



**Instituto Politécnico Nacional  
Unidad Profesional Interdisciplinaria de  
Ingeniería campus Zacatecas**

**Área de ubicación para el desarrollo del  
trabajo**

Ingeniería en Sistemas Computacionales

**Línea de investigación**  
Inteligencia Artificial

**Título del proyecto de Trabajo Terminal**  
Medición y Análisis de la Temperatura para  
Procesos de Manufactura

**Presenta:**

Isaul Ibarra Belmonte  
Olga Alejandra Beltrán Silva

**Director:**

M. en I. Umanel Azazael Hernández González

**Asesores:**

M.I.S. Oscar Fabricio Valdez Castillo  
Dr. Miguel Ángel Suárez Rosales



Zacatecas, Zacatecas a 26 de Abril de 2022



**Folio**  
UPIIZ/ESA/116/2022

100 Aniversario de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura  
50 Aniversario de la UPIICSA  
50 Aniversario del CECyT 10 "Carlos Vallejo Márquez"  
25 Aniversario del CIECAS, CITEC y del CIDIR, Unidad Sinaloa

**Asunto**  
DESIGNACIÓN DE ASESORES ISAUL IBARRA BELMONTE  
INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES  
BOLETA: 2016670126  
GENERACIÓN: 2015-2019

Zacatecas, Zac., a 25 de abril de 2022

**C. ISAUL IBARRA BELMONTE**  
**PRESENTE**

Mediante el presente se hace de su conocimiento que este Departamento acepta que el **M. en I. Umanel Azazael Hernández González** y el **M.I.S. Oscar Fabricio Valdez Castillo** sean **Asesores**, en el tema que propone usted a desarrollar como prueba escrita de la opción Curricular, con el título y contenido siguiente:

**"Medición y Análisis de la Temperatura para Procesos de Manufactura".**

Se concede un plazo de máximo de un año, a partir de esta fecha, para presentarse a revisión por el jurado asignado.



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA  
DE INGENIERÍA ZACATECAS  
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO ACADÉMICO

**L.C. María Monserrat Saldaña Noriega**  
Jefa del Departamento de Evaluación  
y Seguimiento Académico

**DR. Fernando Flores Mejía**  
Director de la UPIIZ



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA  
DE INGENIERÍA ZACATECAS  
DIRECCIÓN



Folio  
UPIIZ/ESA/120/2022

2022, Año de Ricardo Flores Magón  
100 Aniversario de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura  
50 Aniversario de la UPIICSA  
50 Aniversario del CEOyT 10 "Carlos Vallejo Márquez"  
25 Aniversario del CIECAS, CITEC y del CIDIR, Unidad Sinato

**Asunto**  
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN  
ISAUL IBARRA BELMONTE  
INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES  
BOLETA: 2016670126  
GENERACIÓN: 2015-2019

Zacatecas, Zac., a 26 de abril de 2022

El suscrito tengo el agrado de informar a usted, que habiendo procedido a revisar el trabajo de titulación que presenta con fines de titulación denominada:

**"Medición y Análisis de la temperatura para procesos de Manufactura"**

Encontré que el citado **Trabajo de Titulación**, reúne los requisitos para **autorizar** la impresión y proceder a la presentación del Examen Profesional debiendo tomar en consideración las indicaciones y correcciones que al respecto se hicieron.



M. EN I. UMANEL AZAZAEL HERNÁNDEZ GONZÁLEZ



M. I. S. OSCAR FABRICIO VALDEZ CASTILLO

**Autorización de uso de obra**  
**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**Presente**

Bajo protesta de decir verdad el que suscribe Olga Alejandra Beltran Silva e Isaul Ibarra Belmonte, estudiantes del programa de Ingeniería en Sistemas Computacionales, con números de boleta 2016670007 y 2016670126, adscritos a la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Zacatecas; manifestamos ser autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada Medición y Análisis de la Temperatura para Procesos de Manufactura, en adelante "El Trabajo de Titulación" y de la cual se adjunta copia, por lo que por medio del presente y con fundamento en el Artículo 27 Fracción II, inciso b) de la Ley Federal del Derecho de Autor, otorgamos al Instituto Politécnico Nacional, en adelante el "IPN", autorización no exclusiva para comunicar y exhibir públicamente total o parcialmente en medios digitales "El Trabajo de Titulación" por un periodo de dos años contado a partir de la fecha de la presente autorización, dicho periodo se renovará automáticamente en caso de no dar aviso expreso al "IPN" de su terminación.

En virtud de lo anterior, el "IPN" deberá reconocer en todo momento nuestra calidad de autores de "El Trabajo de Titulación".

Adicionalmente, y en nuestra calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales de "El Trabajo de Titulación", manifestamos que la misma es original y que la presente autorización no contraviene a ninguna otra otorgada por el suscrito respecto de "El Trabajo de Titulación", por lo que deslindo de toda responsabilidad al "IPN" en caso de que el contenido de "El Trabajo de Titulación" o la autorización concedida afecte o viole derechos autorales, industriales, secretos industriales, convenios o contratos de confidencialidad o en general cualquier derecho de propiedad intelectual de terceros y asumimos las consecuencias legales y económicas de cualquier demanda o reclamación que puedan derivarse del caso.

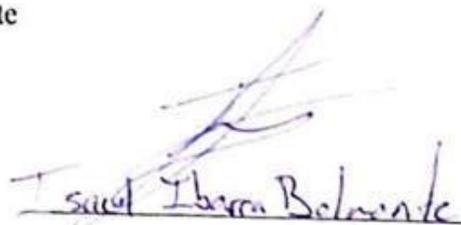
Zacatecas, Zac., a 29 de Abril del 2022.

Atentamente



Olga Alejandra Beltran Silva

Nombre y firma del alumno



Nombre y firma del alumno

# Índices

## Índice de contenido

Resumen. ....	10
Abstract.....	11
Palabras clave .....	11
Definición del problema. ....	12
Contexto y antecedentes generales del problema. ....	12
Situación problemática o problema de investigación. ....	13
Estado del arte. ....	15
Descripción del proyecto. ....	20
Objetivo general del proyecto. ....	21
Objetivos particulares del proyecto. ....	21
Justificación. ....	21
Marco teórico.....	24
Marco Metodológico. ....	41
Análisis y Discusión de los Resultados. ....	43
Gestión del proyecto. ....	44
1.- Plan del proyecto.....	44
2.- Manejo de desviaciones en la ejecución del plan. ....	58
3.- Plan de riesgos del proyecto. ....	62
Desarrollo del proyecto.....	65
1.- Resumen del análisis del sistema.....	65
2.- Diseño del sistema. ....	66
Conclusiones y recomendaciones. ....	80
Bibliografía. ....	82
Apéndices. ....	84
Apéndice 1: Documento SRS – Corregido .....	84
Apéndice 2: Estándar de codificación.....	90
Apéndice 3: Prototipos pantalla del sistema. ....	110
Apéndice 4: Casos de uso. ....	119
Apéndice 5: Actas de Reuniones. ....	122
Apéndice 6: Plan de pruebas de integración. ....	148

Apéndice 7: Documentos SMIM-Web .....	157
1. Arquitectura del Sistema SMIM-Web.....	157
2. Diagrama Entidad-Relación SMIM-Web.....	159
3. Matriz de Trazabilidad SMIM-Web.....	159
Apéndice 8: Diagrama de clases .....	160
Apéndice 9: Diagrama de Estados y Actividad .....	163
Apéndice 10: Escala de Temperatura .....	166

## Índice de tablas

Tabla 1. Ventajas y desventajas de las cámaras infrarrojas y los sensores .....	14
Tabla 2. Tabla comparativa de los software comerciales .....	15
Tabla 3. Características del Software Workswell ThermaFormat.....	16
Tabla 4. Características del Software Workswell CorePlayer .....	17
Tabla 5. Características software Field Chart.....	18
Tabla 6. Tabla comparativa del sistema realizado con los existentes en el mercado .....	22
Tabla 7. Unidades en Hertz .....	27
Tabla 8. Unidades de longitud.....	27
Tabla 9. Escalas de la temperatura .....	36
Tabla 10. Matriz de Trazabilidad SMIM-PC .....	69
Tabla 11. Pruebas .....	76
Tabla 12. Descripción de Casos de Uso del Sistema SMIM-PC.....	119
Tabla 13. Caso de Uso CU_01 .....	119
Tabla 14. Caso de Uso CU_02 .....	121
Tabla 15. Matriz de trazabilidad SMIM-Web .....	159
Tabla 16. Escala Propia de Temperatura .....	167

## Índice de Imágenes

Imagen 1. Muestra del Software Workswell ThermoFormat .....	17
Imagen 2. Muestra Del Software Workswell CorePlayer. ....	18
Imagen 3. Muestra del software Field Chart .....	19
Imagen 4. Cámara termográfica .....	24
Imagen 5. Fusible .....	25
Imagen 6. Fusible (Imagen infrarroja).....	25
Imagen 7. Espectro electromagnético.....	26
Imagen 8. Infrarrojo.....	27
Imagen 9. Cámara infrarroja.....	29
Imagen 10. No refrigerada.....	31
Imagen 11. Refrigerada .....	31
Imagen 12. Resolución espacial .....	31
Imagen 13. Resolución espacial zoom .....	31
Imagen 14. Huella térmica A1.....	32
Imagen 15. Huella térmica A2.....	32
Imagen 16. Huella térmica B2.....	32
Imagen 17. Huella térmica B1 .....	32
Imagen 18. Mascarilla B.....	33
Imagen 19. Mascarilla A .....	33
Imagen 20. Pixel .....	37
Imagen 21. RGB.....	38
Imagen 22. Procesamiento de imágenes.....	39
Imagen 23. Java .....	40
Imagen 24. Modelo Cascada .....	42
Imagen 25. Cámara Termográfica Elegida.....	43
Imagen 26. Fase de Requerimientos planteada .....	44
Imagen 27. Fase de Requerimientos actualizada.....	45
Imagen 28. Fase de Diseño planteada: Primera parte.....	46
Imagen 29. Fase de Diseño actualizada: Primera parte .....	46
Imagen 30. Fase de Diseño planteada: Segunda parte.....	47
Imagen 31. Fase de Diseño actualizada: Segunda parte .....	47
Imagen 32. Fase de Diseño planteada: Tercera parte .....	48
Imagen 33. Fase de Diseño actualizada: Tercera parte .....	48
Imagen 34. Fase de implementación planteada .....	49
Imagen 35. Fase de Implementación final: Primera parte .....	50
Imagen 36. Fase de Implementación final: Segunda parte .....	51

Imagen 37. Fase de Implementación final: Tercera parte .....	52
Imagen 38. Fase de Pruebas planteada .....	52
Imagen 39. Fase de Pruebas actualizada .....	53
Imagen 40. Fase de Mantenimiento planteada .....	53
Imagen 41. Fase de Mantenimiento final .....	54
Imagen 42. Plan de Gestión: Juntas planteadas .....	55
Imagen 43. Plan de Gestión: Juntas actualizadas .....	56
Imagen 44. Plan de Gestión: Juntas final .....	56
Imagen 45. Plan de Gestión: Entregas planteadas .....	57
Imagen 46. Plan de Gestión: Entregas final .....	57
Imagen 47. Actividades desglosadas .....	58
Imagen 48. Diagrama de Validaciones .....	59
Imagen 49. Base de módulo contenido .....	61
Imagen 50. Base de módulo características .....	61
Imagen 51. Sistema SMIM_PC .....	65
Imagen 52. Sistema SMIM-Web .....	65
Imagen 53. Construcción: Inicio del Sistema .....	74
Imagen 54. Construcción: Opciones del Sistema SMIM-PC .....	74
Imagen 55. Construcción: Vista Principal Abrir Video .....	75
Imagen 56. Construcción: Vista Principal Abrir Imagen .....	75
Imagen 57. Construcción: Ejemplo de resultados al final de un proceso .....	75
Imagen 58. Construcción: Orden Carpetas SMIM .....	76
Imagen 59. Construcción: Vista Principal SMIM-Web .....	76
Imagen 61. Toma de temperatura con un termo .....	78
Imagen 60. Toma de datos en Laboratorio de Pesados .....	78
Imagen 63. Toma de datos con la cámara termográfica elegida .....	79
Imagen 62. Toma de temperatura con un termo .....	79
Imagen 64. Tabla base para escala propia .....	166
Imagen 65. Proceso para determinar la temperatura por punto de interés .....	166
Imagen 66. Formato de bits .....	176

## Índice de Diagramas

Diagrama 1. Arquitectura del Sistema.....	66
Diagrama 2. Modelo Entidad-Relación SMIM-PC .....	70
Diagrama 3. Caso de Uso General SMIM-PC.....	119
Diagrama 4. Arquitectura SMIM-Web.....	157
Diagrama 5. Modelo Entidad-Relación SMIM-Web .....	159
Diagrama 6. Diagrama de Clases Parte 1: Principal.....	160
Diagrama 7. Diagrama de clases Parte 2: Conexión Registro .....	161
Diagrama 8. Diagrama de Clases Parte 3: Gestor .....	161
Diagrama 9. Diagrama de Clases Parte 3: GUI Herramientas .....	162
Diagrama 10. Diagrama de Clases Parte 5: Herramientas Procesamiento .....	162
Diagrama 11. Cargar Medio Termográfico .....	163
Diagrama 12. Modelo General del Sistema.....	164
Diagrama 13. Diagrama de Estados .....	165

## Índice de Prototipos

Prototipo 1. Principal.....	110
Prototipo 2. Registros .....	110
Prototipo 3. Guardar Documentos .....	111
Prototipo 4. Abrir Video.....	111
Prototipo 6. Selección Tiempo .....	112
Prototipo 5. Selección Puntos de Interés .....	112
Prototipo 7. Abrir Imagen.....	113
Prototipo 8. Análisis Video .....	113
Prototipo 9. Análisis Imagen .....	114
Prototipo 10. Selección de Puntos Interés Imagen .....	114
Prototipo 11. Procesamiento.....	115
Prototipo 12. Resultados.....	115
Prototipo 14. Estadísticas .....	116
Prototipo 13. Resultados Gráfica.....	116
Prototipo 15. Resultados Gráfica Estadísticas .....	117
Prototipo 16. Principal SMIM-Web .....	117
Prototipo 17. Biblioteca SMIM-Web .....	118
Prototipo 18. Proyectos SMIM-Web .....	118

## Resumen.

Los procesos de manufactura son las actividades que se realizan para transformar las características originales de una materia prima. Este proyecto es el diseño e implementación de un Software con una interfaz de interacción para el usuario y utilizando una cámara termográfica para obtener el medio, permite el análisis de imágenes y videos para calcular los cambios de temperatura en algún proceso de manufactura, tales como: Soldadura, Fundición o Maquinado, en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas (UPIIZ). Siendo esto muy importante para el correcto control y monitoreo para saber las mejores condiciones de los procesos. Para la solución a este problema a partir de un *medio termográfico*<sup>1</sup> que será ingresado al Sistema SMIM-PC por el Usuario, sea imagen o video, se obtendrán los datos necesarios del mismo, posteriormente con la selección de los puntos de interés, se procesarán las imágenes para obtener los datos de las temperaturas, finalizando con la obtención de gráficas donde se podrá ver este cambio de temperatura. Una vez implementado el sistema se realiza la comparación con sistemas de medición en el mercado, donde se obtuvo un excelente resultado en las aplicaciones que se realizaron las pruebas. Así mismo, en apoyo a esto, se creó el Sistema SMIM-Web para la muestra de todos los proyectos que se hallan procesados por el Software, al mismo tiempo que pueden ser eliminados por un Administrador.

<sup>1</sup>Imagen o video captado por una cámara termográfica.

<sup>2</sup>Denota conocer la temperatura o cantidad de calor que tiene un material en un punto en específico.

## **Abstract.**

Manufacturing processes are the activities that are carried out to transform the original characteristics of a raw material. This project is the design and implementation of a Software with an interaction interface for the user and using a thermal camera to obtain the medium, it allows the analysis of images and videos to calculate the temperature changes in some manufacturing process, such as: Welding, Casting or Machining, in the Interdisciplinary Professional Unit of Engineering Campus Zacatecas (UPIIZ). This being very important for the correct control and monitoring to know the best conditions of the processes. For the solution to this problem from a thermographic medium that will be entered into the SMIM-PC System for the User, be it image or video, the necessary data will be obtained from it, later with the selection of the points of interest, the images will be processed to obtain the temperature data, ending with the obtaining of graphs where this temperature change can be seen. Once the system is implemented, a comparison is made with measurement systems in the market, where an excellent result was obtained in the applications that were tested. Likewise, in support of this, the SMIM-Web System was created for the sample of all the projects that are processed by the Software, at the same time that they can be eliminated by an Administrator.

## **Palabras clave**

Temperatura, Cámara infrarroja, interfaz, procesamiento de imágenes, *puntos de interés*<sup>2</sup>, *medio termográfico*<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Imagen o video captado por una cámara termográfica.

<sup>2</sup>Denota conocer la temperatura o cantidad de calor que tiene un material en un punto en específico.

## **Definición del problema.**

Al realizar los distintos procesos de manufactura en la UPIIZ, es necesario tener una medición de las temperaturas, sin embargo, estas pueden llegar a ser muy altas y difíciles de medir: provocando que muchos de los sensores no logren medir la temperatura en varios *puntos de interés*, por lo que la problemática radica en que la unidad no cuenta con la tecnología necesaria para medirlas con mayor exactitud y actualmente mide esta variable en un punto en específico con sensores como: termopares y termistores, siendo esto algo poco eficiente al momento de controlar el calor en los procesos, ya que teniendo un punto de referencia no es posible realizar un análisis completo e integral.

## **Contexto y antecedentes generales del problema.**

Como ya se había mencionado, debido a la diferencia de temperaturas, los rangos de los sensores normalmente no se acoplan o no permiten medirla de manera adecuada, por lo tanto, no miden todos los *puntos de interés* que se desean conocer, siendo esto así causante de accidentes, desgastes de maquinarias y pérdidas de materiales.

En la industria, el control de las temperaturas es una variable importante ya que al identificar lo que es óptimo, dependiendo del producto o material, se evitan la pérdida de los mismos. Por ejemplo, en la UPIIZ para la medición de una temperatura con los sensores termopares es necesario tomar el sensor con la mano y acercarlo al proceso de manufactura, pero sino se contara con las medidas de protección necesarias como la distancia para poder acercar el sensor esto causaría quemaduras en las personas involucradas, por otro lado, si no se toma la medición de la misma causaría una pérdida de material, por lo que cualquier proceso que involucre herramientas y temperaturas variables implica un riesgo de salud para las personas involucradas, así que contando con un sistema más seguro y eficiente para la unidad se optimiza: el control de temperaturas; control de pérdida de materiales; y las personas involucradas no contemplarían más riesgos.

La realización de un software que calcule las temperaturas y provea estadísticas es importante si se desea tener un mejor control en la Unidad, ya que las opciones en el mercado son limitadas y costosas: dependiendo de qué es lo que requiere un cliente, entre más datos o

procesamiento se requiera para un mejor control mayor será el costo de una tecnología para la medición.

## **Situación problemática o problema de investigación.**

En los laboratorios Pesados I de Mecatrónica y Pesados II de Metalúrgica en la unidad es muy importante saber las temperaturas que se manejan en los procesos de manufactura para tener un control de ellas, con esto se logran identificar las pérdidas o ganancias de calor que tiene un material, así como en dicho proceso para obtener mejores resultados en cuestión de calidad, sin embargo, hoy en día no se cuenta con un buen sistema en la unidad que logre medir la temperatura en distintos *puntos de interés*.

Por ejemplo, las carreras de Ing. Mecatrónica e Ing. Metalúrgica cuentan con materias en las cuales se realizan prácticas de manufactura, mismas en las que por lo general la única forma de medir las temperaturas es por medio de sensores como: termopares y termistores, pero estos solo pueden medir una parte a la vez, por lo que si se desea medir en diferentes zonas no es posible en el mismo proceso, siendo que para la experimentación se requiere medir más de una zona a la vez.

Un medio eficaz para medir la temperatura es una cámara infrarroja: la cual logra medir las temperaturas en toda el área del proceso de manufactura, además de medir las temperaturas de altos rangos, con un mejor enfoque de resolución del lente, paletas de colores, distancia de medición de la temperatura con el proceso, porcentaje de error de detección de la temperatura mínimo, entre otras.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra una comparativa de algunas ventajas y desventajas entre los sensores que se utilizan en la Unidad y las cámaras infrarrojas [20]:

Tabla 1. Ventajas y desventajas de las cámaras infrarrojas y los sensores

	<b>Sensores</b>	<b>Cámaras Infrarrojas</b>
<b>Ventajas generales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamaño reducido, esto permite reducir el tiempo de reacción del sensor.</li> <li>• Alta sensibilidad o precisión.</li> <li>• Son capaces de medir un amplio rango de temperaturas.</li> <li>• Baja inercia térmica (tiempo de respuesta).</li> <li>• Estabilidad y repetitividad a largo plazo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Previene incendios y accidentes.</li> <li>• Detectar anomalías que suelen no ser visibles.</li> <li>• Medición a distancia, capaz de analizar y visualizar la distribución de temperatura de superficies completas de equipamiento eléctrico y maquinaria con rapidez y precisión.</li> <li>• Prever qué componentes eléctricos están a punto de averiarse.</li> <li>• Visualizar las pérdidas de energía.</li> <li>• Detectar un fallo o defecto en el aislamiento.</li> <li>• Localizar fugas de aire.</li> <li>• Detectar fallos eléctricos.</li> </ul>
<b>Ventajas en la Unidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se miden las temperaturas en un punto en específico en los procesos.</li> <li>• Fácil manejo y transporte.</li> <li>• Rápido cálculo de la temperatura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percibe por completo todo lo que sucede en un proceso de manufactura.</li> <li>• Muestra el calor que existe en el proceso.</li> <li>• Permite captura de imágenes para poder obtener después un análisis.</li> </ul>
<b>Desventajas generales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limitación de rango de utilización, ya que saliendo de los rangos dependiendo del sensor es difícil de medir.</li> <li>• No lineales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo de los equipos, normalmente entre más completos mayor es el costo.</li> <li>• Se toman todas las temperaturas que muchas veces no son necesarias y alteran el resultado.</li> </ul>
<b>Desventajas en la Unidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se logra tener las temperaturas en varios puntos del proceso.</li> <li>• Solo se puede realizar un análisis manual, teniendo pérdida de tiempo.</li> <li>• No se logren medir temperaturas muy altas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si no se cuenta con una batería tendrá que estar conectada para poder utilizarla.</li> <li>• Falta de conocimiento en el manejo y uso del equipo por parte de los alumnos o maestros.</li> </ul>

Como se puede ver en la Tabla 1 las cámaras infrarrojas son mejores tanto para procesos de manufactura como para los procesos que se realizan en la unidad, y aunque estas pueden llegar a ser muy costosas se contó con un plan de financiamiento por parte de los asesores de proyecto, y así se podrá contar con esta tecnología.

## Estado del arte.

El software que se encuentra actualmente en el mercado que trata de abordar una solución a la problemática que se presenta en la Unidad, tienen en general opciones como:

- Procesamiento de imágenes.
- Guardar imágenes analizadas.
- Exportar tablas y gráficas de temperaturas.
- Cambio de unidades de °C (Celsius) a °F (Fahrenheit) y viceversa.

De forma individual se abordarán algunos de los softwares más comunes que se encuentran en el mercado.

En la Tabla 2 se puede observar una comparativa entre los software comerciales:

*Tabla 2. Tabla comparativa de los software comerciales*

#	Características	Workswell ThermoFormat	Workswell CorePlayer	Field Chart
1	Puede abrir hasta 20 imágenes.			
2	Puede abrir hasta 30 imágenes.			
3	Puede abrir hasta 70 imágenes.	X		
4	Procesamiento de imágenes múltiple.	X	X	
5	Exportar imagen procesada.	X	X	
6	Cambio de unidad de °C a °F en datos para las tablas	X	X	
7	Procesamiento de video.			
8	Análisis de temperatura por <i>punto de interés</i> .			
9	Histograma de colores.	X		
10	Modelos 3D (Dron).	X		
11	Selección de imágenes por segundo (video).			
12	Selección de imágenes por segundo (video).			
13	Exportar tablas y gráficas.			X
14	Ver gráficas de temperatura.			X
15	Versión demo de 48/72 hrs.	X	X	
16	Precio entre \$4,000.00 y \$5,000.00 MXN.	X	X	
17	Gratis.			X

El software Workswell Thermo Format y Workswell CorePlayer presentan versiones demo de duración limitada a un máximo de 72 horas y costosas licencias para tener acceso ilimitado a sus opciones. La licencia de Field Chart es gratuita, pero sus opciones son limitadas, por lo que el software no cubre con las necesidades en la Unidad para los procesos de fundición y soldadura (manufactura). Esta investigación nos brinda información sobre lo que se encuentra en el mercado, ayudándonos a lograr que el sistema a desarrollar presente más opciones que lo que se encuentra actualmente en el mercado de forma comercial.

De forma individual se encuentra la información del software comercial que se utilizó para la comparación anterior:

- **Workswell ThermoFormat**

El software Workswell ThermoFormat es útil para el procesamiento masivo de termográficas (imágenes térmicas). Se puede cambiar el rango de temperatura en un gran número de imágenes.

El sistema de termovisión se utiliza principalmente para la termografía y la creación de los modelos 3D, por ejemplo, en cooperación con software de Pix4D (Fotogrametría profesional y mapeo de drones) [1].

En la Tabla 3 se muestra las características del software:

*Tabla 3. Características del Software Workswell ThermaFormat*

<b>Características</b>	
Capacidad de carga y proceso de imágenes	70
Procesamiento de Imágenes múltiple	Sí
Cambio de unidad de °C a °F	Sí
Paleta de colores	17 colores
Muestra Histograma	Sí
Versión demo 48/72 hrs	48 hrs
Precio de licencia	\$4,000.00 y \$5,000.00 MXN
Exportar imágenes	JPG
Modelado en 3D	Sí
Exporta tablas y gráficas de temperatura	No

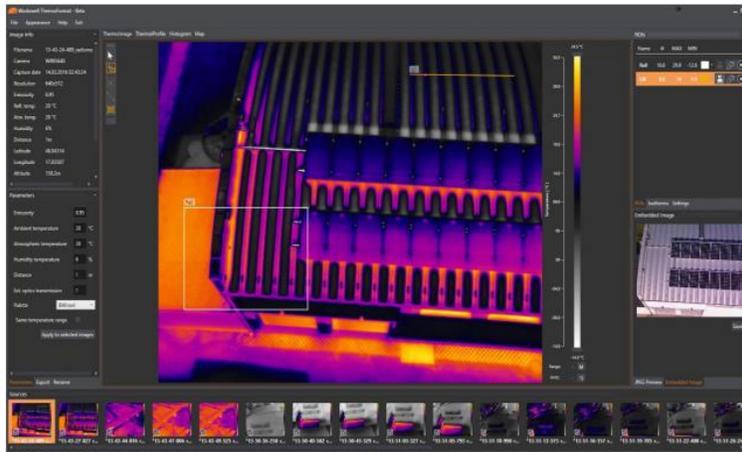


Imagen 1. Muestra del Software Workswell ThermoFormat

- **Workswell CorePlayer.**

El software Workswell CorePlayer ha sido diseñado para realizar un análisis detallado y permitir que un usuario edite, exporte datos a diferentes formatos y cree informes completos a partir de termogramas.

Todas las funcionalidades estándar para el análisis de datos están disponibles dentro del programa (temperatura en el lugar, mínimo y máximo del área, perfil de temperatura, zoom, cambio en la escala de temperatura, paleta de colores, emisividad, etc.) así como funciones ampliadas como GPS, lugar donde se tomó la foto y poder mostrar imágenes digitales de espectro completo [2].

En la Tabla 4 se muestra las características del software:

Tabla 4. Características del Software Workswell CorePlayer

<b>Características</b>	
Capacidad de carga y proceso de imágenes	No
Procesamiento de Imágenes múltiple	Sí
Cambio de unidad de °C a °F	Sí
Paleta de colores	14 colores
Muestra Histograma	Sí
Versión demo 48/72 hrs	48 hrs
Precio de licencia	\$4,000 y \$5,000 MXN
Exportar imágenes	JPG
Modelado en 3D	Sí
Exporta tablas y gráficas de temperatura	No

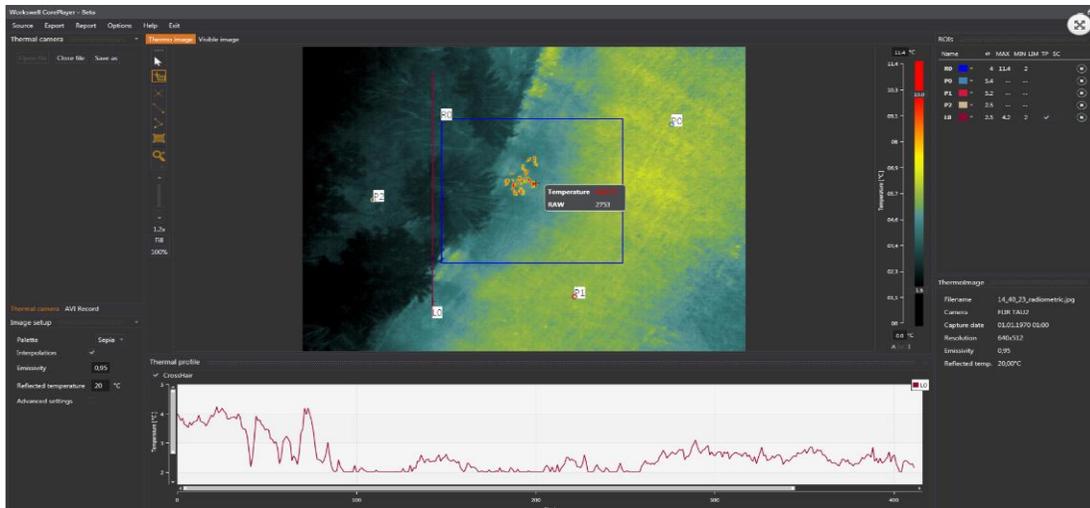


Imagen 2. Muestra Del Software Workswell CorePlayer.

- **Field Chart**

El Field Chart es un Software de monitoreo y visualización en tiempo real para dispositivos Novus con conexión RS485 o USB.

Los dispositivos compatibles con el sistema son: AirGateGPRS, AirGateModbus, Digirail, DigirailVA, Digirail4C, FieldLogger, N1020, N1040, N120, N1200, N1500, N323-RHT, N322, RHT 485 LCD, RTH Air, entre otros.

Se pueden guardar las bases de datos y exportarlas para generar un reporte, los equipos deberán contar con conexión RS485 o una USB para poder conectarlos a la computadora [3].

En la Tabla 5 se muestra las características del software:

Tabla 5. Características software Field Chart

<b>Características</b>	
Capacidad de carga y proceso de imágenes	No
Procesamiento de Imágenes múltiple	Sí
Cambio de unidad de °C a °F	Sí
Paleta de colores	14 colores
Muestra Histograma	Sí
Versión demo 48/72 hrs	48 hrs
Precio de licencia	\$4,000 y \$5,000 MXN
Exportar imágenes	JPG
Modelado en 3D	Sí
Exporta tablas y graficas	No

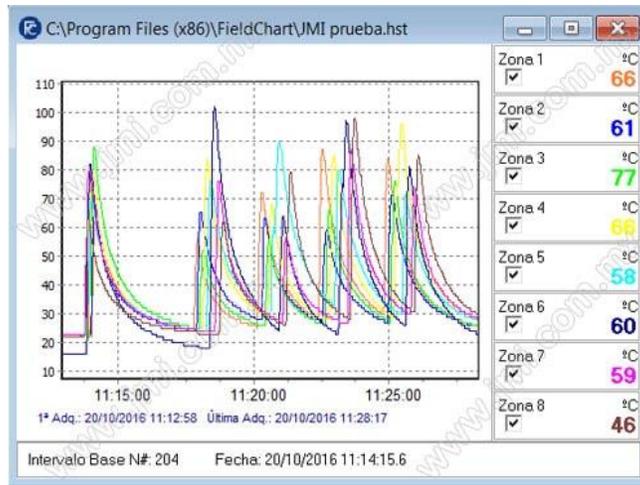


Imagen 3. Muestra del software Field Chart

## Descripción del proyecto.

Se desarrolló un software que permite realizar el análisis de las temperaturas en los procesos de manufactura, tales como: soldadura y maquinado, donde se obtienen los datos a partir de un *medio termográfico*. El sistema cuenta con una interfaz de usuario para facilitar el manejo del mismo y opera de dos formas: la primera con la obtención de un video de duración máxima de 5 minutos, donde se muestra todo el proceso de manufactura, y es segmentado por segundos dependiendo del tiempo del video, y así se obtienen imágenes para su posterior procesamiento; la segunda forma es ingresar las imágenes termográficas capturadas por el usuario durante el proceso de manufactura para procesarlas. Se pueden seleccionar un máximo de cinco *puntos de interés* dentro de la primera imagen del proceso para realizar el procesamiento y análisis. Una vez que se realiza el proceso anterior genera una gráfica que muestra los cambios de las temperaturas que se tuvieron a lo largo del proceso de manufactura por cada punto que fue seleccionado, después un histograma de frecuencia de colores (todos los posibles colores que puede haber en una imagen termográfica). El sistema muestra de igual manera una gráfica de las estadísticas del proceso, como: la media, varianza, moda y desviación estándar, por punto seleccionado, con el fin de ver las posibles variaciones que puede tener el mismo proceso; se cuenta con la opción de mostrar las temperaturas en grados Celsius o Fahrenheit, además de la opción de guardar: las imágenes obtenidas, así como también las gráficas de las temperaturas, histogramas y estadísticas. Por último, se cuenta con un Sistema Web (SMIM-Web) en el cual de forma local se pueden ver los proyectos creados con sus respectivas gráficas y análisis de datos que haya arrojado el Sistema SMIM-PC y éstos solo pueden ser eliminados o modificados por un administrador.

## **Objetivo general del proyecto.**

Desarrollar un sistema que a partir de un *medio termográfico* permita el análisis de un máximo de cinco *puntos de interés* para mostrar gráficamente el comportamiento de las temperaturas en procesos de manufactura.

## **Objetivos particulares del proyecto.**

- Segmentar un video para obtener imágenes para posteriormente procesarlas y con estas obtener cinco *puntos de interés*.
- Analizar y calcular la temperatura de cinco *puntos de interés* sobre las imágenes.
- Observar el comportamiento de la temperatura en las imágenes con los datos obtenidos, mediante una gráfica lineal.

## **Justificación.**

Una investigación previa sobre el tema de un proyecto es indispensable, ya que con esto se logra ver que es lo existente en el mercado y lo que hace falta. En la actualidad la importancia de la medición de temperatura para los procesos de manufactura tiene mayor relevancia, debido a los estándares de calidad que se busca obtener en toda la industria. Algunos procesos como la fundición ya sea por arco eléctrico, gas o resistencias eléctricas requieren una constante medición de la temperatura para controlar la calidad de las aleaciones. En las fundidoras no sólo producen productos de metal para componentes de motores, vías férreas o tuberías, en ellas también forman los componentes de las máquinas que se requieren para hacer muchos de los productos de consumo esenciales de los que dependemos. El 90% de todos los bienes manufacturados dependen de piezas de metal líquido, los hornos de fundición pueden variar en tamaño, desde pequeños equipos de mesa a unos que pesan varias toneladas. La cantidad de producción puede variar desde gramos a varias toneladas, a continuación, se lista posibles amenazas en el área de fundición [4]:

- Temperaturas que superan los 2,600 °F (1425 °C).
- Posibles explosiones de vapor en caso de que el metal contenga una ligera humedad que pueden resultar de forma catastrófica.
- Tener un área de calor sin humedad, resulta ser una condición perfecta para un incendio.

Por lo anterior, la realización de este sistema fue importante debido a que los alumnos de Ing. Metalúrgica e Ing. Mecatrónica tendrán una mejor preparación para el control y manejo de temperaturas en procesos de manufactura, este control representa un estándar de calidad que se busca obtener en las industrias. Las industrias de manufactura buscan personal con conocimiento y noción en el manejo de procedimientos y herramientas para mitigar los riesgos relacionados con la temperatura como un correcto análisis para su uso logrando brindar una mayor calidad en los procesos.

En la Tabla 6 se puede observar una comparativa entre el software comercial mencionado en el estado del arte y el sistema realizado:

Tabla 6. Tabla comparativa del sistema realizado con los existentes en el mercado

#	Características	Sistema Realizado	Workswell ThermoFormat	Workswell CorePlayer	Field Chart
1	Puede abrir hasta 20 imágenes	X			
2	Puede abrir hasta 30 imágenes	X			
3	Puede abrir hasta 70 imágenes		X		
4	Procesamiento de imágenes múltiple	X	X	X	
5	Exportar imagen procesada	X	X	X	
6	Cambio de unidad de °C a °F en datos para las tablas	X	X	X	
7	Procesamiento de video	X			
8	Análisis de temperatura por <i>punto de interés</i>	X			
9	Histograma de colores	X	X		
10	Modelos 3D (Dron)		X		
11	Selección de imágenes por segundo (video)	X			
12	Exportar tablas y gráficas	X			X
13	Ver gráficas de temperatura	X			X
14	Versión demo de 48/72 hrs		X	X	
15	Precio entre \$4,000.00 y \$5,000.00 MXN		X	X	
16	Gratis	X			X

Como se puede ver en la Tabla 6 existen muchas ventajas del sistema a desarrollado sobre los que existen en el mercado, donde un punto a resaltar es que se puede procesar un video con una duración máxima de 5 minutos donde se permite al usuario elegir un intervalo de

tiempo entre 10s y 15s para la captura de imágenes del video por parte del sistema, para luego aplicar todo un procesamiento a las imágenes obtenidas.

De igual forma, en la Tabla 6 se puede comparar el sistema desarrollado frente a los sistemas comerciales, donde se puede apreciar cómo es que no hay un sistema que realice todo lo que nuestro sistema contiene.

En UPIIZ se cuenta con equipos como hornos de fundición, máquinas de soldadura que emplean distintos métodos, sin embargo, no se cuenta con un medio que permita la correcta medición de varios *puntos de interés*, por lo que es muy complicado llegar a establecer los parámetros adecuados para cada proceso. Es de vital importancia la medición de la temperatura ya que, al realizar algún proceso de manufactura como la soldadura por fricción, no se puede usar las mismas condiciones de soldadura entre un acero o un aluminio.

En la Unidad con el uso de termopares y termistores para la medición de temperatura es una solución eficaz ya se muestra la temperatura en un punto donde se situó el sensor, pero no es muy eficiente, ya que se puede perder información de lo que sucede al rededor de ese punto medido, con el uso de este sistema se puede conocer lo que sucede en diferentes puntos de la pieza sometida a los procesos de manufactura.

## Marco teórico.

En el transcurso de este proyecto se abordan diversos temas, de forma individual se abordará algunos de los temas dando una explicación de su significado, como una breve descripción:



*Imagen 4. Cámara termográfica*

Una cámara infrarroja o también conocida como cámara termográfica, permite encontrar variaciones en la temperatura de objetos y maquinaria, también ayuda a identificar patrones de calor que pudieran evidenciar errores que a largo plazo pueden ser costosos e incluso afectar la producción [5].

Las ventajas que presentan las cámaras infrarrojas frente a cámaras convencionales para la toma de fotografías y/o video:

- Se puede evitar incendios y accidentes.
- Detectar anomalías que suelen ser invisibles a simple vista.
- Fiable instrumento de medición a distancia, capaz de analizar y visualizar la distribución de temperatura de superficies completas de equipamiento eléctrico y maquinaria con rapidez y precisión.
- Prever qué componentes eléctricos están a punto de averiarse.
- Visualizar las pérdidas de energía.
- Detectar un fallo o defecto en el aislamiento.
- Localizar fugas de aire.
- Detectar fallos eléctricos.

Las cámaras infrarrojas se clasifican:

- Refrigeradas.
- No refrigerada.

Más adelante se abordará de forma individual como funciona esta clasificación.

En la Imagen 6 se muestran fusibles que a simple vista aparenta todo normal, pero en la Imagen 5 se puede ver cómo es que el fusible de en medio presenta un sobrecalentamiento que es un indicativo de que ese fusible se va a fundir.



Imagen 5. Fusible

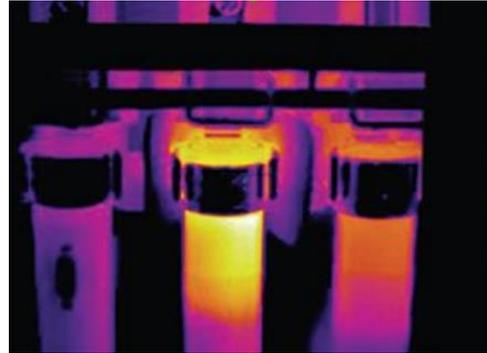


Imagen 6. Fusible (Imagen infrarroja)

#### ◦ **Espectro electromagnético**

El conocimiento del espectro electromagnético da a comprender que los objetos emiten o absorben cierta radiación electromagnética, esto es relevante para entender el cómo puede funcionar una cámara infrarroja, de forma más definida se tiene lo siguiente:

- Se denomina espectro electromagnético a la distribución energética del conjunto de las electromagnéticas. Referido a un objeto se denomina espectro electromagnético o simplemente espectro a la radiación electromagnética que emite (espectro de emisión) o absorbe (espectro de absorción) una sustancia.
- Se extiende desde la radiación de menor longitud de onda, como los rayos gamma y los rayos x, pasando por la luz ultravioleta, la luz visible y los rayos infrarrojos, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda, como las ondas de radio [6].

#### ◦ **Longitud de onda**

Dependiendo de la longitud de onda se definirá que objetos o elementos podemos percibir por medio del ojo humano o por alguna herramienta o lente en específico, para este proyecto se centra en las longitudes de onda infrarroja.

La longitud de una onda es el período espacial de la misma, es decir, la distancia que hay de pulso a pulso [7].

El espectro visible de luz es el espectro de radiación electromagnética que es visible para el ojo humano. Va desde una longitud de onda de 400 nm hasta 700 nm. Además, también se conoce con otro nombre: el espectro óptico de la luz [8].

En la Imagen 7 se puede visualizar el espectro electromagnético que incluye el espectro visual y el rango infrarrojo:

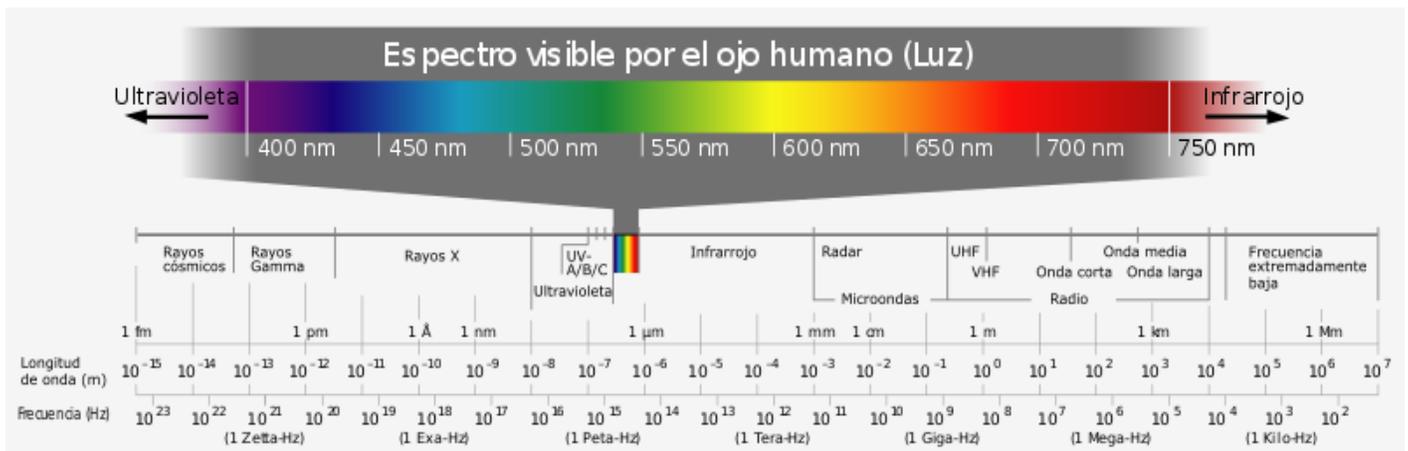


Imagen 7. Espectro electromagnético

- **Unidades de medida**

Las unidades de medida definen como está estructurado un cuerpo u objeto dentro de la física, las siguientes unidades de medición se encuentran presentes en el proyecto por lo cual es importante tener un conocimiento básico de estas:

- **Hertz**

Unidad de medida de frecuencia del Sistema Internacional de Unidades, su símbolo es Hz. Un Hertz representa un ciclo por cada segundo, entendiendo ciclo-Hz como la repetición de un suceso.

Por ejemplo, el Hertz se aplica en física a la medición de la cantidad de veces por un segundo que se repite una onda, magnitud denominada frecuencia y que es, en este sentido, la inversa al período.

En la Tabla 7, se muestra las unidades que se podrían mencionar en este proyecto [9].

Tabla 7. Unidades en Hertz

Hertz		
Valor	Símbolo	Nombre
$10^{-3}$ Hz	mHz	milihertz
$10^{-6}$ Hz	$\mu$ Hz	microhertz
$10^3$ Hz	Khz	kilohertz
$10^6$ Hz	MHz	megahertz
$10^9$ Hz	GHz	gigahertz

- **Longitud**

La longitud determina la distancia que hay entre dos puntos, o, dicho de otra manera, longitud es la cantidad de espacio que hay entre dos puntos.

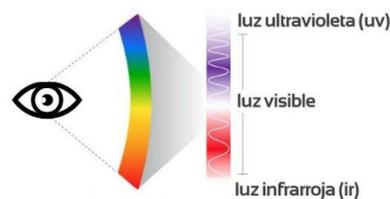
La unidad principal para medir la longitud es el metro [10, 11].

En la Tabla 8, se muestra las unidades que se podrían mencionar en este proyecto:

Tabla 8. Unidades de longitud

Longitud		
Valor	Símbolo	Nombre
$10^{-15}$ m	fm	femtómetro
$10^{-12}$ m	pm	picómetro
$10^{-9}$ m	nm	nanómetro
$10^{-6}$ m	$\mu$ m	micrómetro
$10^{-3}$ m	mm	milímetro
$10^{-2}$ m	cm	centímetro
$10^3$ m	Km	kilómetro
$10^6$ m	Mm	megámetro

- **El infrarrojo**



buscadoresdefantasmas.es

Imagen 8. Infrarrojo

El rango de la longitud de onda del infrarrojo permite que, a través de cámaras capaces de captar este tipo de luz, se pueda analizar y estudiar propiedades de los objetos, de las cosas, que a simple vista no son observables, con los datos obtenidos de la luz infrarroja el software podrá cuantificar la temperatura en los *puntos de interés*.

El infrarrojo es un tipo de luz que el ojo humano no puede percibir. La luz infrarroja nos brinda información especial que no podemos obtener de la luz visible. Nos muestra cuánto calor tiene alguna cosa y nos da información sobre la temperatura de un objeto.

Todas las cosas tienen algo de calor e irradian luz infrarroja. Incluso las cosas que son muy frías, como un cubo de hielo, irradian algo de calor. Los objetos fríos irradian menos calor que los objetos calientes.

Entre más caliente sea algo más es el calor irradiado y entre más frío es algo menos el calor irradiado.

Los objetos fríos irradian menos calor y luz infrarroja, apareciendo menos brillantes en el infrarrojo.

Cualquier cosa que tenga una temperatura irradia calor o luz infrarroja.

En general se ve las cosas que nos rodean gracias a la luz que reflejan. Pocas cosas emiten luz visible: el Sol, las estrellas, el fuego, lámparas, focos, etc.; No obstante, todas las cosas están emitiendo luz infrarroja, es decir, todos los cuerpos son “lámparas” de luz infrarroja, tanto más intensas cuanto más calientes están [12].

- **Medición infrarroja**

La medición infrarroja es un procedimiento de imágenes que hace visible la radiación de calor (luz infrarroja) de un objeto o un cuerpo que es invisible al ojo humano. La medición permite registrar procedimientos extremadamente rápidos (explosiones, incendios, etc.) y el transcurso de movimientos. Se pueden registrar y esquematizar mediciones de temperatura sobre áreas.

Con la medición infrarroja se describe la percepción de la emisión de calor de objetos, máquinas, edificios, etc. [6].

- **Cámara infrarroja**



*Imagen 9. Cámara infrarroja*

El *medio termográfico* es obtenido de una cámara infrarroja, de manera general mencionaremos de que trata una cámara de este tipo, como el funcionamiento y características generales.

Es un dispositivo capaz de percibir la radiación infrarroja que emiten los cuerpos detectados. Estas radiaciones son transformadas en imágenes luminosas para que el ojo humano pueda visualizarla.

A través de una pantalla se visualizan las imágenes; las cuales generalmente son monocromáticas; ya que se usa un tipo de sensor que percibe la longitud de onda infrarroja.

Se muestran las áreas menos calientes en negro y las más calientes en blanco. También existen otros tipos de cámara infrarrojas como son las utilizadas para calcular la temperatura. Estas cámaras procesan las imágenes para que se visualicen de diferentes colores. Sin embargo, los colores mostrados no representan la radiación infrarroja vista; estos son falsos colores, ya que la cámara asignada atendiendo al rango de intensidad de particular longitud de onda infrarroja.

Las cámaras infrarrojas o térmicas producen una imagen nítida incluso en las noches más oscuras. A diferencia de lo que sucede con otros aparatos, las cámaras térmicas no necesitan nada de luz para producir una imagen nítida. Permiten ver a través de la niebla y el humo poco densos, prácticamente en todas las condiciones meteorológicas. Esta posibilidad las convierte en instrumentos perfectos para la vigilancia a distancia durante 24 horas al día, 7 días de la semana.

La cámara infrarroja tiene varias aplicaciones como es la cartografía, donde se visualiza las

partes más frías de la imagen de color azul, las más calientes de color rojo y las intermedias de color naranja o amarillo [6].

- **Funcionamiento**

La clasificación del funcionamiento de las cámaras radica en su sensibilidad y costo, de manera individual se abordará cuáles son las especificaciones de cada una, esto es importante ya que radica directamente a la calidad del *medio termográfico* que se obtendrá de la cámara.

Atendiendo a su funcionamiento existen dos tipos de cámaras infrarrojas.

- Refrigeradas

Emplean semiconductores exóticos, que se encuentran al vacío y refrigerados, lo que incrementa su sensibilidad. Los materiales más comunes son el telururo de cadmio y mercurio (cdHgTe o CMT -siglas en inglés-) y el antimonio de indio (InSb). Se emplean enfriando a temperaturas del rango de 4K hasta 110K, siendo 80K el más común; sin esta refrigeración el propio ruido térmico del sensor es superior a la señal detectada.

- No refrigeradas

Funcionan a temperatura ambiente; se sacrifican velocidad, resolución espacial, sensibilidad, filtrado espectral para obtener equipos más baratos. Los materiales más usados son silicio amorfo y óxidos de vanadio [13].

- **Comparación**

Se conoce que las cámaras infrarrojas se clasifican: refrigerada y no refrigerada, para poder tener más claro las diferencias entre un tipo de cámara y otra, se mostraran las comparaciones que son más relevantes:

- Velocidad



Imagen 11. Refrigerada

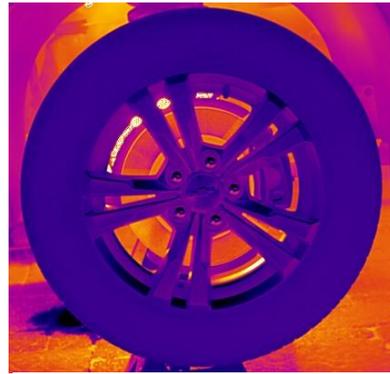


Imagen 10. No refrigerada

En estas imágenes se comparan los resultados de capturas de neumático que gira a 32 km/h. La de la izquierda se tomó con una cámara termográfica refrigerada. Es el resultado de una velocidad de captura muy alta de la cámara refrigerada.

La captura de la cámara sin refrigeración simplemente es muy lenta para capturar el neumático que gira, lo que hace que los radios de la rueda parezcan transparentes [14].

- Resolución espacial

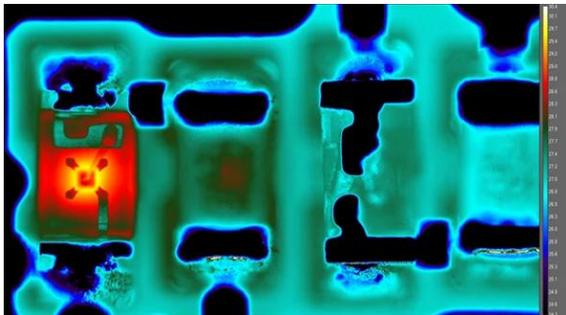


Imagen 12. Resolución espacial

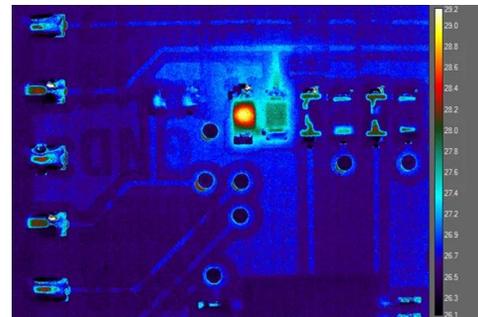
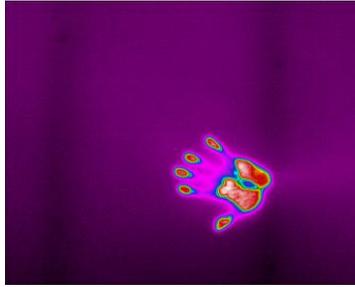


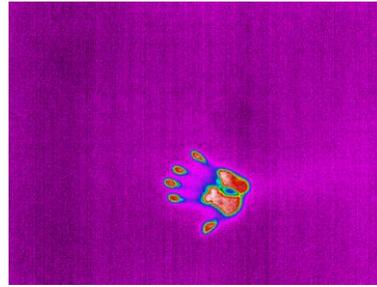
Imagen 13. Resolución espacial zoom

Las imágenes térmicas anteriores comparan la mejor aplicación de acercamiento que puede conseguirse con un sistema de cámara refrigerada y sin refrigeración. La imagen 12 (izquierda) se tomó con un lente de acercamiento de 4 aumentos y una combinación de cámara refrigerada de 13  $\mu\text{m}$  (micrómetro), lo que tiene como resultado un tamaño de punto de 3.5  $\mu\text{m}$  (micrómetro). La Imagen 13 (derecha) se tomó con un lente de acercamiento de 1 aumento y un sensor sin refrigeración de 25  $\mu\text{m}$  (micrómetro), lo que tiene como resultado un tamaño de punto de 25  $\mu\text{m}$  (micrómetro).

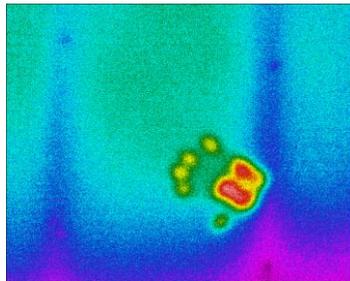
- Sensibilidad



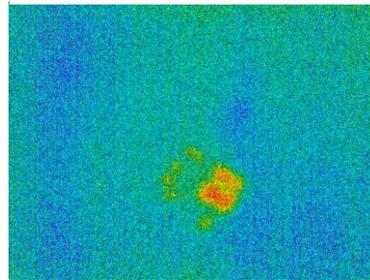
*Imagen 14. Huella térmica A1*



*Imagen 15. Huella térmica A2*



*Imagen 17. Huella térmica B1*



*Imagen 16. Huella térmica B2*

Es difícil apreciar del todo el valor que ofrece la mejor sensibilidad de las cámaras térmicas refrigeradas.

Se emplea un experimento colocando una mano en una pared durante unos segundos para crear una huella térmica de la mano. Las primeras dos imágenes (14 y 15) muestran la huella de la mano inmediatamente después de quitar la mano. Y el segundo conjunto de imágenes (16 y 17) muestra la firma de la huella térmica de la mano transcurridos dos minutos. Como puede verse, la cámara refrigerada aún puede ver la mayoría de la firma de la huella térmica de la mano, mientras que la cámara sin refrigeración solo muestra restos parciales de la huella de la mano [13].

- Filtrado espectral

Una de las mayores ventajas de las cámaras térmicas refrigeradas es la capacidad de realizar con facilidad un filtrado espectral para desvelar detalles y realizar mediciones que de otra forma serían inviables con cámaras térmicas sin refrigeración.

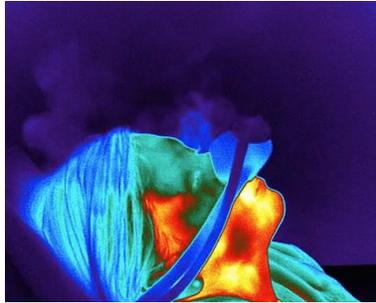


Imagen 19. Mascarilla A

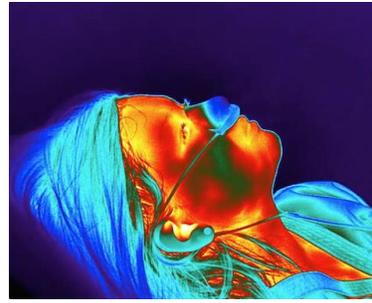


Imagen 18. Mascarilla B

En la imagen 19 se utiliza una máscara de óxido nitroso (uso más común: anestesia dental), y como se puede ver, el diseño de la máscara deja escapar mucho gas nitroso a la estancia, lo que es preocupante por muchos motivos, sin embargo, el diseño de la máscara nueva (Imagen 18) tiene un mínimo de fugas y parece ser una mejor solución [13].

- **Clasificación**

Conociendo que las cámaras se pueden clasificar en cámaras refrigeradas y no refrigeradas, también caen en una clasificación en función al origen de radiación, para el proyecto se previó el uso de una cámara infrarroja pasiva, de manera individual se abordara cada una.

En función del origen de la radiación:

- **Cámaras infrarrojas activas**

Emiten radiación infrarroja con un reflector integrado a la cámara o ubicado en otro sitio. El haz infrarrojo alumbró el cuerpo detectado; y el alumbramiento es emitido por el cuerpo para ser percibido por la cámara e interpretado en una imagen monocromática. El reflector tiene un filtro para prevenir que la cámara sea interferida por la observación de la luz visible. Si el reflector tiene mayor alcance mayor será el tamaño y el peso de su filtro y, mayor será el tamaño de la batería porque aumenta su consumo de energía. Por eso la mayoría de las cámaras activas portátiles tienen un reflector con alcance de 100 metros.

- **Cámaras infrarrojas pasivas**

También se llama cámaras termográficas. Carecen de reflectores, y perciben la radiación infrarroja tal cual emitida por un cuerpo. Son las más comunes. Estas cámaras se usan para rastrear gente en áreas donde es difícil verlos (de noche, humo o niebla), encontrar rastros recientes de alguien que ha dejado un lugar, ver rastros de humedad en ciertas superficies, inspección de elementos industriales, etc.

- **Características generales**

Las especificaciones generales de los sensores de infrarrojos incluyen:

- Número de píxeles (320x240 y 640x512 son los más comunes).

Este valor nos indica el tamaño de la imagen resultante tomada por la cámara, el tener muchos píxeles no es directamente proporcional a la calidad de la imagen.

- Sensibilidad espectral (banda de  $3\mu\text{ m}$  a  $5\mu\text{ m}$  o de  $8\mu\text{ m}$  a  $12\mu\text{ m}$ ).

La sensibilidad espectral es la eficiencia relativa de detección, de luz u otra señal, como una función de la frecuencia o longitud de onda de la señal.

- MRTD (Mínima diferencia de temperatura resoluble).

Mínima diferencia entre temperatura medida con la temperatura percibida.

- Campo de visión (dependiente de la óptica).

Un campo de visión más amplio significa que la cámara tiene menos puntos ciegos y puede cubrir una zona más extensa en cada captura.

- **Aplicaciones de las cámaras térmicas**

Originalmente fueron desarrolladas para uso militar en la guerra de Corea. Las cámaras fueron migrando de forma paulatina a otros campos tales como medicina o arqueología. Más recientemente, avances ópticos y el empleo de sofisticados interfaces de software han mejorado la versatilidad de este tipo de cámaras, por ejemplo, puede conocerse la temperatura corporal al instante, la cámara puede verificar si la temperatura es superior a la normal y se dispara una alarma sonora para que se identifique la persona [6].

Las aplicaciones incluyen:

- Militares y policiales para detección de objetivos y adquisición de datos.
- Seguridad y antiterrorismo.
- Mantenimiento predictivo (detección temprana de fallos tanto mecánicos como eléctricos).
- Control de procesos.
- Detección o análisis de incendios.
- Industria automotriz.
- Inspección de suelos.

- Auditoría de aislantes acústicos.
- Inspección de muros.
- Medicina y diagnóstico.
- Análisis no destructivos.
- Test de calidad en entornos de producción.
- Detección de polución.
- Detección de temperatura corporal, por ejemplo, para la detección de gripe A.
- **Mediciones de temperatura**

La temperatura es un concepto abstracto, el cual se explica por su efecto en las condiciones del medio ambiente, los objetos y sus propiedades.

Popularmente la temperatura es relacionada a los conceptos de frío y calor. Algo es más caliente si presenta una mayor temperatura, o está muy frío si se presenta una disminución en la temperatura. Sin embargo, en la realidad la física define a la temperatura como: “una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico, definida por el principio cero de la termodinámica, o conocida como la energía sensible, que es la energía asociada a los movimientos de las partículas de ese sistema termodinámico”, esto quiere decir que la temperatura es la cuantificación de la actividad molecular de la materia.

El sistema internacional de unidades, SI, considera a la temperatura como una de las magnitudes básicas, cuya unidad es el kelvin (K), al que corresponde la escala absoluta, en la cual el valor de “cero kelvin (0 K)” es el cero absoluto [14].

- **Escalas de temperatura**

Para poder presentar los datos obtenidos en diferentes tipos de unidades en el proyecto, se necesita conocer las comparaciones entre estas unidades de medición de temperatura.

En la Tabla 9 se muestran las comparaciones de las escalas de la temperatura [15].

Tabla 9. Escalas de la temperatura

	<b>Kelvin</b>	<b>Celsius</b>	<b>Fahrenheit</b>
<b>Ebullición del agua</b>	373.15	100	212
<b>Temperatura del cuerpo</b>	310.15	37	96.6
<b>Congelamiento del agua</b>	273.15	0	32
<b>Cero absoluto</b>	0	-273.15	-459.67

Para el sistema, en la muestra de gráficas e información se usan las mediciones de °C y °F, estas mediciones son las más comunes, en México se utiliza °C y para Estados Unidos es °F, por ello se usan esas escalas para el sistema.

La cámara infrarroja que puede dar un desempeño óptimo para los procesos de soldadura y fundición de la Unidad es de la marca FLIR modelo A615, puesto a las siguientes características [21]:

- Rango de temperatura entre -20 °C a 2000 °C.
- Resolución de imagen 640 x 480 pixeles.
- No refrigerada.
- Alimentación externa de 12/24 VCC, 24 W.
- Sensibilidad espectral 17  $\mu$  m.
- Precisión de temperatura  $\pm 2$  °C o  $\pm 2\%$  de lectura.
- Frecuencia de imagen 50 Hz.

Como se puede observar en las características anteriores un punto a resaltar es el rango de temperatura que puede llegar a tener una lectura máxima de 2000 °C puesto que en procesos de soldadura la temperatura puede llegar hasta los 1800 °C, con una precisión de  $\pm 2$  °C, su sensibilidad espectral junto a su resolución en pixeles da una mejor calidad en el *medio termográfico*.

- **Pixel**

El *medio termográfico* para su procesamiento es necesario conocer que es un pixel y que podemos conocer a partir de este.

La palabra pixel surgió hace años como acrónimo del concepto en inglés “Picture Element”, que en castellano significa elemento de imagen. Y consiste básicamente en la más pequeña unidad homogénea en color que compone la imagen digital.

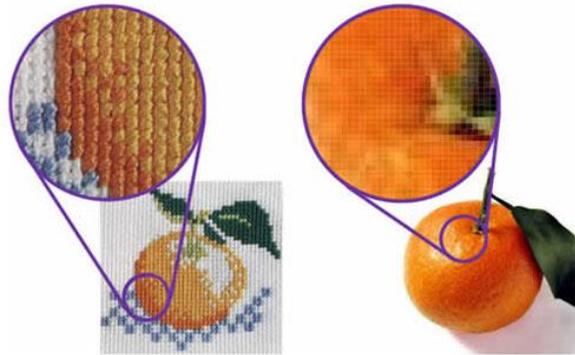


Imagen 20. Pixel

El pixel es un elemento fundamental para que sea posible la existencia de imágenes digitales de diversas categorías (Fotograma de video, formato de fotografía o incluso un gráfico).

Para poder visualizar un píxel individual en una imagen digital determinada, lo que debemos hacer es ampliar lo suficiente dicha imagen en la pantalla de la computadora, y con ello podremos observar que se dibujan diminutos rectángulos de diferentes colores, los cuales son precisamente los pixeles que se conforman la imagen en cuestión.

Cabe destacar que esto es posible debido a que todas las imágenes digitales están formadas como una matriz rectangular de pixeles. Allí cada uno de los pixeles individuales que conforman la imagen crea el conjunto de diversas áreas pequeñas. Que son parte de la imagen completa.

- **Profundidad del color por pixeles**

Es la cantidad de colores que pueden ser formados y que nuestro software puede analizar, dependiendo de los colores formados obtenidos por el *medio termografico*.

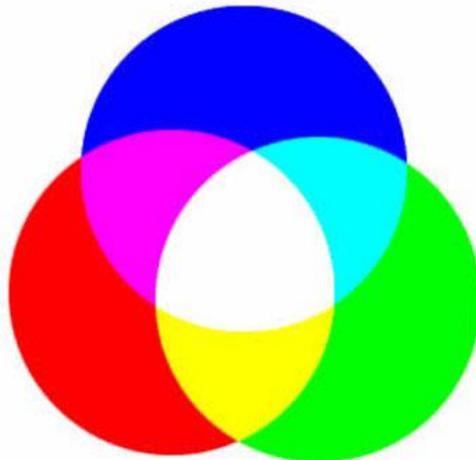
Cuando se habla de profundidad de color, el concepto se refiere puntualmente a la forma de codificación de cada uno de los pixeles que conforman una imagen, y que en definitiva brinda la posibilidad de lograr una completa gama de tonalidades.

Por lo general, en el terreno de la fotografía digital suelen emplearse tres bytes para definir un color, por lo que es posible representar 244 colores en total, los cuales logran sumar 16777216 opciones de color, consiguiendo de esta forma que las imágenes alcancen un color verdadero [16].

- **RGB**

Para el análisis de temperatura en un *medio termografico* el cálculo de la temperatura en el proyecto realizado es por medio de su RGB, por lo cual se explicará de que trata esto.

Cuando se trabaja sobre una imagen digital, y se necesita transformar la información numérica que almacena un pixel en un color, no sólo se debe conocer la profundidad del color, sino también el brillo y el modelo de dicho color, para ello es imprescindible conocer el valor en bits de cada píxel.



*Imagen 21. RGB*

Uno de los modelos de color más utilizados en la actualidad suele ser el denominado RGB, que toma su nombre de las palabras en inglés Red-Green-Blue. Es decir, rojo, verde y azul, ya que se refiere a los tres colores básicos que permiten componer las diferentes tonalidades de la paleta de colores.

Cuando mezclamos píxeles de color rojo y verde, obtenemos como resultado una zona de la imagen de color amarillo, y así sucesivamente para crear diversas tonalidades [16].

- **Procesamiento de imágenes**

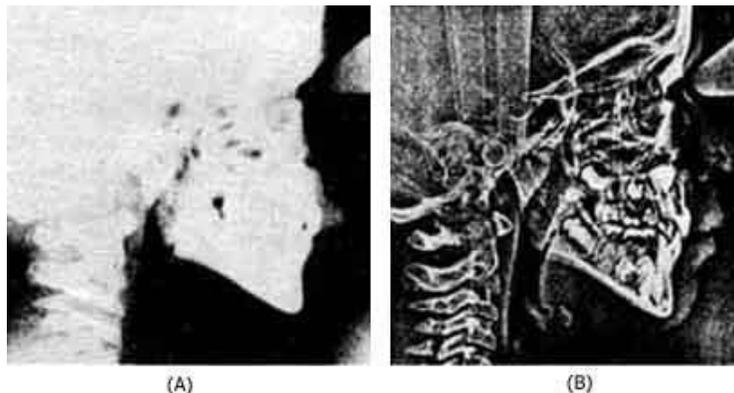
Para el manejo y cálculo de la temperatura sobre el *medio termografico* se emplea un procesamiento de imágenes, la explicación de que trata un procesamiento de imágenes se aborda a continuación.

El procesamiento de imágenes tiene como objetivo mejorar el aspecto de las imágenes y hacer más evidentes en ellas ciertos detalles que se desean hacer notar.

La imagen puede haber sido generada de muchas maneras, por ejemplo, fotográficamente, o electrónicamente, por medio de monitores de televisión. El procesamiento de las imágenes se puede en general hacer por medio de métodos ópticos, o bien por medio de métodos digitales, en una computadora [17].

El interés en el estudio del procesamiento de imágenes se basa en dos áreas de aplicación primordiales:

- El mejoramiento de la calidad de la información contenida en una imagen con el fin de que esta información pueda ser interpretada.
- El procesamiento de los datos contenidos en un escenario a través de una máquina de percepción autónoma.



*Imagen 22. Procesamiento de imágenes*

- **Lenguaje orientado a objetos**

El paradigma orientado a objetos define los programas en términos de comunidades de objetos, con características comunes se agrupan en clases, de manera general para el proyecto se explica de que trata este paradigma.

La programación Orientada a objetos (POO) es una forma especial de programar, más cercana a como expresaríamos las cosas en la vida real que otros tipos de programación.

Con POO tenemos que aprender a pensar las cosas de una manera distinta, para escribir nuestros programas en términos de objetos, propiedades, métodos y otras cosas que veremos rápidamente para aclarar conceptos y dar una pequeña base que permita soltarnos con la programación [18].

- **Java**



Java es el lenguaje de programación en el cual fue desarrollado el sistema para realizar un procesamiento de imágenes o video y mostrando los resultados en forma de gráficas. De manera general se abordará que es Java.

Es un lenguaje de programación y una plataforma informática.

Java es un lenguaje de programación y una plataforma informática comercializada por primera vez en 1995 por Sun Microsystems. Hay muchas aplicaciones y sitios web que no funcionarán a menos que tenga Java instalado y cada día se crean más. Java es rápido, seguro y fiable. Desde portátiles hasta centros de datos, desde consolas para juegos hasta súper computadoras, desde teléfonos móviles hasta Internet, Java está en todas partes [19].

## Marco Metodológico.

Para el desarrollo de éste proyecto se utilizó la metodología Cascada: lo que facilitó un orden de ideas y de trabajo de una manera secuencial debido a la simplicidad de la implementación de cada fase en el entorno de desarrollo de Software. Además, se optó por éste modelo debido a que es de los más básicos y no requiere una experiencia en demasía. Entonces así, se gestó el desarrollo mediante fases que no permiten sobrepasar una a la otra, sino que estrictamente al finalizar una se logrará continuar, obligando a que el resultado dependa de que tanto se siguieron las reglas y la secuencia del proyecto.

Un modelo para el desarrollo de software es una representación abstracta de un proceso. Cada modelo representa un proceso desde una perspectiva particular y así proporciona información parcial sobre el proceso [22].

En un proyecto la metodología, define “quién debe hacer qué, cuándo y cómo debe hacerlo”, no existe una metodología de software universal. Las características de cada proyecto (equipo de desarrollo, recursos, etc.) exigen que el proceso sea configurable.

El modelo de cascada fue uno de los primeros modelos de ciclo de vida que formalizó un conjunto de procesos de desarrollo de software. Este modelo describe un orden secuencial en la ejecución de los procesos asociados. Ordena rigurosamente las etapas del ciclo de vida del software, de forma tal que el inicio de cada etapa debe esperar a la finalización de la inmediatamente anterior.

Las fases de esta metodología son:

- **Análisis del sistema:** Establece todos los requisitos de los elementos del sistema.
- **Análisis de requisitos:** Especificación completa de lo que debe hacer el sistema sin detalles internos.
- **Diseño:** Se descompone y organiza el sistema en elementos que puedan elaborarse por separado.
- **Codificación:** Fase de programación.
- **Pruebas:** Los elementos, ya programados, se ensamblan para componer el sistema y se comprueba que funciona correctamente antes de ser puesto en explotación.

- **Mantenimiento:** El software obtenido se pone en producción. En el desarrollo surgen cambios, para corregir errores o bien para introducir mejoras [23].

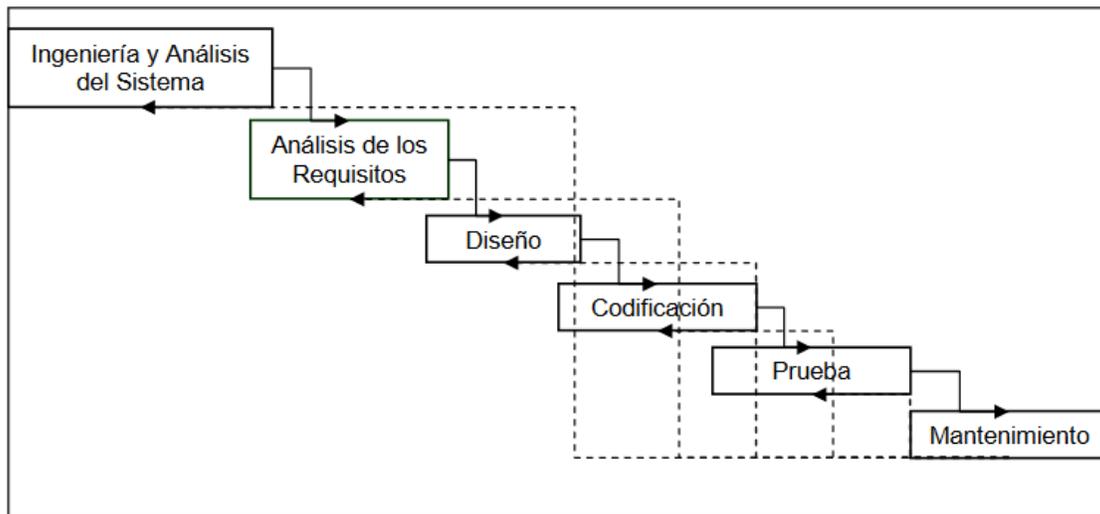


Imagen 24. Modelo Cascada

Las ventajas de la metodología son:

- Funciona para proyectos en donde los requisitos están bien entendidos.
- Todo debe estar bien organizado y no se mezclan las fases.
- Simple y fácil de usar.
- Es fácil gestionar ya que cada fase tiene entregables específicos y un proceso de revisión.
- Las fases son procesadas y completadas de una vez.

Las desventajas de la metodología son:

- Si los clientes cambian sus requisitos después de que el diseño está terminado, este diseño deberá ser modificado para acomodarse a los nuevos requisitos, invalidando una buena parte del esfuerzo.
- Genera altas cantidades de riesgos e incertidumbres.
- Se considera un modelo muy pobre para proyectos complejos, largos y aquellos en que los requisitos tengan un riesgo de moderado a alto de cambiar [24].

## Análisis y Discusión de los Resultados.

El análisis y discusión de los resultados de un proyecto logra mostrar en realidad lo que se realizó sobre el proyecto, dotando de un análisis a fondo de cómo resultó toda la planeación y esfuerzo en el mismo. Uno de los resultados que se obtuvieron fue que de acuerdo al cronograma a pesar de haber tenido altas y bajas, afortunadamente se logró terminar a tiempo el proyecto e incluido a esto se logró anexar el Sistema del tipo Web, en el que éste sirve de complemento del Sistema principal, ya que se muestran todos los proyectos realizados y con esto se pueden visualizar y ser accesibles desde cualquier lado, al mismo tiempo de que con este se podrá modificar datos del Sistema de PC y con esto beneficia a la escalabilidad del proyecto, asegurando su utilidad a largo plazo.

Antes de comenzar con el análisis realizado, se describirá la cámara termográfica seleccionada para apoyo del Sistema SMIM-PC.

La cámara seleccionada fue la FLIR ONE PRO, cuyas características son:

- Temperatura de rangos de -20 a 400 °C.
- USB Type C.
- Calidad del lente de HD 1440x1080.
- Algunas paletas de colores que contiene: Artic, Rainbow, Lava, Coldest, entre otras.
- Formatos:
  - Imagen: JPEG.
  - Video: MP4.



*Imagen 25. Cámara Termográfica Elegida*

El motivo de su selección fue por ser marca reconocida, de buen valor económico, teniendo compatibilidad con dispositivos Android, y sobre todo se obtiene una imagen HD la cual ayuda a tener una mejor oportunidad de un mejor análisis de imágenes. Su costo fue de \$8,000.00 siendo el precio original de \$13,000.00.

A continuación, se mostrará el análisis final realizado del proyecto SMIM.

## Gestión del proyecto.

En este apartado se mostrará la planificación y los procesos que se hicieron para lograr la realización del proyecto de principio a fin.

### 1.- Plan del proyecto.

El plan de trabajo planteado para este proyecto se modificó respecto a la realización de las actividades, de igual manera se agregaron algunas que no se tenían contempladas, se eliminaron y reacomodaron, pero sin afectar el fin del plan de trabajo.

A continuación, se realizarán comparativas entre el plan de proyecto que se tenía contemplado al inicio; después con el que se modificó cuando se comenzaría con la fase de implementación; y por último con el plan de proyecto que se siguió al final.

La primera parte del plan que es la fase de requerimientos, fue planteada con las actividades que se muestran en la imagen 26:

Nombre de tarea	Duration	Start	Finish	Predecessors	Responsible
▲ Proyecto Medición y Análisis	220.25 days?	Mon 1/21/19	Mon 11/25/19		
▲ Plan de desarrollo	219.25 days	Tue 1/22/19	Mon 11/25/19		
▲ Requerimientos	21.5 days	Tue 1/22/19	Wed 2/20/19		
Investigación de requerimientos del área de pesados de la unidad	10 hours	Tue 1/22/19	Wed 1/23/19		OABS,IIB
Validación de requerimientos con el Cliente	4 hours	Tue 2/5/19	Tue 2/5/19	4	OABS,IIB
Formalización de SRS	4 hours	Fri 2/15/19	Fri 2/15/19	5	IIB,OABS
Generar matriz de trazabilidad	5 hours	Mon 2/18/19	Mon 2/18/19	6	IIB
Revisar matriz de trazabilidad	2 hours	Wed 2/20/19	Wed 2/20/19	7	IIB
Corregir matriz de trazabilidad	2 hours	Wed 2/20/19	Wed 2/20/19	8	IIB

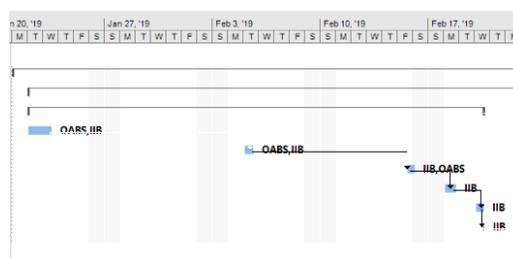


Imagen 26. Fase de Requerimientos planteada

Estas actividades fueron modificadas y quedaron de la siguiente manera:

<b>Proyecto Medición y Análisis</b>	<b>220.25 days?</b>	<b>Mon 1/21/19</b>	<b>Mon 11/25/19</b>		
▲ <b>Plan de desarrollo</b>	<b>219.25 days</b>	<b>Tue 1/22/19</b>	<b>Mon 11/25/19</b>		
▲ <b>Requerimientos</b>	<b>21.31 days</b>	<b>Tue 1/22/19</b>	<b>Wed 2/20/19</b>		
Investigación de requerimientos del área de pesados de la unidad	10 hours	Tue 1/22/19	Wed 1/23/19		OABS,IIB
Validación de requerimientos con el Cliente	4 hours	Tue 2/5/19	Tue 2/5/19	4	OABS,IIB,MFDP,UAHG
Formalización de SRS	2 hours	Fri 2/15/19	Fri 2/15/19	5	IIB,OABS,MFDP,UAHG
Generar matriz de trazabilidad	2 hours	Mon 2/18/19	Mon 2/18/19	6	IIB
Revisar matriz de trazabilidad	30 mins	Wed 2/20/19	Wed 2/20/19	7	IIB,OFVC,UAHG
Corregir matriz de trazabilidad	2 hours	Wed 2/20/19	Wed 2/20/19	8	IIB
SRS - Corregido	1 hour	Sat 1/26/19	Sat 1/26/19		OABS,IIB,UAHG,MFDP

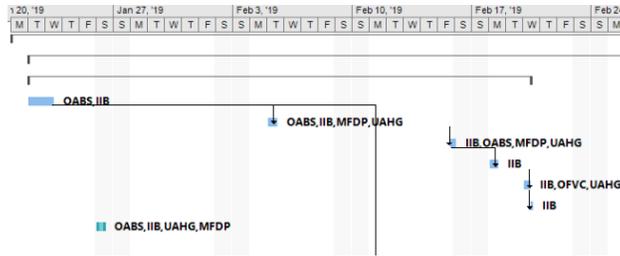


Imagen 27. Fase de Requerimientos actualizada

Como se muestra en la imagen anterior, las modificaciones fueron:

- Se agregó la tarea de SRS-Corregido, ya que después de su primera formalización y con la realización de la siguiente actividad (matriz de trazabilidad) se encontraron incongruencias en la redacción del documento y de los requerimientos, por lo que fue modificada y de nuevo validada.
- Se modificaron los tiempos de duración de 3 actividades, ya que al finalizarlas su tiempo fue más corto del previsto.

Éstas actividades también fueron realizadas y finalizadas por lo que la fase de requerimientos en el plan de proyecto final quedó como en la imagen 27. Los documentos de SRS (Apéndice 1) fueron finalizados con las respectivas firmas, y la Matriz de Trazabilidad se mostrará en el módulo Diseño del Sistema.

En la siguiente fase, la de diseño, se muestra la documentación necesaria que sentó las bases del proyecto y así ayuda en la fase de implementación. Aquí se reacomodaron y organizaron diversas actividades para el óptimo alcance del proyecto. La fase se mostrará en tres partes para explicar mejor lo que se realizó.

La primera parte del diseño se muestra en la imagen 28:

▲ Diseño	50.5 days	Mon 2/25/19	Mon 5/6/19	3	
Diccionario de datos	5 hours	Mon 2/25/19	Mon 2/25/19	9	OABS
Realizar estándar de codificación	1 wk	Mon 3/11/19	Fri 3/15/19		OABS
Revisar estándar de codificación	1 day	Mon 3/18/19	Mon 3/18/19	12	OABS, IIB
Realizar diagrama de arquitectura	5 hours	Mon 3/11/19	Mon 3/11/19		IIB
Revisión de diagrama de arquitectura	1 hour	Mon 3/11/19	Mon 3/11/19	14	IIB
Realizar diseño general del sistema	12 hours	Mon 4/1/19	Tue 4/2/19		IIB
Revisión de diseño general del sistema	2 hours	Thu 4/4/19	Thu 4/4/19	16	IIB
Corrección de errores	4 hours	Mon 4/8/19	Mon 4/8/19	13,15,17	OABS, IIB

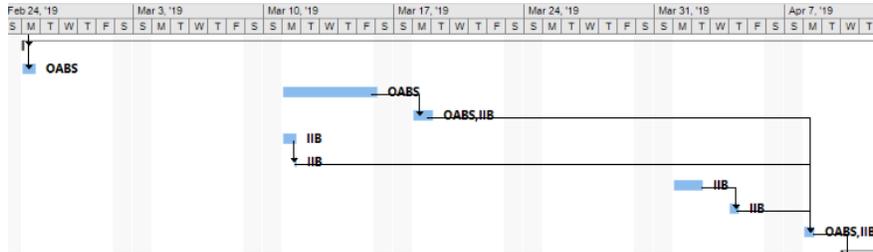


Imagen 28. Fase de Diseño planteada: Primera parte

Después de su desarrollo, se modificó como la imagen 29:

▾ Diseño	38.13 days	Mon 3/11/19	Thu 5/2/19	3	
Realizar estándar de codificación	1 wk	Mon 3/11/19	Fri 3/15/19		OABS
Revisar estándar de codificación	1 day	Mon 3/18/19	Mon 3/18/19	12	OABS, OFVC, UAHG
Realizar diagrama de arquitectura	5 hours	Mon 3/11/19	Mon 3/11/19		IIB
Revisión de diagrama de arquitectura	1 hour	Mon 3/11/19	Mon 3/11/19	14	IIB, OFVC
Realizar diseño general del sistema	6 hours	Mon 4/1/19	Mon 4/1/19		IIB
Revisión de diseño general del sistema	2 hours	Thu 4/4/19	Thu 4/4/19	16	IIB, OFVC, UAHG
Realizar el modelo entidad-relación	1 hour	Fri 4/5/19	Fri 4/5/19		IIB
Diccionario de datos	1 hour	Mon 4/8/19	Mon 4/8/19	18	IIB
Corrección de errores	2 hours	Mon 4/8/19	Mon 4/8/19	13,15,17,18,19	OABS, IIB

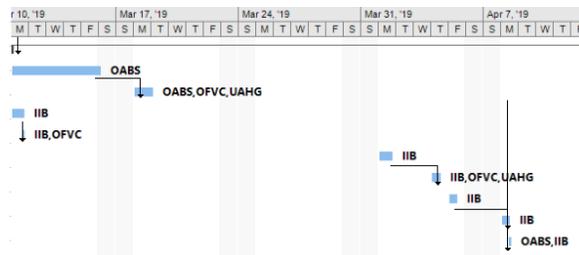


Imagen 29. Fase de Diseño actualizada: Primera parte

Como se muestra en las imagen 28 y la imagen 29 el diccionario de datos fue removido de lugar y acomodado días después, ya que no era posible realizarlo sin antes tener el modelo de entidad-relación (Módulo diseño del sistema), el estándar de codificación (Apéndice 2) y el diagrama de la arquitectura (módulo de Diseño del Sistema) con sus respectivas revisiones continuaron igual en fecha y tiempos de realización, el diseño general del sistema con su revisión (Apéndice 3) se modificaron en tiempo ya que se disminuyó el que se tenía contemplado, el diccionario de datos y el modelo entidad-relación fueron acomodados después y se disminuyeron las horas para su realización, por último la corrección de los errores encontrados en las revisiones tomó menos tiempo, y hasta este punto las actividades se realizaron completas con sus respectivas revisiones por los asesores del proyecto.

La segunda parte del diseño se muestra en la imagen 30:

▲ Casos de uso	2.5 days	Wed 4/10/19	Fri 4/12/19		
Obtención del medio termográfico	4 hours	Wed 4/10/19	Wed 4/10/19	18	OABS
Análisis	4 hours	Thu 4/11/19	Thu 4/11/19	20	OABS
Muestra de resultados	4 hours	Fri 4/12/19	Fri 4/12/19	21	OABS
Revisión de casos de uso	2 hours	Mon 4/15/19	Mon 4/15/19	19	OABS,IIB
Corrección de casos de uso	2 hours	Tue 4/16/19	Tue 4/16/19	23	OABS,IIB
▲ Diagramas de clases	0.75 days	Wed 4/17/19	Wed 4/17/19		
Realizar un modelo general del sistema	6 hours	Wed 4/17/19	Wed 4/17/19	24	IIB

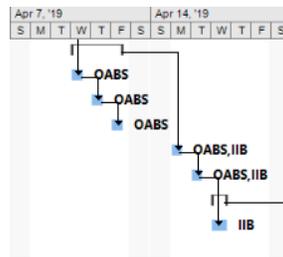


Imagen 30. Fase de Diseño planteada: Segunda parte

Se requirió modificar como muestra la imagen 31:

▲ Casos de uso	0.13 days	Thu 4/4/19	Thu 4/4/19		
General del sistema	30 mins	Thu 4/4/19	Thu 4/4/19		
Obtención del medio termográfico	30 mins	Thu 4/4/19	Thu 4/4/19	22	OABS
Análisis	30 mins	Thu 4/4/19	Thu 4/4/19	22	OABS
Muestra de resultados	30 mins	Thu 4/4/19	Thu 4/4/19	22	OABS
Revisión de casos de uso	30 mins	Mon 4/15/19	Mon 4/15/19	21	OABS,OFVC,UAHG
Corrección de casos de uso	30 mins	Tue 4/16/19	Tue 4/16/19	26	OABS
▲ Diagramas de clases	0.25 days	Thu 4/4/19	Thu 4/4/19		
Realizar un modelo general del sistema	2 hours	Thu 4/4/19	Thu 4/4/19		IIB

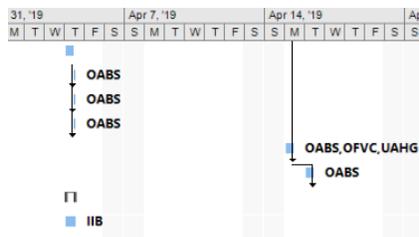


Imagen 31. Fase de Diseño actualizada: Segunda parte

Para los casos de uso (Apéndice 4) se agregó un diagrama general ya que de este se derivan los demás; se modificó su fecha de creación y el tiempo para realizarlas, debido a que se terminaron más rápido las actividades anteriores por lo que fue posible continuar con las demás, se tenía contemplado realizar los caso de uso y el diagrama de clases (Apéndice 8) uno por día, pero todos se realizaron en la misma fecha, su revisión y corrección fueron modificadas ya que se aprovecharon las juntas con los asesores para la revisión de todo lo

que se llevaba en su momento, y así fueron calendarizadas para esas fechas. En esta segunda parte como muestra la imagen 31, todas las actividades fueron realizadas correctamente e inclusive se terminaron antes del tiempo contemplado.

La tercera parte del diseño se planeó como muestra la imagen 31:

Diagramas de actividad	4.5 days	Mon 4/22/19	Fri 4/26/19		
Diagrama del modelo general del sistema	4 hours	Mon 4/22/19	Mon 4/22/19	25	IIB
Diagrama del como cargar el medio termográfico	4 hours	Fri 4/26/19	Fri 4/26/19	28	OABS
Diagramas de estados	0.75 days	Thu 5/2/19	Thu 5/2/19		
Diagrama del modelo general del sistema	6 hours	Thu 5/2/19	Thu 5/2/19	27	OABS
Diseñar un plan de pruebas de integración	8 hours	Thu 5/2/19	Fri 5/3/19	30	IIB
Revisión de diagramas	3 hours	Fri 5/3/19	Fri 5/3/19		OABS,IIB
Corrección de diagramas	4 hours	Mon 5/6/19	Mon 5/6/19	25,27,30	OABS,IIB

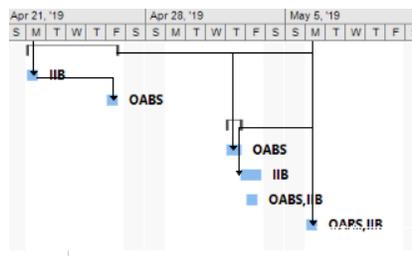


Imagen 32. Fase de Diseño planteada: Tercera parte

En la siguiente imagen se muestra su modificación:

Diseño Base de Módulo	12 hours	Thu 4/11/19	Fri 4/12/19		OABS
Diagramas de actividad	4.13 days	Mon 4/22/19	Fri 4/26/19		
Diagrama del modelo general del sistema	1 hour	Mon 4/22/19	Mon 4/22/19		IIB
Diagrama del como cargar el medio termográfico	1 hour	Fri 4/26/19	Fri 4/26/19		OABS
Diagramas de estados	0.5 days	Wed 4/17/19	Wed 4/17/19		
Diagrama del modelo general del sistema	4 hours	Wed 4/17/19	Wed 4/17/19		OABS
Diseñar un plan de pruebas de integración	1 hour	Thu 5/2/19	Thu 5/2/19		IIB
Revisión de diagramas	2 hours	Mon 4/29/19	Mon 4/29/19		OABS,IIB
Corrección de diagramas	30 mins	Mon 4/29/19	Mon 4/29/19	28,31,34	OABS,IIB

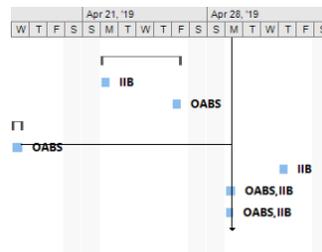


Imagen 33. Fase de Diseño actualizada: Tercera parte

La última parte de la fase de diseño se modificó el orden para realizar los diagramas de estados y de actividades (Apéndice 9), ya que dependía del cómo fueron finalizados por parte de los integrantes del proyecto, se modificó el tiempo de realización y se añadió el diseño de

la base del módulo, la cual sostendrá el teléfono en los procesos de manufactura para obtener el *medio termográfico*. Todas las actividades fueron terminadas antes del tiempo contemplado, con sus respectivas revisiones y correcciones.

Como se había mencionado, a causa de que las fases (Requerimientos y Diseño) ya fueron finalizadas, el plan de proyecto final quedó de la misma forma, por lo que no es necesario mostrar una imagen de esta.

La fase de implementación se muestra en la imagen 34:

<b>Implementación</b>	<b>78.25 days</b>	<b>Thu 6/13/19</b>	<b>Tue 10/1/19</b>	<b>10</b>	
<b>Base de datos</b>	<b>2.63 days</b>	<b>Thu 6/13/19</b>	<b>Mon 6/17/19</b>		
Realizar el modelo entidad-relación	5 hours	Thu 6/13/19	Thu 6/13/19	34	IIB
Implementación de la base de datos	5 hours	Mon 6/17/19	Mon 6/17/19	37	IIB
Corrección de errores	4 hours	Mon 6/24/19	Mon 6/24/19		IIB
<b>Obtener medio termografico (Imagen)</b>	<b>6.25 days</b>	<b>Mon 7/1/19</b>	<b>Tue 7/9/19</b>		
Solicitar medio	10 hours	Mon 7/1/19	Tue 7/2/19	36	OABS
Guardar medio	10 hours	Mon 7/8/19	Tue 7/9/19	41	OABS
Corrección de errores	10 hours	Thu 7/11/19	Fri 7/12/19	40	OABS,IIB
<b>Obtener medio termografico (Video)</b>	<b>16 days</b>	<b>Mon 7/15/19</b>	<b>Mon 8/5/19</b>		
Solicitar medio	12 hours	Mon 7/15/19	Tue 7/16/19	43	OABS
Solicitar tipo de proceso y segundos	10 hours	Mon 7/22/19	Tue 7/23/19	45	OABS
Guardar medio	10 hours	Wed 7/24/19	Thu 7/25/19	46	OABS
Guardar tipo de proceso y segundos	8 hours	Fri 7/26/19	Fri 7/26/19	47	OABS
Obtener imágenes por segundos solicitados	20 hours	Mon 7/29/19	Wed 7/31/19	48	OABS
Guardar imágenes	8 hours	Mon 8/5/19	Mon 8/5/19	49	OABS,IIB
Corrección de errores	10 hours	Thu 8/8/19	Fri 8/9/19	44	OABS,IIB
<b>Análisis de las imágenes</b>	<b>11 days</b>	<b>Mon 8/12/19</b>	<b>Mon 8/26/19</b>		
Mostrar primera imagen	8 hours	Mon 8/12/19	Mon 8/12/19	43,51	IIB
Solicitar puntos de interés	8 hours	Tue 8/13/19	Tue 8/13/19	53	IIB
Guardar áreas de punto de interes	20 hours	Wed 8/14/19	Fri 8/16/19	54	IIB
Corrección de errores	10 hours	Thu 8/8/19	Fri 8/9/19	44	OABS,IIB
<b>Análisis de las imágenes</b>	<b>11 days</b>	<b>Mon 8/12/19</b>	<b>Mon 8/26/19</b>		
Mostrar primera imagen	8 hours	Mon 8/12/19	Mon 8/12/19	43,51	IIB
Solicitar puntos de interés	8 hours	Tue 8/13/19	Tue 8/13/19	53	IIB
Guardar áreas de punto de interes	20 hours	Wed 8/14/19	Fri 8/16/19	54	IIB
Detectar colores de las áreas	20 hours	Mon 8/19/19	Wed 8/21/19	55	IIB
Guardar colores	8 hours	Mon 8/26/19	Mon 8/26/19	56	IIB
Corrección de errores	10 hours	Wed 8/28/19	Thu 8/29/19	52	IIB
<b>Mostrar graficas</b>	<b>16.25 days</b>	<b>Mon 9/2/19</b>	<b>Tue 9/24/19</b>		
Obtener datos de las imágenes	15 hours	Mon 9/2/19	Tue 9/3/19	58	IIB
Comparar datos	20 hours	Mon 9/9/19	Wed 9/11/19	60	OABS,IIB
Graficar datos	20 hours	Mon 9/16/19	Wed 9/18/19	61	OABS,IIB
Guardar gráficas	10 hours	Mon 9/23/19	Tue 9/24/19	62	OABS,IIB
Corrección de errores	10 hours	Mon 9/30/19	Tue 10/1/19	59	OABS,IIB

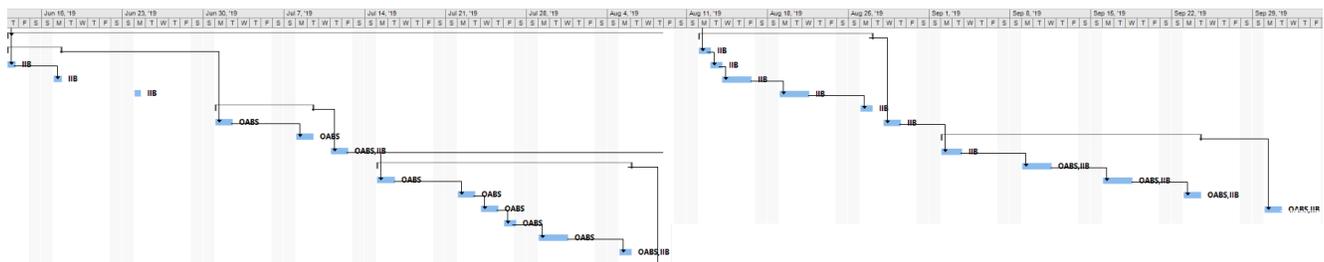


Imagen 34. Fase de implementación planteada

Esta fase es la parte de codificación del sistema. En un principio se planeó separar el sistema en cinco partes:

- Base de datos, donde se implementa la base de datos a utilizar para guardar toda la información que se obtenga tanto del usuario como del procesamiento cuando finalice.
- Obtención de las imágenes del proceso de manufactura, solo se pediría al usuario el medio, el tipo de proceso y se guardaría esa información.
- Obtención del video del proceso de manufactura, solicitando el tipo de proceso y los segundos para poder partir el video cada tanto de segundos y así obtener las imágenes que se procesarían y guardarían.
- Análisis de las imágenes, se planeaba mostrar la primera imagen del proceso para poder seleccionar cinco puntos de interés, representando la fuente de datos, guardar áreas seleccionadas, detectar los colores y guardarlos.
- Mostrar gráficas, obtención de datos, realizar comparación y graficarlos.

Se tuvo un cambio muy radical en la fase de implementación. Debido a la no contemplación de actividades, tiempos y problemas externos al proyecto, por lo cual el plan sufrió una reestructuración significativa.

Esta fase se explicará en tres partes, la primera, se representa en la imagen 35:

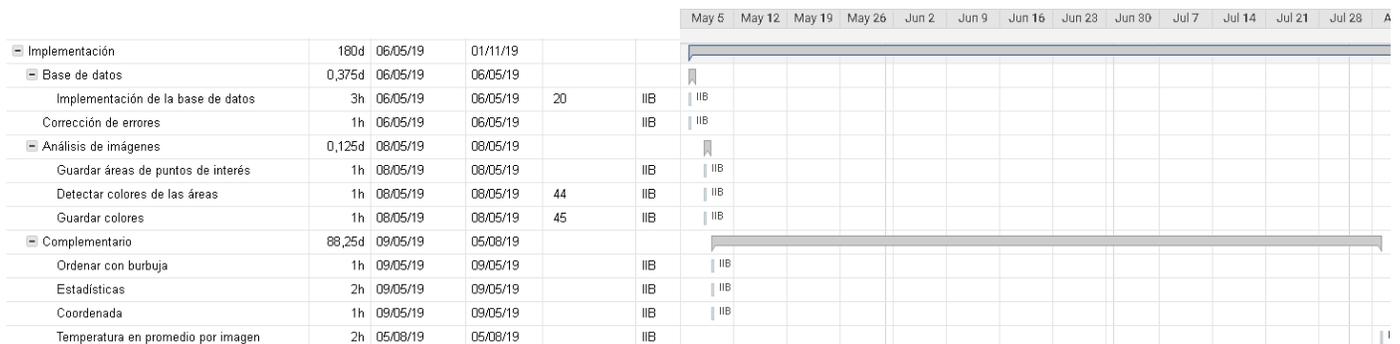


Imagen 35. Fase de Implementación final: Primera parte

Como se muestra, en la imagen 35, la base de datos se realizó con éxito y como algunas de las actividades que se muestran no fueron necesarias ser predecesoras de otras, se realizaron por partes. Las actividades añadidas son:

- Análisis de imágenes, donde se obtiene el punto seleccionado por el usuario para detectar la tonalidad.
- Complementario, son actividades que no tienen que ver con el proyecto, pero su realización benefició a tener un mejor orden en los datos que se obtienen.

La segunda parte se muestra en la siguiente imagen:

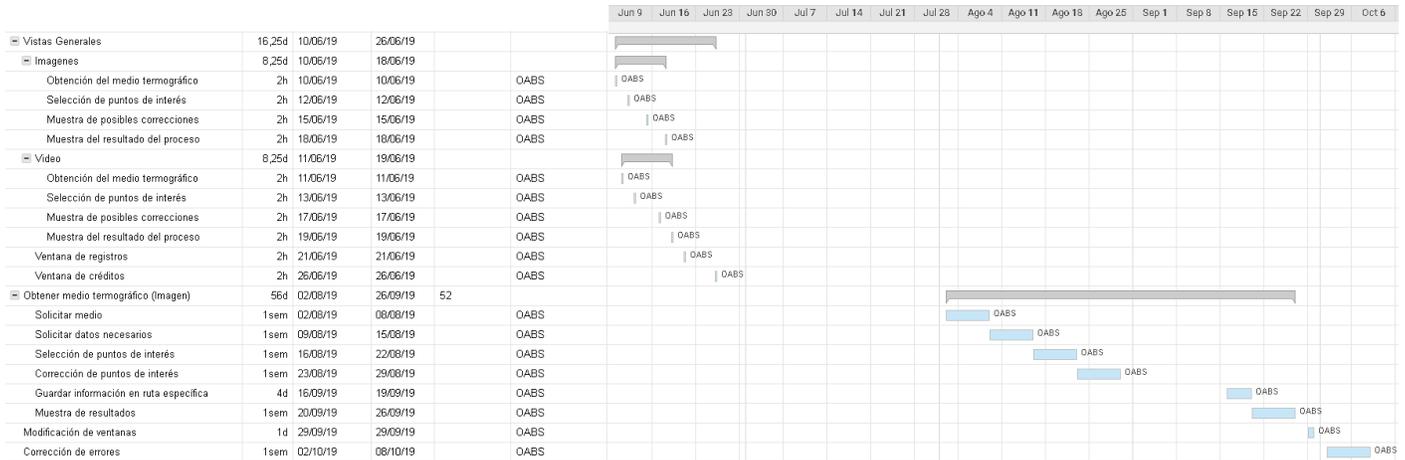


Imagen 36. Fase de Implementación final: Segunda parte

Un error encontrado fue no contemplar la programación de las vistas del Sistema, y como se muestra en la imagen 36 aparte del retraso que este error provocó en la programación, se desglosaron las actividades de cada vista por tipo de *medio termográfico* y se anotó el tiempo para su realización.

La actividad obtención del *medio termográfico* (imagen) se tenía planeada con tres actividades, pero al final se realizaron ocho, tomando cada una su tiempo y provocando movimiento en las actividades siguientes.

Los tiempos de las actividades que muestra la imagen 36 incluyen investigaciones y actividades extras al proyecto.

La tercera parte de la fase quedó de la siguiente manera:

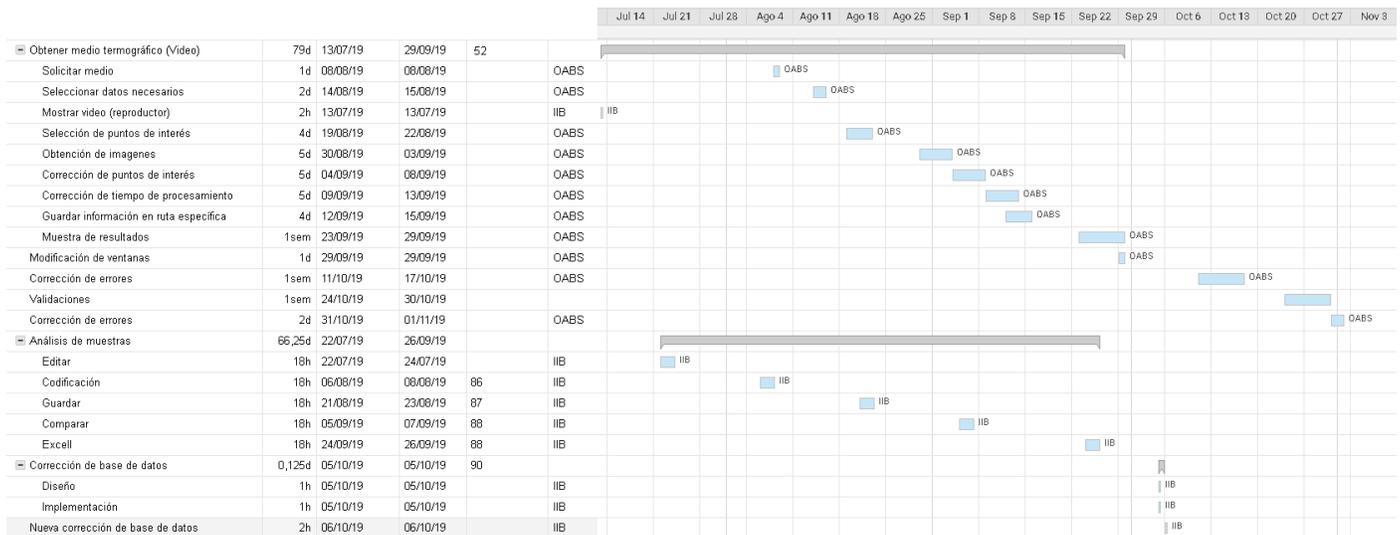


Imagen 37. Fase de Implementación final: Tercera parte

Como en la imagen 36, la imagen 37 en la actividad obtención del *medio termográfico* (video) se desglosaron más sus actividades y se anotaron los tiempos invertidos en cada una como, por ejemplo, los errores encontrados que fueron detonantes no planeados en el retraso de los tiempos para su respectiva realización.

La actividad de análisis de muestras incluye el análisis que se tuvo que realizar para los cálculos de la temperatura en las imágenes, misma actividad que no fue necesaria de una predecesora y logró realizarse a la par que las demás actividades.

La corrección de base de datos (módulo de Diseño del Sistema), fue la modificación que se le realizó a la base para que quedara correctamente funcional.

La fase de pruebas planeada era de la siguiente forma:

Pruebas	12.5 days	Mon 10/7/19	Wed 10/23/19	35	
Pruebas Unitarias	20 hours	Mon 10/7/19	Wed 10/9/19	64	OABS,IIB
Pruebas de integración	20 hours	Mon 10/14/19	Wed 10/16/19	66	OABS,IIB
Pruebas de sistema	20 hours	Mon 10/21/19	Wed 10/23/19	67	OABS,IIB

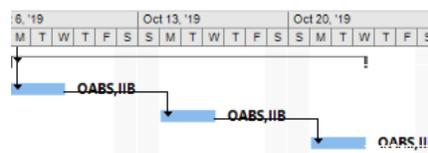


Imagen 38. Fase de Pruebas planteada

Y los cambios quedaron como lo muestra la imagen 39:

					No		
					7	Nov 3	Nov 10
- Pruebas	5d	01/11/19	05/11/19	39			
Pruebas Unitarias	3d	01/11/19	03/11/19		IIB, OABS, UAHG	IIB, OABS, UAHG	
Pruebas de integración	3d	01/11/19	03/11/19		IIB, OABS, UAHG	IIB, OABS, UAHG	
Pruebas de sistema	2d	04/11/19	05/11/19	100	IIB, OABS, UAHG	IIB, OABS, UAHG	

Imagen 39. Fase de Pruebas actualizada

Esta fase planeaba realizar las pruebas necesarias para comprobar que el sistema terminado en la fase de implementación funcionara de manera correcta. Las pruebas unitarias implican el comprobar el correcto funcionamiento del sistema por las partes que lo conforman, verificando que hagan lo que deberían por sí solas. Las pruebas de integración se refieren a que una vez que se comprobó el comportamiento por separado de los componentes del sistema, ahora se hacen las pruebas en conjunto para verificar que todo funciona correctamente, que todo se ensamble sin problema, y por último las pruebas de sistema se refiere a comprobar el funcionamiento del sistema, verificando que funcione de la manera idónea.

En esta fase como muestra la imagen 39 fueron modificados los tiempos para su realización, así como las fechas que se tenían planeadas, por actividades y errores no planeados.

La fase de mantenimiento se planteó de la siguiente manera:

▲ Mantenimiento	20.25 days	Mon 10/28/19	Mon 11/25/19	65	
Manual de usuario	2 wks	Mon 10/28/19	Fri 11/8/19	68	OABS
Revisión del manual de usuario	2 days	Mon 11/11/19	Tue 11/12/19	70	OABS,IIB
Manual técnico	2 wks	Mon 10/28/19	Fri 11/8/19	68	IIB
Revisión del manual de técnico	2 days	Mon 11/11/19	Tue 11/12/19	72	OABS,IIB
Manual de operación	1 wk	Wed 11/13/19	Tue 11/19/19	68	OABS,IIB
Revisión del manual de operación	2 days	Wed 11/20/19	Thu 11/21/19	74	OABS,IIB
Corrección de errores	10 hours	Fri 11/22/19	Mon 11/25/19	75	OABS,IIB

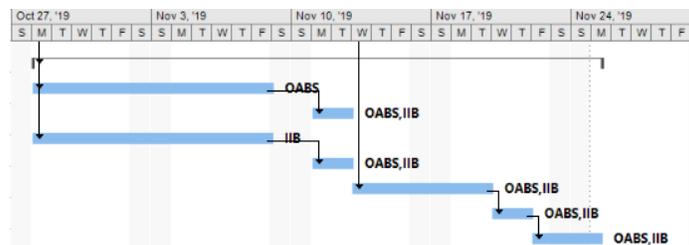


Imagen 40. Fase de Mantenimiento planteada

Y ésta quedo como lo muestra la imagen 41:

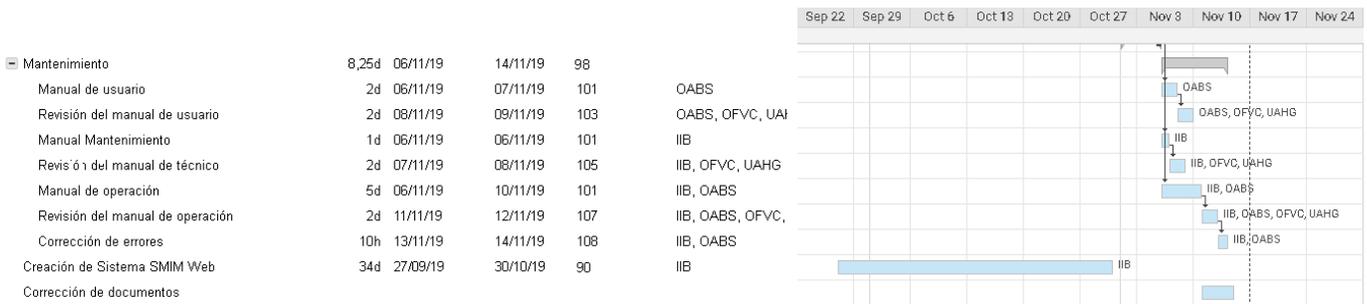


Imagen 41. Fase de Mantenimiento final

Para esta fase se tenía planeado realizar los respectivos manuales para que fuera más fácil de entender el sistema, tanto para programadores futuros como para los usuarios, y estas cuentan con sus revisiones por parte de los asesores:

- El manual de usuario se refiere al formato donde se explica detalladamente la forma en que el sistema funciona, mostrando parte por parte lo que el usuario debería de hacer cuando lo ejecuta.
- El manual técnico se refiere a la explicación más específica del sistema para personas que tengan conocimiento sobre el área, se explican las funciones principales.
- El manual de operación es un documento donde se exponen las condiciones, restricciones, ambiente de operación, entre otras, del sistema, para su correcto funcionamiento.

Como muestra la imagen 41, estos manuales fueron modificados de fechas, se adelantó su realización ya que se finalizó lo anterior.

La creación del Sistema SMIM Web contempla el sistema descrito al inicio del módulo, la documentación de éste mismo se mostrará al mismo tiempo que la del Sistema SMIM PC. Por último, la corrección de documentos son las modificaciones que se hicieron al momento de presentar la primera parte del proyecto, al igual que la modificación final que tuvieron los diagramas como, por ejemplo: el de entidad-relación, diccionario de datos, la matriz de trazabilidad, entre otros.

El plan de gestión, muestra las juntas planeadas para la revisión y seguimiento de todo lo que marque el plan de desarrollo, al igual que las entregas a realizar para revisión oficial del proyecto. En la imagen 41 se muestra el plan de juntas planteado:

Plan de gestión	215.25 days?	Mon 1/21/19	Mon 11/18/19		
Juntas con el cliente y asesores	213 days	Wed 1/23/19	Mon 11/18/19		
Junta 1	2 hours	Wed 1/23/19	Wed 1/23/19	4	OABS, IIB
Junta 2	2 hours	Mon 2/11/19	Mon 2/11/19	79	OABS, IIB
Junta 3	2 hours	Mon 2/25/19	Mon 2/25/19	80	OABS, IIB
Junta 4	2 hours	Mon 3/4/19	Mon 3/4/19	81	OABS, IIB
Junta 5	2 hours	Tue 3/19/19	Tue 3/19/19	82	OABS, IIB
Junta 6	2 hours	Mon 4/8/19	Mon 4/8/19	83	OABS, IIB
Junta 7	2 hours	Mon 4/29/19	Mon 4/29/19	84	OABS, IIB
Junta 8	2 hours	Mon 5/6/19	Mon 5/6/19	85	OABS, IIB
Junta 9	2 hours	Mon 5/20/19	Mon 5/20/19	86	OABS, IIB
Junta 10	2 hours	Mon 6/3/19	Mon 6/3/19	87	OABS, IIB
Junta 11	2 hours	Tue 8/6/19	Tue 8/6/19	88	OABS, IIB
Junta 12	2 hours	Mon 8/26/19	Mon 8/26/19	89	OABS, IIB
Junta 13	2 hours	Mon 9/9/19	Mon 9/9/19	90	OABS, IIB
Junta 14	2 hours	Mon 9/23/19	Mon 9/23/19	91	OABS, IIB
Junta 15	2 hours	Mon 10/7/19	Mon 10/7/19	92	OABS, IIB
Junta 16	2 hours	Mon 10/21/19	Mon 10/21/19	93	OABS, IIB
Junta 17	2 hours	Mon 11/4/19	Mon 11/4/19	94	OABS, IIB
Junta 18	2 hours	Mon 11/18/19	Mon 11/18/19	95	OABS, IIB

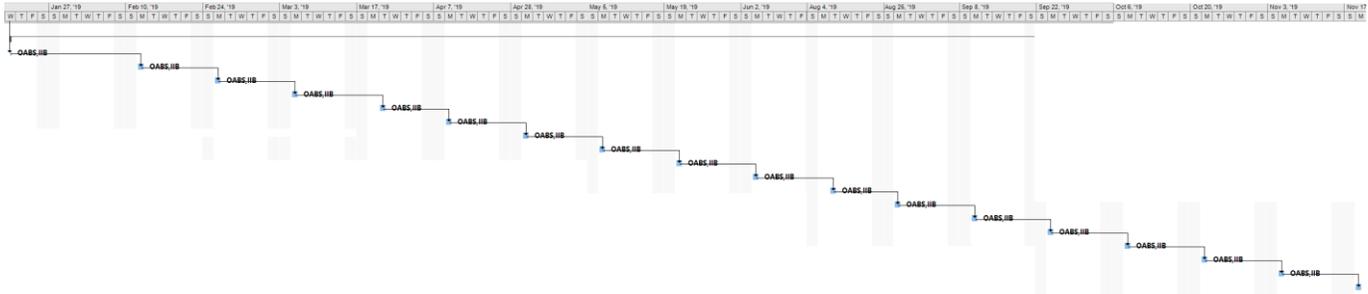


Imagen 42. Plan de Gestión: Juntas planeadas

En la imagen 43 se muestra este plan de juntas actualizado:

▲ Plan de gestión	215.25 days?	Mon 1/21/19	Mon 11/18/19		
▲ Juntas con el cliente y asesores	200.25 days	Mon 2/11/19	Mon 11/18/19		
Junta 1	2 hours	Mon 2/11/19	Mon 2/11/19	4	OABS, IIB, OFVC, UAHG
Junta 2	2 hours	Fri 2/15/19	Fri 2/15/19	82	OABS, IIB, MFDP
Junta 3	2 hours	Thu 3/7/19	Thu 3/7/19	83	OABS, IIB, OFVC, UAHG
Junta 4	2 hours	Tue 3/19/19	Tue 3/19/19	84	OABS, IIB, OFVC, UAHG
Junta 5	2 hours	Fri 3/22/19	Fri 3/22/19	85	OABS, IIB, OFVC, UAHG
Junta 6	2 hours	Mon 4/8/19	Mon 4/8/19	86	OABS, IIB, OFVC, UAHG
Junta 7	2 hours	Mon 4/29/19	Mon 4/29/19	87	OABS, IIB, OFVC, UAHG
Junta 8	2 hours	Fri 5/17/19	Fri 5/17/19	88	OABS, IIB, OFVC, UAHG
Junta 9	2 hours	Mon 8/26/19	Mon 8/26/19	89	OABS, IIB, OFVC, UAHG
Junta 10	2 hours	Mon 9/9/19	Mon 9/9/19	90	OABS, IIB, OFVC, UAHG
Junta 11	2 hours	Mon 9/23/19	Mon 9/23/19	91	OABS, IIB, OFVC, UAHG
Junta 12	2 hours	Mon 10/7/19	Mon 10/7/19	92	OABS, IIB, OFVC, UAHG
Junta 13	2 hours	Mon 10/21/19	Mon 10/21/19	93	OABS, IIB, OFVC, UAHG
Junta 14	2 hours	Mon 11/4/19	Mon 11/4/19	94	OABS, IIB, OFVC, UAHG
Junta 15	2 hours	Mon 11/18/19	Mon 11/18/19	95	OABS, IIB, MFDP

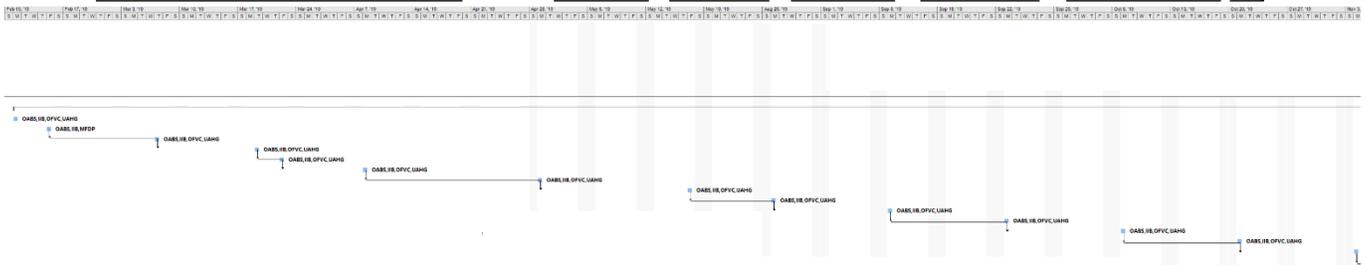


Imagen 43. Plan de Gestión: Juntas actualizadas

Y al final las juntas realizadas quedaron de la siguiente manera:

		Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene
Plan de gestión	302d	21/01/19	18/11/19										
▲ Juntas con el cliente y asesores	277,25d	11/02/19	15/11/19										
Junta 1	2h	11/02/19	11/02/19										
Junta 2	2h	15/02/19	15/02/19	114									
Junta 3	2h	07/03/19	07/03/19	115									
Junta 4	2h	19/03/19	19/03/19										
Junta 5	2h	22/03/19	22/03/19										
Junta 6	2h	08/04/19	08/04/19										
Junta 7	2h	29/04/19	29/04/19										
Junta 8	2h	17/05/19	17/05/19										
Junta 9	2h	26/08/19	26/08/19										
Junta 10	2h	19/09/19	19/09/19										
Junta 11	2h	07/10/19	07/10/19										
Junta 12	2h	21/10/19	21/10/19										
Junta 13	2h	04/11/19	04/11/19										
Junta 14	2h	15/11/19	15/11/19										

Imagen 44. Plan de Gestión: Juntas final

Como se observa en la imagen 43 al final se llevaron a cabo catorce juntas (Ver Apéndice 5), de las cuales fueron modificadas las fechas por el tiempo con el que contaban los asesores del proyecto y solo fueron cambiadas de día, pero se realizaron para lograr un seguimiento adecuado.

De la imagen 42 a la imagen 43 se eliminó una de las juntas ya que no se tenía tema a tratar y se movió la fecha para la revisión, al igual que se eliminaron dos juntas más ya que por los tiempos no fue necesaria una reunión. Para el plan final se eliminó una junta ya que las revisiones fueron terminadas con tiempo y la entrega del Sistema al Cliente fue finalizada con éxito.

En la imagen 45 se muestran las entregas que fueron realizadas a lo largo del proyecto:

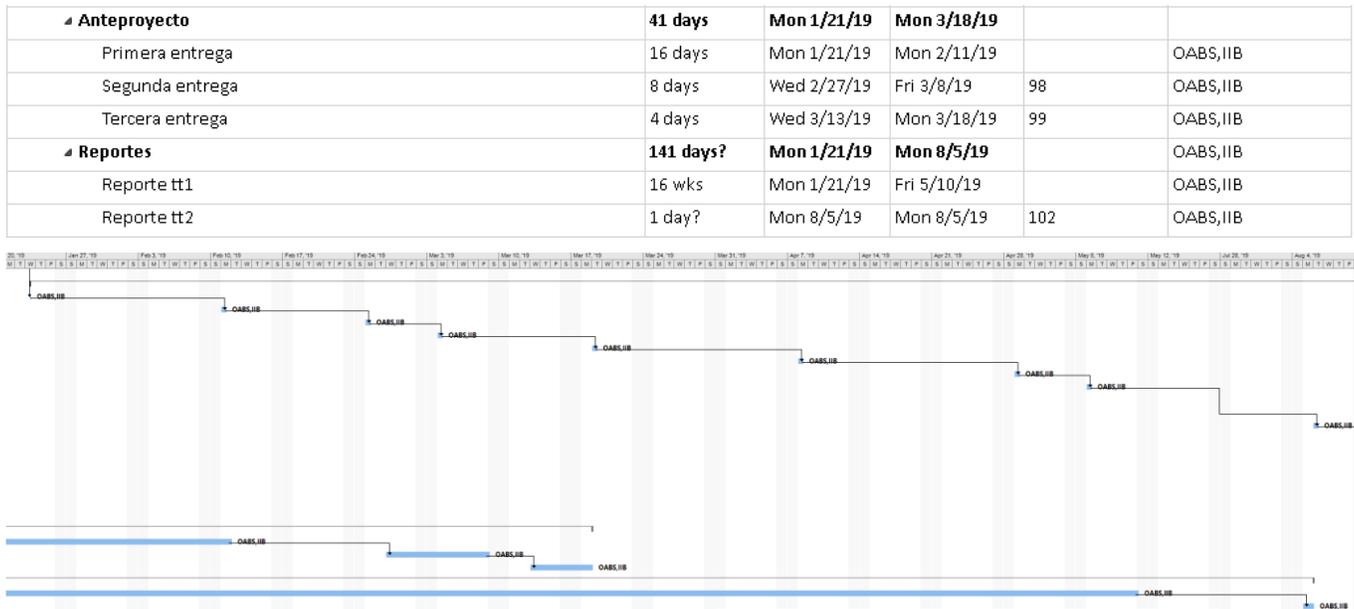


Imagen 45. Plan de Gestión: Entregas planteadas

Y como entrega final queda como muestra la imagen 46:

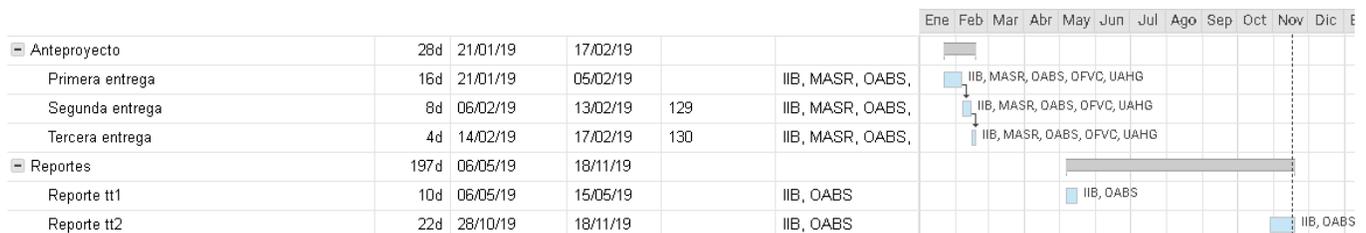


Imagen 46. Plan de Gestión: Entregas final

Las entregas del Anteproyecto ya fueron revisadas y validadas, por lo que las fechas y tiempo no fueron modificadas y ya se dieron por terminadas esas tareas. En la parte de reportes ya fue realizada la primera entrega por lo que tiene fecha ya definida y la segunda entrega ya está especificada porque es la fecha que se mencionó para la entrega completa del mismo.

## 2.- Manejo de desviaciones en la ejecución del plan.

El manejo de desviaciones en cualquier plan de proyecto es importante ya que como en cualquiera no se logran cumplir los planes tal cual se planearon, por cuestiones externas o internas al mismo, pero lo importante es tener un orden y lograr superarlos.

Parte de las desviaciones del proyecto fueron a causa de que cuando se realizó la fase de diseño éstas no se contemplaron, por ejemplo, actividades más desglosadas o validaciones, repercutiendo en tiempo extra al proyecto.

Se realizó una reestructuración de actividades, ya que además de los problemas externos, éstas implicaron más tiempo, corrección de errores y mini tareas o desglose de las mismas, al igual que se observó que no fue necesario conservar predecesoras unas de otras porque podrían realizarse sin la finalización de otra. En la siguiente imagen se muestra una de las listas sobre las actividades desglosadas realizadas:

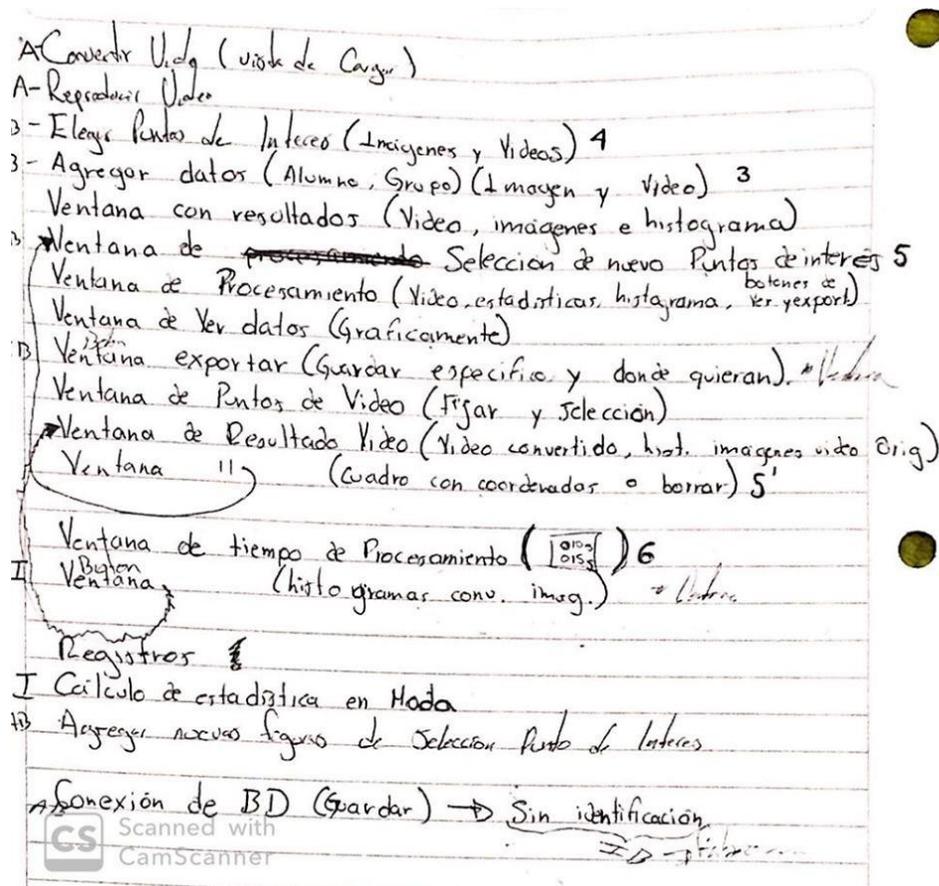


Imagen 47. Actividades desglosadas

Otra desviación en el sistema fue la adición de la actividad de validaciones, la cual no se contempló en el diseño inicial, tomando más tiempo al momento de desarrollarse. Por lo que se realizó un diagrama donde se indicara mejor el flujo y tipo de las validaciones. En la imagen 47 se muestra el diagrama realizado:

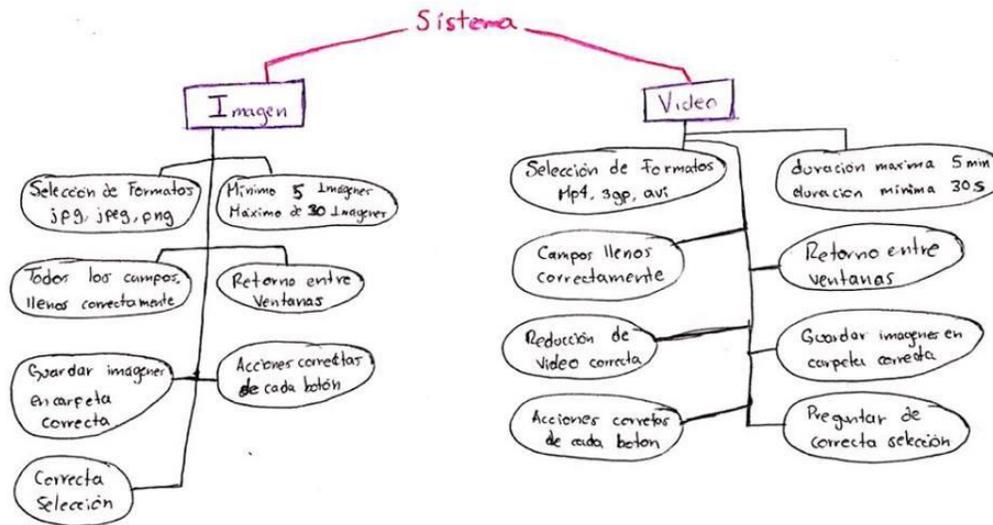


Imagen 48. Diagrama de Validaciones

Una desviación técnica que se vio fue al momento de la reproducción del video seleccionado en el módulo de video, ya que este provocó dos grandes problemas:

- El video que produce la cámara termográfica tenía mucho peso por lo que provocaba que no se lograra ver el video en el *MediaPlayer* de Java, así que la solución ante este problema fue la reducción del tamaño del video, y con su respectiva investigación se encontró una biblioteca de *codecs*, llamada *ffmpeg* que consiste en que por medio de línea de comandos realice acciones sobre el video seleccionado y con esto, los cambios realizados al video fueron:
  - Fijar la resolución a: 440 de alto y 440 de ancho, dejando una vista del video fija.
  - Remover el audio.
  - Convertir a formato .mp4, para dejar un tipo de video por defecto.
  - Para lograr lo anterior se realizó una programación tipo *batch*.

- Al momento de que se reproduce el video y se quiere cambiar de ventana el *MediaPlayer* dejaba en ejecución el video por lo que, si se deseaba realizar cualquier acción sobre éste, como, por ejemplo: mostrarlo nuevamente en la ventana que continuaba, no lo permitía y a pesar de utilizar las acciones que marcaba el *MediaPlayer* no se lograba terminar la ejecución del video, provocando utilizar más tiempo del que se tenía contemplado para su solución. Al final después de una investigación en la documentación de *MediaPlayer* se encontró que con *Platform.setImplicitExit(false)*; se solucionaba, ya que su función es que el handler de la salida del video lo maneje Java, en lugar del Player y con esto el video pudo ser utilizado para visualización o acciones diferentes.

Otra desviación, fue el tiempo planeado con las actividades previstas para el análisis de muestras, no se tenía contemplado:

- Tomar fotografías en laboratorios de pesados 1 y electrónica 1.
- Recortar el área señalada para conocer el RGB de la temperatura asignada por la cámara termográfica.
- Promediar los pixeles obtenidos del área recortada, para establecer una tonalidad, generar y asignar una temperatura a esta asignación.
- Crear base de datos de estos análisis (tablas en Excel y archivos de texto).
- Aplicar cálculos básicos para el cálculo de temperaturas desconocidas en base a la base de datos creada.
- Creación de dos programas en java para la automatización del análisis anteriormente mencionado: uno para analizar los píxeles; y el otro para computarlo.

Al ver que esto no daba los resultados esperados, se tomó la base de datos, las muestras más relevantes donde se conoce con una mayor exactitud por el uso de otro equipo con mayor precisión que la cámara termográfica, las temperaturas máxima y mínima **creando una propia escala (Apéndice 10)** para el cálculo de temperaturas, arrojando mejores resultados.

Por último, la realización de un diseño de base de módulo, que sería la que sostendría a la cámara para obtener el *medio termográfico* fue eliminado, ya que se vio la posibilidad de que

con el restante de los recursos obtenidos para obtener la cámara termográfica se podría comprar una base por internet. Misma que:

- Tiene un tripié de 107 cm.
- Contiene dos soportes.
- Contiene un control de Bluetooth.
- Compatible con ios y Android.

Como se muestra en las siguientes imágenes, éste es su contenido completo:



Imagen 49. Base de módulo contenido



Imagen 50. Base de módulo características

### 3.- Plan de riesgos del proyecto.

El plan de riesgos es un proceso de identificar, analizar y responder a factores de riesgo a lo largo de vida de un proyecto.

La gestión de riesgos adecuada implica el control de posibles eventos futuros.

Para el proyecto SMIM-Pc se contemplaron 8 posibles riesgos, de los cuales (entre paréntesis se indica el id correspondiente a la Matriz de riesgos):

- 2 fueron detonados (R-05, R-07).
- 3 fueron atenuados sin problema alguno (R-02, R-03, R-04).
- 3 no ocurrieron (R-01, R-06).

A continuación, se mostrará un análisis más profundo de lo anteriormente comentado.

#### **Riesgos detonados**

Los siguientes riesgos se detonaron en el transcurso de la implementación del sistema.

1. Atraso en codificación de vistas y validaciones
  - Por imprevistos externos ajenos al proyecto, no se logró codificar en tiempo y forma señalado según el plan de proyecto inicial, causando un atraso de 1 mes.
  - Lo estipulado en el plan de riesgos para esto dicta:
    - Estrategia de prevención.
      - Generar una lista de tareas en orden de lo más fácil de elaborar a lo más laborioso o tedioso.
    - Estrategia de Mitigación.
      - Invertir 2 o 3 hrs más al tiempo definido al día para trabajar en el proyecto.
  - Se realizó tal cual lo estipulado en el plan de riesgos invirtiendo más tiempo y trabajando en días no laborales para lograr cubrir esas actividades atrasadas.
2. No se encuentra la forma de calcular la temperatura a partir del color de un pixel.

- No se encontró una forma precisa o fórmula para calcular la temperatura a partir de un RGB, obteniendo grados centígrados como resultado o kelvin en su defecto.
- Lo estipulado en el plan de riesgos para esto dicta:
  - Estrategia de prevención.
    - Tener claro los rangos de temperatura a trabajar, investigación y documentación de la colorimetría.
  - Estrategia de Mitigación.
    - Generar una escala propia para el cálculo de temperatura a partir de muestras tomadas para las pruebas.
- Se realizó tal cual lo estipulado en el plan de riesgos estableciendo un rango de temperatura para luego con las muestras tomadas generar **una escala propia (Apéndice 10) para poder calcular temperaturas de 24.2 a 363.7 °C.**

### **Riesgos atenuados**

Los siguientes riesgos se lograron atenuar evitando su detonación o presentación a lo largo del desarrollo del sistema.

1. El video tiene una duración menor de 10 segundos, por lo que no es posible obtener imágenes de este.
2. La imagen o el video presentan un formato desconocido para el software.
3. El usuario se equivocó con la elección del punto de interés.

La forma que se empleó para lograr atenuar estos riesgos fue dotando el sistema de **una robusta validación** entre la interacción usuario sistema, para no dar posibilidad de que se presente o detone algún riesgo listado anteriormente en este apartado de riesgos atenuados.

### **Riesgos que no ocurrieron**

Los siguientes riesgos no ocurrieron por a ver planificado cualquier decisión de manera consciente, investigando los temas relacionados a los riesgos listados a continuación:

1. La paleta de colores programada en el software no es compatible con la paleta de la cámara termográfica obtenida para el proyecto.
2. No se contó con el presupuesto adecuado para la compra de una cámara infrarroja con mayor rango de temperaturas.
3. No se puede conseguir un adaptador de USB-Mini a USB tipo-C.

# Desarrollo del proyecto.

## 1.- Resumen del análisis del sistema.

A continuación, se mostrará la estructura del proyecto de SMIM-PC, mostrando su contenido por módulos:

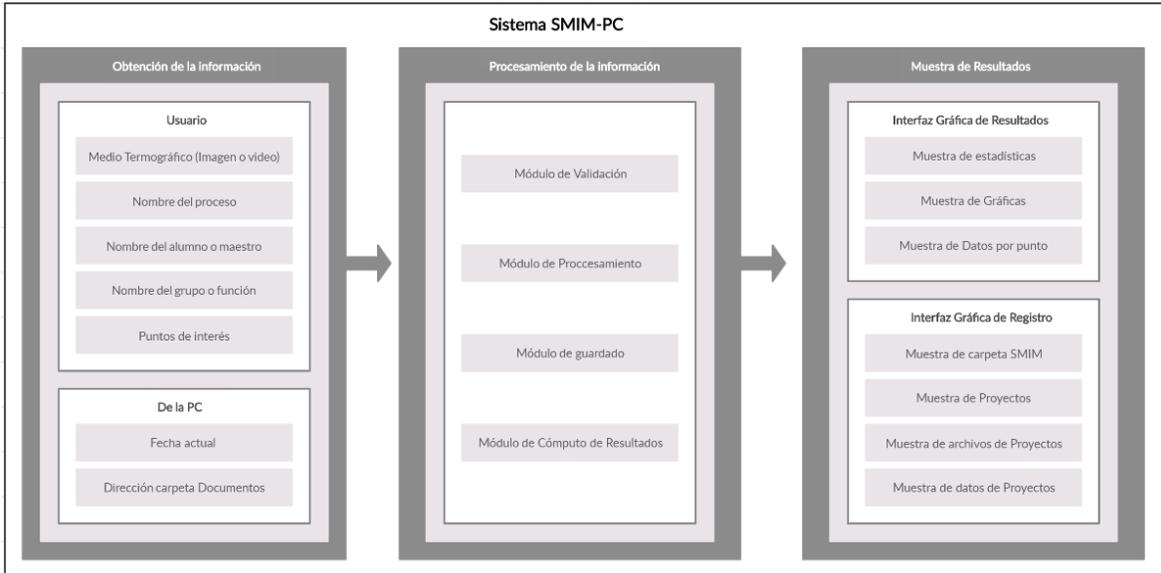


Imagen 51. Sistema SMIM\_PC

Ahora se mostrará la estructura del Sistema SMIM-Web, que necesita el apoyo del Sistema SMIM-PC para funcionar, ya que toma datos obtenidos de la imagen 50 como muestra la imagen 51:

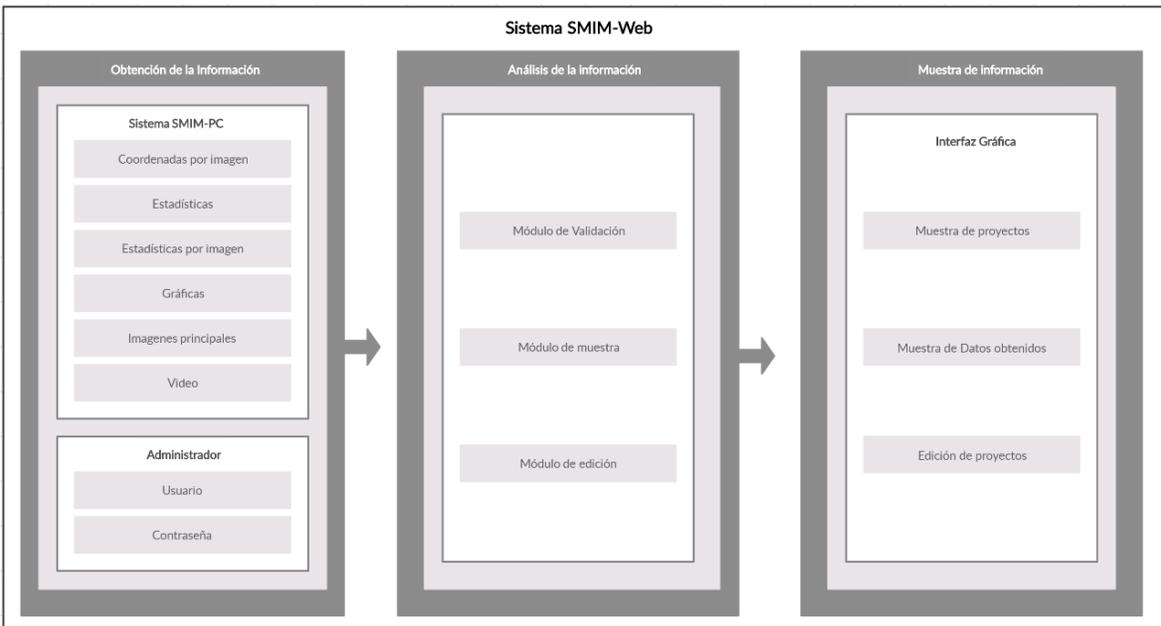


Imagen 52. Sistema SMIM-Web

## 2.- Diseño del sistema.

Aquí se mostrarán a los diseños resultantes del análisis del proyecto de trabajo terminal.

### a. Arquitectura del sistema.

La arquitectura de software es un conjunto de patrones que proporcionan un marco de referencia necesario para guiar la construcción de un software.

Se mostrará la arquitectura del proyecto que se desarrolló en Trabajo Terminal I.

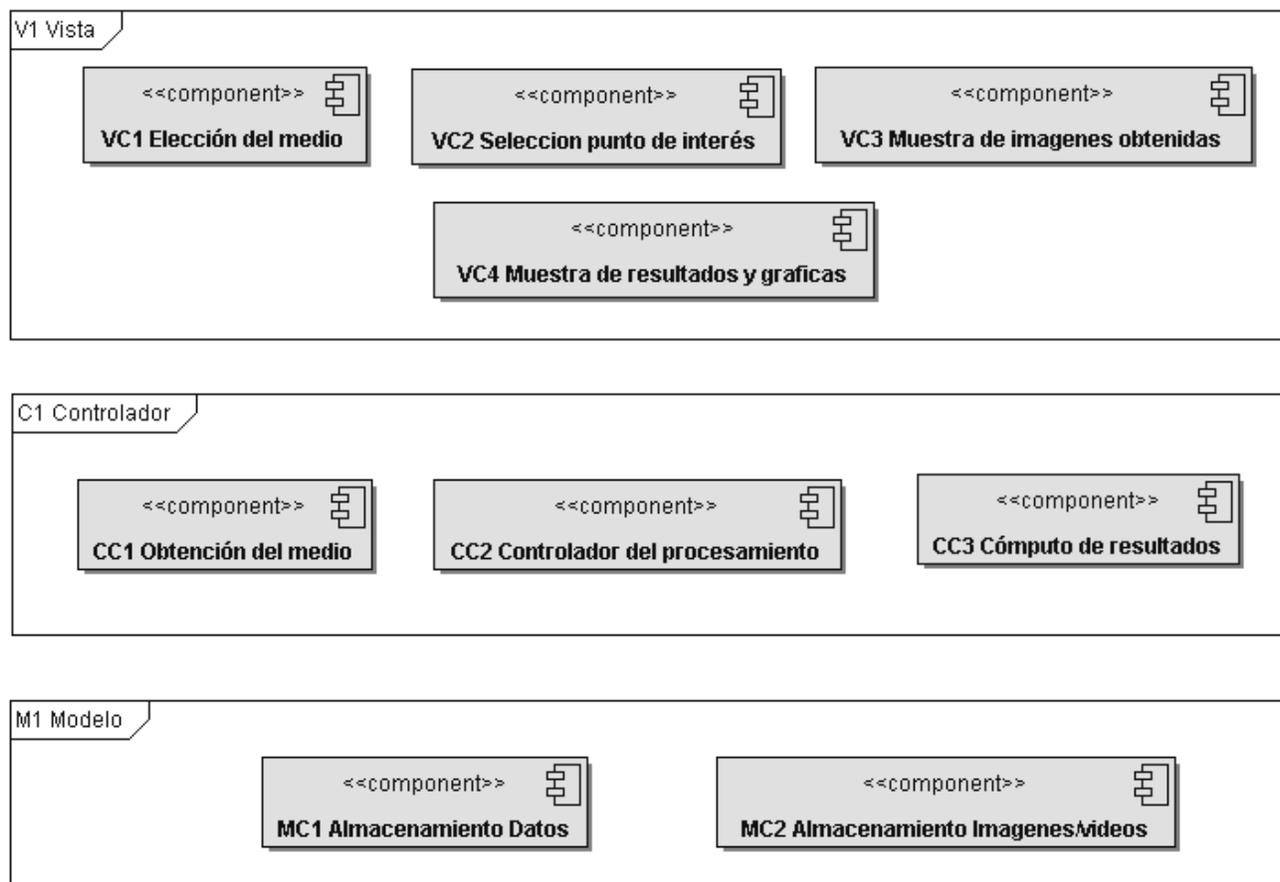


Diagrama 1. Arquitectura del Sistema

Se presenta una división agrupando los diferentes componentes en 3 fragmentos, utilizando el modelo vista controlador (MVC).

#### 1. Vista V1

Este fragmento agrupa los componentes que controlan las vistas que se presentan a un usuario:

- VC1 Elección del medio.
  - Componente que busca y permite seleccionar el medio termográfico de manera local en el equipo.
- VC2 Selección punto de interés.
  - Componente que proporciona la visualización para la elección de puntos de interés sobre el medio termográfico, proporciona diferentes formas para fijar un punto de interés sobre el medio termográfico.
- VC3 Muestra de imágenes obtenidas.
  - Componente que muestra las imágenes que se seleccionaron por un usuario o que se obtuvieron de un video termográfico.
- VC4 Muestra de resultados y gráficas.
  - Componente que toma los datos computados mostrando tablas con estos datos en conjunto de gráficas lineales para visualizar el comportamiento de temperatura.

## 2. Controlador C1

Este fragmento agrupa los componentes que controlan y computan diferentes cálculos que se desarrollan en el sistema:

- CC1 Obtención del medio.
  - Componente que durante la selección del medio termográfico valida: formato, tamaño, duración, cantidad, todo ello dependiendo del medio termográfico seleccionado.
- CC2 Controlador del procesamiento.
  - Componente que valida los puntos de interés e información ingresada por el usuario, maneja los datos computados para crear archivos de texto, o carga al servidor como su registro a base de datos.
- CC3 Cómputo de resultados.
  - Componente que a partir de los puntos de interés calcula la temperatura del medio termográfico, el resultado de este cálculo se procesa para obtener estadísticas, tablas y gráficas lineales del comportamiento de la temperatura.

### 3. Modelo M1

Este fragmento agrupa los componentes que controlan y administran el almacenamiento de archivos o registros a base de datos:

- MC1 Almacenamiento Datos.
  - Componente que enlaza base de datos para consultar datos para su uso en el sistema o registrar la información de los proyectos procesados.
- MC2 Almacenamiento Imágenes/Videos.
  - Componente que maneja el medio termográfico para ser guardado en directorios especificados para su uso en el sistema.

La arquitectura utilizada para el Sistema SMIM Web se encuentra en el **Apéndice 7**.

#### **b. Matriz de trazabilidad.**

Con la matriz de trazabilidad es posible ver cómo empatan los requerimientos que se tienen en función a un diseño de pantalla que a su vez está ligado a un funcionamiento a nivel arquitectura, lo cual ayuda a mapear el diseño planteado del sistema con lo pedido por el cliente.

Tabla 10. Matriz de Trazabilidad SMIM-PC

Medición y Análisis de la temperatura para procesos de manufactura										
Id	Id. Requerimiento	Id. Arquitectura	Pantalla ( Mokuup )	DLD	Código			Casos de prueba	Responsable	Revisor
1	Req01	VC4	Resultados	CU_02	<a href="#">Cálculo de temperatura</a>	<a href="#">Graficar</a>	<a href="#">Medio Termográfico</a>	PP_03	IIB OABS	ovaldez
2	Req02	VC4 CC3	Resultados	CU_02	<a href="#">Cálculo de temperatura</a>	<a href="#">Graficar</a>	<a href="#">Medio Termográfico</a>	PP_03	IIB OABS	ovaldez
3	Req03	CC2	Selección P. Interés Imagen Selección P. Interés Video Procesamiento Resultados	CU_01	<a href="#">Selección imágenes</a>	<a href="#">Selección video</a>	<a href="#">procesamiento</a>	PP_02 PP_03	IIB OABS	ovaldez
4	Req04	CC1 VC1 MC2	Abrir Video Abrir Imagen	CU_01	<a href="#">Abrir</a>			PP_01	OABS	ovaldez
5	Req05	CC1 MC2	Guardar Documentos	CU_01	<a href="#">txt</a>	<a href="#">Video</a>	<a href="#">Imagen</a>	PP_01 PP_03	IIB OABS	ovaldez
6	Req06	VC4 CC3	Resultados Estadísticas	CU_02	<a href="#">Estadística</a>	<a href="#">Cálculo de temperatura</a>	<a href="#">Graficar</a>	PP_03	IIB	ovaldez
7	Req07	VC4	Resultados	CU_02	<a href="#">Cálculo de temperatura</a>	<a href="#">Graficar</a>	<a href="#">Medio Termográfico</a>	PP_03	IIB OABS	ovaldez
8	Req08	CC3	Estadísticas	CU_02	<a href="#">Estadística</a>	<a href="#">Graficar</a>		PP_03	IIB	ovaldez
9	Req09	VC4 CC3	Mostrar Graficas Estadísticas	CU_02	<a href="#">Graficar</a>	<a href="#">Medio Termográfico</a>		PP_03	IIB	ovaldez
10	Req10	CC2 MC1	Estadísticas Resultados Registros	CU_02	<a href="#">Estadística</a>	<a href="#">Temperatura</a>	<a href="#">Cálculo de temperatura</a>	PP_02	IIB OABS	ovaldez

La matriz de trazabilidad del Sistema SMIM-Web se encuentra en el **Apéndice 8**.

**c. Diseño de la base de datos.**

A continuación, se muestra el diseño que se implementó para la base de datos:

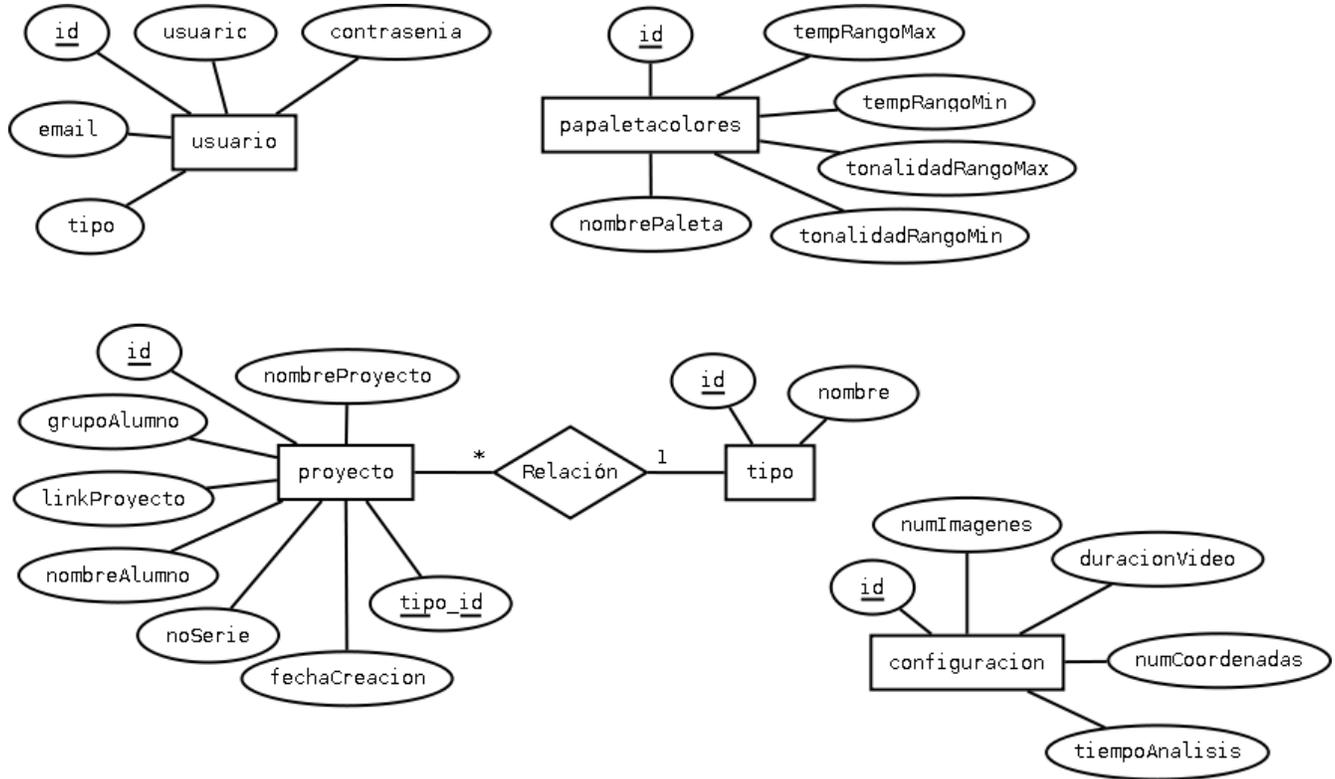


Diagrama 2. Modelo Entidad-Relación SMIM-PC

Se muestran 4 tablas con las cuales se guarda el registro de todo el sistema, este diseño de base de datos se comparte entre SMIM-PC y SMIM-Web.

Se tienen las siguientes tablas:

1. Usuario
2. Paleta de Colores
3. Proyecto
4. Configuración

De manera más detallada se describirá cada tabla como su contenido.

1. Usuario

La tabla “usuario” se utiliza para el uso del login en el sistema SMIM-Web, esta tabla de

usuario contendrá las credenciales necesarias para poder iniciar sesión, el inicio de sesión es únicamente para el administrador del sistema.

- Para la tabla de “usuario” se tiene los campos:
  - id: Identificador de usuario que se auto-incrementa por registro de usuario.
  - tipo: Identifica el tipo de usuario, el sistema solo tiene un tipo de usuario que es el de administrador, en este campo el administrador se identifica con el número 1.
  - email: Correo de electrónico para poder cambiar la contraseña en caso de ser necesario.
  - usuario: Nombre que identifica al usuario para inicio de sesión.
  - contraseña: Clave que identifica al usuario para inicio de sesión.

## 2. Paleta de Colores

La tabla de “paletacolores” guarda el registro de la colorimetría al cálculo de temperatura en el sistema, actualmente se cuenta con el registro de la paleta de colores “arcoíris”.

- Para la tabla de “paletacolores” se tiene los campos:
  - id: Identificador del registro “paletacolores”, se auto-incrementa por registro.
  - tonalidadRangoMax: Número entero negativo que representa el RGB de temperatura del mayor rango.
  - tonalidadRangoMin: Número entero negativo que representa el RGB de temperatura de menor rango.
  - tempRangoMax: Número que representa la temperatura del mayor rango.
  - tempRangoMin: Número que representa la temperatura de menor rango.
  - nombrePaleta: Nombre para identificar la paleta registrada.

## 3. Proyecto

Se registra toda la información para identificar el proyecto.

- Para la tabla de “proyecto” se tiene los campos:
  - id: Identificador del registro de “proyectos”, se auto-incrementa por registro.
  - grupoAlumno: Grupo o cargo del usuario que registra el proyecto.

- linkProyecto: Link que indica donde se encuentra guardado todos los archivos relacionados al proyecto.
- nombre Alumno: Nombre de la persona que registra el proyecto.
- noSerie: Número de identificación de cada proyecto registrado.
- fechaCreacion: Fecha de registro del proyecto.
- tipo: tipo del proyecto analizado.

#### 4. Configuración

Datos que se utilizan para el manejo del procesamiento de proyectos para SMIM-Pc.

- numImágenes: Número máximo imágenes que se pueden analizar en el sistema, actualmente 30.
- duracionVideo: Duración máxima del video a analizar, actualmente 5 minutos.
- numCoordenadas: Número máximo de puntos de interés que se pueden analizar, actualmente 5 puntos de interés.
- tiempoAnálisis: Opciones para el procesamiento de imágenes del video, actualmente 10 o 15 segundos.

El modelo Entidad-Relación del Sistema SMIM-Web se encuentra en el **Apéndice 7**.

#### **d. Manejo de Archivos.**

El manejo de archivos en la realización del proyecto fue indispensable por que con estos se logra tener un control y registro de todo lo que realiza el software, por ejemplo, si se realiza un proceso con imágenes éstas serán guardadas junto con las gráficas, coordenadas, videos en caso de haberlos, entre otros, ayudando con esto a que el usuario tenga acceso y pueda utilizarlos a su beneficio.

La estructura elegida para los archivos fue en base a la accesibilidad que puede tener el usuario al igual que se tenga un control de los archivos. Como carpeta principal será nombrada como SMIM (Sistema de Medición Infrarroja para Materiales), dentro de esta se crea una carpeta por tipo de proceso, para que con esto se separen los proyectos de cada tipo y se pueda evitar una confusión. Después dentro de cada carpeta se encontrarán los procesos realizados en el sistema, estos fueron nombrados con respecto a los datos que se ingresaron

antes del procesamiento del proyecto, el nombre de cada carpeta por proyecto comienza con la fecha actual concatenado al nombre del proyecto concatenado al nombre del alumno y concatenado al grupo, y para evitar un posible duplicado será concatenado un número al final en caso de ser necesario. Por último, dentro de los proyectos se contará con las carpetas de imágenes (contiene las imágenes procesadas), una carpeta de videos (en caso de ser tipo video el proceso), las coordenadas seleccionadas para el proceso, las estadísticas generales, las estadísticas por imagen y las gráficas.

La ruta de los archivos será:

- Para un procesamiento de video:
  - C:\(nombre del usuario) \Documentos \SMIM \NombreDelProceso \Fecha+NombreDelProceso+NombreDelAlumno+Grupo y dentro de esta carpeta se encontrarán todas las carpetas antes mencionadas.
- Para un procesamiento de imágenes:
  - C:\(nombre del usuario) \Documentos \SMIM \NombreDelProceso \Fecha+NombreDelProceso+NombreDelAlumno+Grupo y dentro de esta carpeta se encontrarán las carpetas mencionadas.

### e. Construcción.

En la siguiente imagen se muestra la pantalla de Inicio del Sistema:

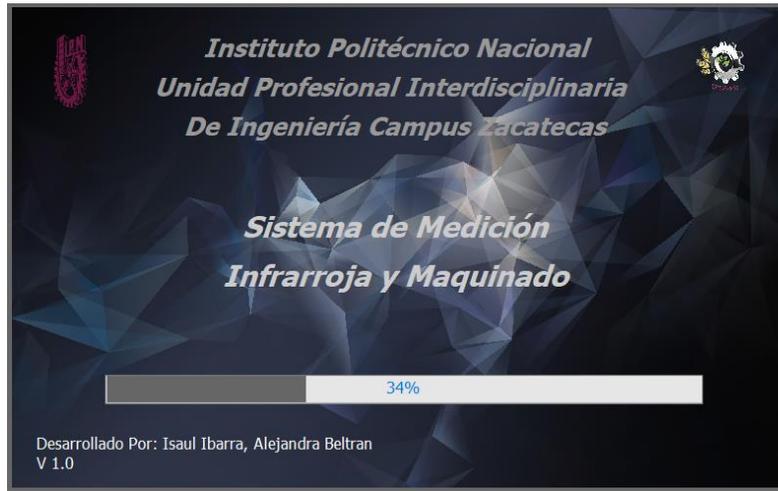


Imagen 53. Construcción: Inicio del Sistema

Una vez cargado el sistema, en la siguiente vista se podrán realizar 4 acciones:

- Ver créditos, que muestra las personas que realizaron el Sistema.
- Abrir Video, que es la opción de procesamiento mediante la selección de un Video.
- Abrir Imagen, que es la opción de procesamiento mediante la selección de Imágenes.
- Salir, que es la opción para cerrar el sistema.

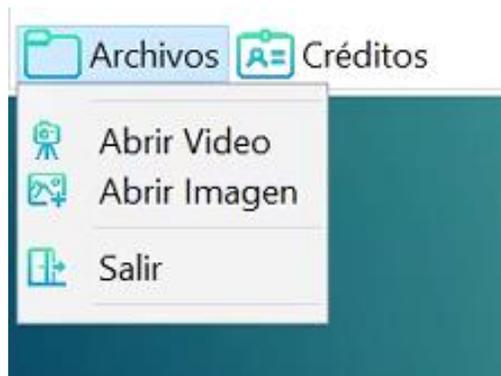


Imagen 54. Construcción: Opciones del Sistema SMIM-PC

La selección de créditos y salir realizan lo que su nombre dice, sin embargo, las otras dos selecciones son lo importante del Sistema. La diferencia entre realizar el proceso de una imagen y el proceso de un video es; después de seleccionar las imágenes para hacer el proceso (máximo 30 – mínimo 5) se seleccionan los puntos de interés y posteriormente se presentan los resultados, pero si se selecciona el proceso por video, éste debe primero generar las

imágenes dependiendo del tiempo que se seleccione, posteriormente se seleccionan los puntos de interés y finalmente se presentan los resultados.

En las siguientes imágenes se muestran las vistas principales de cada opción:

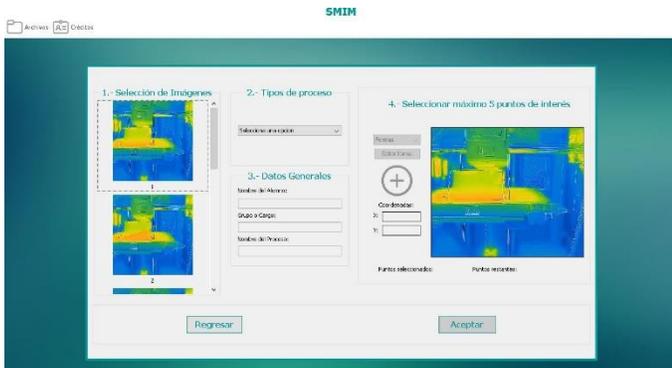


Imagen 56. Construcción: Vista Principal Abrir Imagen

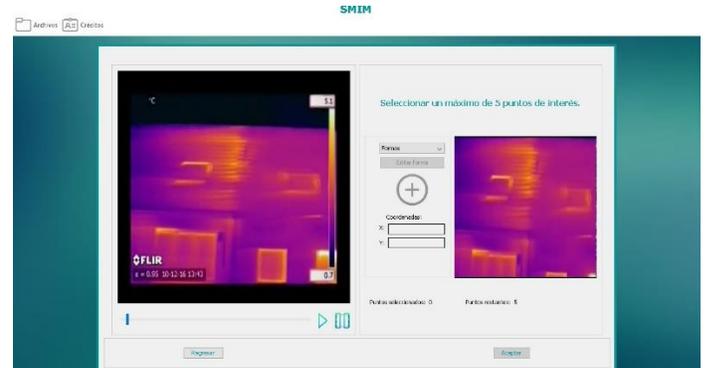


Imagen 55. Construcción: Vista Principal Abrir Video

Posteriormente al ingresar los datos necesarios y continuar con el proceso el resultado del Sistema arroja las gráficas de resultados del proceso:

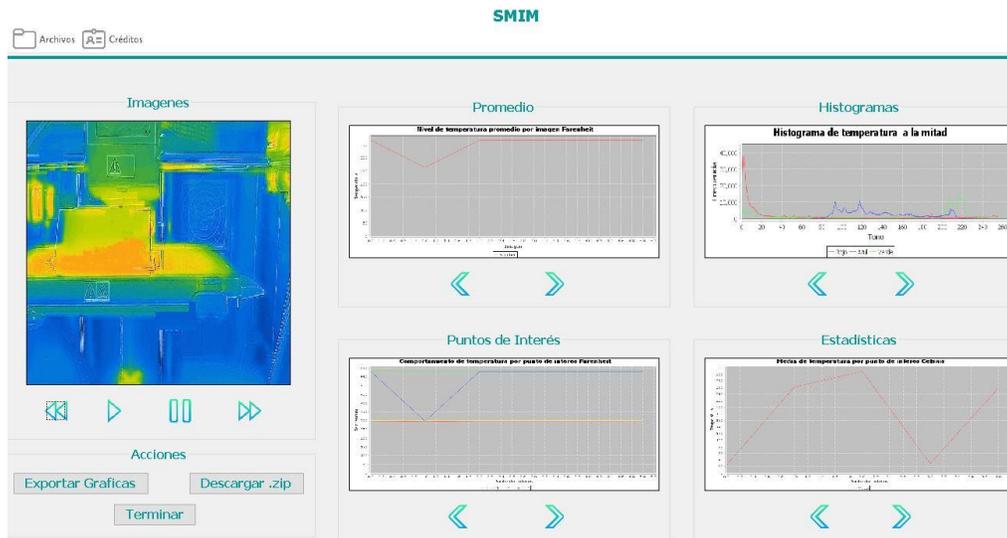


Imagen 57. Construcción: Ejemplo de resultados al final de un proceso

Por último, como opción se puede guardar todo lo realizado al proyecto y esta carpeta contendría:

- Carpeta de imágenes. - Imágenes seleccionadas al inicio del proceso u obtenidas del procesamiento del video.
- Videos. - En caso de que se halla procesado un video, aquí se encuentra el video original y el video reducido de tamaño.

- Coordenadas. – Son las coordenadas que fueron seleccionadas durante el proceso.
- Estadísticas. – Son las estadísticas obtenidas sobre las imágenes.
- EstadísticaXimagen. – Aquí se tienen las estadísticas obtenidas, pero por cada imagen de todo el proceso realizado.
- Gráficas. – Son todas las gráficas obtenidas del proceso.
- Txt. - Es la temperatura por imagen y por coordenada sobre las imágenes.

Como muestra la siguiente imagen, sería la dirección en que se guardaría el proyecto, pero dentro del tipo de proceso seleccionado:

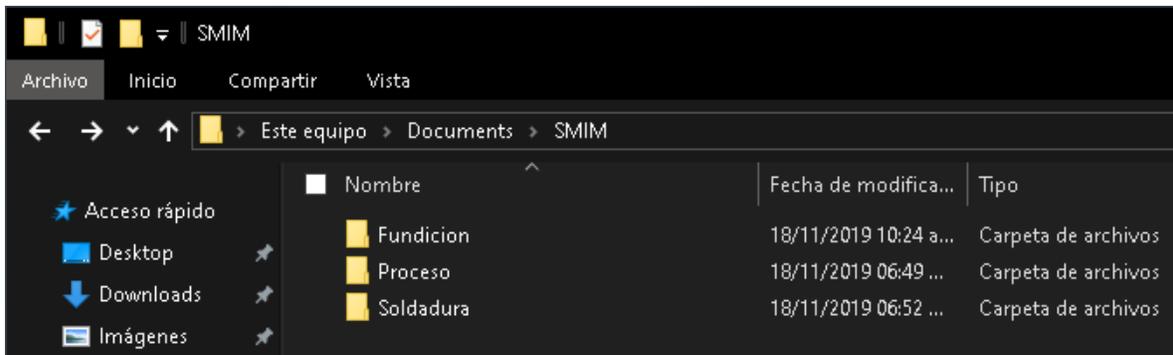


Imagen 58. Construcción: Orden Carpetas SMIM

En la siguiente imagen se muestra la Vista principal del Sistema SMIM-Web:

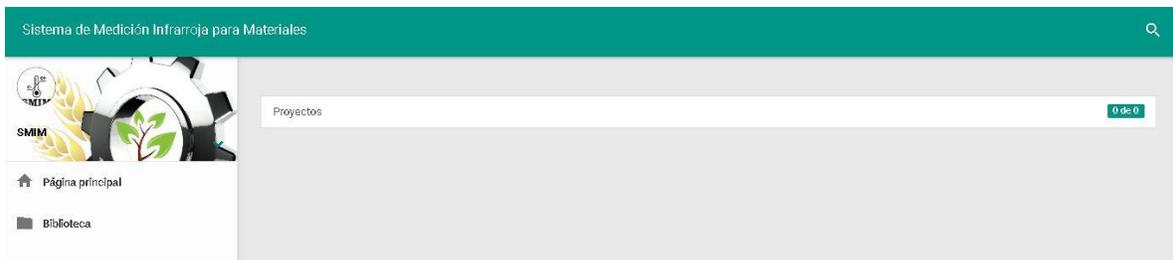


Imagen 59. Construcción: Vista Principal SMIM-Web

#### f. Seguimiento al plan de pruebas.

Esta sección integra el resultado de las pruebas unitarias sobre los componentes y productos de la solución tecnológica construidos, se especifica si tuvieron éxito o si se encontraron defectos.

Tabla 11. Pruebas

Prueba				
Componente/Producto	Caso de prueba	Resultado	Seguimiento	Conclusión
VC1 Elección del medio	PP_01	Exitoso	Ver información detallada del	Ver información detallada de las
CC1 Obtención del medio	PP_01	Exitoso		

VC2 Selección punto de Interés	PP_02	Exitoso	seguimiento en el apartado siguiente.	conclusiones en el apartado siguiente.
CC2 Controlador del procesamiento	PP_02	Exitoso		
VC3 Muestra de imágenes obtenidas	PP_03	Exitoso		
VC4 Muestra de resultados y gráficas	PP_03	Exitoso		
CC3 Cómputo de resultados	PP_03	Exitoso		
MC2 Almacenamiento Imágenes/Video	PP_03	Exitoso		

### Seguimiento

- VC1
  - Se muestra imágenes cuando solo se debería mostrar videos (Fallo).
  - Se muestra videos e imágenes cuando solo se debería mostrar videos (Fallo).
  - No permite seleccionar múltiples imágenes o carpeta cuando se selecciona la selección del medio Imágenes (Fallo).
- VC2
  - No dibuja la forma seleccionada, se selecciona el dibujo circular y dibuja un rombo (Fallo).
  - Al momento de cambiar las propiedades de la forma estas no se aplican o se corta las figuras dibujadas con anterioridad(Fallo).
  - En la visualización del video, el objeto de tipo *MediaPlayer* no permite una nueva instancia en la reproducción del video, no se puede reproducir el video(Fallo).
- MC2
  - No guarda las imágenes procesadas del video en la ruta especificada (Documentos/SMIM/<proceso>/imágenes/ (Fallo).
  - No copia el video original seleccionado a la ruta especificada (Documentos/SMIM/<proceso>/ (Fallo).
- CC3
  - Se queda “congelado” (detenido) todo el sistema junto con la computada anfitriona donde sé que este ejecutando el sistema, no responde y se tiene que apagar la computadora (Fallo).

## Conclusión

- VC1
  - La propiedad del filtro del selector de archivos no estaba declarada correctamente, lo que causaba un bug al seleccionar los archivos.
- VC2
  - La función Paint del paquete Graphics2D al ser sobrescrita con la etiqueta override, causaba conflicto con las declaraciones de las formas, tamaños y color seleccionado de la edición de formas, por lo cual el contenido del planteamiento en Paint paso a PaintComponent del mismo paquete.
  - Forzar el cierre de la instancia que contiene el *Media Player* utilizando la línea de código: *Platform.setImplicitExit(false);*
- MC2
  - La construcción de la ruta destino y ruta origen no estaban correctamente declaradas, lo que causaba que se buscara el archivo de video en una localización errónea y la ruta final no se había creado por lo cual no se tenía el destino para colocar el archivo.
  - Se corrigen las variables que contenían la información para la creación de las rutas.
- CC3
  - Se inicia una depuración de código línea por línea, limpiando variables no esenciales que se pueden suprimir ya que resultan ser un peso para la ejecución del proceso de computo de resultados.

Léase documento completo en **Apéndice 6**.

Ahora se muestra a continuación evidencia de las muestras realizadas en los laboratorios de pesados para la obtención de datos necesarios y así crear la **propia escala** (Apéndice 10):

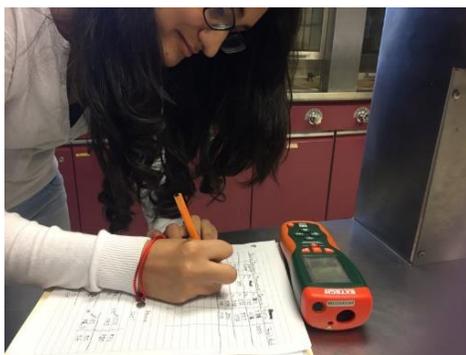


Imagen 60. Toma de datos en Laboratorio de Pesados



Imagen 61. Toma de temperatura con un termo



*Imagen 62. Toma de temperatura con un termo*



*Imagen 63. Toma de datos con la cámara termográfica elegida*

Éstas fueron algunas de las tomas/pruebas que se realizaron para poder tener una visión más completa de lo que serían las temperaturas que se manejan en la Unidad. Una mejor explicación de cómo fue la toma de datos se encuentra en el Apéndice 10.

#### **g. Entrega o liberación.**

Para la entrega del Sistema SMIM-PC, se realizó una junta con el Cliente (Apéndice 5, junta 14) en la cual se mostró la ejecución del Sistema, al mismo tiempo que la ejecución del Sistema SMIM-Web, por lo que estos fueron aceptados y aprobados para su presentación.

## Conclusiones y recomendaciones.

Muchas veces se llega a disminuir el esfuerzo de trabajo o tiempo que se piensa realizar en un Sistema, se piensa más en llegar a la parte de programación que completar correctamente la parte de diseño, éste fue el error que se cometió en el proyecto, ya que el diseño del plan de proyecto que se tenía contemplado en un inicio se cambió por completo en la fase de implementación, modificando las demás fechas y actividades, provocando un impacto de retraso en la realización de las mismas:

- La acción para solucionarlo inmediatamente fue el aumento de horas por actividad y el trabajo en días inhábiles para lograr completarlas.
- La acción preventiva es el dedicar más tiempo a la fase de diseño antes de que ocurra la implementación.

La falta de análisis más a fondo y el tomar poco tiempo para el análisis del diseño del sistema provocó un problema de re-trabajo, aumentando el tiempo por actividad y haciendo movimiento en todas las demás, por lo que se tuvieron que replantear las actividades:

- La acción para solucionarlo inmediatamente fue realizar un rediseño de actividades, las respectivas listas y un diagrama para mejor visualización.
- La acción preventiva es dedicar más tiempo al análisis y al diseño de un sistema, al igual que especificar con más detenimiento la toma de requerimientos.

Los problemas que se encontraron fueron solventados con éxito, dándonos un aprendizaje de los mismos, de intentar no repetirlos en planes o proyectos futuros, igualmente la experiencia para que se tomen más en cuenta todas las actividades, teniendo una mejor noción de las cosas y dimensionando lo que podría pasar.

Las ventajas del sistema son:

- Propia escala de colores (Paleta arcoíris).
- Calcula de 24.2 a 363.7 °C.
- Calcula la temperatura usando la paleta arcoíris.
- Puede analizar imágenes en formato .jpg, .png, .jpeg, como videos en formato mp4, .3gp, .avi.

Las desventajas del sistema son:

- Solo se puede calcular la temperatura de una paleta de colores.
- No se calculan las temperaturas fuera del rango de 24.2 a 363.7 °C.
- No realiza el proceso en tiempo real.
- Al usar el *MediaPlayer* para reproducción de videos, no cuenta con compatibilidad universal para reproducción de todos los formatos de video.

Propuesta de mejoras:

- Se pueda realizar una comparación entre 2 o más videos.
- Se utilice otra paleta de colores.
- Se puedan comparar imágenes entre dos proyectos.
- Realizar el proceso en tiempo real.
- Realizar la misma operación de procesamiento de SMIM-PC a SMIM-Web.
- Editar las imágenes a diferentes paletas de colores.
- Ampliar los rangos de temperatura que se tienen.
- Mejorar el look and feel del Sistema SMIM-PC.
- Combinar figuras al momento de seleccionar los puntos de interés para tener más libertad al realizar el cómputo de temperatura para el usuario.

## Bibliografía.

- [1] Workswell. (2017). *Software análisis de datos/ de análisis térmico/ de edición/ para dron*. Enero 30, 2019, de Workswell Sitio web: <https://www.workswell-thermal-camera.com/workswell-thermoformat>
- [2] Workswell. (2017). *Workswell CorePlayer*. Enero 30, 2019, de Workswell Sitio web: <https://www.workswell-thermal-camera.com/workswellcoreplayer/>
- [3] JM Industrial. (2018). *Field Chart - Monitoreo de controles de temperatura*. Enero 31, 2019, de JM Industrial Sitio web: <https://www.jmi.com.mx/software-monitoreo-fieldchart.html>
- [4] Reliance Foundry. (2017). *¿Qué es una fundidora?*. Febrero 20, 2019, de Reliance Foundry Sitio web: <https://www.reliance-foundry.com/blog/que-es-una-fundidora-es#gref>
- [5] QuimiNet. (2011). *Principales ventajas de las cámaras infrarrojas*. Febrero 5, 2019, de QuimiNet Sitio web: <https://www.quiminet.com/articulos/principales-ventajas-de-las-camaras-infrarrojas-54834.htm>
- [6] EcuRed. (2016). *Cámara infrarroja*. Febrero 4, 2019, de EcuRed Sitio web: [https://www.ecured.cu/C%C3%A1mara\\_infrarroja](https://www.ecured.cu/C%C3%A1mara_infrarroja)
- [7] EcuRed. (2015). *Longitud de onda*. Febrero 6, 2019, de EcuRed Sitio web: [https://www.ecured.cu/Longitud\\_de\\_onda](https://www.ecured.cu/Longitud_de_onda)
- [8] Tomé, C. (2016). *El espectro electromagnético*. Enero 26, 2019, de cultura científica Sitio web: <https://culturacientifica.com/2016/08/16/el-espectro-electromagnetico/>
- [9] EcuRed. (2013). *Hertz*. Febrero 5, 2019, de EcuRed Sitio web: <https://www.ecured.cu/Hertz>
- [10] Smartick. (2015). *Medidas de longitud. Múltiplos y submúltiplos*. Febrero 5, 2019, de Smartick Sitio web: <https://www.smartick.es/blog/matematicas/recursos-didacticos/medidas-de-longitud/>
- [11] Fernández, L. , & Coronado, G.. (2004). *Conversión de Unidades*. Enero 26, 2019, de Fisica Lab Sitio web: <https://www.fisicalab.com/apartado/conversion-de-unidades#contenidos>
- [12] Daou, D. , & Perez, L.. (2001). *¿Qué es el Infrarrojo?*. Enero 24, 2019, de California Institute of Technology Sitio web: [http://legacy.spitzer.caltech.edu/espanol/edu/learn\\_ir/](http://legacy.spitzer.caltech.edu/espanol/edu/learn_ir/)
- [13] FLIR. (2018). *¿Con o sin refrigeración?*. Enero 26, 2019, de FLIR Systems, Inc. Sitio web: <https://www.flir.com/es/discover/rd-science/cooled-or-uncooled/>
- [14] LACOMET. (2002). *Mediciones de temperatura*. Febrero 7, 2019, de Laboratorio Costarricense de Metrología Sitio web:

<https://www.lacomet.go.cr/index.php/temperatura/mediciones-de-temperatura>

- [15] How To Study.. (2001). *Escalas de Temperatura*. Febrero 7, 2019, de How To Study Sitio web: <https://www.how-to-study.com/metodos-de-estudio/escalas-de-temperatura.asp>
- [16] Tecnologia & Informatica. (2018). *¿Qué son los pixeles? El pixelado*. Pixel Art. Enero 31, 2019, de Tecnologia & Informatica Sitio web: <https://tecnologia-informatica.com/que-son-pixeles-pixelado-pixel-art/>
- [17] Domínguez, A.. (1996). *Procesamiento digital de imágenes*. Enero 31, 2019, de Universidad Nacional Autónoma de México Sitio web: <https://www.redalyc.org/html/132/13207206/>
- [18] Alvarez, M.. (2001). *Qué es la programacion orientada a objetos*. Febrero 4, 2019, de Desarrollo Web Sitio web: <https://desarrolloweb.com/articulos/499.php>
- [19] JAVA. (2019). *¿Qué es la tecnología Java y para qué la necesito?*. Marzo 05, 2019, de JAVA Sitio web: [https://www.java.com/es/download/faq/whatis\\_java.xml](https://www.java.com/es/download/faq/whatis_java.xml)
- [20] Reina, E.. (enero 15, 2015). *Sensores de Temperatura*. Febrero 6, 2015, de Prezi Sitio web: <https://prezi.com/t7gicr1vllw/sensores-de-temperatura/>
- [21] FLIR. (2019). FLIR A615. Marzo 5, 2019, de FLIR Sitio web: <https://prod.flir.com.mx/products/a615/>
- [22] Cendejas, J.. (mayo 8, 2014). *Modelos y metodologías para el desarrollo de software*. febrero 23, 2019, de Enciclopedia Virtual Sitio web: <http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2014/jlcv/software.htm>
- [23] ILOVEPDF.COM. (marzo 4, 2012). *Metodologías y procesos de análisis de software*. Febrero 23, 2019, de UNAM Sitio web: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/175/A5%20Cap%C3%ADtulo%202.pdf?sequence=5>
- [24] Herrera, M.. (marzo, 2009). *Ingeniería del Software: Metodologías y Ciclos de Vida*. mayo 13, 2019, de Academia.edu Sitio web: [https://www.academia.edu/9795641/INGENIER%C3%8DA\\_DEL\\_SOFTWARE\\_METODOLOG%C3%8DAS\\_Y\\_CICLOS\\_DE\\_VIDA\\_Laboratorio\\_Nacional\\_de\\_Calidad\\_del\\_Software](https://www.academia.edu/9795641/INGENIER%C3%8DA_DEL_SOFTWARE_METODOLOG%C3%8DAS_Y_CICLOS_DE_VIDA_Laboratorio_Nacional_de_Calidad_del_Software)

# Apéndices.

## Apéndice 1: Documento SRS – Corregido

### Primer documento SRS

	<b>ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS</b>	Hoja:	1 de 3
		Fecha de elaboración:	29/01/2019
		Proyecto:	Medición y Análisis de las temperaturas para Proceso de Manufactura

## **ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS**

ISO/IEC 29110-4-1:2011

Versión 1.0

	<b>ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS</b>	Hoja:	2 de 3
		Fecha de elaboración:	29/01/2019
		Proyecto:	Medición y Análisis de las temperaturas para Proceso de Manufactura

## Especificación de requisitos

### 1. Introducción

Al realizar distintos procesos de manufactura es necesario tener una medición de las temperaturas, sin embargo, estas pueden llegar a ser difíciles de medir provocando que los sensores no calculen los puntos donde se desea saber la temperatura o concentración de calor del proceso (puntos de interés).

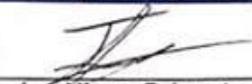
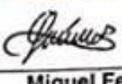
La solución sería por medio de un software se pueden procesar y analizar distintas imágenes para la medición de temperatura durante los procesos de manufactura, pudiendo especificar los puntos de interés.

Características	Descripción	Estado
Funcionalidad	Es el correcto funcionamiento del programa, que cumplen con las características especificadas.	
Interfaz de usuario	La interacción que tendrá un usuario con el programa.	
Hardware	Elemento complementario del software.	
Confiabilidad	Seguridad del software a prueba de errores que podrían ocurrir en el momento de su uso.	
Eficiencia	Capacidad de la realización del proyecto para lograr todo lo especificado, optimizando los recursos que se brindan.	
Portabilidad del hardware	El hardware será fácil de mover y posicionar para la obtención de datos para procesar.	
Limitaciones/Restricciones de diseño y construcción	Solo contendrá los requisitos especificados, no se podrá agregar o eliminar hasta después de su término.	
Amigable	Su interacción con el usuario será de fácil uso.	

### 2. Descripción de requisitos

ID del requisito	Descripción
ID01	Generar una interfaz capaz en la que el usuario seleccione cinco puntos de interés sobre un medio termográfico para analizarlo.
ID02	Graficar cada punto de interés seleccionado para la medición de la temperatura del proceso.
ID03	Brindar la opción al usuario de guardar localmente las imágenes analizadas.
ID04	Exportar gráficas y tablas de la temperatura por punto de interés seleccionado, mostrando los resultados en unidades de °C o °F.
ID05	Construir una interfaz amigable para el usuario.

	<b>ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS</b>	Hoja: 3 de 3
		Fecha de elaboración: 29/01/2019
		Proyecto: Medición y Análisis de las temperaturas para Proceso de Manufactura

Elaboración: (Proceso)	Elaboración: (Proceso)	VO: BO. (Proceso):	Autorización: (Cliente)
	<i>O. Alejandra</i>		
Isaul Ibarra Belmonte	Olga Alejandra Beltran Silva	Umánel Azazael Hernández González	Miguel Fernando Delgado Pámanes
Fecha: 15-02-19	Fecha: 15/02/19	Fecha: 15/02/19	Fecha: 15/02/2019

# SRS - Corregido

	<b>ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS</b>		Hoja:	1 de 3
			Fecha de elaboración:	26/03/2019
			Proyecto:	Medición y Análisis de las temperaturas para Proceso de Manufactura

## ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS

ISO/IEC 29110-4-1:2011

Versión 1.0

	<b>ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS</b>	Hoja:	2 de 3
		Fecha de elaboración:	26/03/2019
		Proyecto:	Medición y Análisis de las temperaturas para Proceso de Manufactura

### *Especificación de requisitos*

#### **1. Introducción**

Al realizar distintos procesos de manufactura es necesario tener una medición de las temperaturas, sin embargo, estas pueden llegar a ser difíciles de medir provocando que los sensores no realicen un correcto monitoreo en los puntos donde se desea saber la temperatura o concentración de calor del proceso (puntos de interés).

La solución sería por medio de un software donde se pueden procesar y analizar distintas imágenes para la medición de temperatura durante los procesos de manufactura, y así poder especificar los puntos de interés.

<b>Características</b>	<b>Descripción</b>	<b>XEstado</b>
Funcionalidad	Es el correcto funcionamiento del programa, que cumplen con las características especificadas.	
Interfaz de usuario	La interacción que tendrá un usuario con el programa.	
Hardware	Elemento complementario del software.	
Confiablez	Seguridad del software a prueba de errores que podrían ocurrir en el momento de su uso.	
Eficiencia	Capacidad de la realización del proyecto para lograr todo lo especificado, optimizando los recursos que se brindan.	
Portabilidad del hardware	El hardware será fácil de mover y posicionar para la obtención de datos para procesar.	
Limitaciones/Restricciones de diseño y construcción	Solo contendrá los requisitos especificados, no se podrá agregar o eliminar hasta después de su término.	

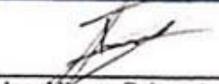
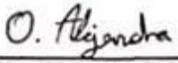
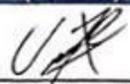
#### **2. Descripción de requisitos**

<b>ID del requisito</b>	<b>Descripción</b>
ID01	Generar una interfaz en la que el usuario pueda ingresar un medio termográfico para posteriormente seleccionar cinco puntos de interés sobre la imagen.
ID02	Graficar cada punto de interés seleccionado para la medición de temperatura

Versión 1.0

	<b>ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS</b>	Hoja:	3 de 3
		Fecha de elaboración:	26/03/2019
		Proyecto:	Medición y Análisis de las temperaturas para Proceso de Manufactura

	del proceso.
ID03	Al finalizar análisis y muestra de las gráficas por punto de interés, mostrar un histograma de colores por cada uno.
ID04	Realizar cálculos estadísticos (Media, Varianza, Moda y desviación estándar) con los datos obtenidos de las temperaturas.
ID05	Brindar la opción al usuario de guardar localmente las gráficas, histogramas, estadísticas e imágenes analizadas.
ID06	Exportar gráficas y tablas de la temperatura por punto de interés seleccionado, mostrando los resultados en unidades de °C o °F.
ID07	Mostrar gráficas lineales de las estadísticas en donde se calcule el Promedio, Moda, Media, Varianza y desviación estándar.

Elaboración: (Proceso)	Elaboración: (Proceso)	VO: BO: (Proceso):	Autorización: (Cliente)
			
Isaul Barra Belmonte	Olga Alejandra Beltran Silva	M. en I. Umanel Azazael Hernández González	Dr. Miguel Fernando Delgado Pámanes
Fecha: 26/03/19	Fecha: 26/03/19	Fecha: 26/03/19	Fecha: 26/03/19

## Apéndice 2: Estándar de codificación

1. Introducción.....	92
2. Nombres de ficheros.....	93
2.1 Extensiones de ficheros.....	93
2.2 Organización de ficheros .....	93
2.2.1 Ficheros fuente java .....	93
2.2.2 Comentarios de comienzo .....	93
2.2.3 Sentencias package e import .....	94
2.2.4 Declaraciones de clases e interfaces.....	94
3. Indentación .....	94
3.1 Longitud de línea.....	94
3.2 Rompiendo líneas.....	94
4. Comentarios.....	95
5. Formato de Comentarios de implementación.....	95
5.1 Comentarios de bloque.....	95
5.2 Comentarios de una línea.....	96
5.3 Comentarios de remolque .....	96
5.4 Comentarios de fin de línea .....	96
6. Comentarios de documentación .....	97
7. Declaraciones.....	97
8. Declaraciones de class e interfaces.....	98
9. Sentencias .....	99
9.1 Simples .....	100
9.2 Compuestas.....	100
9.3 De retorno .....	101
9.4 If, if-else, if else-if else.....	101
9.5 For .....	102
9.6 While.....	102
9.7 Do-while.....	102
9.8 Switch .....	102
9.9 Try-catch .....	103

10. Espacios en blanco.....	103
10.1 Líneas en blanco.....	103
10.2 Espacios en blanco.....	104
11. Convenciones de nombres .....	104
11.1 Paquetes.....	104
11.2 Clases.....	105
11.3 Interfaces .....	105
11.4 Métodos.....	106
11.5 Variables .....	106
11.6 Constantes .....	106
12. CheckList de revisión de código .....	106

## **1. Introducción**

Un estándar de codificación es un paradigma de programación que busca reducir el número de decisiones que el desarrollador tiene que tomar al momento de escribir su código. Esto significa que al momento de codificar el sistema que se planea esto se vuelve más sencillo, ya que los programadores del proyecto seguirán la misma forma y esto facilitará el lograr encontrar errores o el entender el código del compañero de proyecto.

En el siguiente documento se mostrará el estándar de codificación que será utilizado por los alumnos para el proyecto de Medición y análisis de las temperaturas para procesos de manufactura.

## 2. Nombres de ficheros

### 2.1 Extensiones de ficheros

El software Java usa las siguientes extensiones para los ficheros:

Fuente Java	.java
Fuente Bytecode de Java	.class

### 2.2 Organización de ficheros

Un fichero consiste de secciones que deben estar separadas por líneas en blanco y comentarios opcionales que identifican cada sección.

1. Los ficheros de más de 2000 líneas deben ser evitados.

#### 2.2.1 Ficheros fuente java

Cada fichero fuente Java contiene una única clase o interfaz pública. Cuando algunas clases o interfaces privadas están asociadas a una clase pública, pueden ponerse en el mismo fichero que la clase pública. La clase o interfaz pública debe ser la primera clase o interface del fichero.

Los ficheros fuente java tienen la siguiente ordenación:

1. Comentarios de comienzo.
2. Sentencias package e import.
3. Declaraciones de clases e interfaces.

#### 2.2.2 Comentarios de comienzo

Todos los ficheros fuente deberán comenzar con un comentario en el que se lista el nombre de la clase, fecha, y copyright. Por ejemplo:

```
/*
 * Nombre de La clase
 *
 * Fecha
 *
 * Copyright
 */
```

### ***2.2.3 Sentencias package e import***

La primera línea no-comentario de los ficheros fuente Java es la sentencia package. Después de esta, pueden seguir varias sentencias import. Por ejemplo:

```
package java.awt;  
  
import java.awt.peer.CanvasPeer;
```

### ***2.2.4 Declaraciones de clases e interfaces***

Las partes de declaración de una clase o interface deberán ser:

1. Comentario de documentación de la clase o interface.
2. Sentencia class o interface.
3. Comentario de implementación de la clase (solo si es necesario). Este comentario debe contener cualquier información aplicable a toda la clase o interface que no era apropiada para estar en los comentarios de documentación de la clase o interface.
4. Variables de clase. Primero las variables de clase public, después las protected, después las de nivel de paquete, y después las private.
5. Variables de instancia. Primero las public, después las protected, después las de nivel de paquete, y después las private.
6. Constructores.
7. Métodos.

## **3. Indentación**

Es el espacio hacia la derecha para mover una línea de código, puede ser con la barra espaciadora o con la tecla de tabulación, sirve para poder observar de mejor manera un código.

1. Se deben emplear cuatro espacios como unidad de indentación si es con la barra espaciadora, si se necesita más, será el doble de cuatro y así sucesivamente.
2. Se debe emplear una tabulación como unidad de indentación si es con la tecla de tabulación, si se necesita más, será el doble (dos) y así sucesivamente.

### ***3.1 Longitud de línea***

Evitar las líneas de más de 80 caracteres, ya que no son manejadas bien por muchas terminales y herramientas.

### ***3.2 Rompiendo líneas***

Cuando una expresión no entre en la línea:

1. Romperla después de una coma.
2. Romperla antes de un operador.
3. Alinear la nueva línea con el comienzo de la expresión al mismo nivel de la línea anterior.
4. Si lo anterior lleva a un código confuso o a un código que se aglutina en el margen derecho, indentar 8 espacios (o 2 tabulaciones) e su lugar.

Ejemplos:

```
unMetodo(expresionLarga1, expresionLarga2, expresionLarga3,  
          expresionLarga4, expresionLarga5);  
var = unMetodo1(expresionLarga1,  
                unMetodo2(expresionLarga2,  
                          expresionLarga3));  
nombreLargo1 = nombreLargo2 * (nombreLargo3 + nombreLargo4  
                               - nombreLargo5) + 4 * nombreLargo6;
```

## 4. Comentarios

Se pueden tener dos tipos de comentarios: de implementación y de documentación. Los comentarios se deben usar para dar descripciones de código y facilitar información adicional que no es legible en el código mismo. Estos deben contener sólo información que es relevante para la lectura y entendimiento del programa.

El tipo de comentario a usar será el de implementación y solo será utilizado en caso de ser necesario.

## 5. Formato de Comentarios de implementación

Los programas pueden tener cuatro estilos de comentarios de implementación: de bloque, de una línea, de remolque, y de fin de línea.

### 5.1 Comentarios de bloque

Los comentarios de bloque se usan para dar descripciones de ficheros, métodos, estructuras de datos y algoritmos. Los comentarios de bloque se podrán usar al comienzo de cada fichero o antes de cada método. También se pueden usar en otros lugares, tales como el interior de

los métodos. Los comentarios de bloque en el interior de una función o método deben sedimentados al mismo nivel que el código que describen. Por ejemplo:

```
/*  
 * Aquí hay un comentario de bloque.  
*/
```

## 5.2 Comentarios de una línea

Pueden aparecer comentarios cortos de una única línea al nivel del código que siguen. Si un comentario no se puede escribir en una línea, debe seguir el formato de los comentarios de bloque. Un comentario de una sola línea debe ir precedido de una línea en blanco. Por ejemplo:

```
if(condición){  
    /*código de la condición*/  
    ...  
}
```

## 5.3 Comentarios de remolque

Pueden aparecer comentarios muy pequeños en la misma línea que describen, pero deben ser movidos lo suficientemente lejos para separarlos de las sentencias. Si más de un comentario corto aparecen en el mismo trozo de código, deben ser indentados con la misma profundidad. Ejemplo:

```
if (a == 2){  
    return TRUE;           /* caso especial */  
} else {  
    return isPrime(a);    /* caso general */  
}
```

## 5.4 Comentarios de fin de línea

El delimitador de comentario // puede convertir en comentario una línea completa o una parte de una línea. No debe ser usado para hacer comentarios de varias líneas consecutivas; sin

embargo, puede usarse en líneas consecutivas para comentar secciones de código. Por ejemplo:

```
if(foo > 1){
    // Hacer algo.
    ...
}else{
    return false;    // Explicar aqui por qué.
}
```

## 6. Comentarios de documentación

Los comentarios de documentación describen clases Java, interfaces, constructores, métodos y atributos. Cada comentario de documentación se encierra con los delimitadores de comentarios `/**...*/`, con un comentario por clase, interface o miembro (método o atributo). Este comentario debe aparecer justo antes de la declaración:

```
/**
 * La clase Ejemplo ofrece ...
 */
public class Ejemplo { ...
```

## 7. Declaraciones

1. Hacer solo una declaración por línea y no se podrán de diferentes tipos.

Por ejemplo, será correcto:

```
int numero;
int colores[ ];
```

Y será incorrecto:

```
int numero, colores[ ];
```

2. La inicialización de las variables se refiere al valor que se les asignan, para posteriormente poder usarlas. Se deberán inicializar las variables locales donde se declaren.

Por ejemplo, será correcto:

```
int numero = 5;
```

Y será incorrecto:

```
int numero;
```

3. Las declaraciones sólo se deberán poner al inicio de un bloque (cualquier código encerrado con “{” y “}”).

Ejemplo:

```
void MiMetodo () {  
    int numero = 0;  
    if(condición) {  
        int color = 0;  
    }  
}
```

4. Evitar las declaraciones locales que ocultan declaraciones de nivel superior. Por ejemplo:

```
Int cuenta;  
MiMetodo(){  
    If(condicion){  
        Int cuenta = 0;  
    }  
}
```

## 8. Declaraciones de class e interfaces

Se deberán seguir las siguientes reglas:

1. No habrá espacio entre el nombre del método y el paréntesis “(” que abre la lista de parámetros.

2. La llave de apertura “{” debe estar al final de la misma línea de la sentencia de declaración. La llave de cierre “}” empieza en una nueva línea ajustándose a la sentencia de apertura correspondiente, con excepción cuando no existe una sentencia entre ambas. Por ejemplo, con sentencia:

```
class Ejemplo extends Object {
    int ivar1;
    int ivar2;

    Ejemplo(int i, int j) {
        ivar1 = i;
        ivar2 = j;
    }
    ...
}
```

Sin sentencia:

```
class Ejemplo extends Object {
    int ivar1;
    int ivar2;

    int metodoVacio() {}
    ...
}
```

3. Los métodos se deberán separar con un espacio en blanco. Por ejemplo:

```
void MiMetodo extends Object{
    int variable;
    int variable2;
}
```

## 9. Sentencias

Es el orden que se le da al programa para realizar una tarea específica, como: mostrar mensaje en la pantalla, declarar una variable, inicializarla, entre otras.

1. Deben terminar con “;”, ya que separa una sentencia de otra.
2. Se deben poner una debajo de la otra.

## 9.1 Simples

Es cuando se escribe una sentencia por línea. Se deberá contener como mínimo una por línea. Por ejemplo, será correcto:

```
color++;  
color--;
```

Será incorrecto:

```
color++; color--;
```

## 9.2 Compuestas

Son las sentencias que contienen lista de sentencias encerradas entre llaves.

1. Las sentencias encerradas en “{ }” deben estar indentadas un nivel más que la sentencia en la que se encuentran.
2. La llave de apertura debe estar al final de la línea de donde comienza la sentencia compuesta; la llave de cierre debe estar en una nueva línea y estar indentada al mismo nivel que el principio de la sentencia compuesta.
3. Las llaves se usan en todas las sentencias, cuando forman parte de una estructura de control.

Ejemplo:

```
...  
public static void Main(){  
    int numero;  
    if(numero>0){  
        if(numero<10){  
            ...  
        }  
    }  
}  
...
```

### 9.3 De retorno

Se emplea para salir de la secuencia de ejecución, las sentencias de un método y, opcionalmente, devolver un valor. Después de la salida del método se vuelve a la secuencia de ejecución del programa al lugar de llamada de dicho método. Ejemplo:

```
return;  
return color;  
return variable.size();
```

### 9.4 If, if-else, if else-if else

1. Siempre deberán usar llaves “{ }”.

La sentencia if deberá tener la siguiente forma:

```
If(condición){  
    Sentencias;  
}
```

La sentencia if-else deberá tener la siguiente forma:

```
If(condición){  
    Sentencias;  
}  
else{  
    sentencias;  
}
```

La sentencia if else-if else deberá tener la siguiente forma:

```
If(condición){  
    Sentencias;  
}  
else if(condición){  
    sentencias;  
}  
else{  
    Sentencias;  
}
```

## 9.5 For

Es un método para ejecutar un bloque de sentencias un número fijo de veces.

De estar de la siguiente forma:

```
for (inicialización; condición; actualización) {  
    Sentencias;  
}
```

1. Ejecuta el o los estatutos de inicialización.
2. Evalúa la condición, y si es verdadera entra al ciclo.
3. Incremento o decremento los valores de inicialización y regresa a evaluar la condición hasta que resulte falsa.

## 9.6 While

Evalúa la expresión y devuelve un valor booleano (verdadero o falso), si este es verdadero la sentencia ejecuta las instrucciones dentro del bloque y seguirá ejecutando hasta que la expresión evaluada sea falsa. Ejemplo de la forma en que deberá estar escrita:

```
while(condición) {  
    Sentencias;  
}
```

## 9.7 Do-while

Es parecido al while con la diferencia de que se evalúa la expresión al final del bucle, en lugar de al principio, logrando que se ejecuten las instrucciones por lo menos una vez. Ejemplo de la forma que deberá tener:

```
do{  
    sentencias;  
} while(condición);
```

## 9.8 Switch

Esta se encarga de estructurar una selección múltiple, maneja un número finito de posibilidades (casos) en las que podría entrar la expresión que se valora.

1. Cada vez que un caso se proponga deberá contar con la sentencia break.
2. Cada sentencia switch debe incluir un caso por defecto.

Por ejemplo, su forma deberá ser:

```
Switch(){
    Case 1:
        Sentencias;
        break;
    Case 2:
        Sentencias;
        break;
    default:
        Sentencias;
        break;
}
```

### **9.9 Try-catch**

Tratar-Atrapar, se utiliza para manejar fragmentos de código que puedan ser propensos a fallar. Cuando un error se genera normalmente Java detiene el programa, pero con el try-catch lo que se pretende es que el programa siga funcionando, ya que dentro del try deberá ir el código que puede llegar a fallar y si este lo hace se ejecuta enseguida el catch y el programa continua. Su forma deberá ser:

```
try{
    Sentencia(s);
} catch(Exception e){
    Mensaje a imprimir;
} finally{
    Sentencias;
}
```

## **10. Espacios en blanco**

### **10.1 Líneas en blanco**

Las líneas en blanco mejoran la facilidad de lectura separando secciones de código que están lógicamente relacionadas.

Se deberá usar siempre dos líneas en blanco en las siguientes circunstancias:

1. Entre las secciones de un fichero fuente.
2. Entre las definiciones de clases e interfaces.

Se deberá usar siempre una línea en blanco en las siguientes circunstancias:

1. Entre métodos.

2. Entre las variables locales de un método y su primera sentencia.
3. Antes de un comentario.
4. Entre las distintas secciones lógicas de un método para facilitar la lectura.

## 10.2 Espacios en blanco

1. No deberá haber espacio en blanco entre el nombre de un método y su paréntesis de apertura.
2. Debe haber un espacio en blanco entre una palabra clave seguida de un paréntesis.
3. Debe aparecer un espacio en blanco después de cada coma en las listas de argumentos.
4. Todos los operadores binarios excepto "." se deben separar de sus operandos con espacios en blanco. Los espacios en blanco no deben separar los operadores unarios, incremento ("++") y decremento ("--") de sus operandos. Por ejemplo:

```
a += c + d;  
a = (a + b) / (c * d);  
while (d++ == s++){  
    n++;  
}  
printSize("el tamaño es " + foo + "\n");
```

5. Las expresiones en una sentencia for se deben separar con espacios en blanco. Por ejemplo:

```
for (expresion1; expresion2, expresion3)
```

6. Los "Cast"s deben ir seguidos de un espacio en blanco. Por ejemplo:

```
miMetodo((byte) unNumero, (Object) x);  
miMetodo((int) (cp + 5), ((int) (i + 3)) + 1);
```

## 11. Convenciones de nombres

Las convenciones de nombres hacen los programas más entendibles haciéndolos más fácil de leer. También pueden dar información sobre la función de un identificador, por ejemplo, cuando es una constante, un paquete, o una clase, que puede ser útil para entender el código.

### 11.1 Paquetes

El prefijo del nombre de un paquete se escribe siempre con letras ASCII en minúsculas, y debe ser uno de los nombres de dominio de alto nivel, actualmente com, edu, gov, mil, net,

org, o uno de los códigos ingleses de dos letras que identifican cada país como se especifica en el ISO Standard 3166, 1981.

Los subsecuentes componentes del nombre del paquete variarán de acuerdo a las convenciones de nombres internas de cada organización. Dichas convenciones pueden especificar que algunos nombres de los directorios correspondan a divisiones, departamentos, proyectos o máquinas.

Por ejemplo:

```
com.sun.eng  
com.apple.quicktime.v2  
edu.cmu.cs.bovik.cheese
```

### **11.2 Clases**

1. Los nombres deberán ser sustantivos.
2. Cuando son nombres compuestos la primera letra de cada palabra será mayúscula.
3. Los nombres deberán ser simples y descriptivos.
4. Usar palabras completas, evitar acrónimos y abreviaturas.

Por ejemplo:

```
class Cliente;  
class ImagenObtenida;
```

### **11.3 Interfaces**

Los nombres de las interfaces serán de la misma manera que las clases:

1. Los nombres deberán ser sustantivos.
2. Cuando son nombres compuestos la primera letra de cada palabra será mayúscula.
3. Los nombres deberán ser simples y descriptivos.
4. Usar palabras completas, evitar acrónimos y abreviaturas.

Por ejemplo:

```
interface MuestraImagen;  
interface Imagen;
```

## 11.4 Métodos

1. Deberán ser verbos.
2. Cuando sean compuestos, la primera palabra será en minúscula y la segunda en mayúscula.

Por ejemplo:

```
ejecutar();  
ejecutarRegistro();
```

## 11.5 Variables

1. Todas serán escritas en minúscula.
2. Si son compuestas su primera palabra será en minúscula y la segunda mayúscula.
3. No deberán empezar ni usar caracteres.
4. Los nombres deben ser cortos pero entendibles.
5. Se debe evitar nombres de variables con un solo carácter, excepto las variables temporales (Por ejemplo: i, j, k, m, y n).

Ejemplo:

```
int i;  
float miAnchura;
```

## 11.6 Constantes

Los nombres de las constantes serán de la misma manera que las variables:

1. Todas serán escritas en minúscula.
2. Si son compuestas su primera palabra será en minúscula y la segunda mayúscula.
3. No deberán empezar ni usar caracteres.
4. Los nombres deben ser cortos pero entendibles.

Por ejemplo:

```
static final int anchuraMinima = 4;  
static final int anchuraMaxima = 999;
```

## 12. CheckList de revisión de código

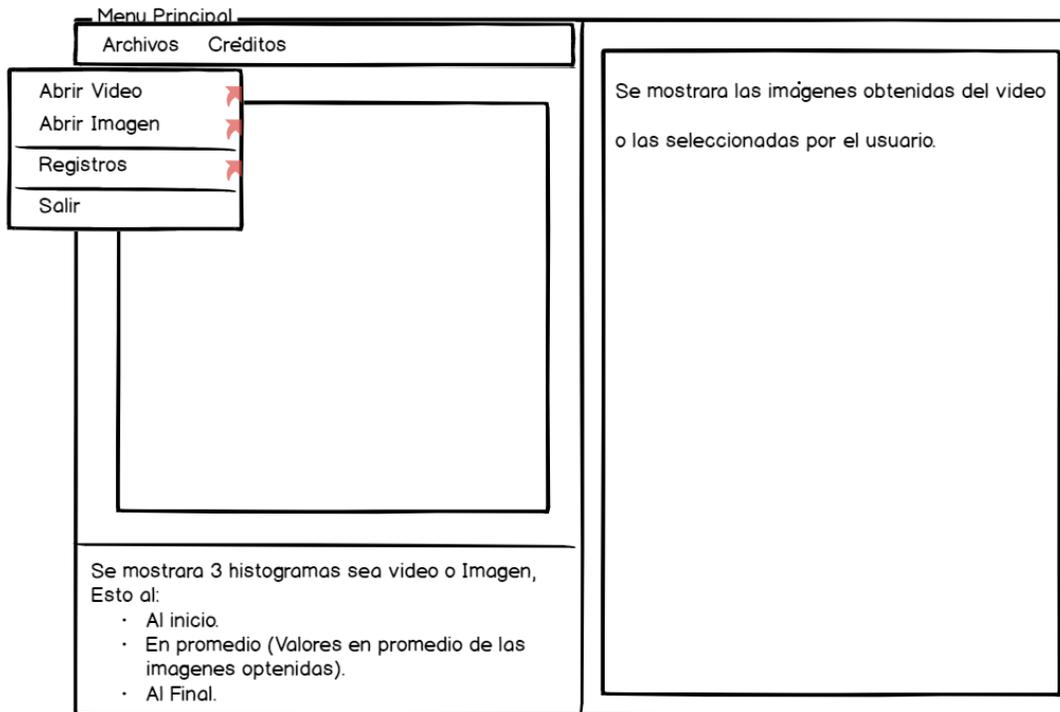
<b>Nombre del componente:</b>			<b>Fecha:</b>	
<b>Autor:</b>			<b>Revisor:</b>	
<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Nota</b>
1	Los ficheros están ordenados por comentarios, sentencias y declaraciones.			
2	El fichero fuente comienza con el comentario en el que lista nombre de la clase, fecha y copyright.			
3	Se encuentra la sentencia package antes que las sentencias import a utilizar.			
4	Utiliza indentación de 4 espacios o tabulador en cada respectiva clase.			
5	Las líneas no exceden de 80 caracteres cada una.			
6	Si se debe romper líneas, se hace con las respectivas características.			
7	Cuenta con comentarios si es necesario.			
8	Solo hay una declaración por línea.			
9	Todas las variables están inicializadas.			
10	La declaraciones están al inicio del bloque o clase.			
11	Todas las clases, métodos, funciones y sentencias cuentan con su llave o paréntesis de apertura y cierre.			
12	No existe espacio entre los métodos y sus paréntesis.			
13	Si las clases, métodos y funciones contienen sentencias, la llave de apertura está en la misma línea de la declaración.			
14	Si las clases, métodos y funciones contienen sentencias, la llave de cierre comienza en una nueva línea a la altura de la sentencia de apertura.			
15	Las sentencias terminan con ;			
16	Solo hay una sentencia por línea.			
17	El código está indentado.			
18	Se utilizan líneas en blanco entre métodos, variables, sentencias, antes y después de un comentario y entre secciones del método.			
19	Se utilizan dos líneas en blanco entre las definiciones de clases e interfaces.			
20	Existen espacios en blanco entre palabras, letras u operandos.			

21	Los nombres de las clases e interfaces son sustantivos, inicia la primera letra en mayúscula, son simples y descriptivos, con palabras completas sin acrónimos ni abreviaturas.			
22	El nombre de los métodos son verbos e utilizan la notación camel.			
23	Los nombres de las variables y constantes están escritas con notación camel, no utilizan caracteres ni un letra con excepción de las variables temporales, y son cortos pero entendibles.			

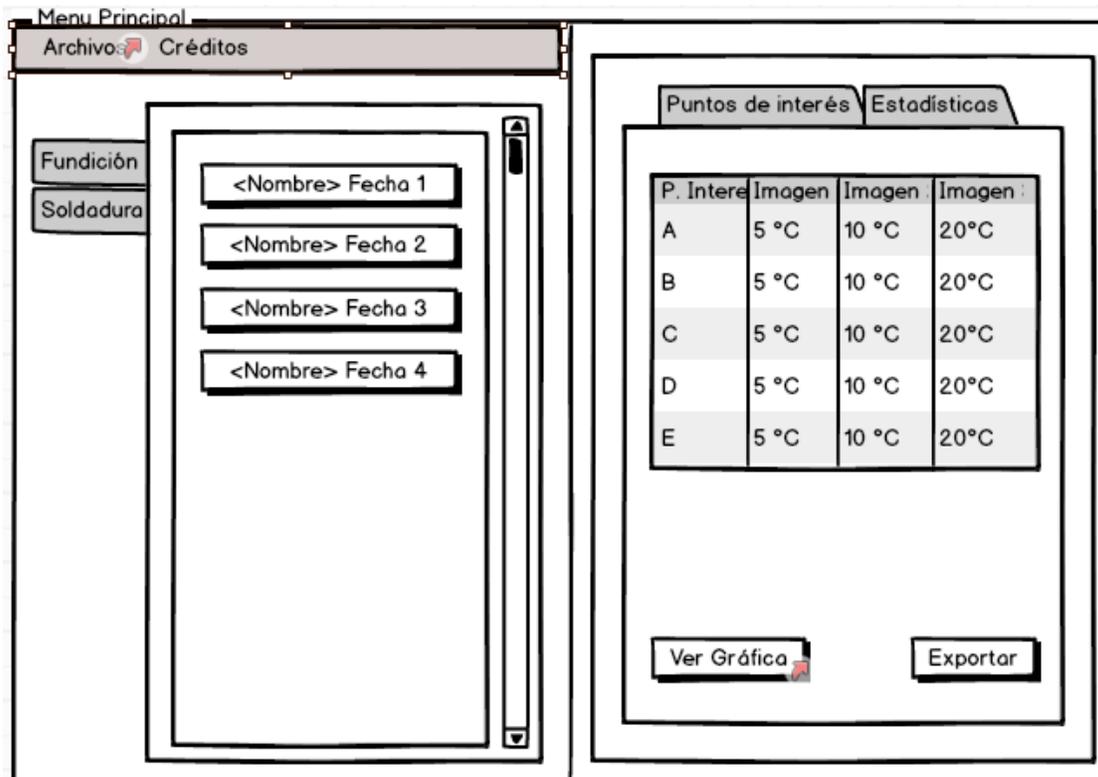
### **13. Bibliografía**

- Nacienceno, C. (2012). *Estándares de Codificación*. Marzo 11, 2019, de El Taller Web Sitio web: <http://blog.eltallerweb.com/estandares-de-codificacion/>
- edu4Java. (2018). *Instrucción while o sentencia while*. abril 1, 2019, de edu4Java Sitio web: <http://www.edu4java.com/es/progbasica/progbasica8.html>
- Padilla, S. (2010). *Sentencia for*. abril 1, 2019, de Programación fusa Sitio web: <https://programacionfusa.wordpress.com/contenido/sentencia-for/>
- García, A. (2000). *Los elementos del lenguaje Java*. abril 1, 2019, de sc.ehu Sitio web: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cursoJava/fundamentos/introduccion/primero.htm>
- Garro, A. (2014). *Capítulo 8 Sentencia return y métodos*. abril 1, 2019, de arkaitzgarro Sitio web: <https://www.arkaitzgarro.com/java/capitulo-8.html>
- López, N. (2017). *Estándares de codificación Java*. abril 1, 2019, de DOCPLAYER Sitio web: <https://docplayer.es/17132201-Estandares-de-codificacion-java.html>
- Wikibooks. (2017). *Programación en Java/Sentencia switch*. abril 1, 2019, de Wikibooks Sitio web: [https://es.wikibooks.org/wiki/Programaci%C3%B3n\\_en\\_Java/Sentencia\\_switch](https://es.wikibooks.org/wiki/Programaci%C3%B3n_en_Java/Sentencia_switch)
- Minaya, D. (2018). *¿Para que sirve el try y catch? en java*. abril 1, 2019, de stackoverflow Sitio web: <https://es.stackoverflow.com/questions/96278/para-que-sirve-el-try-y-catch-en-java>
- Ozzan, S. (2015). *¿Qué es idantar?*. abril 1, 2019, de codecademy Sitio web: [https://www.codecademy.com/en/forum\\_questions/54e3fcc5d3292fdf8e0017d5](https://www.codecademy.com/en/forum_questions/54e3fcc5d3292fdf8e0017d5)
- Molpeceres, A. (2001). *Convenciones de Código para el lenguaje de programación*. abril 1, 2019, de Universidad de Murcia Sitio web: <https://www.um.es/docencia/vjimenez/ficheros/practicas/ConvencionesCodigoJava.pdf>

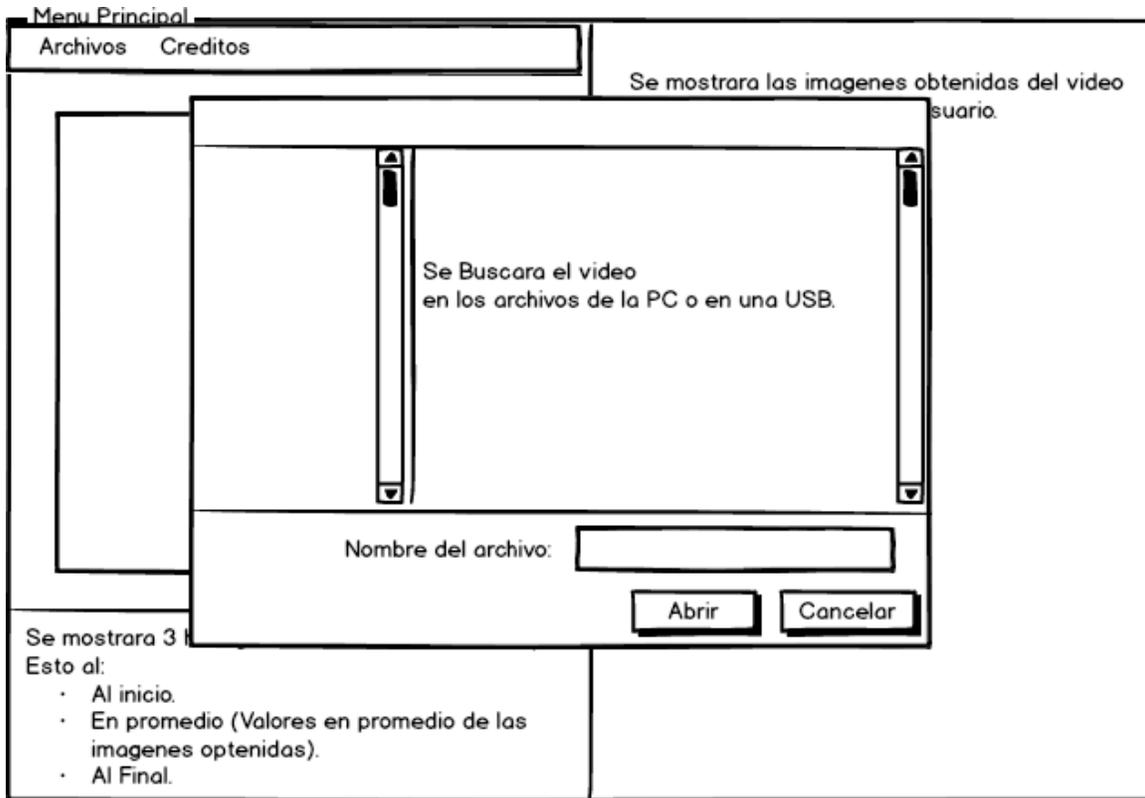
## Apéndice 3: Prototipos pantalla del sistema.



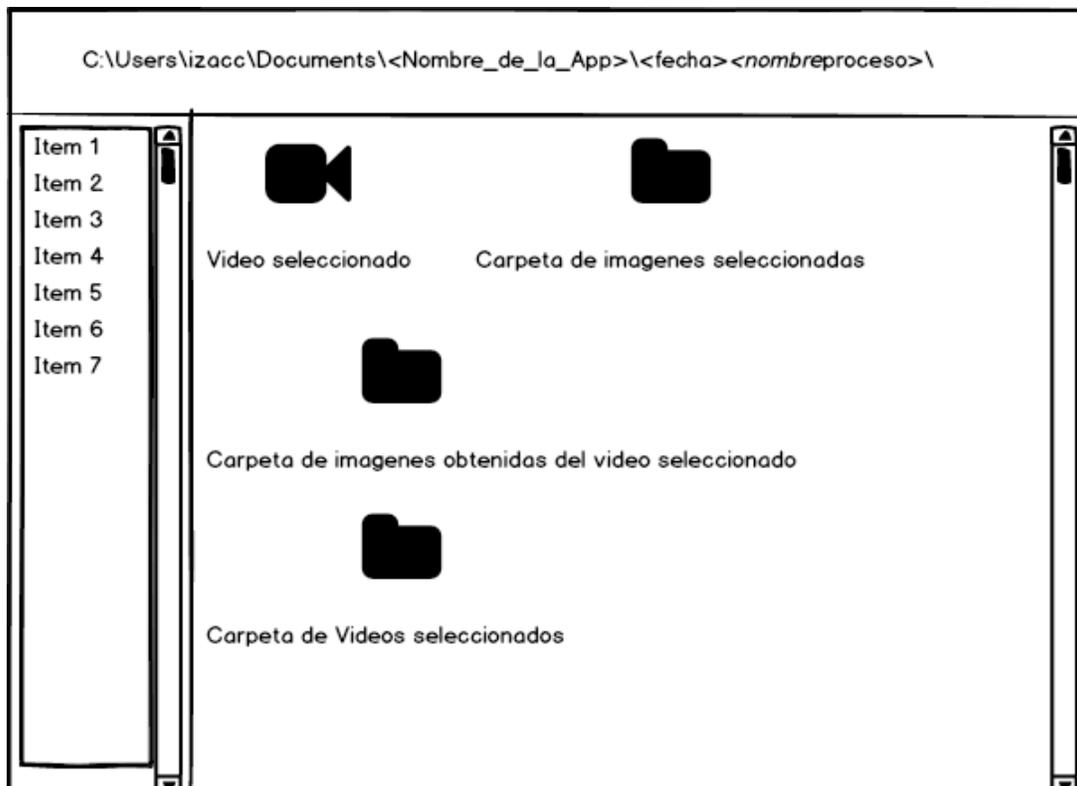
Prototipo 1. Principal



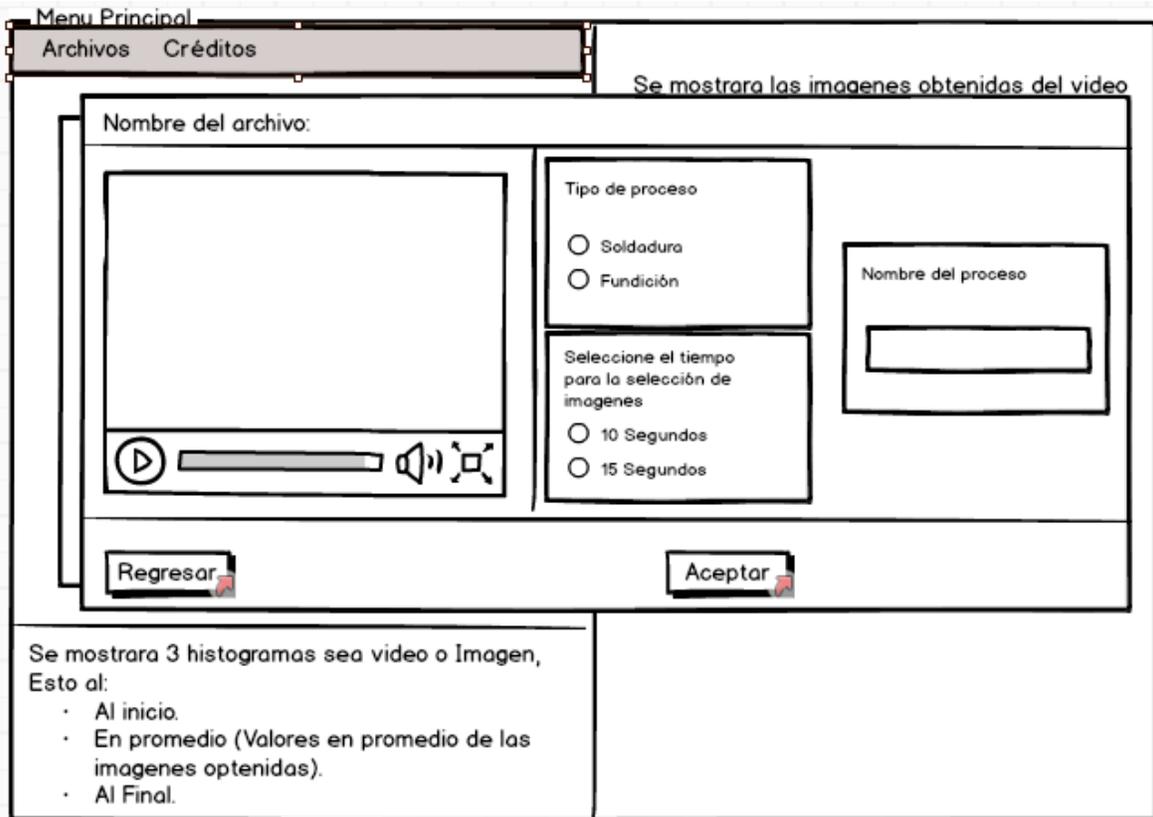
Prototipo 2. Registros



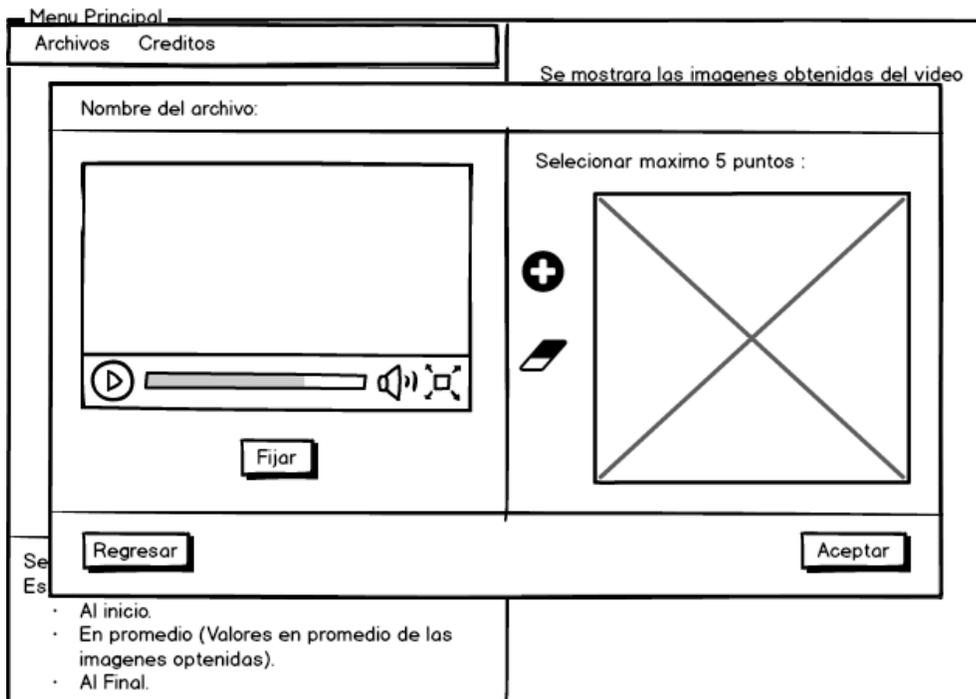
Prototipo 4. Abrir Video



Prototipo 3. Guardar Documentos



Prototipo 6. Selección Tiempo



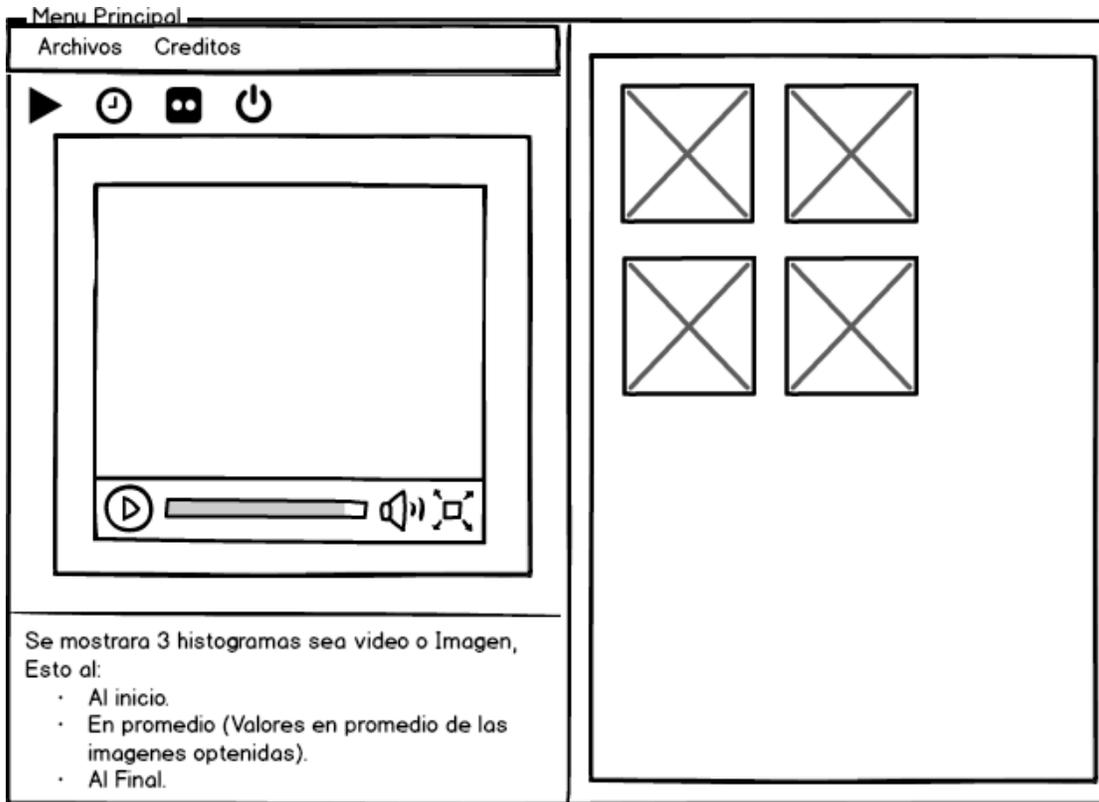
Primer apartado:

Fija la imagen como guia para el posicionamiento de los puntos de interes.

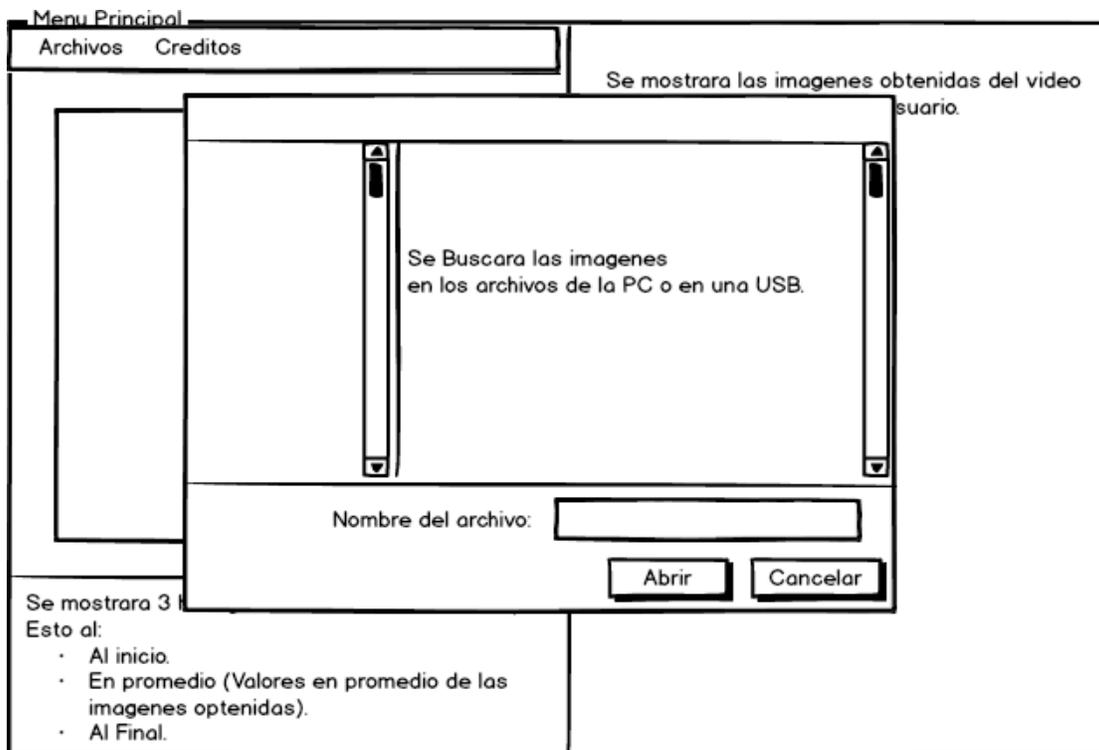
Segundo apartado:

Selecciona los puntos en la imagen fijada.

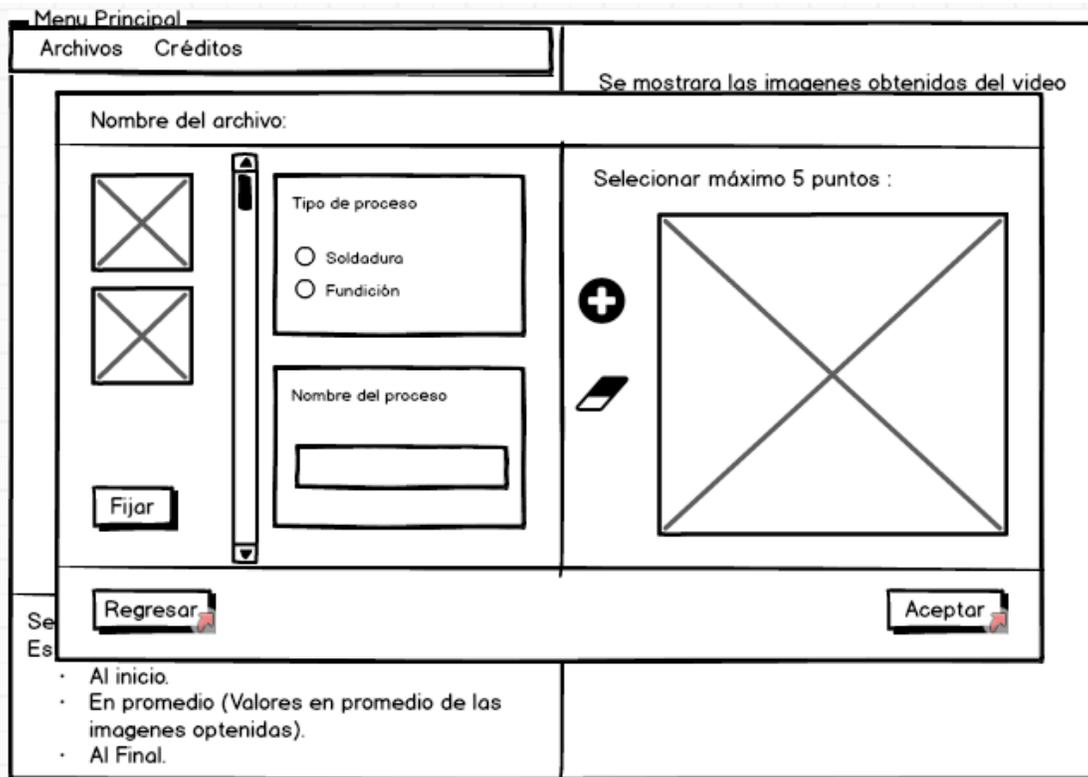
Prototipo 5. Selección Puntos de Interés



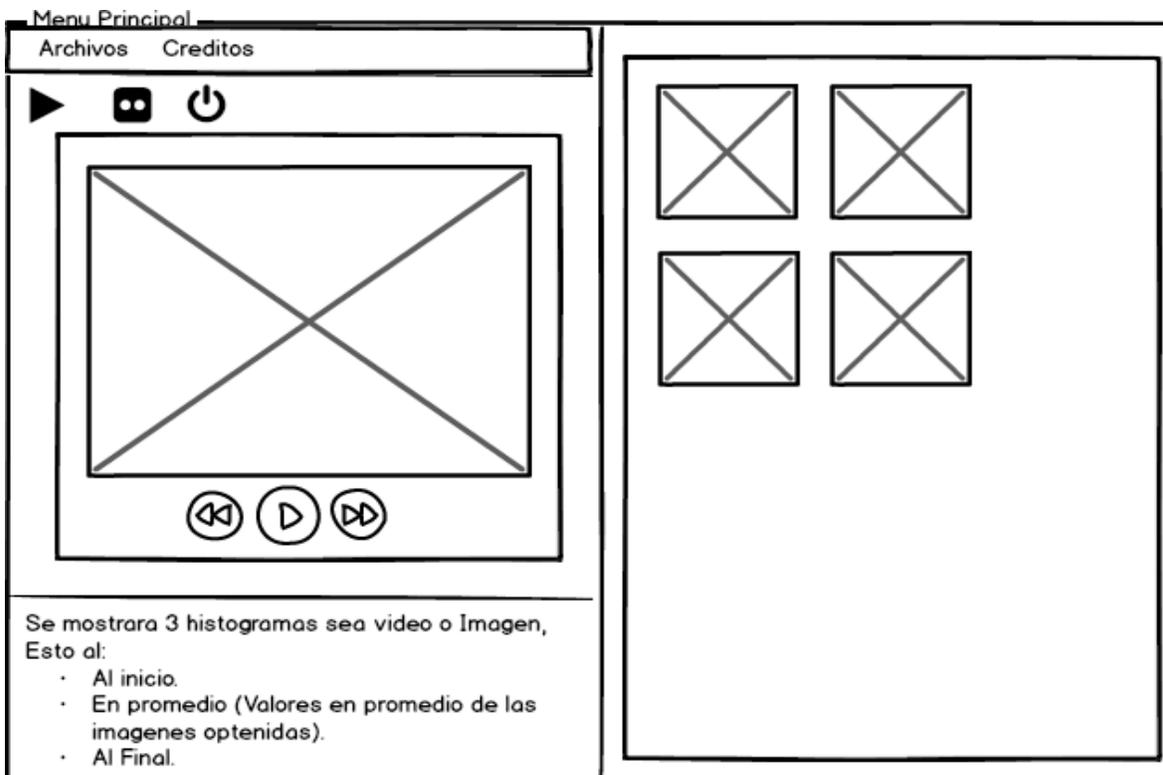
Prototipo 8. Análisis Video



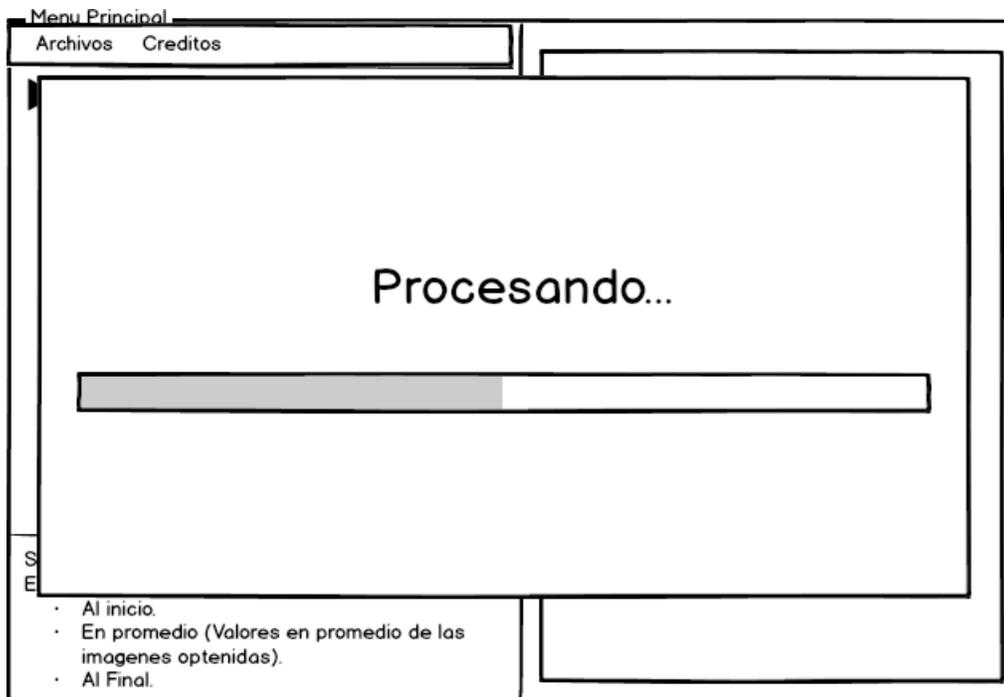
Prototipo 7. Abrir Imagen



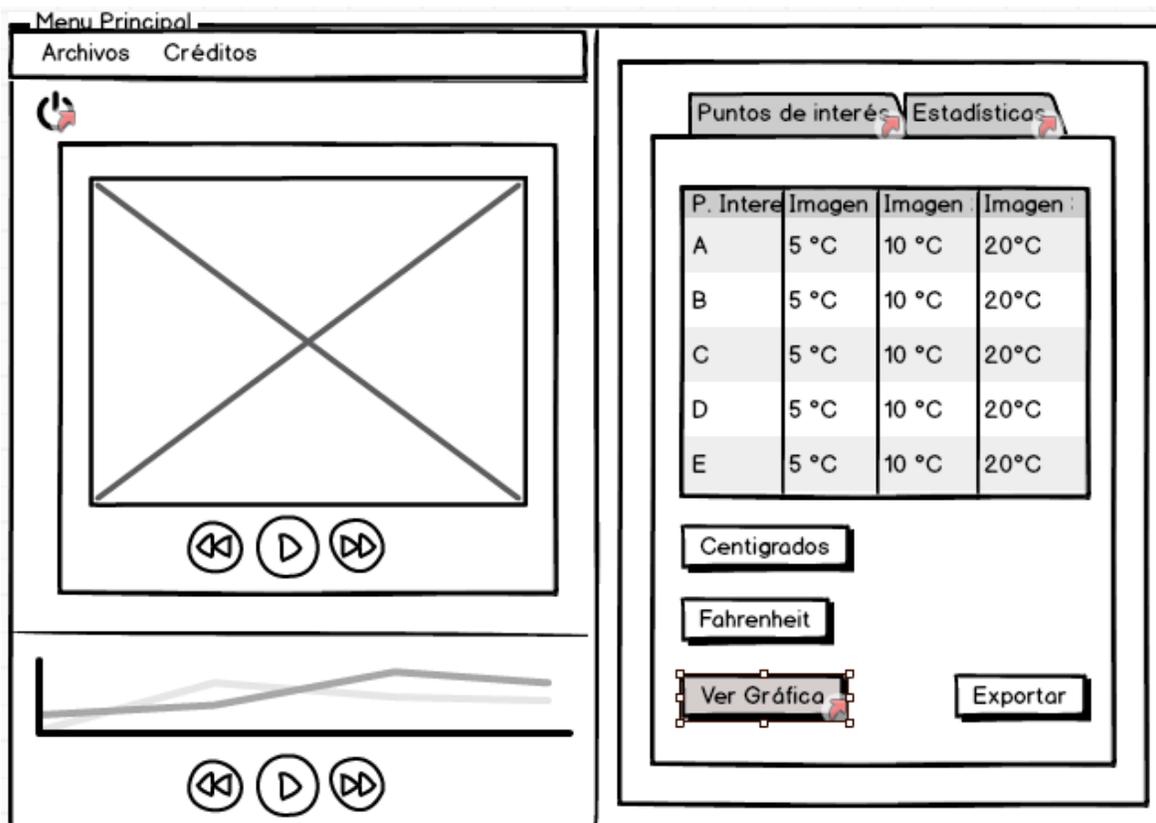
Prototipo 10. Selección de Puntos Interés Imagen



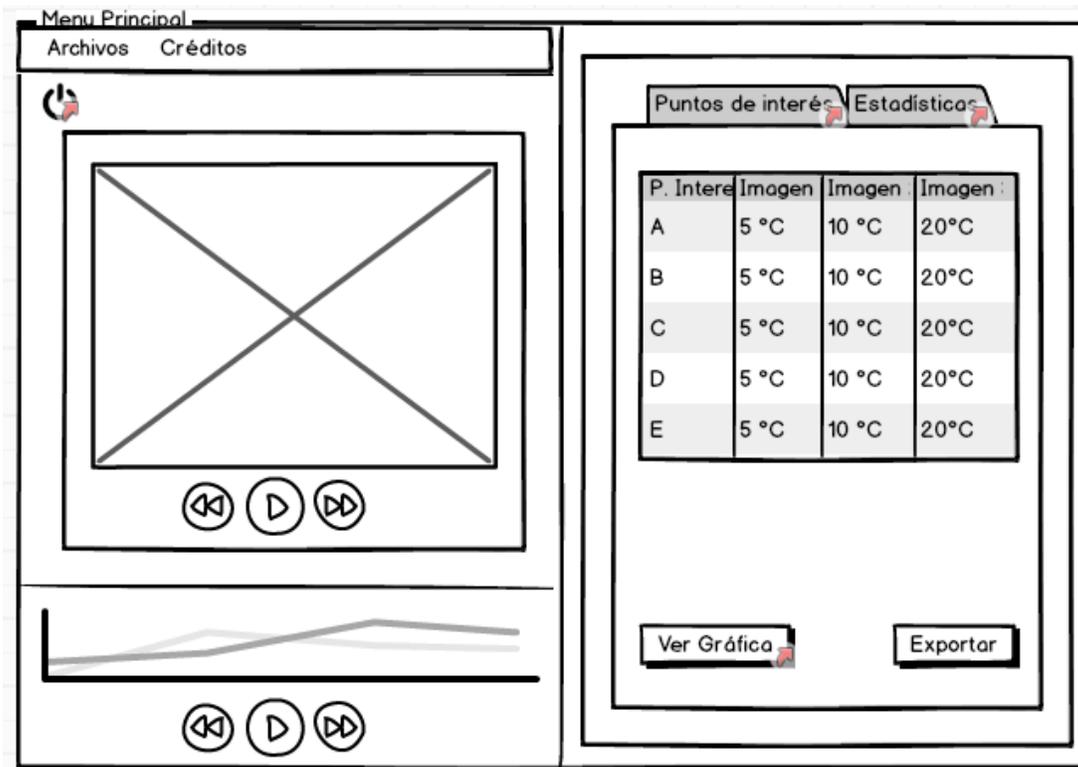
Prototipo 9. Análisis Imagen



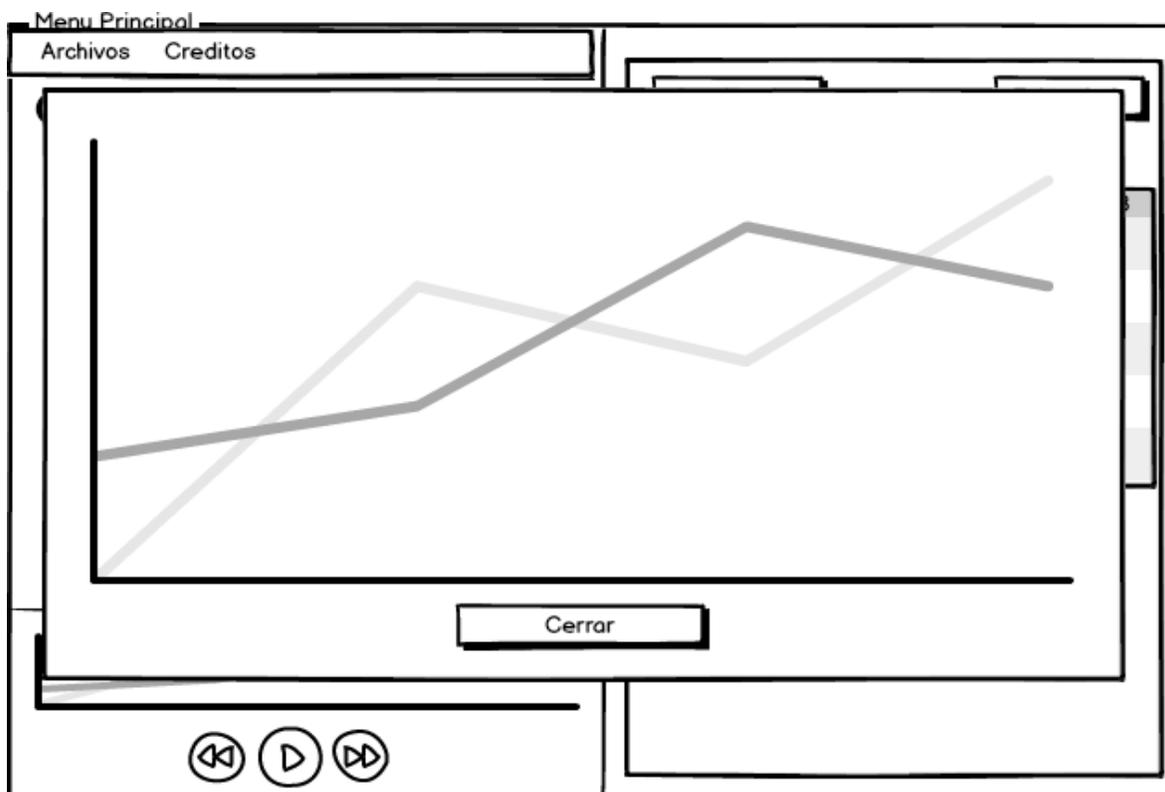
Prototipo 11. Procesamiento



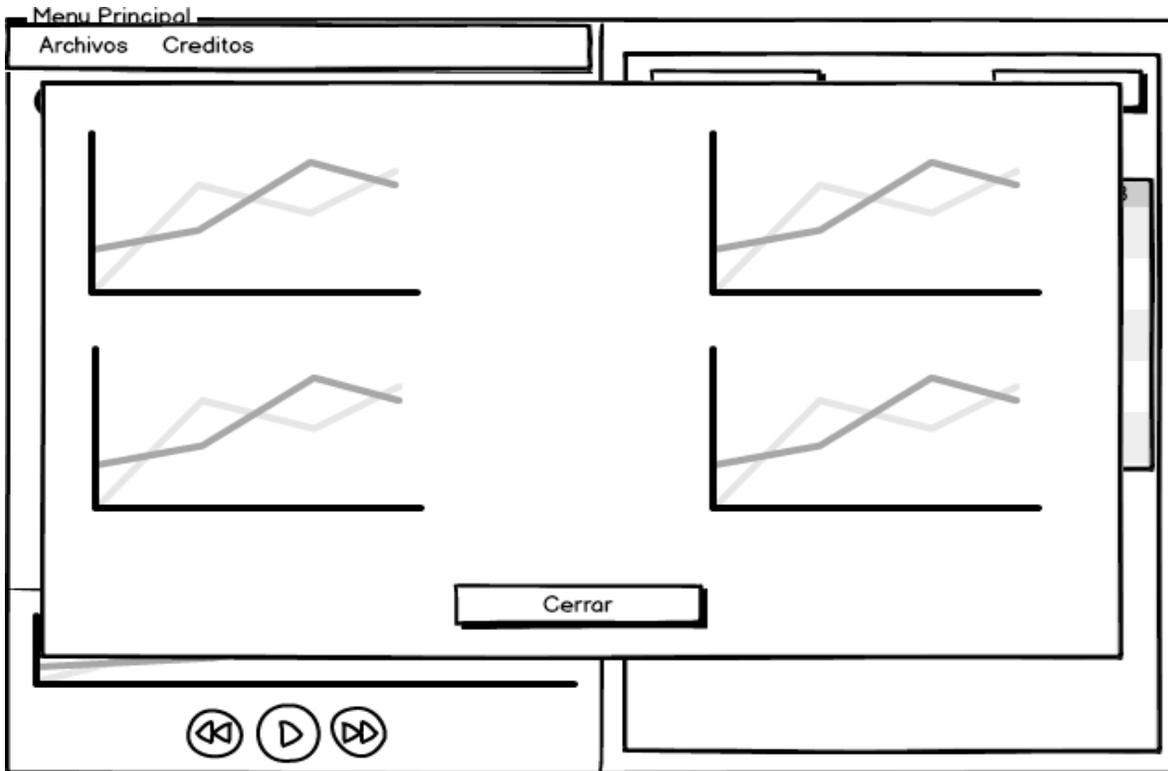
Prototipo 12. Resultados



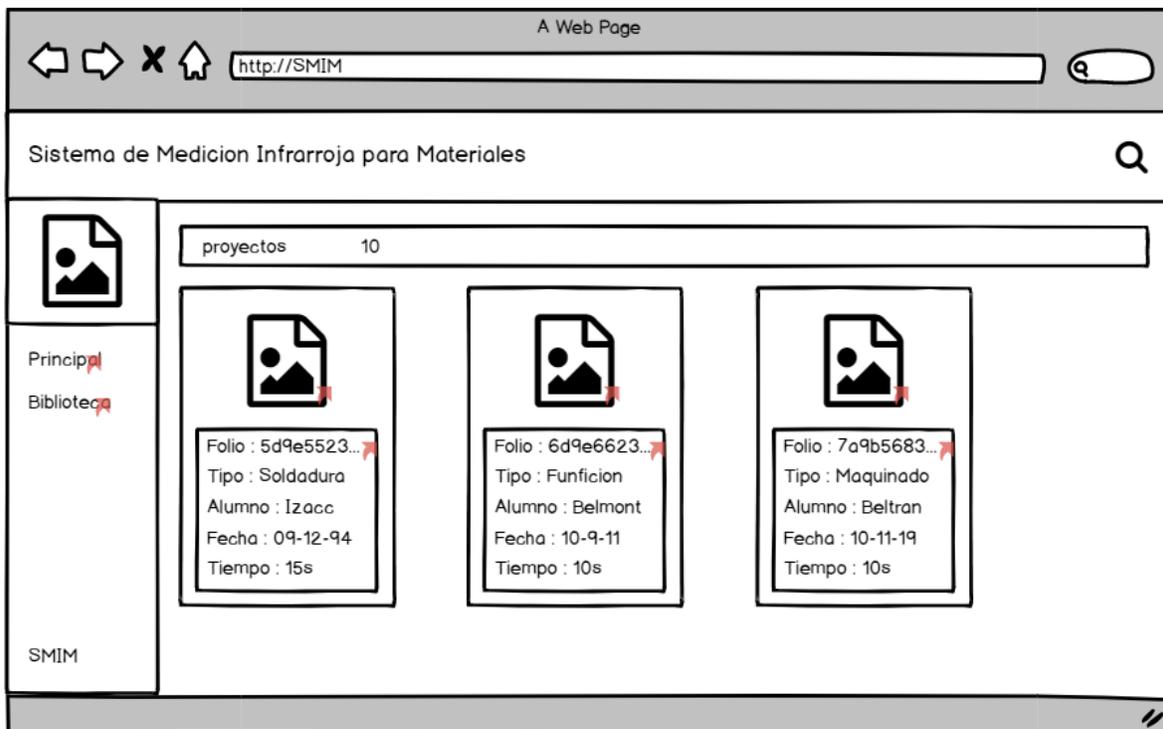
Prototipo 14. Estadísticas



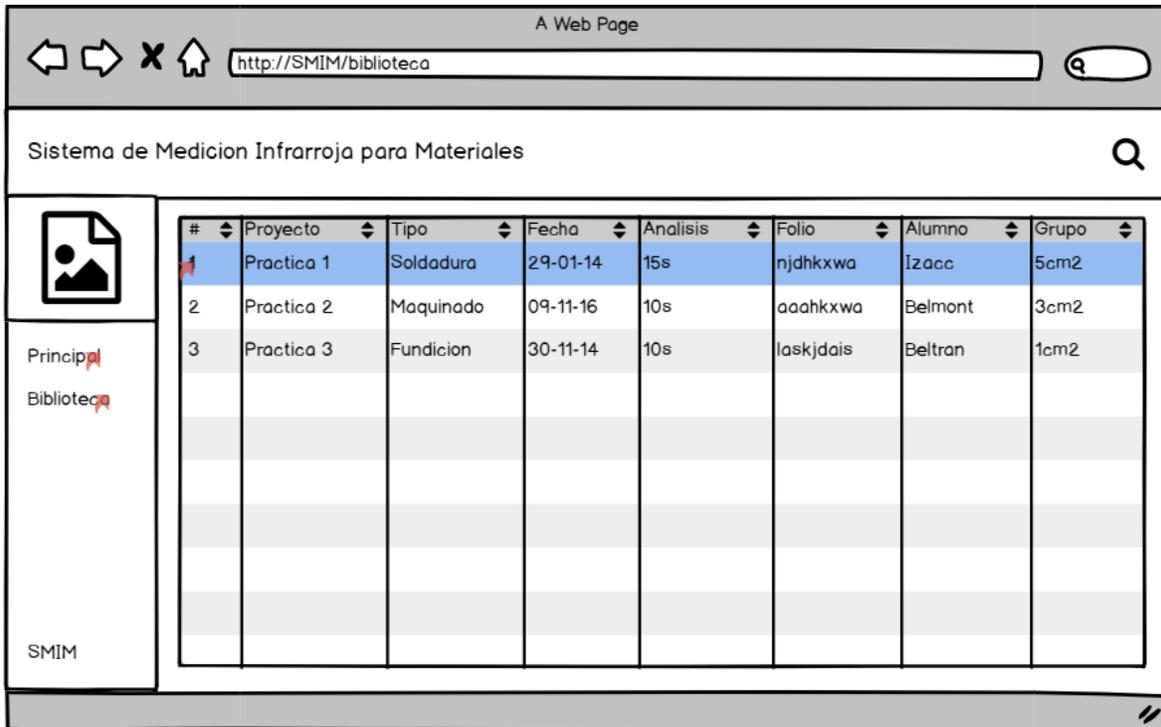
Prototipo 13. Resultados Gráfica



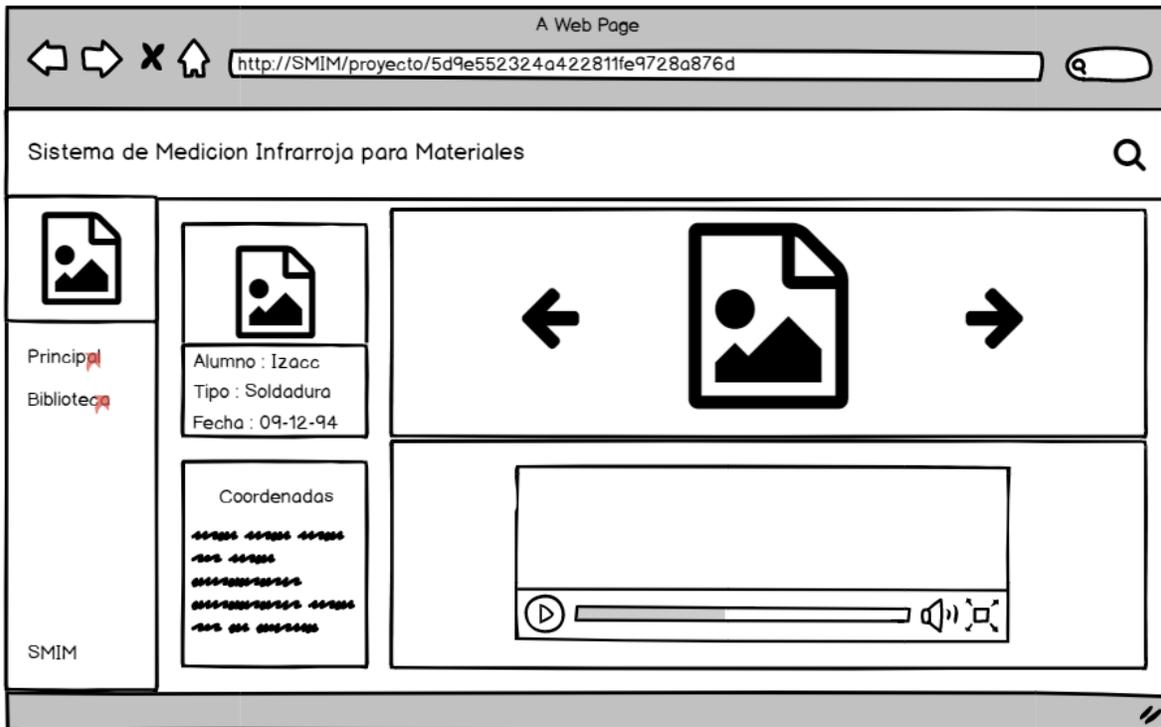
Prototipo 15. Resultados Gráfica Estadísticas



Prototipo 16. Principal SMIM-Web



Prototipo 17. Biblioteca SMIM-Web



Prototipo 18. Proyectos SMIM-Web

## Apéndice 4: Casos de uso.

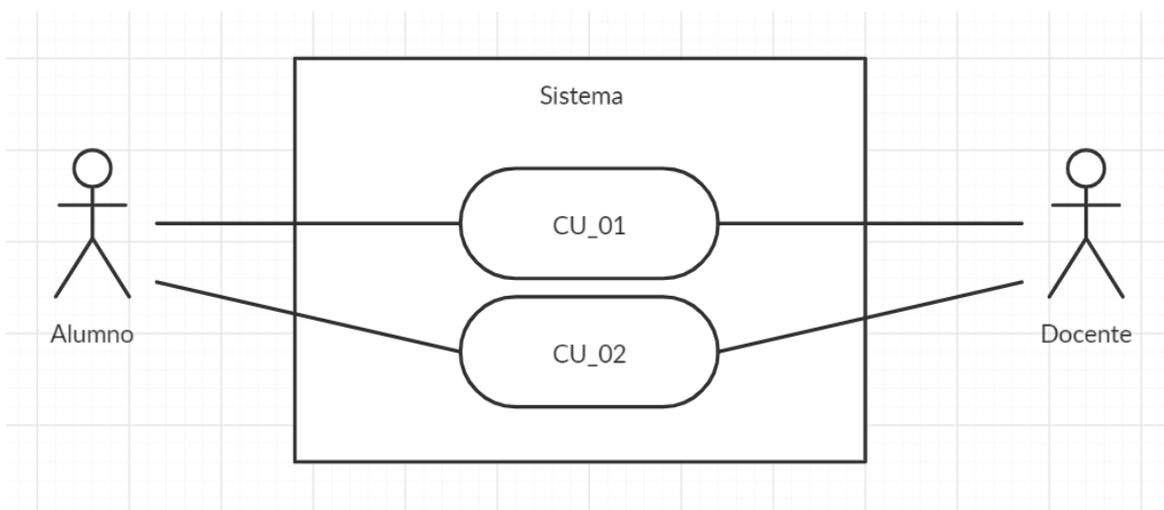


Diagrama 3. Caso de Uso General SMIM-PC

Tabla 12. Descripción de Casos de Uso del Sistema SMIM-PC

Caso de uso	Descripción
CU_01	Obtención del <i>medio termográfico</i> y cinco puntos de interés.
CU_02	Muestra de resultados (Gráficas y estadísticas).

A continuación, se describirán a detalle los casos de uso:

Tabla 13. Caso de Uso CU\_01

<b>No. caso de uso:</b> CU_01	<b>Nombre:</b> Obtención del <i>medio termográfico</i> y cinco puntos de interés.
<b>ACTOR PRINCIPAL:</b> Alumno / Docente	
<b>STAKEHOLDERS:</b>	
<b>PRECONDICIONES:</b> El usuario debe haber iniciado el sistema y debe tener el <i>medio termográfico</i> .	
<b>POSCONDICIONES:</b> Se debe haber guardado el <i>medio termográfico</i> , el tipo de proceso, los segundos, las imágenes obtenidas y los <i>puntos de interés</i> .	

### **FLUJO BÁSICO (PRIMARY FLOW – HAPPY PATH)**

Cuando el usuario inicia el programa y selecciona como *medio termográfico* el video:

1. Se ingresa el *medio termográfico*.
2. Se selecciona el tipo de proceso.
3. Se seleccionan los segundos para partir el video y obtener las imágenes.
4. Se ingresan datos personales.
5. Se obtienen las imágenes por los segundos que se seleccionaron.
6. Se seleccionan máximo 5 *puntos de interés*.
7. Se guardan los datos y las opciones elegidas.
8. Se guardan las imágenes en carpeta específica.
9. Se guardan las opciones elegidas.

Cuando el usuario inicia el programa y selecciona como *medio termográfico* imágenes:

1. Se ingresa el *medio termográfico*.
2. Se selecciona el tipo de proceso.
3. Se ingresan datos personales.
4. Se seleccionan máximo 5 *puntos de interés*.
5. Se guardan datos y opciones seleccionadas.
6. Se guardan las imágenes en carpeta específica.
7. Se guardan las opciones seleccionadas.

### **FLUJO ALTERNATIVO:**

Cuando el usuario inicia el programa y selecciona un medio termográfico:

1. No se podrá seleccionar el tipo de proceso y segundos (en caso de ser video) sino se ha ingresado el medio termográfico.
2. Después de ingresar el medio termográfico si no se selecciona el tipo de proceso y segundos (en caso de ser video) no podrán seleccionar los *puntos de interés*.
3. Se podrá retornar para seleccionar otras opciones y volver a pasar por los mismos puntos.
4. Si no se seleccionan mínimo 1 y máximo 5 puntos de interés no se puede continuar con el proceso.

### **REQUERIMIENTOS RELACIONADOS:**

Req03, Req04, Req05.

### **REQUERIMIENTOS ESPECIALES:**

Tabla 14. Caso de Uso CU\_02

<b>No. caso de uso:</b> CU_02	<b>Nombre:</b> Muestra de resultados (Gráficas y estadísticas).
<b>ACTOR PRINCIPAL:</b> Alumno / Docente	
<b>STAKEHOLDERS:</b>	
<b>PRECONDICIONES:</b> El sistema debe tener guardado el <i>medio termográfico, puntos de interés</i> , haberlo procesado y obtenido las imágenes (en caso de ser video), tener guardadas las imágenes en carpeta local.	
<b>POSCONDICIONES:</b> Se deben haber mostrado las gráficas y estadísticas de los datos obtenidos en las imágenes procesadas.	
<b>FLUJO BÁSICO (PRIMARY FLOW – HAPPY PATH)</b> Cuando se guardaron las imágenes para su proceso: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se procesan las imágenes.</li> <li>2. Se detectan los colores en las imágenes.</li> <li>3. Se procesan los colores.</li> <li>4. Se guardan los colores obtenidos.</li> <li>5. Se obtienen los datos.</li> <li>6. Se comparan los datos obtenidos.</li> <li>7. Se grafican los datos comparados.</li> <li>8. Se muestran los resultados obtenidos en gráficas y estadísticas.</li> <li>9. Se guardan las gráficas y estadísticas.</li> </ol>	
<b>FLUJO ALTERNATIVO:</b> Cuando se guardaron las imágenes para su proceso: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. No existe retorno después del proceso.</li> <li>2. Se decide si se guardan las gráficas o estadísticas, o ambas.</li> </ol>	
<b>REQUERIMIENTOS RELACIONADOS:</b> Req01, Req02, Req06, Req07, Req08, Req09, Req10.	
<b>REQUERIMIENTOS ESPECIALES:</b>	

## Apéndice 5: Actas de Reuniones.

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>		Hoja	1 de 3
			Fecha de elaboración	11/02/2019
			Proceso	Gestión de Proyectos
			Código	v 1.0

**ACTA DE REUNIÓN**  
***“Medición y Análisis de la temperatura para procesos de Manufactura”***

---

ISO/IEC 29110-4-1:2011

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>	
	Hoja	2 de 3
	Fecha de elaboración	11/02/2019
	Proceso	Gestión de Proyectos
Edición	v.1.0	

### ACTA DE REUNIÓN

**Requerimientos de entrada:**

Plantilla del documento de anteproyecto TT1.  
Documento de la propuesta de trabajo terminal 1.

**Propósito de la reunión:**

Revisión y corrección para la impresión del Anteproyecto para su primera entrega.

**Asistentes:**

Director del proyecto: M. en I. Umanel Azazael Hernández González.  
Asesor: M.I.S Oscar Fabricio Valdez Castillo.  
Asistente 1: Isaul Ibarra Belmonte.  
Asistente 2: Olga Alejandra Beltran Silva.

**Lugar:**

Unidad de Informática (UDI) UPIIZ.

**Asuntos abiertos o pendientes:**

Corrección de errores en documentos desarrollados posteriormente, para con ellos poder llenar los apartados de la plantilla del anteproyecto proporcionada por la maestra Julia Elena Hernández Ríos encargada de impartir la materia de TT1.

**Acuerdos:**

Revisar acomodo y especificaciones de los apartados de la plantilla del anteproyecto, agregar indice imágenes e indice de tablas, realizar correcciones gramaticales y acomodo en redacción en documentos corregidos durante la junta.

**Próxima reunión:**

<Por definir>

M. en I. Umanel Azazael Hernández González



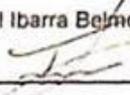
Director del proyecto

M.I.S Oscar Fabricio Valdez Castillo



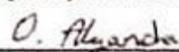
Asesor

Isaul Ibarra Belmonte



Asistente 1

Olga Alejandra Beltrán Silva



Asistente 2

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>	
	Fecha de elaboración	07/03/2018
	Proceso: <b>Gestión de Proyectos</b>	
	Código: <b>v.1.0</b>	

**ACTA DE REUNIÓN**  
**“Medición y Análisis de la temperatura para procesos de Manufactura”**

---

ISO/IEC 29110-4-1:2011

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>	
	Hoja	2 de 3
	Fecha de elaboración:	07/03/2019
	Proceso:	Gestión de Proyectos
	Código:	v.1.0

### ACTA DE REUNIÓN

**Requerimientos de entrada:**

Datasheet o información técnica de la cámara infrarroja FLIR A615.

**Propósito de la reunión:**

Definir situación entorno a la cámara infrarroja FLIR A615 que se propone para el proyecto.

**Asistentes:**

Director del proyecto: M. en I. Umanuel Azazael Hernández González.

Asesor: M.I.S Oscar Fabricio Valdez Castillo.

Asistente 1: Isaul Ibarra Belmonte.

Asistente 2: Olga Alejandra Beltran Silva.

Promotor de Ventar de FLIR.

**Lugar:**

Unidad de Informática (UDI) UPIIZ.

**Asuntos abiertos o pendientes:**

Aun no se elije una cámara en específico para el proyecto, por lo cual no se puede iniciar la gestión de recursos para poder contar con el recurso para comprar la cámara infrarroja.

**Acuerdos:**

El precio de la cámara infrarroja FLIR A615 sobrepasa por mucho el presupuesto que se tenía planeado gestionar para el proyecto, por lo cual se tomara en cuenta otras opciones mas económicas, el director del proyecto y los asistentes buscaran opciones de cámaras infrarrojas con un costo menor, que se encuentre dentro del presupuesto previsto para el proyecto.

**Próxima reunión:**

19/03/2019

M. en I. Umanuel Azazael Hernández González



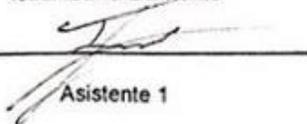
Director del proyecto

M.I.S Oscar Fabricio Valdez Castillo



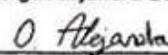
Asesor

Isaul Ibarra Belmonte



Asistente 1

Olga Alejandra Beltrán Silva



Asistente 2

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>		Hoja	1 de 2
			Fecha de elaboración	19/03/2019
	Proceso			Gestión de Proyectos
	Código			v 1.0

**ACTA DE REUNIÓN**  
***“Medición y Análisis de la temperatura para procesos de Manufactura”***

ISO/IEC 29110-4-1:2011

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>	
	Hoja:	2 de 2
	Fecha de elaboración:	19/03/2019
	Proceso:	Gestión de Proyectos
	Código:	v 1.0

### ACTA DE REUNIÓN

**Requerimientos de entrada:**

Documento donde se describa los riesgos del proyecto.  
Formato de matriz de riesgos propuesto en clase de TT1.

**Propósito de la reunión:**

Revisión de documentación elaborada en la fase de requerimientos y diseño.

**Asistentes:**

Asesor: M.I.S Oscar Fabricio Valdez Castillo.  
Asistente 1: Isaul Ibarra Belmonte.  
Asistente 2: Olga Alejandra Beltran Silva.

**Lugar:**

Unidad de Informática (UDI) UPIIZ.

**Asuntos abiertos o pendientes:**

Revisar los formatos que se tengan para el desarrollo de la documentación requerida planteada en el plan de proyecto.

**Acuerdos:**

Agregar más riegos y llenar el formato específico para la matriz de riesgos.

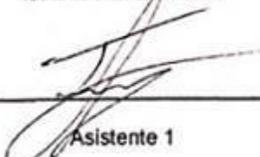
**Próxima reunión:**

08/04/2019

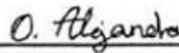
M.I.S Oscar Fabricio Valdez Castillo

  
 \_\_\_\_\_  
 Asesor

Isaul Ibarra Belmonte

  
 \_\_\_\_\_  
 Asistente 1

Olga Alejandra Beltrán Silva

  
 \_\_\_\_\_  
 Asistente 2

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>		Hoja:	1 de 2
			Fecha de elaboración:	22/03/2019
			Proceso:	<b>Gestión de Proyectos</b>
			Código:	<b>V 1.0</b>

**ACTA DE REUNIÓN**  
**“Medición y Análisis de la temperatura para procesos de Manufactura”**

---

*ISO/IEC 29110-4-1:2011*

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>	
	Hoja:	2 de 2
	Fecha de elaboración:	22/03/2019
	Proceso:	Gestión de Proyectos
	Código:	V 1.0

### ACTA DE REUNIÓN

**Propósito de la reunión:**

Definir la elección más óptima para la cámara infrarroja que se empleara para el proyecto.

**Asistentes:**

Director del proyecto: M. en I. Umanel Azazael Hernández González.

Asistente 1: Isaul Ibarra Belmonte.

Asistente 2: Olga Alejandra Beltran Silva.

**Lugar y fecha:**

Laboratorio de electrónica 1.

**Asuntos abiertos o pendientes:**

Elegir la cámara infrarroja para el proyecto.

**Acuerdos:**

En el transcurso de la semana del día lunes 1 de abril al día 5 de abril del año en curso, el director del proyecto buscará un acuerdo para revisar un catálogo de cámaras infrarrojas en distintos lugares. La resolución de este acuerdo se le informará a los asistentes de esta reunión.

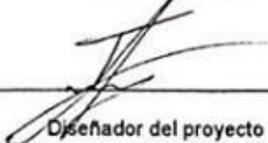
**Próxima reunión:**

<Por definir>

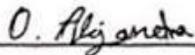
M. en I. Umanel Azazael Hernández González

  
 \_\_\_\_\_  
 Director del proyecto

Isaul Ibarra Belmonte\*

  
 \_\_\_\_\_  
 Diseñador del proyecto

Olga Alejandra Beltran Silva

  
 \_\_\_\_\_  
 Diseñador del proyecto

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>	Hoja:	1 de 2
		Fecha de elaboración:	08/04/2019
		Proceso:	<b>Gestión de Proyectos</b>
		Código:	<b>v 1.0</b>

**ACTA DE REUNIÓN**  
***“Medición y Análisis de la temperatura para procesos de Manufactura”***

---

*ISO/IEC 29110-4-1:2011*

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>	
	Hoja:	2 de 2
	Fecha de elaboración:	08/04/2019
	Proceso:	Gestión de Proyectos
	Código:	v 1.0

### ACTA DE REUNIÓN

**Requerimientos de entrada:**

Formato de la matriz de riesgos llenado y corregido.  
 Documentos generados hasta la fecha de hoy 08/04/19 marcados por el project.

**Propósito de la reunión:**

Revisión de documentación elaborada en la fase de requerimientos y diseño.

**Asistentes:**

Asesor: M.I.S Oscar Fabricio Valdez Castillo.  
 Asistente 1: Isaul Ibarra Belmonte.  
 Asistente 2: Olga Alejandra Beltrán Silva.

**Lugar:**

Unidad de Informática (UDI) UPIIZ.

**Asuntos abiertos o pendientes:**

Revisar las correcciones a la matriz de riegos y su formato específico.

**Acuerdos:**

Los asistentes Isaul Ibarra Belmonte y Olga Alejandra Beltrán Silva se comprometen a corregir las observaciones marcadas por el asesor del proyecto Oscar Fabricio Valdez Castillo.

**Próxima reunión:**

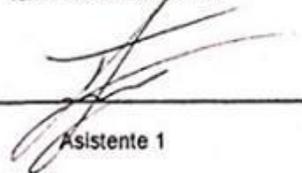
<Por definir>

M.I.S Oscar Fabricio Valdez Castillo



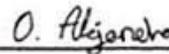
Asesor

Isaul Ibarra Belmonte



Asistente 1

Olga Alejandra Beltrán Silva



Asistente 2

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>		Hoja:	1 de 2
			Fecha de elaboración:	17/05/2019
			Proceso:	Gestión de Proyectos
			Código:	V 1.0

**ACTA DE REUNIÓN**  
**“Medición y Análisis de la temperatura para procesos de Manufactura”**

*ISO/IEC 29110-4-1:2011*

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>		Hoja:	2 de 2
			Fecha de elaboración:	17/05/2019
			Proceso:	Gestión de Proyectos
			Código:	V 1.0

### ACTA DE REUNIÓN

**Requerimientos de entrada:**

Estructura del reporte de avances de anteproyecto.

**Propósito de la reunión:**

Revisión del documento "Estructura del reporte de avances de anteproyecto" elaborado por los desarrolladores del proyecto.

**Asistentes:**

Director del proyecto: M.I.S Oscar Fabricio Valdez Castillo.

Asistente 1: Isaul Ibarra Belmonte.

Asistente 2: Olga Alejandra Beltran Silva.

**Lugar y fecha:**

Unidad de Informática (UDI) UPIIZ.

**Acuerdos:**

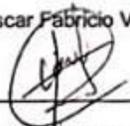
Realizar correcciones marcadas por el director del proyecto en ortografía, corregir fallos de redacción, las ideas plasmadas son buenas, solo están mal escritas.

Agregar imágenes faltantes y actualizar los índices.

**Próxima reunión:**

<Por definir>

M.I.S Oscar Fabricio Valdez Castillo

  
 \_\_\_\_\_  
 Director del proyecto

Isaul Ibarra Belmonte

  
 \_\_\_\_\_  
 Asistente 1

Olga Alejandra Beltran Silva

  
 \_\_\_\_\_  
 Asistente 2

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>	Hoja:	1 de 2
		Fecha de elaboración:	29/04/2019
		Proceso:	Gestión de Proyectos
		Código:	V 1.0

**ACTA DE REUNIÓN**  
**“Medición y Análisis de la temperatura para procesos de Manufactura”**

*ISO/IEC 29110-4-1:2011*

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>	
	Hoja:	2 de 2
	Fecha de elaboración:	29/04/2019
	Proceso:	Gestión de Proyectos
	Código:	V 1.0

### **ACTA DE REUNIÓN**

**Requerimientos de entrada:**

Documento diagrama general de casos de uso.  
Documento corregido del diagrama de clases según observaciones anteriores.

**Propósito de la reunión:**

Revisión del diagrama general de casos de uso y diagrama de clases del sistema.

**Asistentes:**

Director del proyecto: M.I.S Oscar Fabricio Valdez Castillo.  
Asistente 1: Isaul Ibarra Belmonte.  
Asistente 2: Olga Alejandra Beltran Silva.

**Lugar y fecha:**

Unidad de Informática (UDI) UPIIZ.

**Asuntos abiertos o pendientes:**

Mostrar al director del proyecto el funcionamiento de la cámara infrarroja que se obtuvo con el recurso solicitado.

**Acuerdos:**

Los elementos que sean iguales entre la clase Video e Imagen agregarlos a la clase MedioTermografico del diagrama de clases.

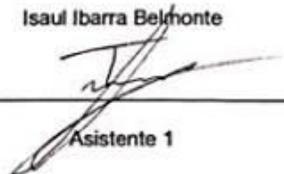
**Próxima reunión:**

<Por definir>

M.I.S Oscar Fabricio Valdez Castillo

  
\_\_\_\_\_  
Director del proyecto

Isaul Ibarra Belmonte

  
\_\_\_\_\_  
Asistente 1

Olga Alejandra Beltran Silva

  
\_\_\_\_\_  
Asistente 2

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>		Hoja:	1 de 3
			Fecha de elaboración:	26/08/2019
			Proceso:	Gestión de Proyectos
			Código:	V 1.0

**ACTA DE REUNIÓN**  
***“Medición y Análisis de la temperatura para procesos de Manufactura”***

---

*ISO/IEC 29110-4-1:2011*

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>	
	Hoja:	2 de 3
	Fecha de elaboración:	26/08/2019
	Proceso:	Gestión de Proyectos
	Código:	V 1.0

### ACTA DE REUNIÓN

**Requerimientos de entrada:**

Corrección marcada por el asesor en la matriz de trazabilidad , diagramas y mockups.

**Propósito de la reunión:**

Planteamiento del procedimiento para obtener las imágenes termograficas en el laboratorio de electrónica 1.

**Asistentes:**

Asesor: M.I.S Oscar Fabricio Valdez Castillo.

Asistente 1: Isaul Ibarra Belmonte.

Asistente 2: Olga Alejandra Beltran Silva.

**Lugar y fecha:**

Unidad de Informática (UDI) UPIIZ.

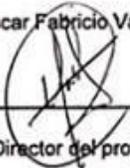
**Acuerdos:**

El asesor Oscar Fabricio Valdez Castillo nos facilitara su teléfono personal con entrada USB tipo C para instalar la aplicación FLIR ONE de Play Store, utilizando la cámara termografica FLIR ONE PRO en conjunto con el telefono en posteriores fechas ir a obtener el medio termografico al laboratorio de electrónica 1 UPIIZ, tomando las capturas de un cautin a diferentes temperaturas.

**Próxima reunión:**

<Por definir>

M.I.S Oscar Fabricio Valdez Castillo

  
 \_\_\_\_\_  
 Director del proyecto

Isaul Ibarra Belmonte

  
 \_\_\_\_\_  
 Asistente 1

Olga Alejandra Beltran Silva

  
 \_\_\_\_\_  
 Asistente 2

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>		Noja:	1 de 3
			Fecha de elaboración:	19/09/2019
			Proceso:	Gestión de Proyectos
			Código:	V 1.0

**ACTA DE REUNIÓN**  
***“Medición y Análisis de la temperatura para procesos de Manufactura”***

*ISO/IEC 29110-4-1:2011*

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>	
	Hoja:	2 de 3
	Fecha de elaboración:	19/09/2019
	Proceso:	Gestión de Proyectos
	Código:	V 1.0

### ACTA DE REUNIÓN

**Requerimientos de entrada:**

Avances del Sistema según el plan del proyecto.

**Propósito de la reunión:**

Revisión de los avances del sistema que se lleven hasta el momento y realizar una comparación con lo programado en el project.

**Asistentes:**

Director del proyecto: M. en I. Umanel Azazael Hernández González.

Asesor del proyecto: M.I.S. Oscar Fabricio Valdez Castillo.

Asistente 1: Isaul Ibarra Belmonte.

Asistente 2: Olga Alejandra Beltran Silva.

**Lugar y fecha:**

Unidad de Informática (UDI) UPIIZ.

Unidad de Informática (UDI) UPIIZ.

**Asuntos abiertos o pendientes:**

- Corrección de errores vistos en la ejecución, como en la ventana de seleccionar que al dar click en aceptar se vuelve a abrir la ventana de seleccionar.
- Corregir el tamaño del panel para ajustar el vídeo a un tamaño definido.
- Terminar algoritmo de cálculo de temperaturas de 100 °c a 400 °c.
- Dimensión proporcional del internal frame igual al frame.
- Diseño de selección de archivos y vista principal.
- Ver la manera de crear una ventana de cargando, después de seleccionar las imágenes para mostrarlas en el programa.

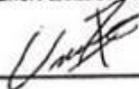
**Acuerdos:**

Mostrar a principios de noviembre un prototipo funcional.

**Próxima reunión:**

<Por definir>

M. en I. Umanel Azazael Hernández González



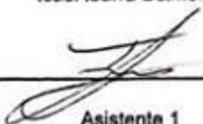
Director del proyecto

M.I.S. Oscar Fabricio Valdez Castillo



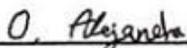
Asesor del proyecto

Isaul Ibarra Belmonte



Asistente 1

Olga Alejandra Beltran Silva



Asistente 2

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>		Hoja:	1 de 3
			Fecha de elaboración:	07/10/2019
			Proceso:	Gestión de Proyectos
			Código:	V 1.0

**ACTA DE REUNIÓN**  
**“Medición y Análisis de la temperatura para procesos de Manufactura”**

*ISO/IEC 29110-4-1:2011*

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>	
	Hoja:	2 de 3
	Fecha de elaboración:	07/10/2019
	Proceso:	Gestión de Proyectos
	Código:	V 1.0

**ACTA DE REUNIÓN**

**Requerimientos de entrada:**

Cámara Termografica FLIR ONE PRO.

Adaptador USB tipo C a USB mini

**Propósito de la reunión:**

Planteamiento del procedimiento para obtener las imágenes termograficas en el laboratorio de pesados 2.

**Asistentes:**

Director del proyecto : M. en I. Umanel Azazael Hernández González.

Asistente 1: Isaul Ibarra Belmonte.

Asistente 2: Olga Alejandra Beltran Silva.

**Lugar y fecha:**

Unidad de Informática (UDI) UPIIZ.

**Acuerdos:**

El director del proyecto Umanel Azazael Hernández González nos facilitara su teléfono personal con entrada USB tipo Mini para instalar la aplicación FLIR ONE de Play Store, utilizando la cámara termografica FLIR ONE PRO en conjunto con el teléfono en posteriores fechas, ir a obtener el medio termografico al laboratorio de pesados 2 UPIIZ, tomando las capturas de un horno y una mofla a diferentes temperaturas.

**Próxima reunión:**

<Por definir>

M. en I. Umanel Azazael Hernández González



Director del proyecto

Isaul Ibarra Belmonte



Asistente 1

Olga Alejandra Beltran Silva



Asistente 2

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>	Hoja:	1 de 2
		Fecha de elaboración:	21/10/2019
		Proceso:	Gestión de Proyectos
		Código:	V 1.0

**ACTA DE REUNIÓN**  
**“Medición y Análisis de la temperatura para procesos de Manufactura”**

*ISO/IEC 29110-4-1:2011*

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>	
	Hoja:	2 de 2
	Fecha de elaboración:	21/10/2019
	Proceso:	Gestión de Proyectos
	Código:	V 1.0

### ACTA DE REUNIÓN

**Requerimientos de entrada:**

Medio termografico obtenido de laboratorio de pesados 2 UPIIZ.

**Propósito de la reunión:**

Mostrar procesamiento del medio termografico para la elaboración de la escala de temperatura, para calcular temperaturas desconocidas por medio de una tonalidad en un rango de 24.2 °c a 400 °c.

**Asistentes:**

Director del proyecto : M. en I. Umanuel Azazael Hernández González.

Asistente 1: Isaul Ibarra Belmonte.

Asistente 2: Olga Alejandra Beltran Silva.

**Lugar y fecha:**

Laboratorio de electrónica 1 UPIIZ.

**Acuerdos:**

Realizar un documento de pruebas donde se muestre el cómputo de la temperatura obtenida utilizando la escala de temperatura generada para mediciones.

**Próxima reunión:**

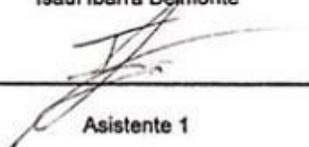
<Por definir>

M. en I. Umanuel Azazael Hernández González



Director del proyecto

Isaul Ibarra Belmonte



Asistente 1

Olga Alejandra Beltran Silva



Asistente 2

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>	Hoja:	1 de 3
		Fecha de elaboración:	04/11/2019
		Proceso:	Gestión de Proyectos
		Código:	V 1.0

**ACTA DE REUNIÓN**  
**“Medición y Análisis de la temperatura para**  
**procesos de Manufactura”**

ISO/IEC 29110-4-1:2011

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>	
	Hoja:	2 de 3
	Fecha de elaboración:	04/11/2019
	Proceso:	Gestión de Proyectos
	Código:	V 1.0

### ACTA DE REUNIÓN

**Requerimientos de entrada:**

Cuadro comparativo del cálculo de temperaturas.  
Prototipo funcional del Sistema.

**Propósito de la reunión:**

Mostrar la comparación de las temperaturas obtenidas entre un: Pirómetro, algoritmo de cálculo de temperatura, cámara termografica y termopar.

Mostrar el prototipo ya funcional del Sistema, descrito en el acuerdo de la minuta con fecha 19\_09\_19.

**Asistentes:**

Director del proyecto : M.I.S Oscar Fabricio Valdez Castillo.

Asistente 1: Isaul Ibarra Belmonte.

Asistente 2: Olga Alejandra Beltran Silva.

**Lugar y fecha:**

Unidad de Informática (UDI) UPIIZ.

**Acuerdos:**

Realizar más pruebas y tratar de aumentar el porcentaje que se tiene (88.89%) de éxito en el cálculo de temperatura por medio del algoritmo planteado para el sistema.

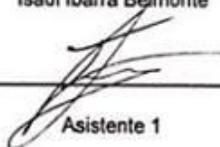
**Próxima reunión:**

<Por definir>

M.I.S Oscar Fabricio Valdez Castillo

  
\_\_\_\_\_  
Director del proyecto

Isaul Ibarra Belmonte

  
\_\_\_\_\_  
Asistente 1

Olga Alejandra Beltran Silva

  
\_\_\_\_\_  
Asistente 2

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>	
	Hoja:	1 de 2
	Fecha de elaboración:	15/11/2019
	Proceso:	Gestión de Proyectos
	Código:	V 1.0

**ACTA DE REUNIÓN**  
**“Medición y Análisis de la temperatura para procesos de Manufactura”**

ISO/IEC 29110-4-1:2011

	<b>ACTA DE REUNIÓN</b>		Hoja:	2 de 2
			Fecha de elaboración:	15/11/2019
			Proceso:	Gestión de Proyectos
			Código:	V 1.0

### ACTA DE REUNIÓN

**Requerimientos de entrada:**

Sistema SMIM-Pc funcional.  
Sistema SMIM-Web funcional.

**Propósito de la reunión:**

Mostrar el funcionamiento de los sistemas SMIM al cliente para su aprobación.

**Asistentes:**

Cliente: Dr. Miguel Fernando Delgado Pámanes .  
Asistente 1: Isaul Ibarra Belmonte.  
Asistente 2: Olga Alejandra Beltran Silva.

**Lugar y fecha:**

Edificio de Aulas 1 aula 103 UPIIZ.

**Acuerdos:**

El cliente Dr. Miguel Fernando Delgado Pámanes está de-acuerdo con lo mostrado en los Sistemas SMIM-Pc y SMIM-Web, aprobando su presentación el día 3 de Diciembre del 2019.

**Próxima reunión:**

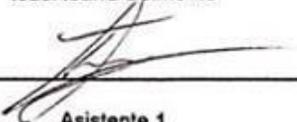
<Por definir>

Dr. Miguel Fernando Delgado Pámanes



Cliente

Isaul Ibarra Belmonte



Asistente 1

Olga Alejandra Beltran Silva



Asistente 2

**Apéndice 6: Plan de pruebas de integración.**

Medición y Análisis de la temperatura para procesos de  
Manufactura

Documento de Registro de Pruebas Unitarias e Integración

Versión 1.0

## Índice

Introducción.....	150
Objetivo .....	150
Definiciones, acrónimos y abreviaturas .....	150
Referencias .....	150
Documentación base para la ejecución de pruebas .....	150
Entorno de la prueba.....	150
Hardware .....	150
Software.....	151
Identificación de la prueba .....	151
Caso de prueba .....	151
Pruebas .....	154
Firmas de elaboración, revisión y aprobación .....	156

## Introducción

El propósito de este documento, es permitir definir los lineamientos a seguir para realizar la planeación de la etapa de pruebas sobre el proyecto Medición y Análisis de la temperatura para procesos de Manufactura, planteando a una estrategia que conduzca al objetivo enfocado a el aseguramiento de calidad del software.

### Objetivo

A continuación, se listan los elementos (artefactos, entregables, documentos, etc.) que serían objeto de prueba dentro del esfuerzo de pruebas:

- Probar el manejo y rendimiento de la funcionalidad especificada en el documento de especificación de requisitos (SRS).

### Definiciones, acrónimos y abreviaturas

- *Punto de interés*: Denota conocer la temperatura o cantidad de calor que tiene un material en un punto en específico.
- *Medio termográfico*: Imagen o video captado por una cámara termográfica.

### Referencias

En este documento está basado y/o referencia los siguientes documentos del proyecto:

1. Plan del proyecto.
2. Especificación de Requerimientos de Software.
3. Matriz de trazabilidad.

### Documentación base para la ejecución de pruebas

Las imágenes consultadas para realizar las pruebas al módulo de cálculo de temperatura, como sus resultados y comparaciones se encuentran en el siguiente link.

Las imágenes se utilizaron para probar la selección del medio de interés y selección de puntos de interés.

Para la ejecución de las pruebas se utilizó el sistema operativo Windows 10 de 64 bits.

### Entorno de la prueba

#### Hardware

Equipo	Procesador	DD	RAM	SO
PC	Intel Core i3 2.4 GHz	449 GB	4 GB	Windows 10 64 bits
PC	Intel Core i5 1.6 GHz	237 GB	8 GB	Windows 10 64 bits

## Software

SMIM-Pc v.1

Para su instalación o más información se puede consultar el manual de operación del siguiente link:

<https://drive.google.com/file/d/11JbVuQJX6zO4aJWa7ROkFQcPq9aKUZFH/view?usp=sharing>

## Identificación de la prueba

### Caso de prueba

Caso de uso Selección del *medio termográfico* PP01

Columna	Instrucciones
Id	- PP01
Caso de prueba	- Selección del <i>medio termográfico</i> .
Descripción	- Se probará si la selección del <i>medio termográfico</i> almacena todas las imágenes o el contenido de una carpeta seleccionada a un arreglo para su manejo.
Funcionalidad/Característica	- Carga del <i>medio termográfico</i> a variable para su manejo.
Datos/Acciones de Entrada	- Abrir aplicación SMIM-Pc. - Presionar el botón Archivo. - Seleccionar de las opciones (Video O Imagen). - En la ventana emergente seleccionar el <i>medio termográfico</i> correspondiente.
Resultado Esperado	- Iniciar variable en java con el <i>medio termográfico</i> seleccionado, imprimir los nombres del contenido seleccionado en consola.
Procedimientos especiales requeridos	- Si se selecciona en opciones <i>video</i> solo se debe permitir al usuario seleccionar videos con formatos .mp4, .3gp, .avi. - Si se selecciona en opciones <i>imágenes</i> solo se deberá permitir al

	usuario seleccionar imágenes o un directorio que contenga imágenes con formatos .jpg o .png.
Dependencias con otros casos de prueba	- Ninguno.
Información para el seguimiento	
Resultado Obtenido	- Al seleccionar el <i>medio termográfico</i> el nombre o nombres se muestran correctamente en consola y las variables asignadas se inician correctamente.
Estado	Finalizado
Última Fecha de Estado	
Observaciones	Sin observaciones.

#### Caso de uso Selección de puntos de interés PP02

Columna	Instrucciones
Id	- PP_02
Caso de prueba	- Selección de <i>puntos de interés</i> .
Descripción	- Se probara si se puede seleccionar los puntos de interés sobre el <i>medio termográfico</i> seleccionado.
Funcionalidad/Característica	- Al seleccionar los <i>puntos de interés</i> , estos se deben guardaren un arreglo de tipo Coordenada para su uso.
Datos/Acciones de Entrada	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seleccionar el <i>medio termográfico</i>.</li> <li>- Presionar el botón de confirmación en ventanas de validación.</li> <li>- Presionar continuar en ventana de instrucciones.</li> <li>- Seleccionar una imagen.</li> <li>- Llenar los campos requeridos de información del proyecto.</li> <li>- Seleccionar forma y editar la misma.</li> <li>- Seleccionar <i>puntos de interés</i> sobre la imagen seleccionada anteriormente.</li> </ul>

Resultado Esperado	- Iniciar variable con un arreglo de tipo Coordenada seleccionado, imprimir las coordenadas seleccionadas en consola.
Procedimientos especiales requeridos	- Al seleccionar los <i>puntos de interés</i> , se debe poder agregar hasta un máximo de 5 (por defecto) y mínimo 1, intentar cambiar la forma, tamaño y color del punto. - Borrar <i>puntos de interés</i> colocados y volverlos a colocar.
Dependencias con otros casos de prueba	- PP_01
Información para el seguimiento	
Resultado Obtenido	- Se puede cambiar la forma, tamaño y color efectivamente al seleccionar el punto de interés, y se muestra las coordenadas seleccionadas correctamente en consola.
Estado	Finalizado
Última Fecha de Estado	
Observaciones	Sin observaciones.

#### Caso de uso Computo de temperatura PP03

Columna	Instrucciones
Id	- PP_03
Caso de prueba	- Computo de temperatura.
Descripción	- Después de la selección de puntos de interés e iniciar el procesamiento del medio termográfico, se iniciara el cálculo de RGB a grados Celsius.
Funcionalidad/Característica	- En el procesamiento, se debe de calcular los grados Celsius del punto de interés seleccionado según la escala generada.
Datos/Acciones de Entrada	- Seleccionar puntos de interés sobre la imagen seleccionada anteriormente. - Presionar Aceptar. - Presionar en procesar.
Resultado Esperado	- Ir a \Documentos\SMIM\ <proceso seleccionado&gt;\&lt;fecha_nombreproyecto_nombreusuario&gt;\<br=""></proceso> - En este se encontrarán directorios, dentro de estos estarán

	guardados archivos de texto. - En cada archivo dentro de estos directorios de tipo .txt contiene el computo de temperatura por punto de interés y estadística. - En el sistema SMIM-Pc se mostrara los resultados obtenidos, temperaturas, estadísticas y gráficas.
Procedimientos especiales requeridos	- Ninguno
Dependencias con otros casos de prueba	- PP_02
Información para el seguimiento	
Resultado Obtenido	- Se genera de manera correcta los archivos .txt en el directorio indicado anteriormente y cada uno contiene la información de la temperatura calculada, estadística y gráficas.
Estado	Finalizado
Última Fecha de Estado	
Observaciones	Sin observaciones.

## Pruebas

Esta sección integra el resultado de las pruebas unitarias sobre los componentes y productos de la solución tecnológica construidos, se debe especificar si tuvieron éxito o si se encontraron defectos.

Prueba				
Componente/Producto	Caso de prueba	Resultado	Seguimiento	Conclusión
VC1 Elección del medio	PP_01	Exitoso	Ver información detallada del seguimiento en el apartado siguiente.	Ver información detallada de las conclusiones en el apartado siguiente.
CC1 Obtención del medio	PP_01	Exitoso		
VC2 Selección punto de Interés	PP_02	Exitoso		
CC2 Controlador del procesamiento	PP_02	Exitoso		
VC3 Muestra de imágenes obtenidas	PP_03	Exitoso		
VC4 Muestra de resultados y gráficas	PP_03	Exitoso		
CC3 Cómputo de resultados	PP_03	Exitoso		
MC2 Almacenamiento Imágenes/Video	PP_03	Exitoso		

## Seguimiento

- VC1
  - Se muestra imágenes cuando solo se debería mostrar videos (Fallo).
  - Se muestra videos e imágenes cuando solo se debería mostrar videos (Fallo).
  - No permite seleccionar múltiples imágenes o carpeta cuando se selecciona la selección del medio Imágenes (Fallo).
- VC2
  - No dibuja la forma seleccionada, se selecciona el dibujo circular y dibuja un rombo (Fallo).
  - Al momento de cambiar las propiedades de la forma estas no se aplican o se corta las figuras dibujadas con anterioridad(Fallo).
  - En la visualización del video, el objeto de tipo *MediaPlayer* no permite una nueva instancia en la reproducción del video, no se puede reproducir el video(Fallo).
- MC2
  - No guarda las imágenes procesadas del video en la ruta especificada (Documentos/SMIM/<proceso>/imágenes/ (Fallo).
  - No copia el video original seleccionado a la ruta especificada (Documentos/SMIM/<proceso>/ (Fallo).
- CC3
  - Se queda “congelado” (detenido) todo el sistema junto con la computadora anfitriona donde sé que este ejecutando el sistema, no responde y se tiene que apagar la computadora (Fallo).

## Conclusión

- VC1
  - La propiedad del filtro del selector de archivos no estaba declarada correctamente, lo que causaba un bug al seleccionar los archivos.
- VC2
  - La función Paint del paquete Graphics2D al ser sobrescrita con la etiqueta override, causaba conflicto con las declaraciones de las formas, tamaños y

color seleccionado de la edición de formas, por lo cual el contenido del planteamiento en Paint paso a PaintComponent del mismo paquete.

- Forzar el cierre de la instancia que contiene el *Media Player* utilizando la línea de código: *Platform.setImplicitExit(false)*;

- MC2

- La construcción de la ruta destino y ruta origen no estaban correctamente declaradas, lo que causaba que se buscara el archivo de video en una localización errónea y la ruta final no se había creado por lo cual no se tenía el destino para colocar el archivo,

Se corrigen las variables que contenían la información para la creación de las rutas.

- CC3

- Se inicia una depuración de código línea por línea, limpiando variables no esenciales que se pueden suprimir ya que resultan ser un peso para la ejecución del proceso de computo de resultados.

### **Elaboración, revisión y aprobación**

<b>Elaboró</b>	<b>Revisó y Aprobó</b>
Isaul Ibarra Belmonte	M.I.S. Oscar Fabricio Valdez Castillo

## Apéndice 7: Documentos SMIM-Web

### 1. Arquitectura del Sistema SMIM-Web

La arquitectura de software es un conjunto de patrones que proporcionan un marco de referencia necesario para guiar la construcción de un software.

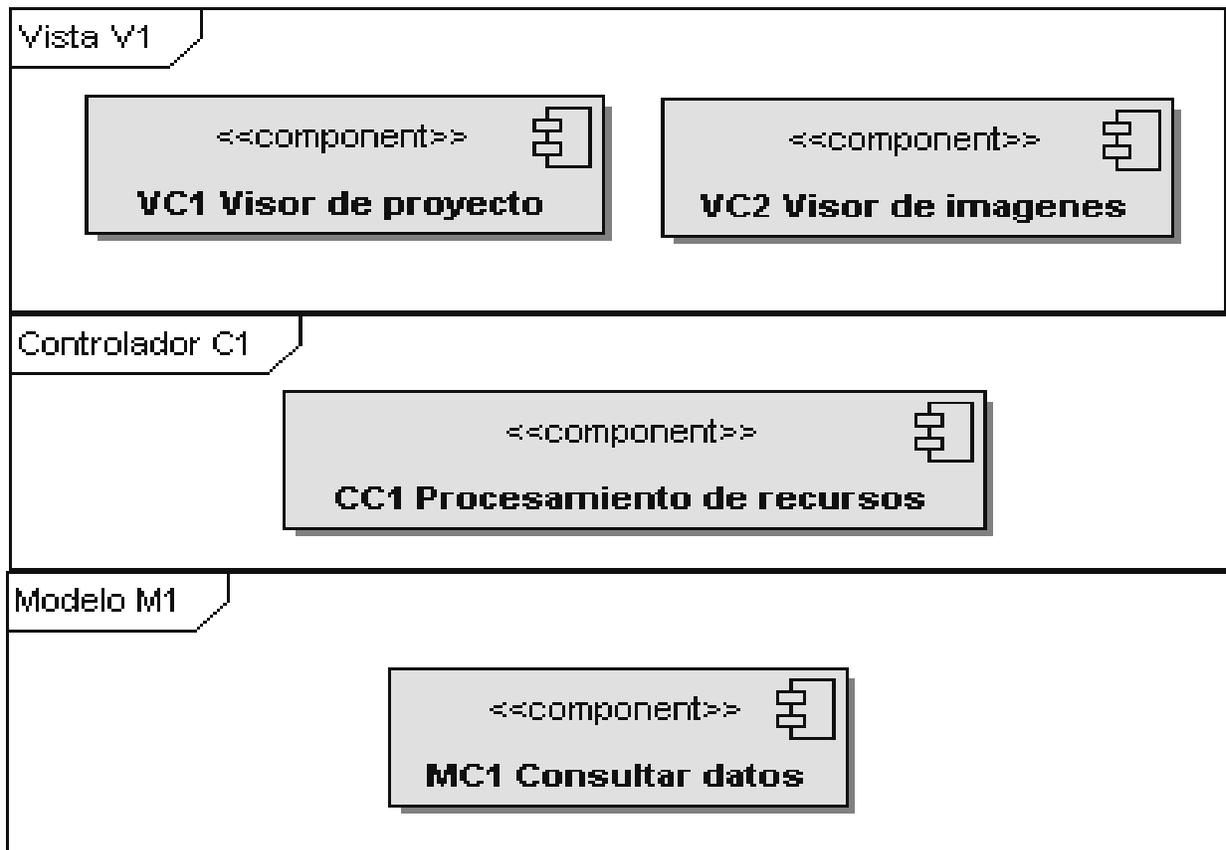


Diagrama 4. Arquitectura SMIM-Web

Se presenta una división agrupando los diferentes componentes en 3 fragmentos.

#### 1. Vista V1

Este fragmento agrupa los componentes que controlan las vistas que se presentan a un usuario.

- VC1 Visor de proyecto
  - Componente que muestra los proyectos registrados en el sistema.
- VC2 Visor de imágenes
  - Componente que muestra las imágenes termográficas por proyecto registrado en el sistema.

## 2. Controlador C1

Este fragmento agrupa los componentes que controlan y computan diferentes cálculos que se desarrollan en el sistema.

- CC1 Procesamiento de recursos
  - Componente que controla la muestra de información registrada en base de datos y enlaza cada proyecto con su respectivo directorio donde contiene todo el resultado del procesamiento del cómputo en SMIM-Pc.

## 3. Modelo M1

Este fragmento agrupa los componentes que controlan y administran el almacenamiento de archivos o registros a base de datos.

- MC1 Consultar datos
  - Componente que enlaza base de datos para consultar datos para su uso en el sistema o registrar especificaciones de configuración para su uso en SMIM-Pc.

## 2. Diagrama Entidad-Relación SMIM-Web.

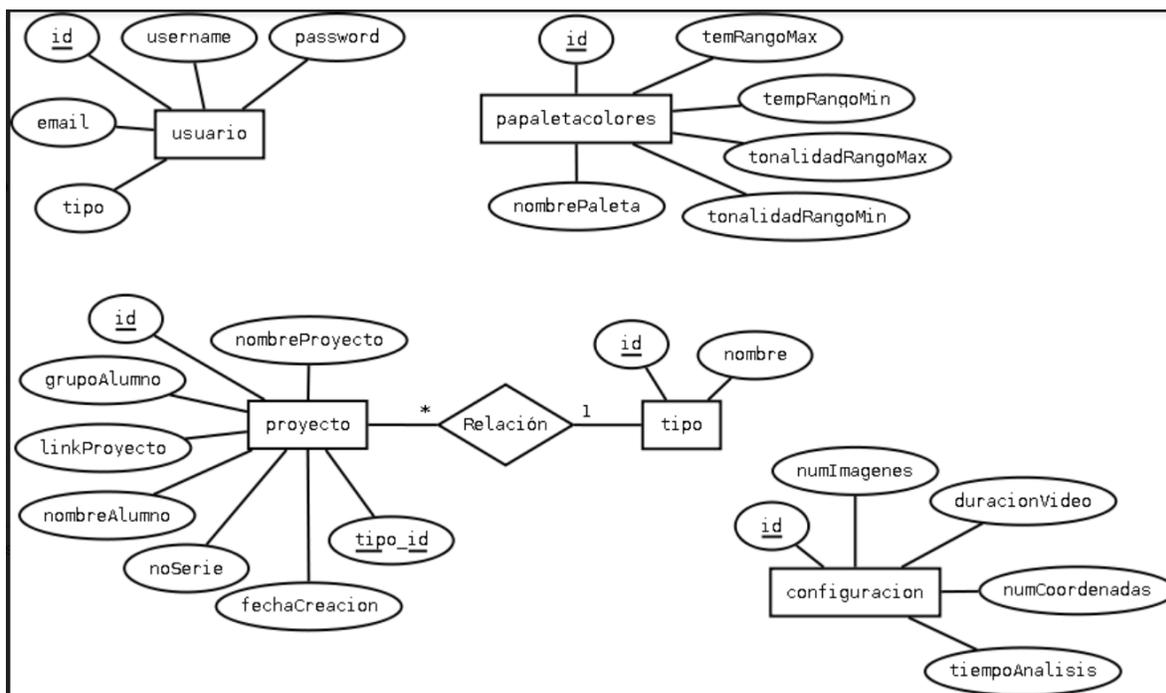


Diagrama 5. Modelo Entidad-Relación SMIM-Web

## 3. Matriz de Trazabilidad SMIM-Web

Tabla 15. Matriz de trazabilidad SMIM-Web

SMIM-Web						
Id	Id. Requerimiento	Id. Arquitectura	Pantalla ( Mokup )	Código	Responsable	Revisor
1	Req01	VC1 VC2 CC1	Proyecto	Vista	IBelmont	OValdez
				Controlador línea 19 a 50	IBelmont	OValdez
2	Req02			Vista	IBelmont	OValdez
					Controlador línea 209-326	IBelmont
3	Req03			Vista	IBelmont	OValdez
					Controlador línea 209-326	IBelmont
4	Req04			Vista	IBelmont	OValdez
					Controlador línea 330-375	IBelmont
5	Req05			Vista	IBelmont	OValdez
					Controlador línea 209-326	IBelmont
6	Req06	VC1 VC2 CC1 MC1	Proyecto Principal Biblioteca	Vista	IBelmont	OValdez
				Controlador línea 209-326	IBelmont	OValdez
				Vista	IBelmont	OValdez
				Controlador línea 19 a 50	IBelmont	OValdez
				Vista	IBelmont	OValdez
				Controlador línea 365 a 383	IBelmont	OValdez

## Apéndice 8: Diagrama de clases

Este diagrama brinda la estructura del sistema al modelar sus clases, atributos, operaciones y relaciones entre objetos. Describe que comportamiento de sus operaciones sin necesidad de entrar en detalle. A continuación, se mostrará el diagrama de clases final del proyecto, dividido en 5 partes para su mejor visualización.

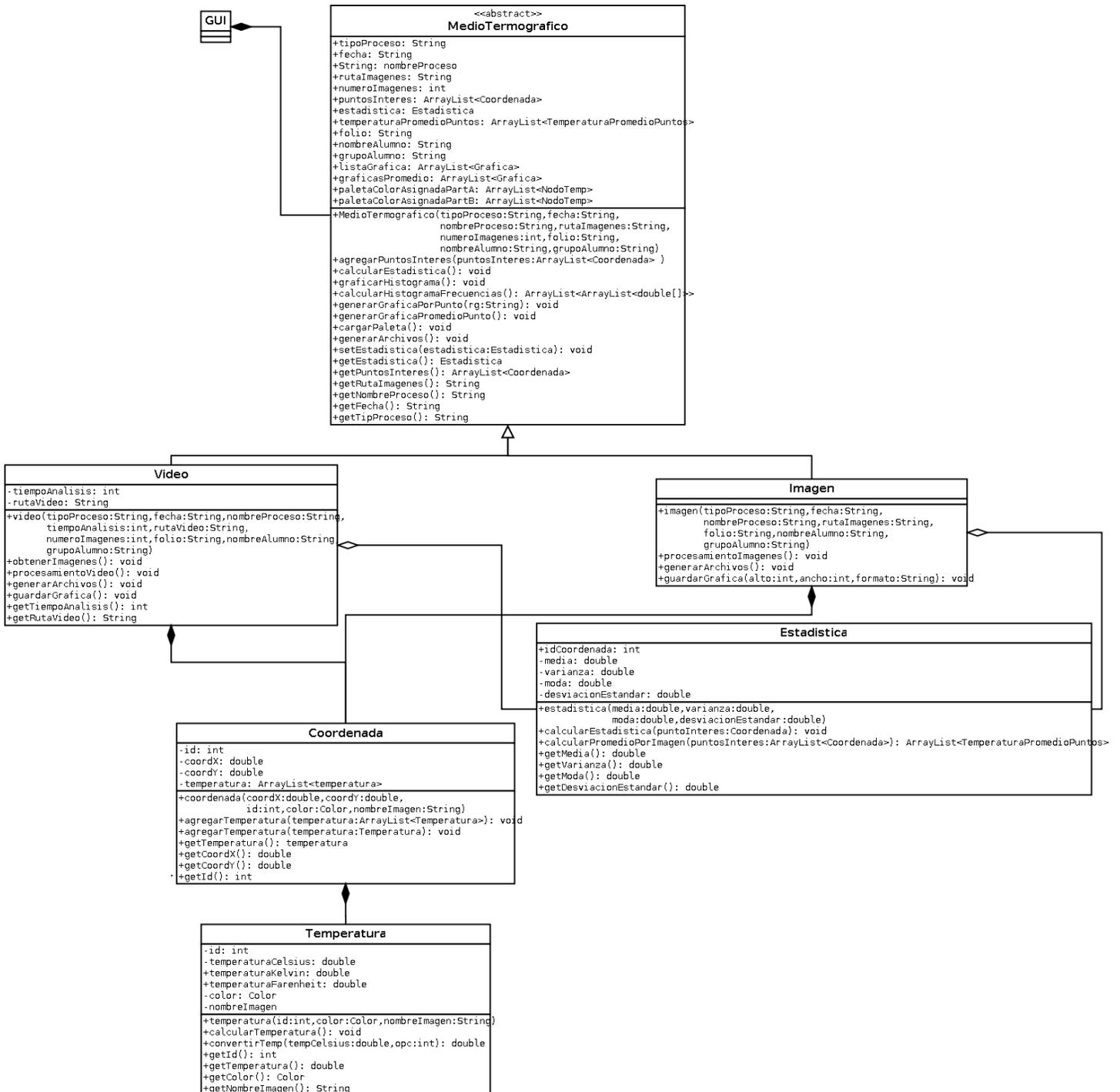


Diagrama 6. Diagrama de Clases Parte 1: Principal

EndPoint
<pre> +rutaBD: String +rutaAcceso: String +rutaAccesoArchivo: String </pre>
<pre> +EndPoint(rutaAcceso:String,rutaAccesoArchivo:String) +EndPoint(rutaBD:String) +consulta(key:String,ns:String): String +enviarRaegistro(key:String,nombreProceso:String,                 tipo:String,fecha:String,                 tiempoAnalisis:String,noSerie:String,                 alumno:String,grupo:String,                 linkProyecto:String): String +enviarCredencialesArchivo(key:String,folio:String,                            tipoProceso:String,                            formato:String,                            carpeta:String): String +subirArchivo(archivo:String,carpetaDestino:String,               tipo:int): String +pesoArchivo(file:File,tipo:int): boolean +descargarArchivo(rutaPaleta:String,nombrePaleta:String): String </pre>

Folio
<pre> +generarFolio(nombreProyecto:String): String +siglas(opc:int): int +aleatorio(a:int,b:int): String </pre>

Diagrama 7. Diagrama de clases Parte 2: Conexión Registro

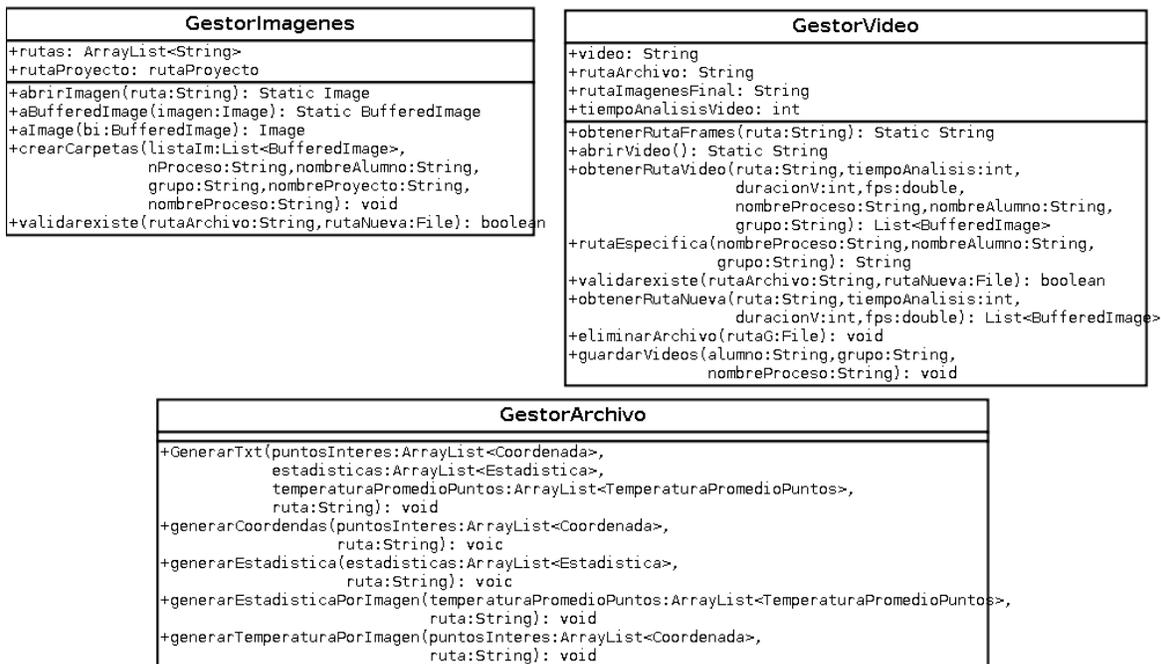


Diagrama 8. Diagrama de Clases Parte 3: Gestor

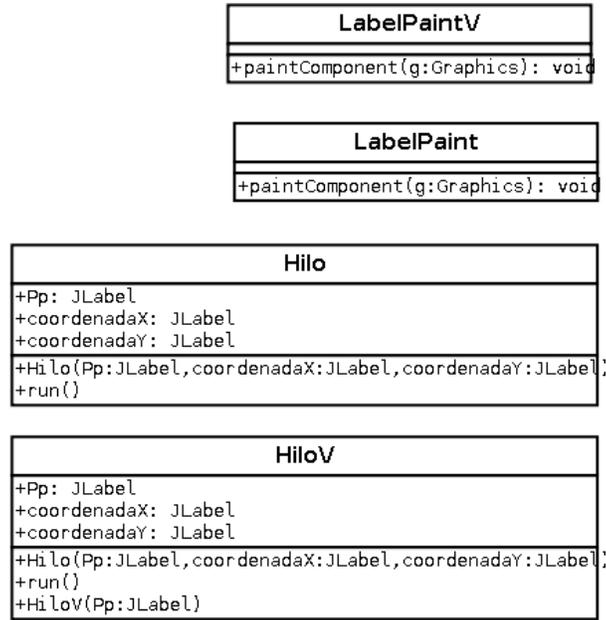


Diagrama 9. Diagrama de Clases Parte 3: GUI Herramientas

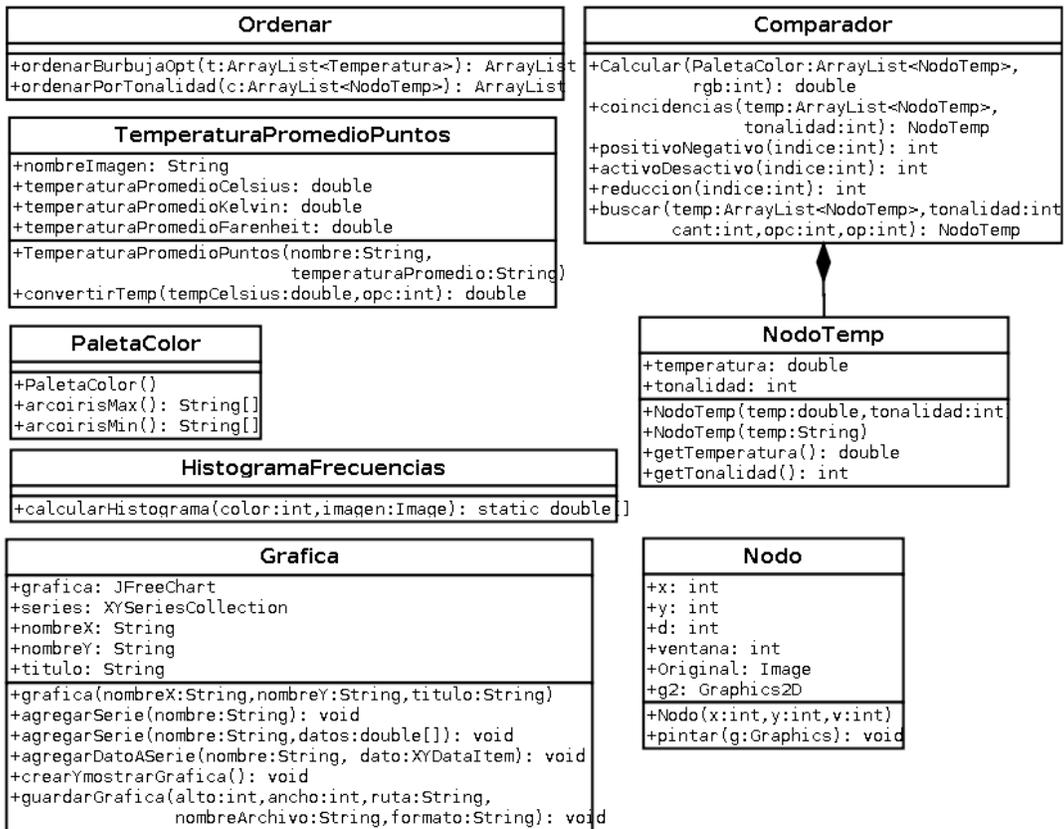


Diagrama 10. Diagrama de Clases Parte 5: Herramientas Procesamiento

## Apéndice 9: Diagrama de Estados y Actividad

Con estos diagramas es posible visualizar el posible comportamiento del sistema y sus respuestas.

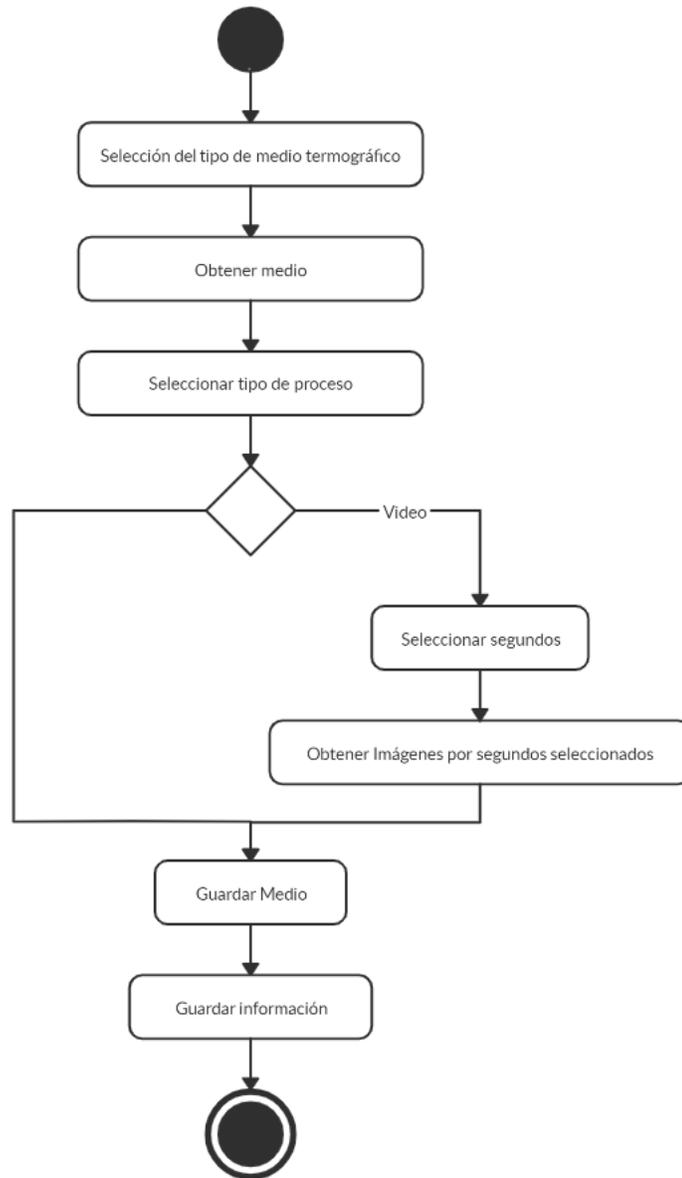


Diagrama 11. Cargar Medio Termográfico

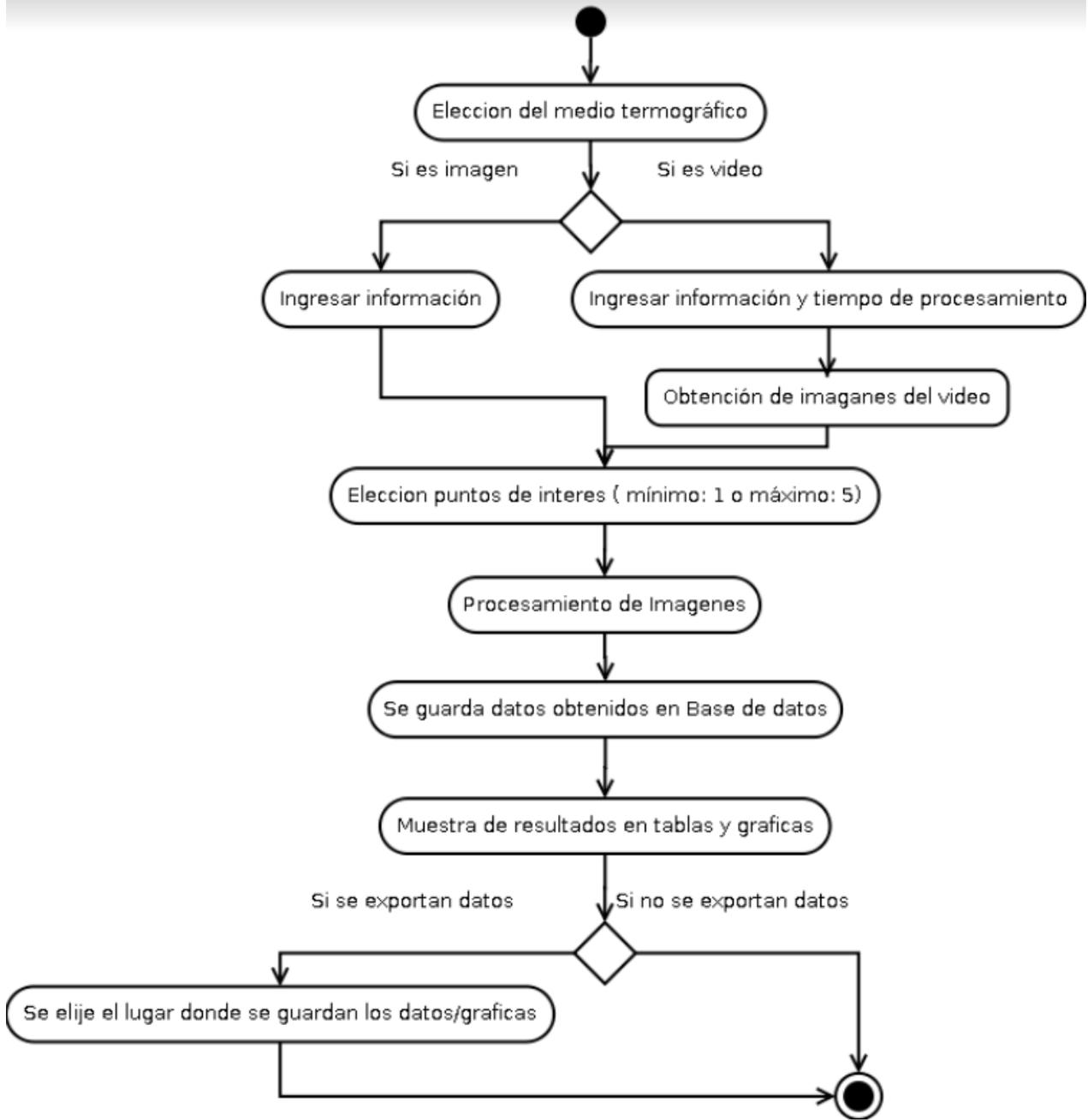


Diagrama 12. Modelo General del Sistema

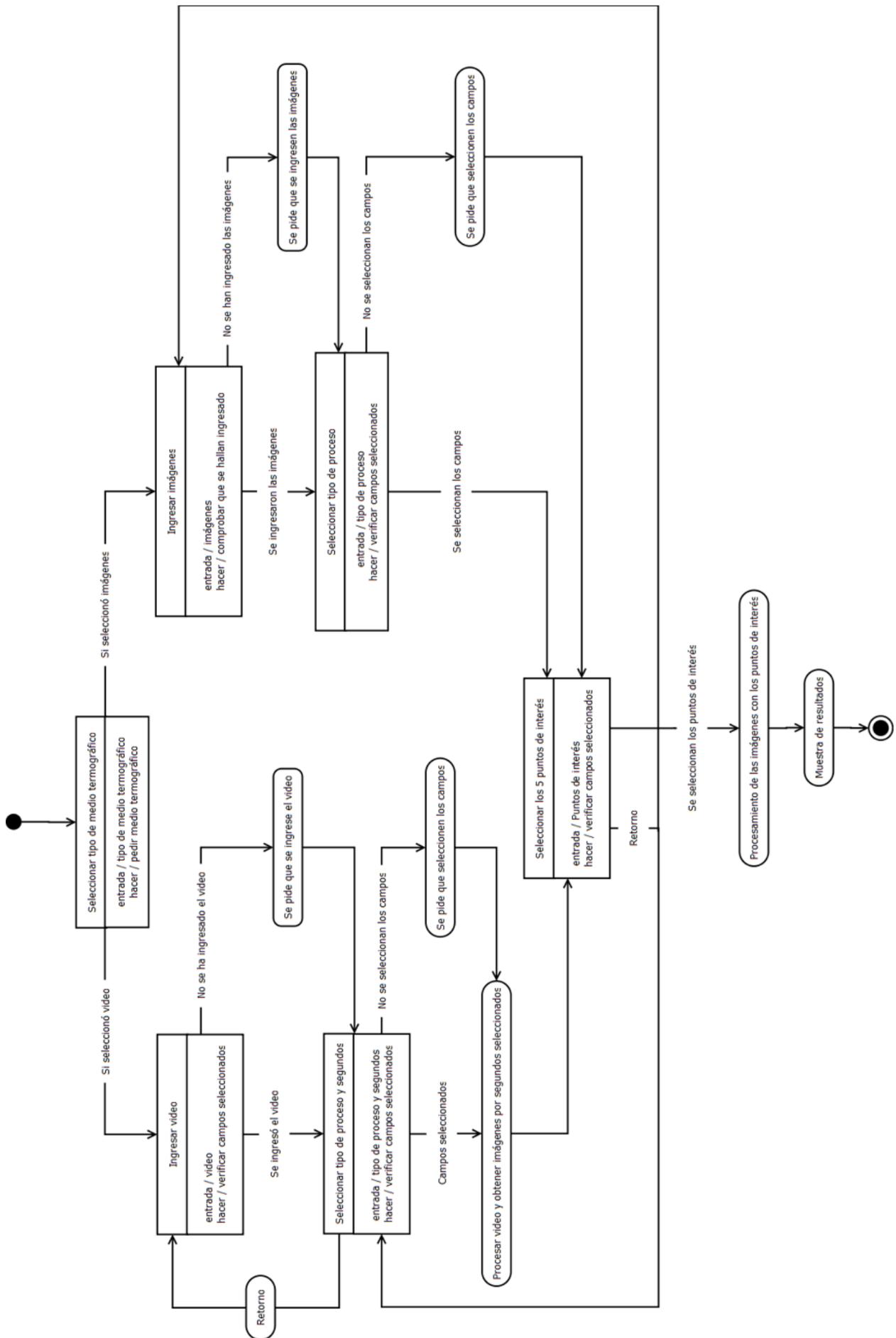


Diagrama 13. Diagrama de Estados

## Apéndice 10: Escala de Temperatura

En este apéndice se muestra la escala de temperatura propia, realizada y usada para el proyecto.

Punto	Comentario	Cámara	Pirómetro	Mofla
A	Fondo en el centro	Min. 313	315	359
		Max. 320	334	
B	Pared Derecha	Min. 335	358	359
		Max. 355	353	
C	Suelo	Min. 338	306	359
		Max. 341	329	
HORNO				
A	Centro	Min. 86	54.3	160°
		Max. 79	54.6	
B	Caliente	Min. 108	96	160°
		Max. 116	97	
C	Blanco	Min. 146	104	160°
		Max. 175	112	
D	Respirador	Min. 91	110	160°
		Max. 130	114.6	
E	Esquina	Min. 150	132	160°
		Max. 172	143	
F	Esquina Calor	Min. 50	45	160°
		Max. 56	46.3	

En la Imagen se puede observar la tabla que se realizó en la toma de datos, en ésta se muestra la comparación de temperaturas entre la cámara termográfica comprada y el Pirómetro, posteriormente fue una base para cerciorarse de que se está obteniendo el rango correcto de la temperatura en el sistema.

Imagen 64. Tabla base para escala propia

Ahora para determinar la temperatura de los puntos de interés en las imágenes, se realizó el proceso de la Imagen 65.

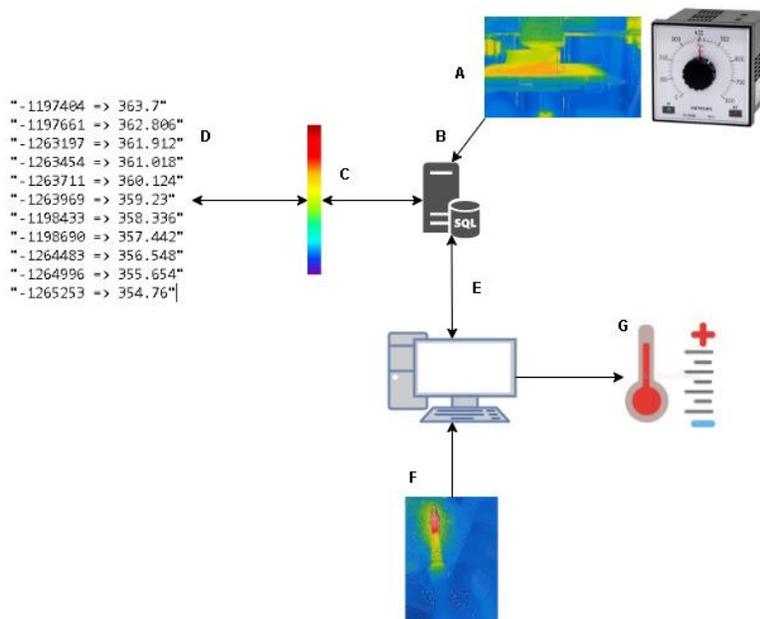


Imagen 66. Proceso para determinar la temperatura por punto de interés

Para determinar la temperatura por punto de interés, se creó un modelo a partir de imágenes termográficas capturadas en ambientes controlados. El proceso efectuado para crear el modelo fue:

A) Colocar un horno a una temperatura de 400 °C, corroborar la temperatura indicada en la interfaz del horno y se empleó otro sensor (termopar, sensor de temperatura/humedad) para asegurarse que la temperatura esté en un punto de 400°C, si lo está, se obtiene la imagen termográfica.

B) La imagen se ingresa al modelo para que este determine las tonalidades existentes sin repetir.

C) Las tonalidades se guardan en el modelo para generar la escala de temperatura acorde a cada tonalidad.

D) Al ser la temperatura máxima de 400°C, a esta se le asocia la primera tonalidad [1] encontrada perteneciente al color rojo (a mayor tonalidad roja, mayor es la temperatura en la paleta de colores arcoíris, a menor temperatura corresponde a unas tonalidades azules), para luego crear una tabla de tonalidades acorde a cada temperatura hasta llegar a 0 °C.

E) Esta tabla es almacenada y puede ser empleada por el sistema SMIM-PC.

F) El usuario ingresa al sistema las imágenes termográficas para determinar la temperatura por punto de interés. El sistema da lectura a las tonalidades existentes alrededor del punto de interés, para posteriormente calcular un promedio de las tonalidades encontradas, de esta forma determina acorde a la tonalidad resultante y haciendo uso de la tabla generada, la temperatura correspondiente.

G) Dando así un resultado en la interfaz para su análisis.

Por último, esta fue la escala de temperatura utilizada en el Sistema:

Tabla 16. Escala Propia de Temperatura

<b>Escala de 363.7°C a 20.3 °C</b>	<b>Escala de 31.3 °C a 23.8 °C</b>
237,186,164,-1197404,363.7	235,160,30,-1335266,31.3
237,185,163,-1197661,362.806	235,163,30,-1334498,31.254
236,185,163,-1263197,361.912	234,168,29,-1398755,31.208
236,184,162,-1263454,361.018	234,171,29,-1397987,31.162
236,183,161,-1263711,360.124	234,172,28,-1397732,31.116
236,182,159,-1263969,359.23	234,173,28,-1397476,31.07
237,182,159,-1198433,358.336	234,174,28,-1397220,31.024
237,181,158,-1198690,357.442	234,175,27,-1396965,30.978
236,180,157,-1264483,356.548	233,176,26,-1462246,30.932

236,178,156,-1264996,355.654	232,177,25,-1527527,30.886
236,177,155,-1265253,354.76	232,178,25,-1527271,30.84
236,176,155,-1265509,353.866	232,179,25,-1527015,30.794
236,174,153,-1266023,352.972	231,180,25,-1592295,30.748
236,173,152,-1266280,352.078	231,180,26,-1592294,30.702
235,171,151,-1332329,351.184	231,181,26,-1592038,30.656
235,169,150,-1332842,350.29	231,182,25,-1591783,30.61
235,167,149,-1333355,349.396	231,183,25,-1591527,30.564
235,166,148,-1333612,348.502	231,183,24,-1591528,30.518
235,165,147,-1333869,347.608	231,184,24,-1591272,30.472
236,163,146,-1268846,346.714	230,185,23,-1656553,30.426
236,162,145,-1269103,345.82	229,185,22,-1722090,30.38
237,161,145,-1203823,344.926	228,186,22,-1787370,30.334
237,160,144,-1204080,344.032	227,187,21,-1852651,30.288
237,158,143,-1204593,343.138	226,187,21,-1918187,30.242
237,157,142,-1204850,342.244	226,188,21,-1917931,30.196
237,156,141,-1205107,341.35	226,189,20,-1917676,30.15
237,154,140,-1205620,340.456	225,190,20,-1982956,30.104
237,152,139,-1206133,339.562	224,191,20,-2048236,30.058
237,151,138,-1206390,338.668	224,192,21,-2047979,30.012
236,150,137,-1272183,337.774	223,192,21,-2113515,29.966
236,148,136,-1272696,336.88	223,193,21,-2113259,29.92
236,145,136,-1273464,335.986	222,194,20,-2178540,29.874
236,144,135,-1273721,335.092	222,195,20,-2178284,29.828
236,142,135,-1274233,334.198	221,196,20,-2243564,29.782
236,142,134,-1274234,333.304	220,196,20,-2309100,29.736
236,140,133,-1274747,332.41	219,196,19,-2374637,29.69
236,139,132,-1275004,331.516	218,197,18,-2439918,29.644
236,138,132,-1275260,330.622	217,198,18,-2505198,29.598
236,137,131,-1275517,329.728	216,198,18,-2570734,29.552
236,136,131,-1275773,328.834	215,197,17,-2636527,29.506
236,135,130,-1276030,327.94	214,197,17,-2702063,29.46
236,134,130,-1276286,327.046	213,197,16,-2767600,29.414
236,133,129,-1276543,326.152	212,197,16,-2833136,29.368
236,132,129,-1276799,325.258	211,197,16,-2898672,29.322
236,131,128,-1277056,324.364	210,198,16,-2963952,29.276
235,130,127,-1342849,323.47	209,199,16,-3029232,29.23
235,129,127,-1343105,322.576	208,199,16,-3094768,29.184
235,129,126,-1343106,321.682	207,200,16,-3160048,29.138
235,128,126,-1343362,320.788	206,200,16,-3225584,29.092
236,126,125,-1278339,319.894	205,200,16,-3291120,29.046
236,125,124,-1278596,319.0	204,200,15,-3356657,29.0
236,124,124,-1278852,318.106	203,200,15,-3422193,28.954
236,123,123,-1279109,317.212	202,200,15,-3487729,28.908
235,122,122,-1344902,316.318	201,200,15,-3553265,28.862
235,121,121,-1345159,315.424	200,200,14,-3618802,28.816
234,121,121,-1410695,314.53	199,201,14,-3684082,28.77

234,119,120,-1411208,313.636	198,200,14,-3749874,28.724
234,118,120,-1411464,312.742	196,200,15,-3880945,28.678
234,117,119,-1411721,311.848	194,200,15,-4012017,28.632
234,115,119,-1412233,310.954	192,199,15,-4143345,28.586
234,114,118,-1412490,310.06	190,199,15,-4274417,28.54
234,112,118,-1413002,309.166	188,199,14,-4405490,28.494
233,110,117,-1479051,308.272	187,199,13,-4471027,28.448
233,109,117,-1479307,307.378	186,198,12,-4536820,28.402
233,106,116,-1480076,306.484	184,198,12,-4667892,28.356
233,105,115,-1480333,305.59	183,198,13,-4733427,28.31
233,104,114,-1480590,304.696	182,198,13,-4798963,28.264
234,102,113,-1415567,303.802	181,198,13,-4864499,28.218
234,101,112,-1415824,302.908	180,197,13,-4930291,28.172
234,100,111,-1416081,302.014	179,197,13,-4995827,28.126
234,99,110,-1416338,301.12	178,196,13,-5061619,28.08
233,98,110,-1482130,300.226	176,196,13,-5192691,28.034
233,97,109,-1482387,299.332	174,196,13,-5323763,27.988
233,96,109,-1482643,298.438	172,195,13,-5455091,27.942
233,96,108,-1482644,297.544	171,195,13,-5520627,27.896
233,95,108,-1482900,296.65	170,194,14,-5586418,27.85
233,94,108,-1483156,295.756	169,194,14,-5651954,27.804
233,93,108,-1483412,294.862	168,194,14,-5717490,27.758
233,91,108,-1483924,293.968	167,193,14,-5783282,27.712
233,89,107,-1484437,293.074	165,193,14,-5914354,27.666
233,88,107,-1484693,292.18	165,193,15,-5914353,27.62
233,87,106,-1484950,291.286	164,193,15,-5979889,27.574
233,86,106,-1485206,290.392	163,193,14,-6045426,27.528
232,85,105,-1550999,289.498	162,193,14,-6110962,27.482
232,84,105,-1551255,288.604	161,193,14,-6176498,27.436
232,82,104,-1551768,287.71	160,192,15,-6242289,27.39
232,81,103,-1552025,286.816	159,192,15,-6307825,27.344
232,79,102,-1552538,285.922	157,192,16,-6438896,27.298
232,77,102,-1553050,285.028	155,192,16,-6569968,27.252
232,75,102,-1553562,284.134	154,192,16,-6635504,27.206
231,74,101,-1619355,283.24	153,191,17,-6701295,27.16
231,71,101,-1620123,282.346	152,191,17,-6766831,27.114
231,70,101,-1620379,281.452	151,191,17,-6832367,27.068
231,69,100,-1620636,280.558	149,190,17,-6963695,27.022
231,68,100,-1620892,279.664	147,189,17,-7095023,26.976
232,67,99,-1555613,278.77	146,189,17,-7160559,26.93
232,65,99,-1556125,277.876	145,188,18,-7226350,26.884
232,64,98,-1556382,276.982	143,188,19,-7357421,26.838
232,63,98,-1556638,276.088	142,188,19,-7422957,26.792
232,62,98,-1556894,275.194	141,188,19,-7488493,26.746
232,61,97,-1557151,274.3	140,187,19,-7554285,26.7
231,60,97,-1622943,273.406	139,187,20,-7619820,26.654
231,59,96,-1623200,272.512	136,186,20,-7816684,26.608

231,58,96,-1623456,271.618	135,186,21,-7882219,26.562
231,58,95,-1623457,270.724	134,185,22,-7948010,26.516
231,56,95,-1623969,269.83	133,185,23,-8013545,26.47
231,56,94,-1623970,268.936	131,185,23,-8144617,26.424
231,55,94,-1624226,268.042	130,184,24,-8210408,26.378
230,54,93,-1690019,267.148	129,183,26,-8276198,26.332
230,53,93,-1690275,266.254	128,183,27,-8341733,26.286
230,53,92,-1690276,265.36	127,182,27,-8407525,26.24
231,52,92,-1624996,264.466	125,181,28,-8538852,26.194
231,51,91,-1625253,263.572	124,181,28,-8604388,26.148
230,50,91,-1691045,262.678	123,181,29,-8669923,26.102
230,49,90,-1691302,261.784	122,181,29,-8735459,26.056
230,48,90,-1691558,260.89	121,181,29,-8800995,26.01
230,48,89,-1691559,259.996	120,180,30,-8866786,25.964
230,47,89,-1691815,259.102	118,180,30,-8997858,25.918
230,46,88,-1692072,258.208	116,179,31,-9129185,25.872
231,46,88,-1626536,257.314	115,179,31,-9194721,25.826
231,45,88,-1626792,256.42	114,179,31,-9260257,25.78
231,44,88,-1627048,255.526	114,178,32,-9260512,25.734
231,43,87,-1627305,254.632	113,178,32,-9326048,25.688
231,41,87,-1627817,253.738	111,178,34,-9457118,25.642
231,40,86,-1628074,252.844	108,177,36,-9653980,25.596
231,39,86,-1628330,251.95	106,176,37,-9785307,25.55
231,38,85,-1628587,251.056	103,175,39,-9982169,25.504
231,38,84,-1628588,250.162	101,174,40,-10113496,25.458
231,37,84,-1628844,249.268	99,174,40,-10244568,25.412
231,37,83,-1628845,248.374	98,174,40,-10310104,25.366
232,36,83,-1563565,247.48	97,174,41,-10375639,25.32
232,36,82,-1563566,246.586	96,173,42,-10441430,25.274
232,36,81,-1563567,245.692	96,173,43,-10441429,25.228
232,37,81,-1563311,244.798	96,173,44,-10441428,25.182
232,36,80,-1563568,243.904	94,172,46,-10572754,25.136
232,36,79,-1563569,243.01	93,171,47,-10638545,25.09
232,35,78,-1563826,242.116	92,171,48,-10704080,25.044
232,35,77,-1563827,241.222	91,171,48,-10769616,24.998
232,35,76,-1563828,240.328	91,171,49,-10769615,24.952
232,35,75,-1563829,239.434	90,170,50,-10835406,24.906
233,36,75,-1498037,238.54	88,170,52,-10966476,24.86
233,36,74,-1498038,237.646	86,169,54,-11097802,24.814
233,37,74,-1497782,236.752	84,168,56,-11229128,24.768
233,37,73,-1497783,235.858	83,167,56,-11294920,24.722
233,38,72,-1497528,234.964	81,167,56,-11425992,24.676
233,38,71,-1497529,234.07	81,167,57,-11425991,24.63
233,38,70,-1497530,233.176	80,166,59,-11491781,24.584
234,39,69,-1431739,232.282	79,166,61,-11557315,24.538
235,40,68,-1365948,231.388	77,165,64,-11688640,24.492
235,41,68,-1365692,230.494	74,164,66,-11885502,24.446

235,41,67,-1365693,229.6	73,164,66,-11951038,24.4
235,42,66,-1365438,228.706	72,163,67,-12016829,24.354
235,43,66,-1365182,227.812	69,162,70,-12213690,24.308
235,43,65,-1365183,226.918	67,161,72,-12345016,24.262
236,44,65,-1299391,226.024	65,161,75,-12476085,24.216
236,45,65,-1299135,225.13	62,160,79,-12672945,24.17
235,47,65,-1364159,224.236	61,160,80,-12738480,24.124
235,48,65,-1363903,223.342	60,159,81,-12804271,24.078
235,50,64,-1363392,222.448	58,158,85,-12935595,24.032
235,51,64,-1363136,221.554	55,157,88,-13132456,23.986
235,52,63,-1362881,220.66	53,156,91,-13263781,23.94
236,54,63,-1296833,219.766	51,155,94,-13395106,23.894
236,55,62,-1296578,218.872	50,155,95,-13460641,23.848
236,56,62,-1296322,217.978	49,154,97,-13526431,23.802
236,56,61,-1296323,217.084	
237,57,61,-1230531,216.19	
237,58,61,-1230275,215.296	
236,59,60,-1295556,214.402	
236,60,60,-1295300,213.508	
236,61,60,-1295044,212.614	
236,61,59,-1295045,211.72	
236,62,59,-1294789,210.826	
236,63,59,-1294533,209.932	
236,64,58,-1294278,209.038	
237,65,58,-1228486,208.144	
237,66,58,-1228230,207.25	
236,67,57,-1293511,206.356	
236,68,57,-1293255,205.462	
236,69,56,-1293000,204.568	
235,70,56,-1358280,203.674	
235,71,55,-1358025,202.78	
235,72,55,-1357769,201.886	
235,73,55,-1357513,200.992	
236,75,54,-1291466,200.098	
236,76,54,-1291210,199.204	
237,78,54,-1225162,198.31	
236,79,53,-1290443,197.416	
236,80,53,-1290187,196.522	
236,81,53,-1289931,195.628	
237,82,53,-1224139,194.734	
237,83,53,-1223883,193.84	
237,84,52,-1223628,192.946	
237,85,52,-1223372,192.052	
237,85,51,-1223373,191.158	
237,86,51,-1223117,190.264	
237,87,50,-1222862,189.37	
237,88,50,-1222606,188.476	

238,89,50,-1156814,187.582	
238,90,50,-1156558,186.688	
238,91,50,-1156302,185.794	
237,92,49,-1221583,184.9	
237,93,49,-1221327,184.006	
237,94,49,-1221071,183.112	
237,96,49,-1220559,182.218	
237,96,48,-1220560,181.324	
237,98,48,-1220048,180.43	
237,100,48,-1219536,179.536	
237,101,48,-1219280,178.642	
238,102,49,-1153487,177.748	
238,103,49,-1153231,176.854	
238,104,47,-1152977,175.96	
237,105,46,-1218258,175.066	
237,106,46,-1218002,174.172	
237,107,45,-1217747,173.278	
237,108,45,-1217491,172.384	
237,109,45,-1217235,171.49	
238,109,45,-1151699,170.596	
238,110,45,-1151443,169.702	
238,110,44,-1151444,168.808	
238,112,44,-1150932,167.914	
238,114,43,-1150421,167.02	
238,116,42,-1149910,166.126	
238,118,42,-1149398,165.232	
238,119,42,-1149142,164.338	
237,121,41,-1214167,163.444	
237,124,41,-1213399,162.55	
237,125,41,-1213143,161.656	
237,126,41,-1212887,160.762	
238,127,41,-1147095,159.868	
238,128,41,-1146839,158.974	
237,129,40,-1212120,158.08	
237,130,40,-1211864,157.186	
236,130,39,-1277401,156.292	
236,131,39,-1277145,155.398	
237,132,40,-1211352,154.504	
237,133,39,-1211097,153.61	
237,134,39,-1210841,152.716	
236,135,38,-1276122,151.822	
236,136,38,-1275866,150.928	
236,137,38,-1275610,150.034	
236,137,37,-1275611,149.14	
236,138,37,-1275355,148.246	
236,139,36,-1275100,147.352	
236,141,36,-1274588,146.458	

236,143,35,-1274077,145.564	
236,144,35,-1273821,144.67	
236,145,35,-1273565,143.776	
236,146,34,-1273310,142.882	
236,148,34,-1272798,141.988	
236,149,34,-1272542,141.094	
237,150,34,-1206750,140.2	
237,151,33,-1206495,139.306	
237,152,33,-1206239,138.412	
237,153,33,-1205983,137.518	
237,153,32,-1205984,136.624	
237,154,32,-1205728,135.73	
236,155,31,-1271009,134.836	
236,156,31,-1270753,133.942	
236,157,31,-1270497,133.048	
236,158,31,-1270241,132.154	
236,159,31,-1269985,131.26	
235,159,30,-1335522,130.366	
235,160,30,-1335266,129.472	
235,161,30,-1335010,128.578	
236,162,30,-1269218,127.684	
236,163,30,-1268962,126.79	
236,164,30,-1268706,125.896	
236,164,29,-1268707,125.002	
236,165,29,-1268451,124.108	
236,166,29,-1268195,123.214	
236,167,29,-1267939,122.32	
235,168,28,-1333220,121.426	
235,169,28,-1332964,120.532	
235,170,28,-1332708,119.638	
235,171,28,-1332452,118.744	
234,172,28,-1397732,117.85	
234,173,28,-1397476,116.956	
234,174,27,-1397221,116.062	
234,175,27,-1396965,115.168	
233,176,26,-1462246,114.274	
232,177,25,-1527527,113.38	
232,178,26,-1527270,112.486	
232,179,26,-1527014,111.592	
231,179,26,-1592550,110.698	
231,180,26,-1592294,109.804	
231,181,26,-1592038,108.91	
231,181,25,-1592039,108.016	
231,182,25,-1591783,107.122	
230,183,24,-1657064,106.228	
230,184,23,-1656809,105.334	
229,184,22,-1722346,104.44	

229,185,22,-1722090,103.546	
228,186,22,-1787370,102.652	
227,186,22,-1852906,101.758	
227,187,21,-1852651,100.864	
226,187,21,-1918187,99.97	
226,188,20,-1917932,99.076	
226,189,20,-1917676,98.182	
226,190,20,-1917420,97.288	
226,191,21,-1917163,96.394	
225,191,21,-1982699,95.5	
224,192,21,-2047979,94.606	
223,193,21,-2113259,93.712	
223,193,20,-2113260,92.818	
222,194,20,-2178540,91.924	
222,195,20,-2178284,91.03	
221,195,20,-2243820,90.136	
221,195,19,-2243821,89.242	
220,195,19,-2309357,88.348	
220,196,18,-2309102,87.454	
219,196,18,-2374638,86.56	
218,197,18,-2439918,85.666	
217,197,18,-2505454,84.772	
217,198,18,-2505198,83.878	
216,198,18,-2570734,82.984	
214,198,17,-2701807,82.09	
213,198,17,-2767343,81.196	
212,198,17,-2832879,80.302	
211,198,16,-2898416,79.408	
210,198,16,-2963952,78.514	
209,198,16,-3029488,77.62	
209,199,16,-3029232,76.726	
208,199,16,-3094768,75.832	
207,199,16,-3160304,74.938	
206,200,16,-3225584,74.044	
205,200,16,-3291120,73.15	
205,200,15,-3291121,72.256	
204,200,15,-3356657,71.362	
202,200,15,-3487729,70.468	
202,200,14,-3487730,69.574	
200,200,14,-3618802,68.68	
199,201,14,-3684082,67.786	
198,201,14,-3749618,66.892	
196,200,14,-3880946,65.998	
194,200,14,-4012018,65.104	
192,199,15,-4143345,64.21	
190,199,15,-4274417,63.316	
188,199,14,-4405490,62.422	

187,198,13,-4471283,61.528	
185,198,12,-4602356,60.634	
184,198,12,-4667892,59.74	
183,198,12,-4733428,58.846	
182,197,12,-4799220,57.952	
181,197,12,-4864756,57.058	
179,197,13,-4995827,56.164	
178,197,13,-5061363,55.27	
175,196,13,-5258227,54.376	
173,195,13,-5389555,53.482	
171,194,14,-5520882,52.588	
168,194,14,-5717490,51.694	
166,194,14,-5848562,50.8	
164,193,14,-5979890,49.906	
163,193,14,-6045426,49.012	
160,192,14,-6242290,48.118	
157,192,14,-6438898,47.224	
153,190,15,-6701553,46.33	
149,189,16,-6963952,45.436	
145,189,17,-7226095,44.542	
142,187,18,-7423214,43.648	
139,187,19,-7619821,42.754	
135,185,21,-7882475,41.86	
132,185,22,-8079082,40.966	
130,183,23,-8210665,40.072	
128,182,25,-8341991,39.178	
126,182,26,-8473062,38.284	
124,181,28,-8604388,37.39	
122,180,29,-8735715,36.496	
119,180,29,-8932323,35.602	
117,179,30,-9063650,34.708	
113,178,31,-9326049,33.814	
109,177,34,-9588446,32.92	
105,176,35,-9850845,32.026	
101,174,38,-10113498,31.132	
96,173,41,-10441431,30.238	
90,171,47,-10835153,29.344	
84,168,54,-11229130,28.45	
78,165,59,-11623109,27.556	
70,162,71,-12148153,26.662	
57,156,96,-13001632,25.768	
44,149,121,-13855367,24.874	
31,142,146,-14709102,23.98	
21,134,165,-15366491,23.086	
18,120,168,-15566680,22.192	
17,107,171,-15635541,21.298	
15,93,174,-15770194,20.404	

**\*Notas\***

[1] El número negativo obtenido por las tonalidades es la representación del color RGB en un entero, este contiene los componentes alfa, rojo, verde y azul del color en sus bits, por lo cual no debe ser interpretado como un número entero. Este puede tener 32 bits, los cuales pueden ser divididos en intervalos de 8 bits ( $3 \times 8 = 24$ ), de esta forma el intervalo: 0,1 y 2. Pertenece a: Azul, verde y rojo respectivamente. El intervalo número 3, pertenece al valor Alpha el cual indica que tan transparente o sólido es el color. De esta forma se usa para almacenar los componentes RGB (8 bits para cada uno) en el siguiente formato:

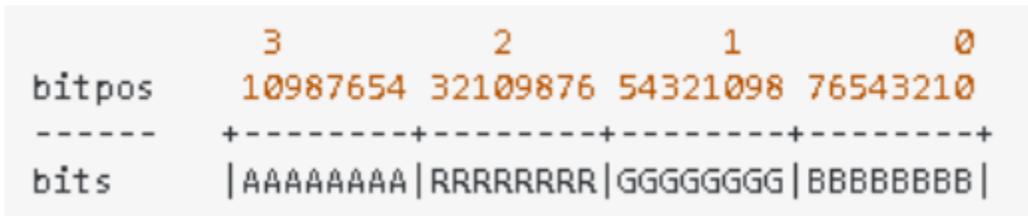


Imagen 67. Formato de bits

De esta forma si tenemos el número “-16755216”, este se convierte en binario (1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000 0101 0101 1111 0000). Se acota a 32 bits (1111 1111 0000 0000 0101 0101 1111 0000), hacen las divisiones en intervalos de 8 iniciando de izquierda a derecha y se convierte por intervalo a entero para así determinar sus respectivos valores en RGB, dando el siguiente resultado:

- Azul: 240
- Verde: 85
- Rojo: 0
- Alpha: 255