente: Elaboración propia

En la figura 32. se señala el tercer comando encargado de dar como resultado las regiones de humedad montadas ya en una imagen normal



Figura 33: Cuarto comando de la Interfaz Gráfica

Fuente: Elaboración propia

En la figura 33. se muestra el comando encargado de dar las regiones de corrosión

El Algoritmo del sistema consta de las siguientes partes

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Resultados

Se desarrolló un programa de detección de daños que permitiría hacer su respectivo diagnóstico del daño por corrosión para el Acuario del centro comercial del Mega Plaza, en la figura 34 se describen cada etapa del sistema.

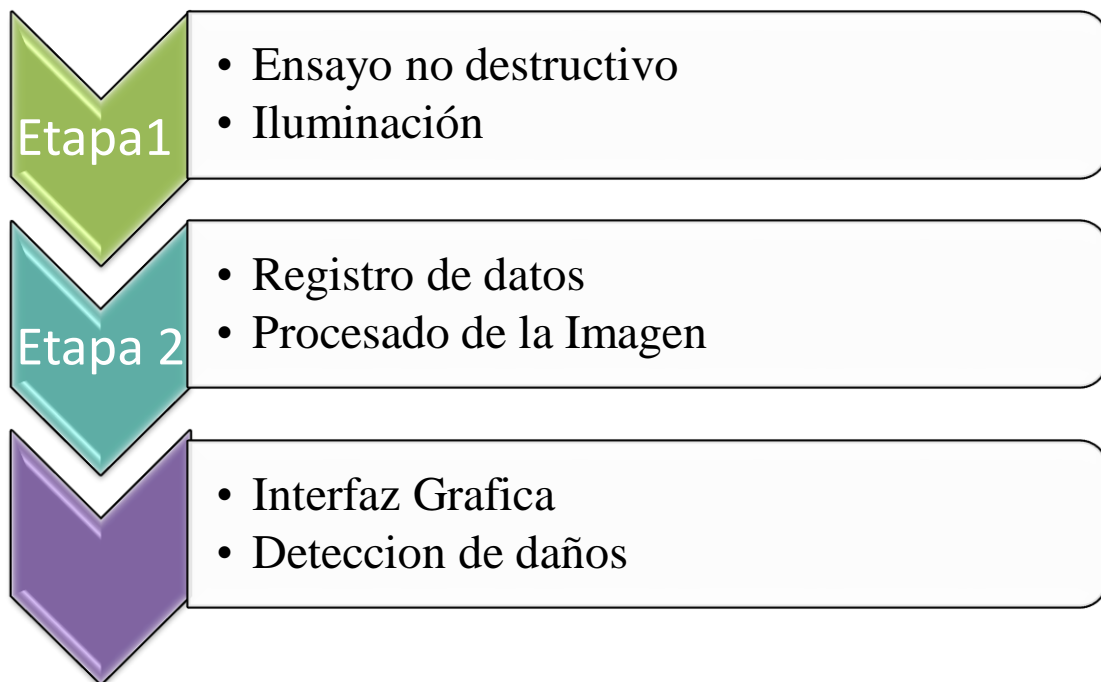


Figura 34: Etapas del sistema

Fuente: Elaboración propia.

Verificando cada etapa del Sistema de detección de daños se concluyó implementar cada uno de esas etapas como se muestra en la figura 34. lo cual nos permite poder hallar todos los daños relacionados a la corrosión del metal por la proliferación del Moho causante de esta.

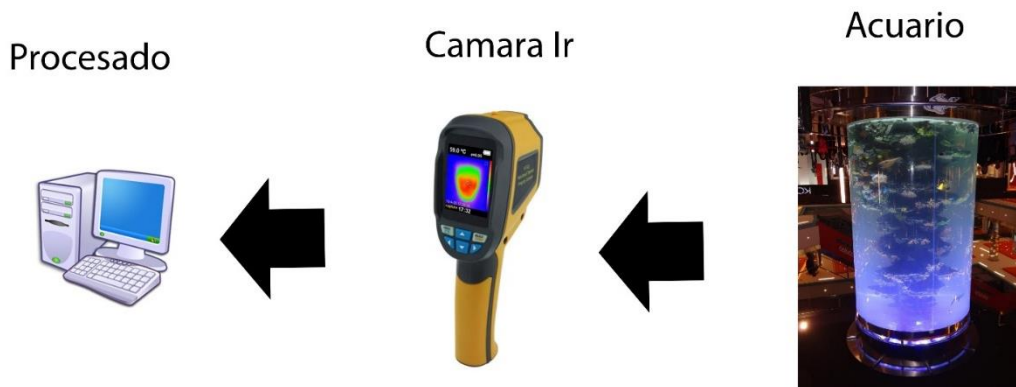


Figura 35: Proceso de detección de daños

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 35 se muestra la forma de Implementación del Sistema cuya forma de recolección de datos no influye en la estructura estudiada debido a que no hay un contacto alguno, esta es la base para que posteriormente se pueda obtener otro sistema que remotamente se adquiriera las muestras como parte del desarrollo del mismo. Las condiciones generales es que todo componente a estudiar este por arriba del cero absoluto 0°K para que puede ser detectado por nuestro sistema

MATERIALES			
DESCRIPCION	CANTIDAD	COST. UNI (S/)	SUBTOTAL (S/)
Camara Termografica Dmx 512	1	1,000.00	1,000.00
Software Matlab	1	12,000.00	13,000.00
Laptop Core I5	1	3,000.00	3,000.00
SUB TOTAL MATERIALES			17,000.00

MANO DE OBRA			
Toma de datos	1	900.00	900.00
Calibracion de Equipos	1	1300.00	1300.00
Diseño del Sistema	1	2,000.00	2,000.00
Pruebas	2	500	1,000.00
Compilado	1	1,000.00	1,000.00
SUBTOTAL MANO DE OBRA			6,200.00
TOTAL			23,200.00

Tabla 5: Estimación del presupuesto de equipos y suministros requeridos

4.2. Discusión de resultados

Al culminar la entrevista se pudo verificar la poca importancia que se da al problema de detección de daños como ejemplo tenemos la corrosión, ya que dichas instalaciones están siempre en contacto con el agua del Acuario en la cual pueden ver filtraciones a materiales que no son apropiadas que estén en humedad ya que en donde hay humedad, hay proliferación de moho quien es el encargado de degradar los materiales como en este caso hay partes del acuario que no son aptas para estar en contacto con humedad, como es la base hecha de metal, hay una deficiencia en controlar dichos daños en dicha estructura debido a que tampoco existe un método de detectarlos, ya que muchas veces no se pueden ver a simple vista, solo hasta que la corrosión por moho este avanzada en la figura 36 se puede apreciar ya con indicios de corrosión terminal.



Figura 36: Corrosión del metal en estado terminal

Fuente: Wikipedia

Las Etapas puntuales mostradas logran mejorar cada necesidad presentada anteriormente ya que este sistema puede capturar la intensidad de radiación de cada material que este por arriba del cero absoluto 0°k o $-273,16^{\circ}\text{C}$, en tal sentido puede capturar la humedad que no se podría ver a simple vista y procesarla para dar las regiones de Interés vulnerables a estos tipos de Hongos.

El presupuesto estimado para este sistema de detección daños es moderado, con respecto a los costos que surgiría al ocurrir accidentes en estos establecimientos, más bien es una inversión ya que podría ver en tiempo real el estado de su establecimiento.

Finalmente se pudo apreciar en el ensayo a diferentes ángulos al Acuario del Mega Plaza las Imágenes optimas de regiones con humedad binarizadas, pero también dando resultado que tiene un determinado radio de captación.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

5.1. CONCLUSIONES

- Al diseñar el Sistema termográfico pilotó para la identificación daños en el cual se llevó acabo la prueba piloto en el acuraio del Mega Plaza se llegó a que solo se detectó una clase de daños que es por oxidación del material.
- Gracias a los ensayos sin necesidad de contacto se pudo lograr capturas con satisfacción índices de intensidad de radiación en el campo infrarrojo del espectro electromagnético con satisfacción que luego serían procesadas con el respectivo software para su detección de Interés final.
- Como condición general se encontró que la cámara termográfica tiene una distancia determinada para su registro de imágenes térmicas para este tipo de ensayo para esto se hizo varias pruebas que corroboraron lo dicho.
- La prueba piloto a temperaturas de grados altos como promedio los 35°c conllevó a que los datos fueran más precisos debido a que la humedad se evapora y desintegra a temperaturas elevadas.
- Los costos del equipo y suministros fueron óptimos ya serian una inversión mas que un gasto pues ayudaría a observar la proliferación de daños por corrosión.

- Mediante el desarrollo sistema termográfico se pudo detectar zonas de proliferación del Moho en las diferentes partes del acuario del Mega Plaza que son los encargados de la corrosión y descomposición química de dicho material.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se debe presentar cuadros de resultados que muestre la frecuencia de daños en los acuarios por descomposición química de sus estructuras, debido a que no se contó con muchos casos no se pudo evaluar la frecuencia con la que se producen sólo se puso como antecedentes esos sucesos.
- Se debió hacer una encuesta si la detección de daños resulta favorable a las estructuras del acuario ensayado, debido al tiempo se evaluó empíricamente.
- El Algoritmo del sistema termográfico solo se centró en los daños por oxidación, se debió evaluar más daños como el rompimiento molecular, debido al tiempo solo se centró en un tipo.

5.3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Valle, M. (2016). *Sistema electrónico de alerta temprana de incendios forestales mediante procesamiento digital de imágenes para la empresa municipal del cuerpo de bomberos Ambato*. (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador.
- Aquino, O. (2011). *Control automático de adquisición de imágenes en un microscopio óptico binocular. Software del prototipo*. (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.
- Vílchez, N. (2014). *Diseño e implementación de un dispositivo de adquisición de imágenes para el pucp-sat1*. (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.
- Mejía, T. (2015). *Segmentación y análisis de imágenes termográficas mediante descriptores de textura simples*. (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Ambato de Ecuador. Ambato-Ecuador.
- Zagal, J., Bustamante, R. (2013). *Entrenamiento de una red neuronal para la detección de daños en una viga usando frecuencia de anti-resonancia cruzadas*. (Tesis de Pregrado). Universidad de Chile.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. (5ª ed.). México D.F.: McGraw-Hill.
- (Web 01) El Mundo viajes. (2016). *Los mejores acuarios del mundo*.
Recuperado de [http:// www.elmundoviajes.com.uy](http://www.elmundoviajes.com.uy)
- (Web 02) ABC Diario en español. (2012) *Impresionante explosión de un acuario de tiburones en China*.

Recuperado de <http://www.abc.es/internacional/>

- (Web 03) INFORMADOR.MX. (2010). Tanque con tiburones en acuario de Dubai sufre una fuga.

Recuperado de <http://www.informador.com.mx/>

- (Web 04) Tecnología del plástico (2002). Prevención de daños en polímeros

Recuperado de <http://www.plastico.com/temas/Aditivos-para-mejorar-laproductividad-y-prevenir-danos-en-polimeros+3020439>

- (Web 05) Wikipedia Enciclopedia Libre (2017). Acuario Público.

Recuperado de <https://es.wikipedia.org/>

- (Web 06) Tecnología de plásticos blogspot (2011). Tecnología de plásticos.

Recuperado de

<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.pe/2011/05/polimetacrilato-de-metilo.html>

- (Web 07) Eliminar Moho(2017). Información del Moho y Moho tóxico.

Recuperado de: <http://eliminarlaho.org/>

- (Web 08) Una breve guía para el moho, la humedad y su hogar.

Recuperado de: <https://www.epa.gov/mold>

- (Web 09) Electroquímica – Otros tipos de corrosión.

Recuperado de: <http://aprendeonline.udea.edu.co>

- (Web 10) Wikipedia La enciclopedia libre (2017). Termografía

Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Termografia>

- (Web11) Wikipedia Enciclopedia Libre (2017). Procesamiento digital de señales

Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/>

- (Web12) Wikipedia Enciclopedia Libre (2016). Procesamiento digital de imágenes

Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/>

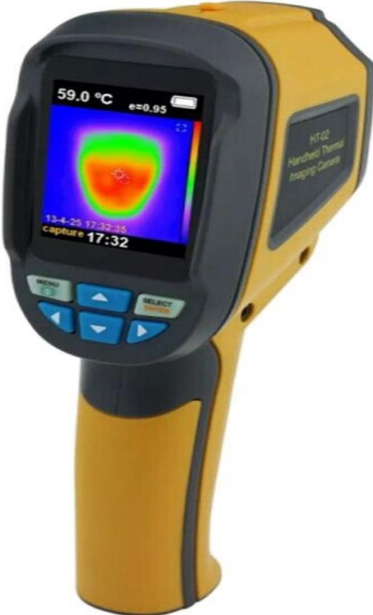
- (Web13) Introducción al uso de Matlab

Recuperado de <http://www.geociencias.unam.mx/~bole/eboletin/Matlabintro0408.pdf>

ANEXO

ANEXO N° 01

Camara Termografica DMX512



Especificaciones Técnicas

Color: Amarillo

Pantalla: 2.4 pulgadas ángulo de visión completa pantalla a color de alta resolución

Resolución: 60*60

Resolución de la imagen visible: 0.3 mega píxeles.

Total de Píxeles: 3600

CAMPO de VISIÓN/Distancia Focal Más Corta: 20 × 20/0.5 m

Sensibilidad térmica: 0.5 Celsius

Modo de medición: Termopila

Rango de temperatura:-20 Celsius a 300 Grados Celsius (-4 grados Fahrenheit a 572 Grados Fahrenheit)

Precisión de La medición: +/-2% o +/-2 Centígrados (+/-4 Fahrenheit)

Rango de longitud de onda: 8-14 μm

Emisividad: 0.1-1.0 Ajustable

Imagen De Frecuencia: 6 HZ

Modo de enfoque: Fija

Paleta: Hierro rojo, arco iris, arco iris de alto contraste, escala de grises (blanco brillo) y escala de Grises (negro resplandor)

Visión Opción: 5 tipo de infrarrojos para la visual completa, mezcla visible e infrarroja.

Almacenamiento De imágenes: tarjeta SD (4G)

Sistema de Control: Unidad de Ajuste/Idioma/Formato de Fecha y Hora/apagado automático

Tipo de batería: batería 4*1.5 V AA batería (No Incluido)

Duración de La batería: 6 Horas

Tiempo de apagado automático: 12 Minutos

Autenticación: CE, RoHS

Temperatura de funcionamiento: -5 Celsius a 40 Grados Celsius (23 grados Fahrenheit a 104 Grados Fahrenheit)

Temperatura de almacenamiento: -20 Celsius a 50 Grados Celsius (-4 grados Fahrenheit a 122 Grados Fahrenheit)

Humedad relativa: 10% RH a 80% RH

Tamaño del artículo: 21.2*9*6.2 cm/8.3*3.5 * 2.4in

Peso de la cámara: 231.2g/8.2 oz

Plano de Ubicación del Mega Plaza en la ciudad de Lima lugar donde se realizó la toma de datos del Acuario.

ANEXO N°02



Mapa de Ubicación de donde se desarrolló la Tesis presente en el centro comercial MegaPlaza