

MANUAL DE USUARIO INVI FUSION V1.0

Diseñado y Desarrollado por:
Rafael Eduardo Ospina Caicedo
Sergio David Cardona Melo

Dirigido por:
Eval Bladimir Bacca, Ph.D.



TABLA DE CONTENIDO

1	Introducción	4
2	Instalación	5
2.1	Requisitos	5
2.2	Contenido de Invi Fusion	5
2.3	Ejecución	5
3	Cómo usar Invi Fusion	7
3.1	Estructura	7
3.1.1	Bloque de calibración	8
3.1.2	Bloque para procesamiento de imágenes	9
3.1.3	Bloque para generación de reporte	12
3.1.4	Configuraciones avanzadas	13
3.2	Mi primera calibración	14
3.3	Fusionando imágenes	19
4	Contacto	23

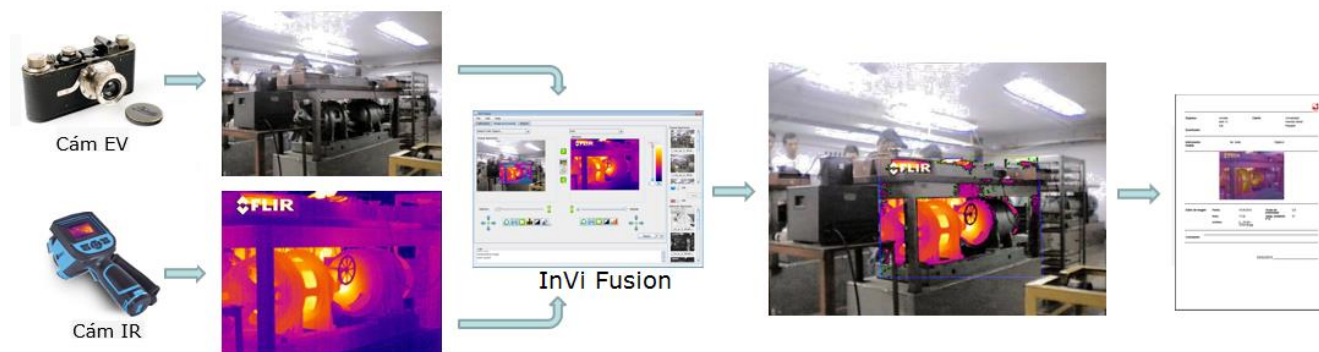
1 INTRODUCCIÓN

InVi Fusion es un software, desarrollado en el ámbito de inspección termográfica, que permite trabajar simultáneamente con cámaras de espectro infrarrojo térmico y de espectro visible para crear fusiones de las imágenes de ambos espectros mejorando la visualización de la escena observada, ofreciendo al usuario una mejor experiencia de observación para un rápido y eficaz análisis termográfico.

InVi Fusion reúne en una sola aplicación las herramientas necesarias para realizar la captura de imágenes de ambos espectros, procesarlas y generar reportes de inspección termográfica. Además para poder realizar la fusión de imágenes es necesario calibrar extrínsecamente las cámaras, por ello InVi Fusion contiene un bloque que permite tanto calcular los parámetros intrínsecos de cada cámara para corregir posibles distorsiones en la imagen, para posteriormente calcular los parámetros extrínsecos para encontrar las matrices que relacionan ambas cámaras.

Notas:

1. Las cámaras usadas podrán ser de distintos fabricantes y diferentes características como campo de visión o resolución.
2. La versión 1.0 de InVi Fusion permite realizar únicamente análisis cualitativos. Es decir trabaja directamente con las imágenes de ambos espectros, por tanto no incluye los valores radiométricos provenientes de la cámara termográfica.



2 INSTALACIÓN

iInVi Fusion no necesita de ningún proceso de instalación! Se debe tener el programa en el computador, ejecutar el archivo ejecutable y listo, se podrá disfrutar de todas las herramientas prácticas desarrolladas.

2.1 REQUISITOS

La máquina para ejecutar *InVi Fusion* sin problemas deberá contar con:

- Sistema Operativo Windows 7 o Ubuntu 12.04
- *Java Runnable Environment* (JRE) 1.7 o superior. Se puede descargar desde su página oficial www.java.com/es/download/

Las cámaras de espectro visible y termográfica podrán ser de distinto fabricante y de diferentes características, las cuáles serán elegidas a criterio del usuario según sus necesidades y aplicaciones. Las cámaras deberán contar con alguna interfaz de conexión al computador (ej. USB) para poder acceder a sus imágenes y/o vídeo.

2.2 CONTENIDO DE INVI FUSION

El paquete de *InVi Fusion* se compone de los siguientes archivos y carpetas:

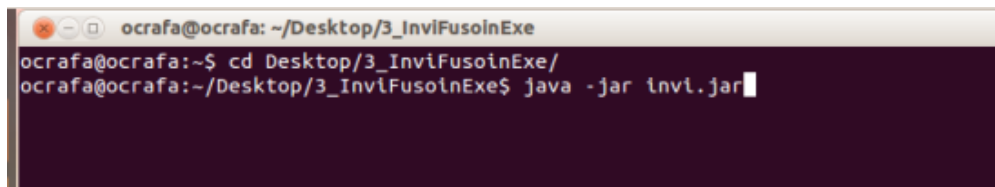
- *invi.jar* es el archivo ejecutable de *InVi Fusion*
- *demos* es una carpeta conteniendo archivos de muestra para que el usuario emplee y practique las herramientas de *InVi Fusion*
- Los demás archivos o carpetas son fundamentales para el correcto funcionamiento de la aplicación

2.3 EJECUCIÓN

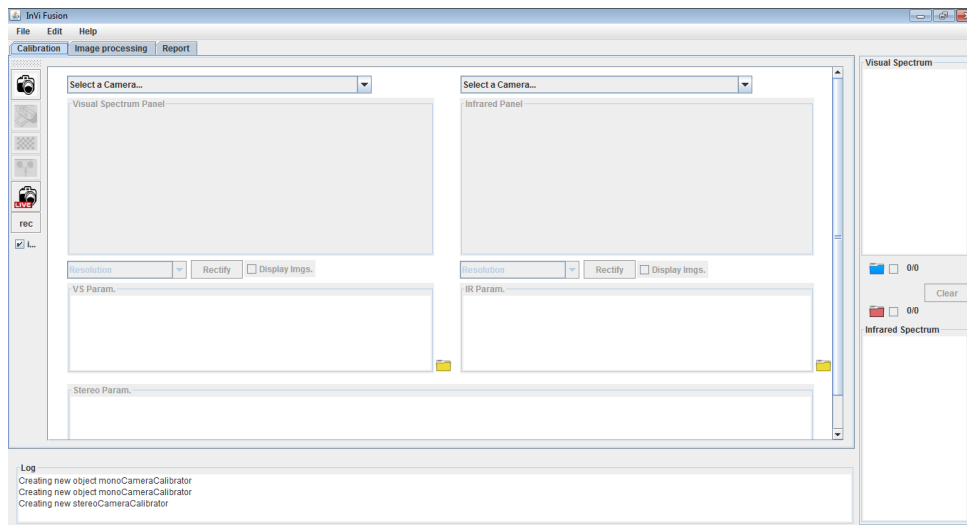
En Windows, haciendo click sobre el archivo *invi.jar* se ejecutará *InVi Fusion*.

En Ubuntu, en caso de no ejecutarse el ejecutable, se deberá abrir una ventana de terminal de Ubuntu, dirigirse a la carpeta que contiene a la ubicación de *Invi Fusion* y ejecutar el siguiente comando

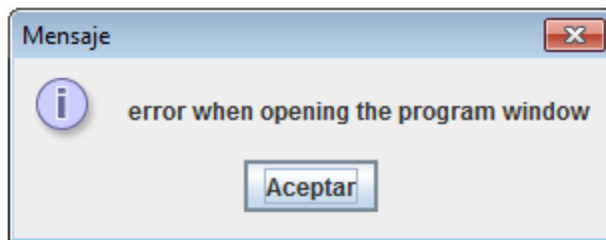
```
java -jar invi.jar
```



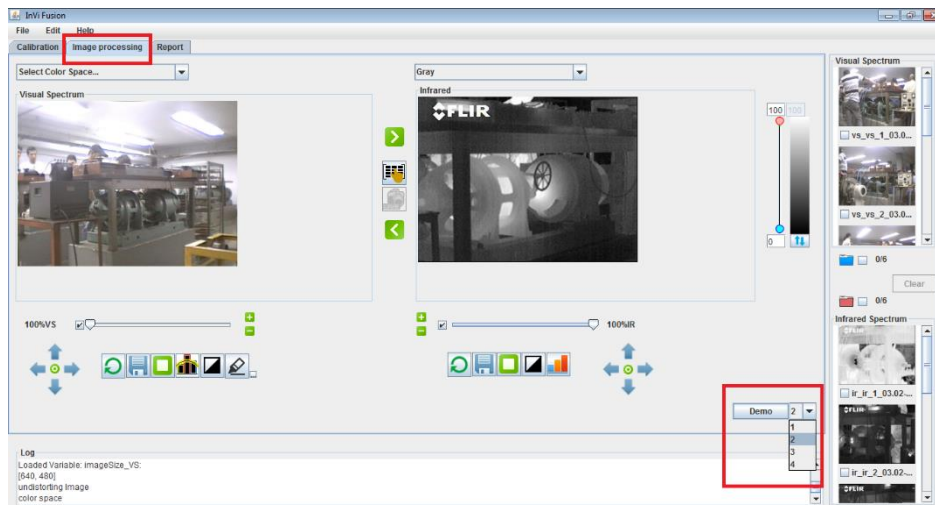
Se abrirá la ventana de *InVi Fusion* en su primera pestaña de trabajo *Calibration*



En caso de que error durante la carga de librerías e íconos se notificará a través de una ventana emergente, se deberá revisar que no se haya modificado ninguno de los archivos o carpetas fundamentales del programa.



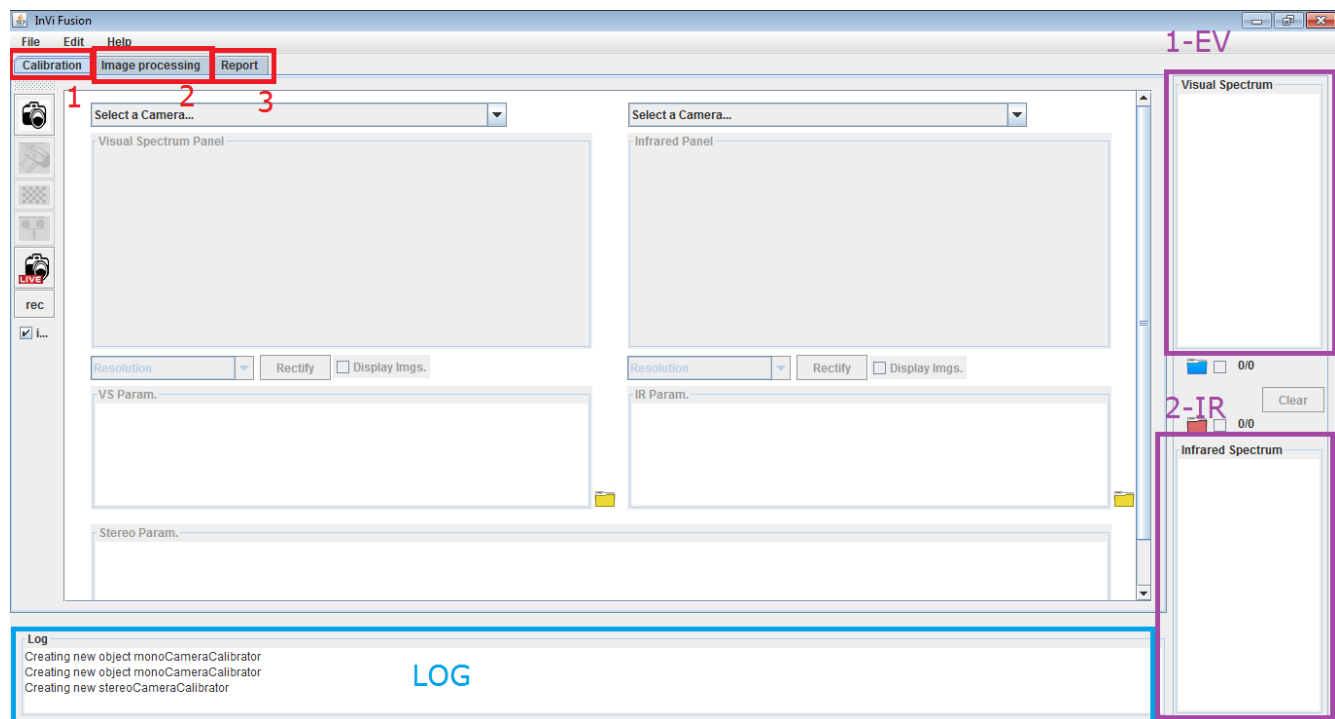
El funcionamiento de *InVi Fusion* puede ser verificado a través de su demo. Para ello, en la pestaña *Image Processing* hacer click en el botón *Demo* en la parte inferior derecha. Se cargarán archivos de imágenes y parámetros de calibración ya calculados para que el usuario pueda examinar las herramientas de la aplicación. Se puede elegir entre cuatro demos disponibles.



3 CÓMO USAR INVI FUSION

3.1 ESTRUCTURA

InVi Fusion está estructurado en tres bloques o pestañas para trabajo, dos espacios de trabajo y un espacio *Log* de salida donde se imprime toda la información de los resultados de cada proceso ejecutado. Las pestañas de trabajo incluyen las herramientas disponibles para ser usadas por el usuario, mientras los espacios de trabajo archivan todas las imágenes disponibles para trabajar ya sea que provengan de las cámaras o hayan sido procesadas en InVi Fusion.



Los bloques de trabajo son tres (demarcados con color rojo en la figura) y se organizan así:

1. Bloque de calibración (*Calibration*): incluye todas las herramientas necesarias para calcular los parámetros intrínsecos y extrínsecos de las cámaras.
2. Bloque de procesamiento de imágenes (*Image Processing*): permite procesar las imágenes para realizar la fusión de las imágenes. Además presenta diferentes herramientas como umbralización por color o la posibilidad de elegir la paleta de colores más apropiada para la imagen según el escenario.
3. Bloque de reporte (*Report*): permite generar el respectivo documento de reporte de la inspección termográfica realizada.

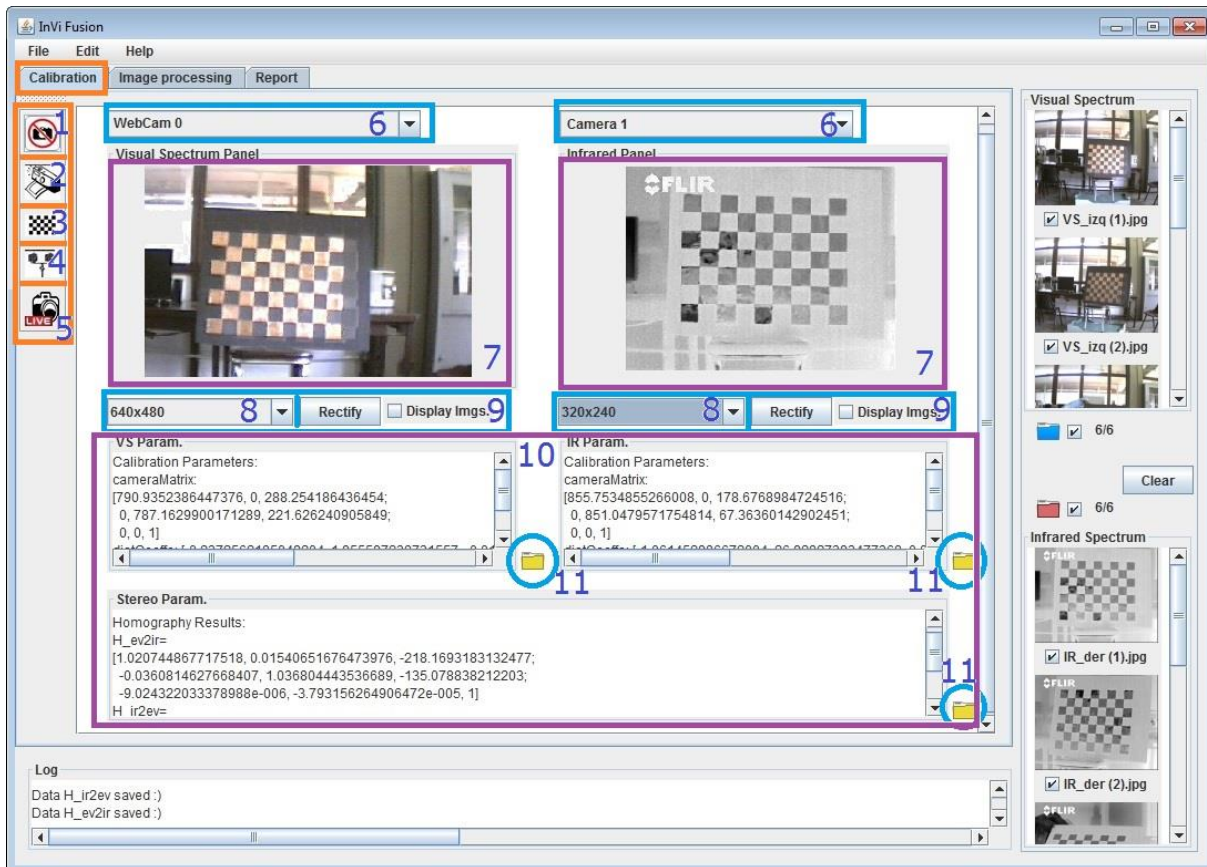
Los espacios de trabajo (demarcados con color morado en la figura) son dos:

1. Espacio de trabajo para Espectro Visible: incluye todas las imágenes correspondientes al espectro visible, tanto imágenes de las cámaras, imágenes procesadas como las figuras correspondientes a los errores de calibración.

2. Espacio de trabajo para Espectro Infrarrojo: incluye todas las imágenes correspondientes al espectro infrarrojo, tanto imágenes de las cámaras, imágenes procesadas como las figuras correspondientes a los errores de calibración.

A continuación se explicará detalladamente cada uno de los bloques de trabajo y sus funcionalidades.

3.1.1 BLOQUE DE CALIBRACIÓN

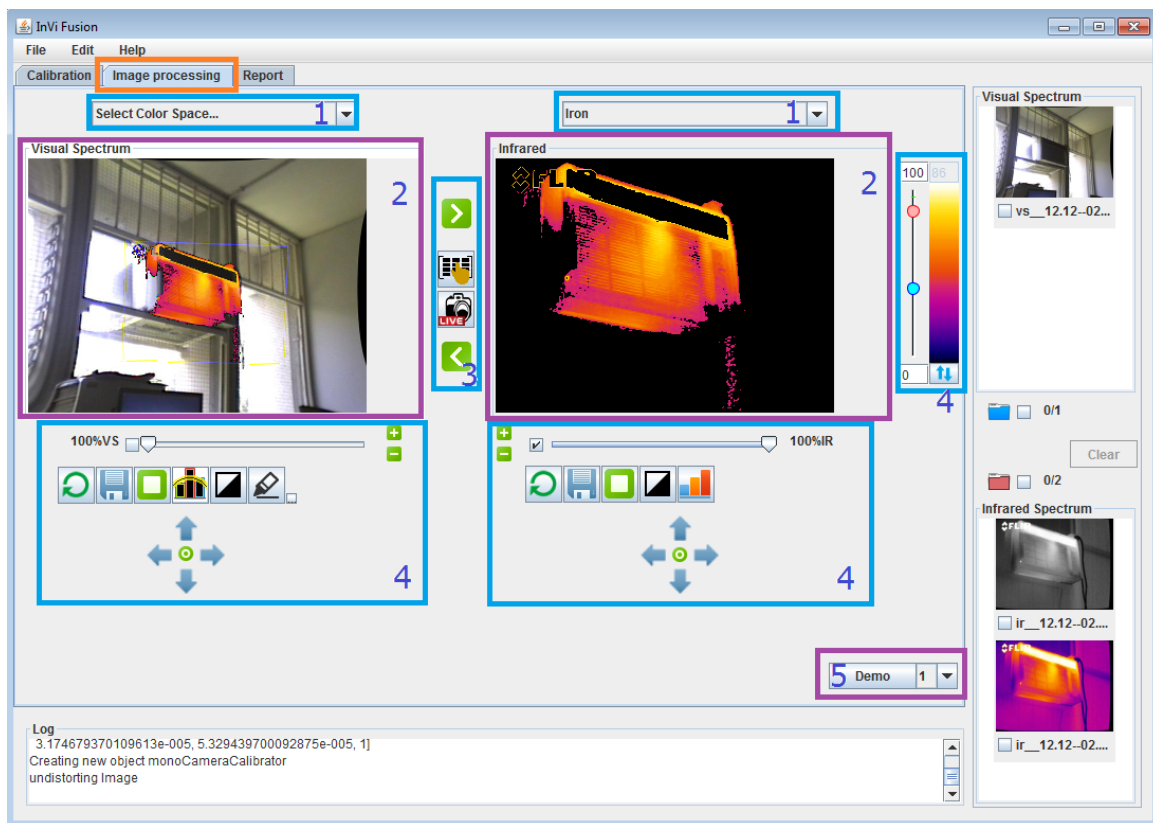


A continuación se describen las funcionalidades y espacios del bloque de calibración:

Nro	Función	Descripción
	Iniciar cámaras	Permite iniciar la adquisición de vídeo a partir de la cámara seleccionada con el tamaño de imagen elegido
	Capturar imagen	Almacena en el espacio de trabajo las imágenes visualizadas en la o las cámaras inicializadas. La imagen será adicionada al correspondiente espacio de trabajo
	Calibración intrínseca	Permite calcular los parámetros intrínsecos de una cámara. Para ejecutarlo se debe elegir mínimo seis imágenes en el espacio de trabajo en uno de los espectros.
	Calibración extrínseca	Permite calcular los parámetros extrínsecos que relacionan ambas cámaras. Para ejecutarlo se debe elegir mínimo seis pares de imágenes en el espacio de trabajo, es decir seis imágenes del espectro visible y seis imágenes correspondientes del espectro infrarrojo.

	Fusión en vivo	Inicializa la adquisición de las dos cámaras y aplica los parámetros intrínsecos y la calibración extrínseca para mostrar en tiempo real el vídeo de la fusión de ambas imágenes. Nota: En caso de no haber realizado calibración extrínseca, la fusión se hará simplemente centrando las imágenes de ambos espectros y fusionándolas.
6	Elección cámara	Permite seleccionar una cámara de una lista de cámaras disponibles. Este menú está presente tanto para la elección de la cámara de espectro visible como para la cámara infrarroja.
7	Espacio para vídeo	Lugar disponible y reservado para mostrar el vídeo adquirido de las cámaras activadas. Existe un espacio para la imagen de espectro visible y uno para el espectro infrarrojo.
8	Elección tamaño imagen	Permite elegir de una lista de tamaños posibles, el tamaño de la imagen más apropiado según criterio del usuario dado el escenario.
9	Rectificación de imágenes	Permite, sobre las imágenes seleccionadas en el espectro correspondiente, aplicar los parámetros intrínsecos previamente calculados para corregir y eliminar posibles distorsiones en las imágenes.
10	Espacio para parámetros calculados	Existen tres espacios donde se imprimen los parámetros calculados: parámetros intrínsecos para espectro visible, parámetros intrínsecos para espectro infrarrojo y parámetros extrínsecos.
11	Carga de parámetros	De existir parámetros intrínsecos y/o extrínsecos, se pueden cargar a través de esta opción. Se puede cargar individualmente los parámetros intrínsecos para cada espectro y los parámetros extrínsecos.

3.1.2 BLOQUE PARA PROCESAMIENTO DE IMÁGENES



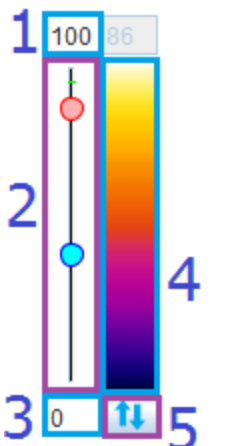
Nro	Función	Descripción
1	Espacio o paleta de color	Permite elegir el espacio de color o la paleta de color que el usuario considere más apropiada para la escena analizada en la imagen actual. Para el espectro visible, los espacios de color son: - Escala de grises (<i>Gray</i>) - Color RGB (<i>BGR</i>) Para el espectro térmico, la paleta de colores puede ser: - Gris (<i>Gray</i>) - Arcoíris (<i>Rainbow</i>) - Hierro (<i>Iron</i>) - Frío (<i>Cold</i>) - Caliente (<i>Hot</i>)
2	Espacio para imagen	Espacio destinado para la visualización de las imágenes a analizar. Existe un espacio para el espectro visible y uno para el espectro infrarrojo
3	Controles para fusión	Opciones para realizar la fusión de imágenes y ejecución de calibración manual
4	Opciones avanzadas	Opciones para procesar las imágenes de ambos espectros. Se detallan más adelante
5	Activación demo	Permite seleccionar entre 4 <i>demos</i> . Se cargarán imágenes a los espacios de trabajo y parámetros de calibración, permitiendo al usuario jugar con las herramientas desarrolladas para procesamiento y posteriormente la generación de reporte.

Las opciones avanzadas se describen a continuación:

Opciones para Proyección y Fusión de Imágenes			
	Proyectar a espectro IR	Proyectar espectro visible sobre espectro infrarrojo	
	Calibración manual	Realizar calibración manual	
	Proyectar a espectro EV	Proyectar espectro térmico sobre espectro visible	
	Zoom	Aumentar o disminuir tamaño de la imagen visualizada	
	Desplazamiento manual	Desplazar imagen proyectada: arriba, abajo, derecha, izquierda y reiniciar posición	
		Porcentaje de fusión	Porcentaje de fusión $\text{Imagen} = \alpha * \text{Img}_{\text{ev}} + \beta * \text{Img}_{\text{ir}}$ $1 = \alpha + \beta$

Opciones para procesamiento de imágenes en Espectro Visible		
	Reiniciar	Reiniciar a imagen de espectro visible originalmente cargada
	Almacenar	Guardar imagen procesada en espectro visible

	Selección área	Seleccionar área de imagen en espectro visible para posterior proyección
	Invertir colores	Invertir color de imagen
	Ecualización histograma	Ecualizar histograma de imagen
	Detección bordes	Permite filtrar la imagen resaltando los bordes

Opciones para procesamiento de imágenes en Espectro Infrarrojo		
	Reiniciar	Reiniciar a imagen de espectro infrarrojo originalmente cargada
	Almacenar	Guardar imagen procesada en espectro infrarrojo
	Selección área	Seleccionar área de imagen en espectro infrarrojo para posterior proyección
	Inversión de color	Invertir colores en imagen
	Mostrar histograma	Imprimir histograma de imagen actual de espectro infrarrojo
 Opciones para umbralización en rango de colores 1- Entrada de texto para valor máximo de temperatura representado en la imagen de espectro infrarrojo 2- Rango para umbralizar colores en la imagen (los colores están directamente relacionados con los valores de temperatura) 3- Entrada de texto para valor mínimo de temperatura representado en la imagen de espectro infrarrojo 4- Colores correspondientes a la paleta de colores seleccionada 5- Opción para invertir la representación de colores. Lo único que se verá afectado es el orden en que se muestra la paleta de colores.		

3.1.3 BLOQUE PARA GENERACIÓN DE REPORTE

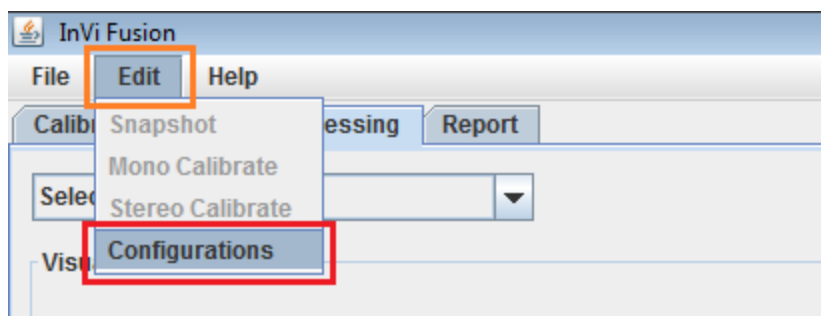
The screenshot displays the 'InVi Fusion' software window with the 'Report' tab selected. The interface is organized into several functional areas, each highlighted with a numbered box (1-6) corresponding to the table below. Area 1 contains 'Company Data' fields. Area 2 contains 'Client Data' fields. Area 3 is for the 'Logo'. Area 4 is for 'Request Data', including title, date, description, and contact information. Area 5 is for 'Images', allowing selection and metadata modification. Area 6 contains 'Preview' and 'Generate Report' buttons. The right sidebar shows 'Visual Spectrum' and 'Infrared Spectrum' image thumbnails.

El bloque de reporte se compone de 6 campos generales los cuales se describen a continuación:

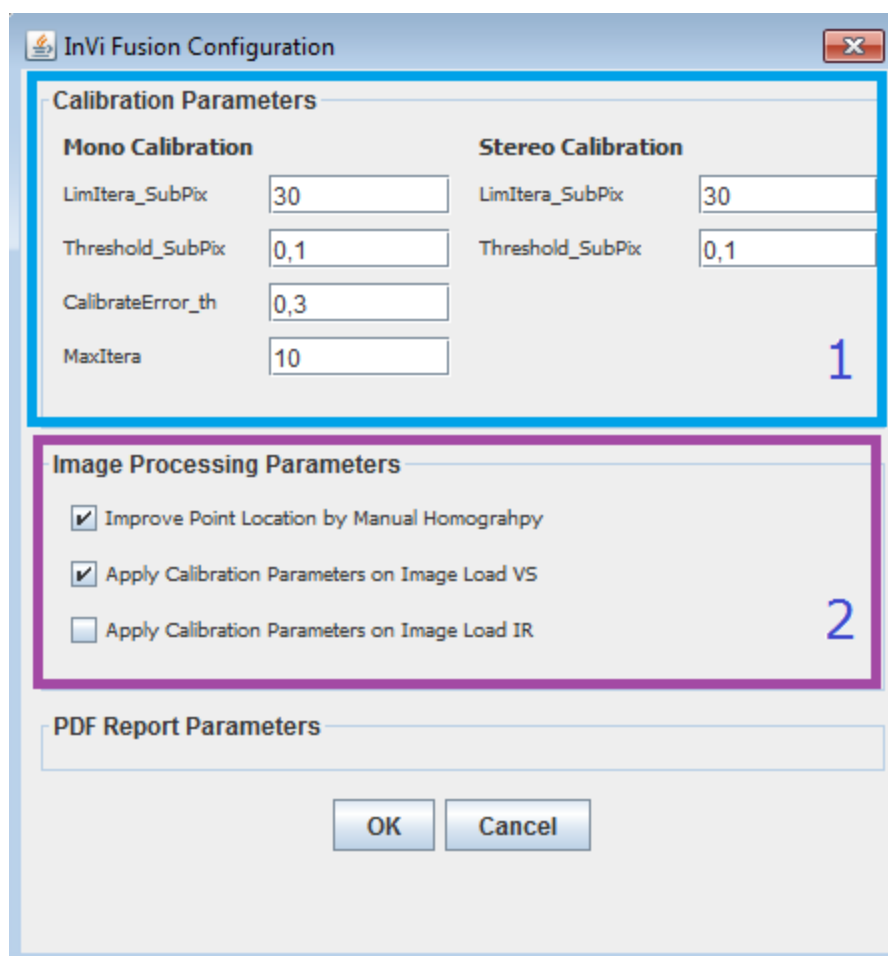
Nro	Campo	Descripción
1	Datos de la compañía	Espacios para completar con los datos básicos sobre la empresa que ha realizado la inspección termográfica y que generará el respectivo reporte
2	Datos del cliente	Espacios para completar con información básica de la empresa que ha solicitado la inspección termográfica
3	Logo	Opción para cargar ícono de la empresa
4	Solicitud de datos	Espacios para completar con información referente a la inspección termográfica realizada: título, fecha del reporte, descripción, comentarios, conclusiones, entre otros.
5	Imágenes y metadatos	Sección a la cual se adicionan las imágenes de los espacios de trabajos, las cuales se desea aparezcan el reporte. Se puede modificar los metadatos de las imágenes y seleccionar si aparece una sola imagen por tabla o dos imágenes en cada tabla del reporte.
6	Generación de reporte	El reporte se generará en un archivo pdf. Para ello existen las opciones de: crear una vista previa del archivo y generar el documento del reporte.

3.1.4 CONFIGURACIONES AVANZADAS

Las configuraciones avanzadas permiten modificar variables de control usadas para la calibración y el procesamiento de imágenes. Para acceder a la ventana de configuración se debe ir a *Edit > Configurations*.



La ventana de configuración en la versión 1.0 de InVi Fusion se organiza en dos partes:



1- Parámetros de calibración

Permite modificar parámetros que alteran los valores de variables de control usadas para el cálculo de los parámetros intrínsecos y extrínsecos. Los parámetros modificables son los siguientes:

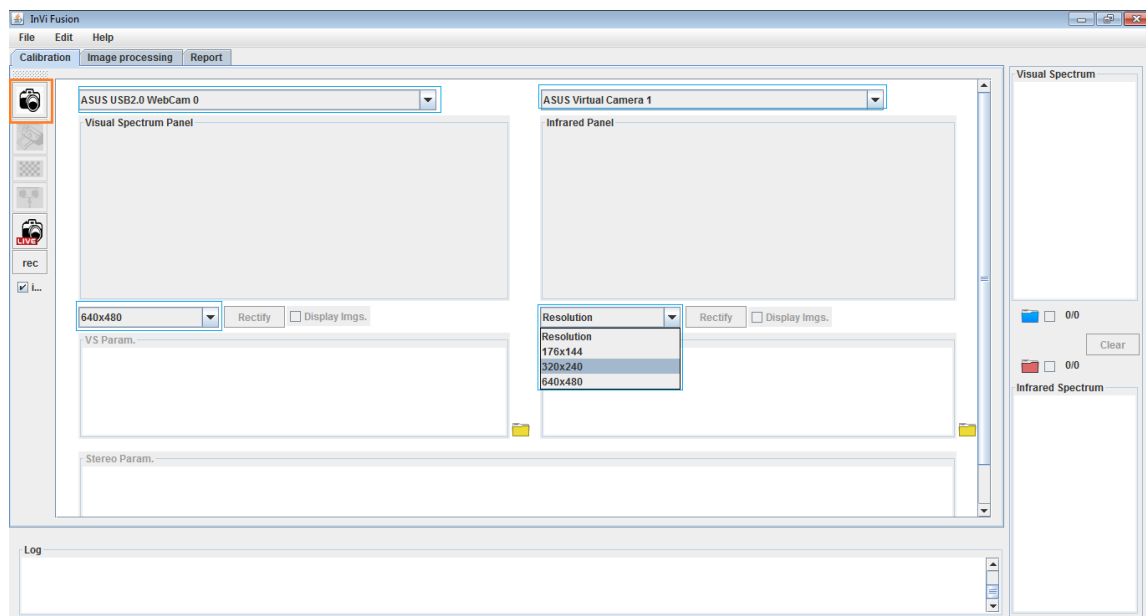
- Límite de Iteraciones en búsqueda de exactitud a subpíxel de la detección de esquinas (*LimItera_SubPix*)
- Umbral en búsqueda a subpíxel de la detección de esquinas (*Threshold_SubPix*)

- Umbral en calibración de error (*CalibrationError_th*)
 - Máximo número de iteraciones en búsqueda de parámetros intrínsecos (*MaxItera*)
- 2- Parámetros de procesamiento de imágenes: contiene tres casillas de verificación, las cuales en el orden en que aparecen en la figura anterior implican:
- Mejorar localización de puntos durante calibración manual (Defecto: Verdadero)
 - Aplicar parámetros de calibración intrínsecos durante carga de imágenes del espectro visible (Defecto: Verdadero)
 - Aplicar parámetros de calibración intrínsecos durante carga de imágenes del espectro infrarrojo (Defecto: Falso)

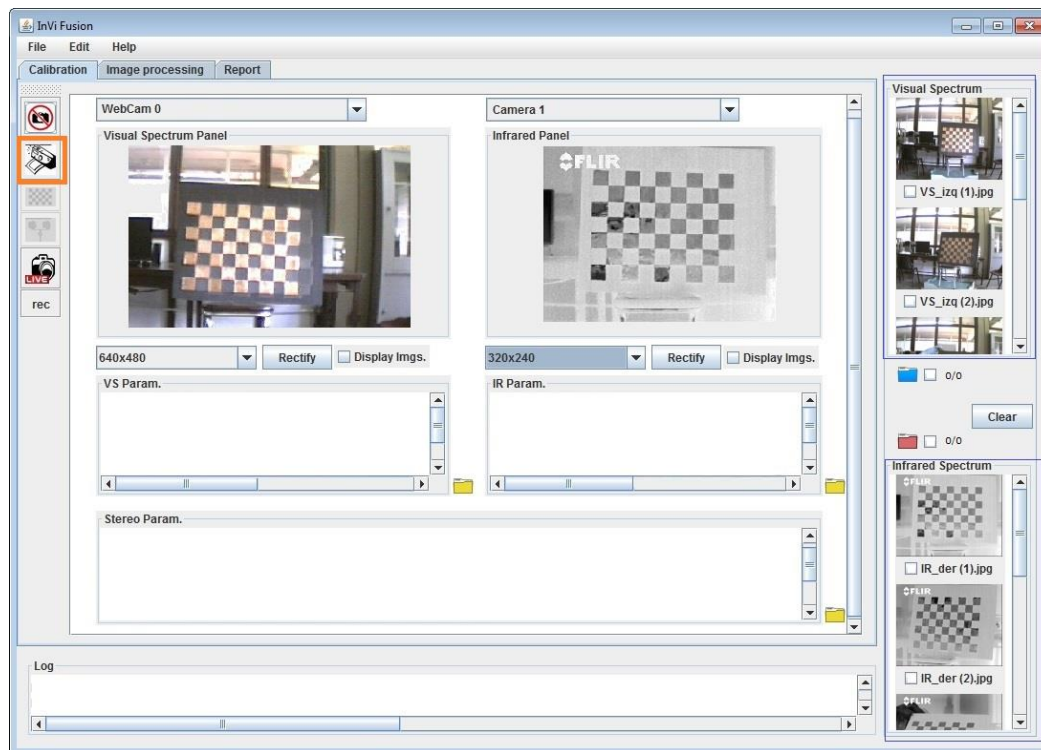
3.2 MI PRIMERA CALIBRACIÓN

Para realizar la primera calibración se deben ejecutar los siguientes pasos:

1. **Activar la cámara:** se debe, previamente, elegir la configuración para las cámaras en ambos espectros.

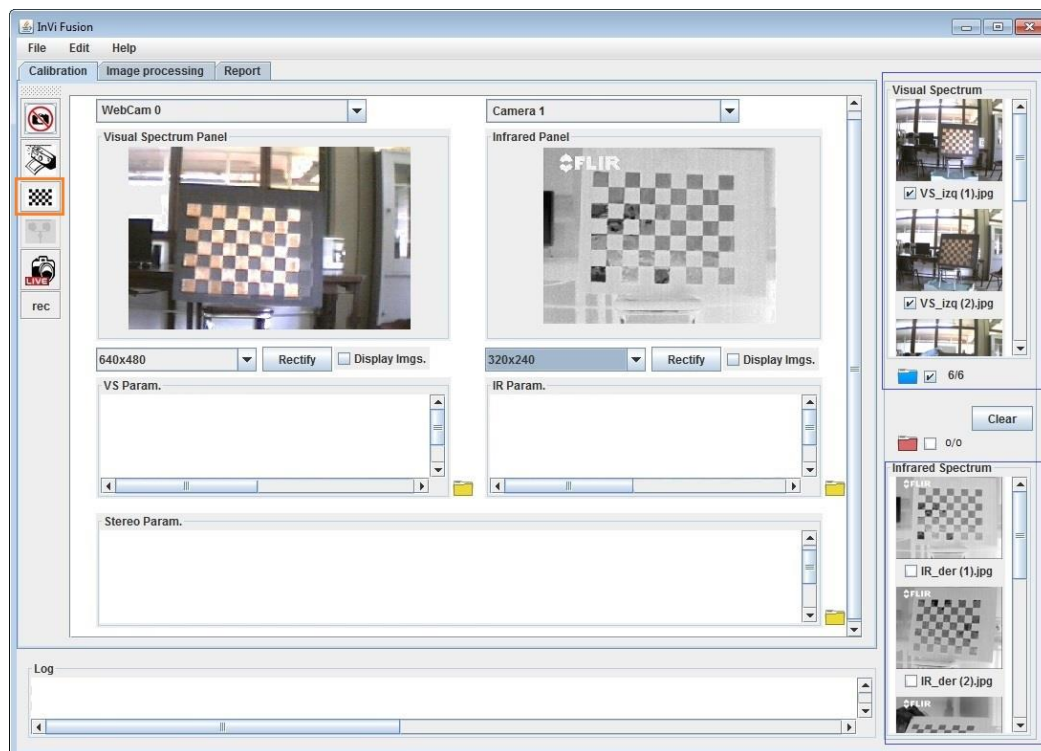


2. **Capturar imágenes del patrón de calibración:** El patrón de calibración, el cual debe ser un plano rectangular con geometría como un ajedrez, debe ubicarse de tal manera que se encuentre, al mismo tiempo, dentro de los campos de visión de ambas cámaras, para así poder capturar imágenes correspondiente entre ambas cámaras.

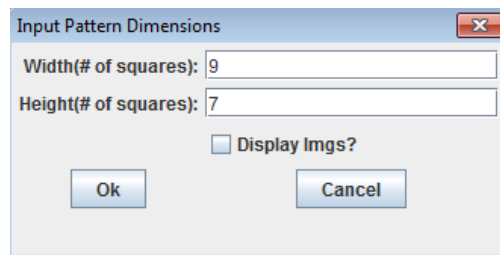


Nota: en caso que las imágenes se hayan tomado sin usar InVi Fusion, entonces se omite el paso 1 y 2, y se procede a cargar las imágenes en los espacios de trabajos correspondientes a cada espectro.

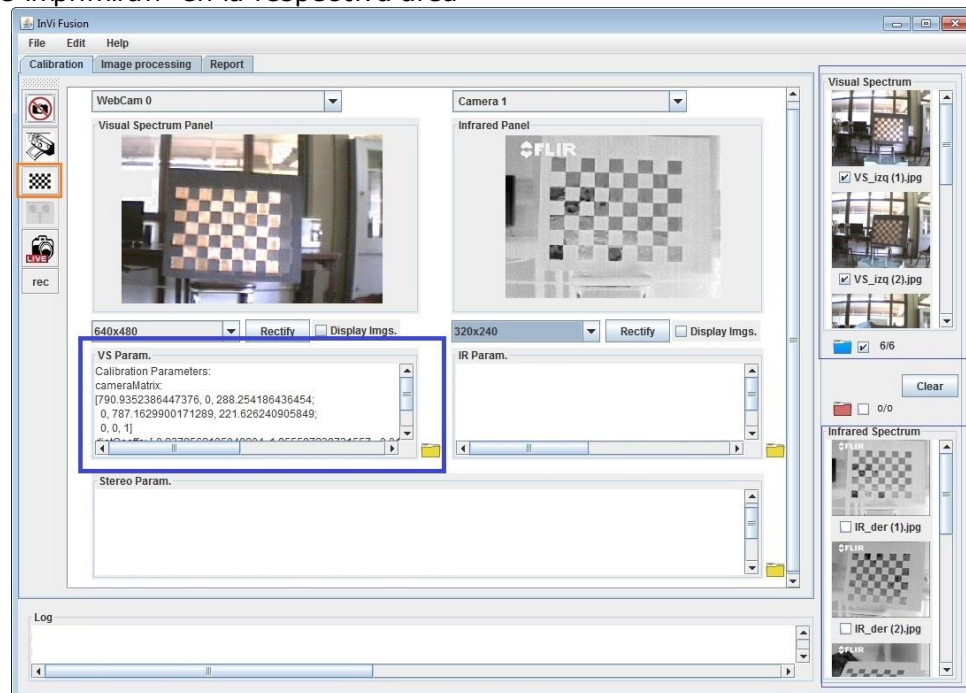
3. **Calcular parámetros intrínsecos de la cámara de espectro visible:** En el espacio de trabajo del espectro visible, seleccionar mínimo 6 imágenes del patrón de calibración, luego activar la opción para realizar la calibración intrínseca.



Ingresar la cantidad de cuadros que forman la cuadrícula del patrón de calibración

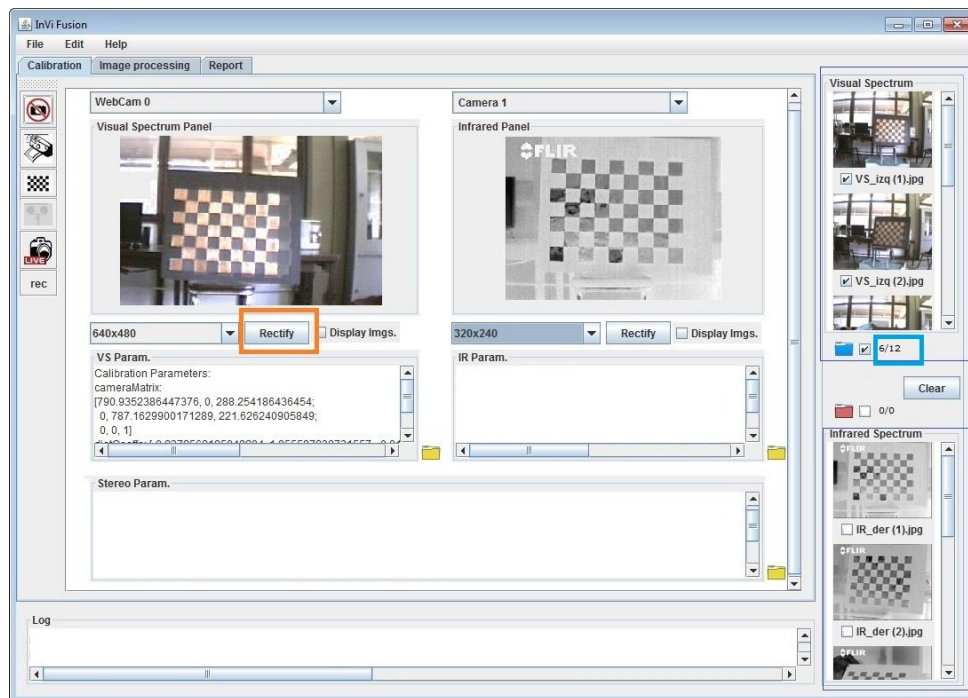


Los resultados se imprimirán en la respectiva área

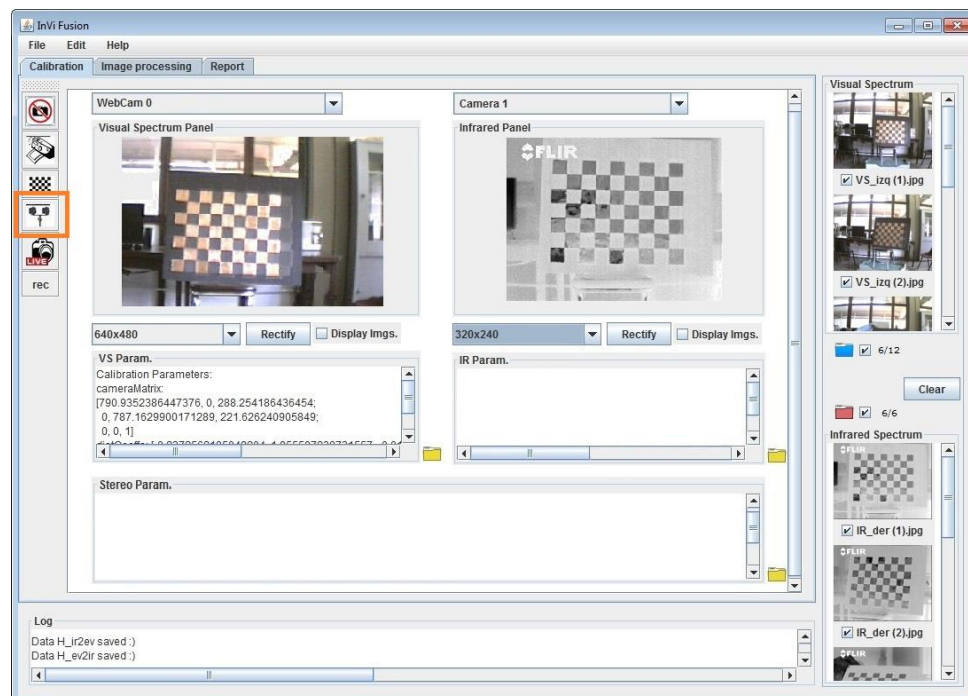


Nota: no se recomienda ejecutar éste paso sobre la cámara termográfica ya que se afectarían los valores radiométricos capturados por la cámara.

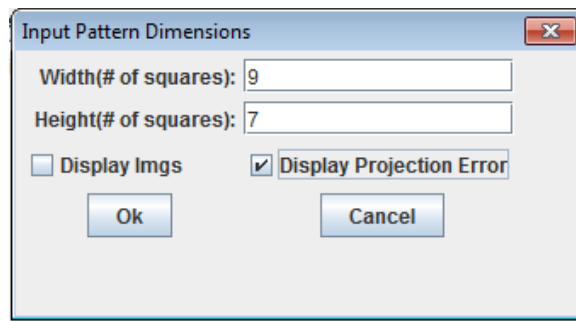
4. **Rectificar imágenes del espectro visible:** Seleccionar todas las imágenes del patrón de calibración existente en el espacio de trabajo del espectro visible, para proceder a rectificar las imágenes. De esta manera se eliminarán posibles efectos de distorsión en las imágenes debido a imperfecciones de la cámara empleada. El número de imágenes en el espacio de trabajo se duplicará porque contendrá las imágenes iniciales y las rectificadas.



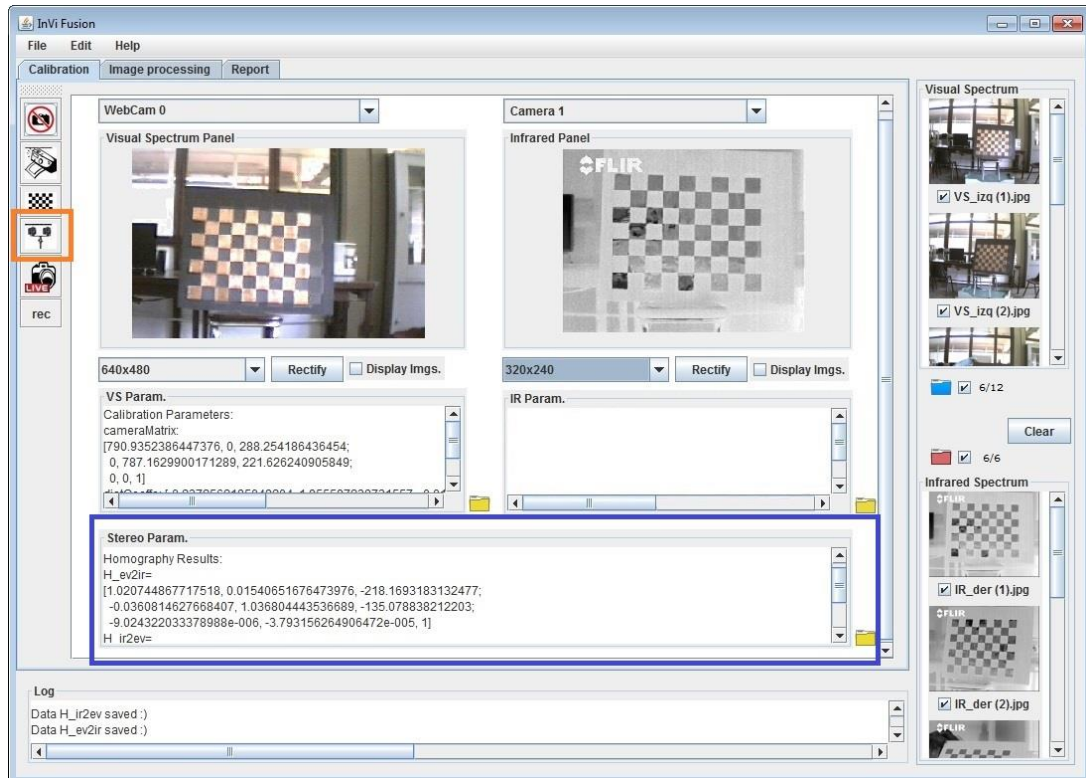
5. **Realizar calibración extrínseca:** Se debe seleccionar mínimo 6 imágenes del patrón de calibración en el espacio de trabajo del espectro visible y sus correspondientes en el espacio de trabajo del espectro térmico. Se activa la opción para calcular la calibración extrínseca.



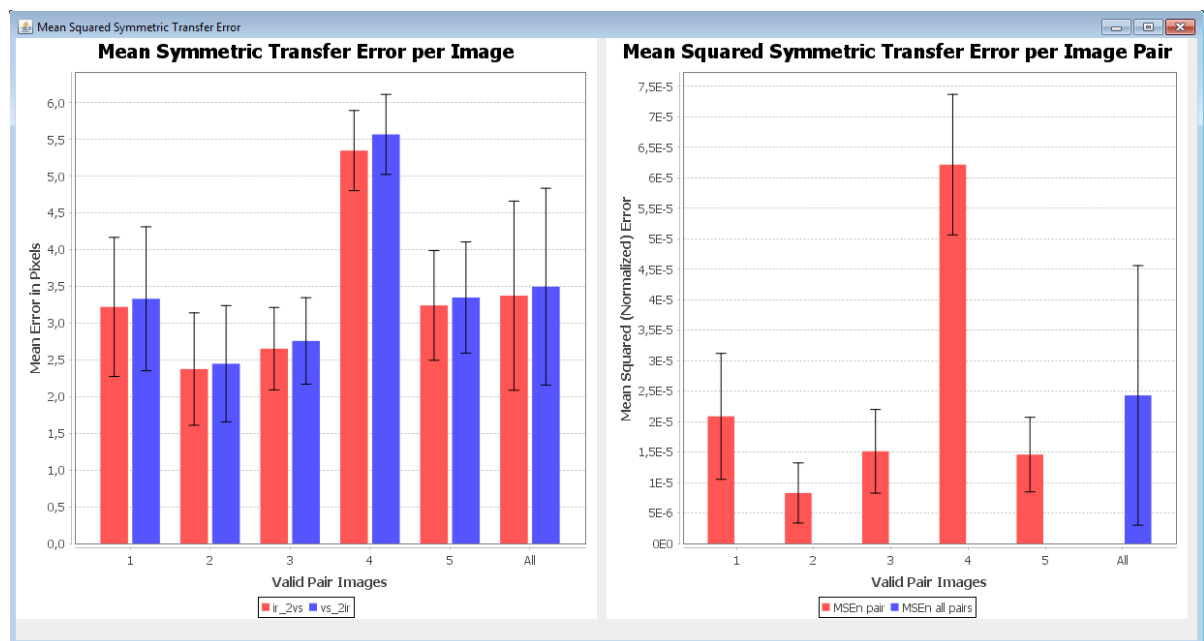
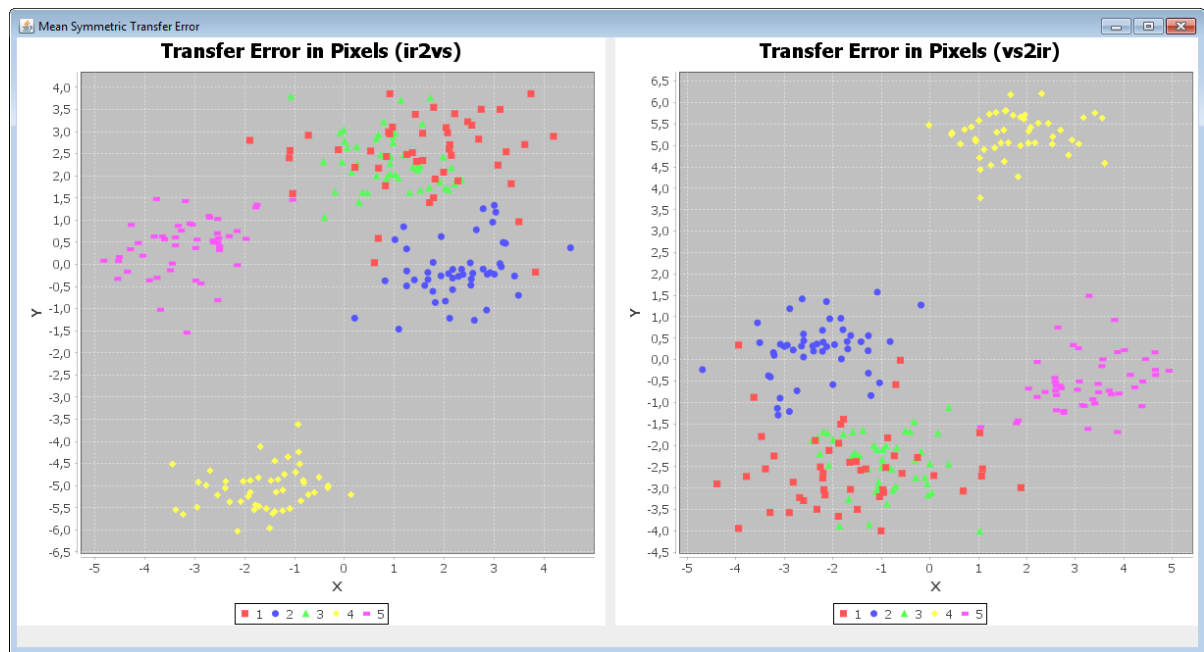
Se ingresan las dimensiones del patrón



Los resultados se imprimirán en la respectiva área



Además, se mostrarán las gráficas de error resultantes de la calibración. Estas gráficas quedarán disponibles también los espacios de trabajo de ambos espectros.

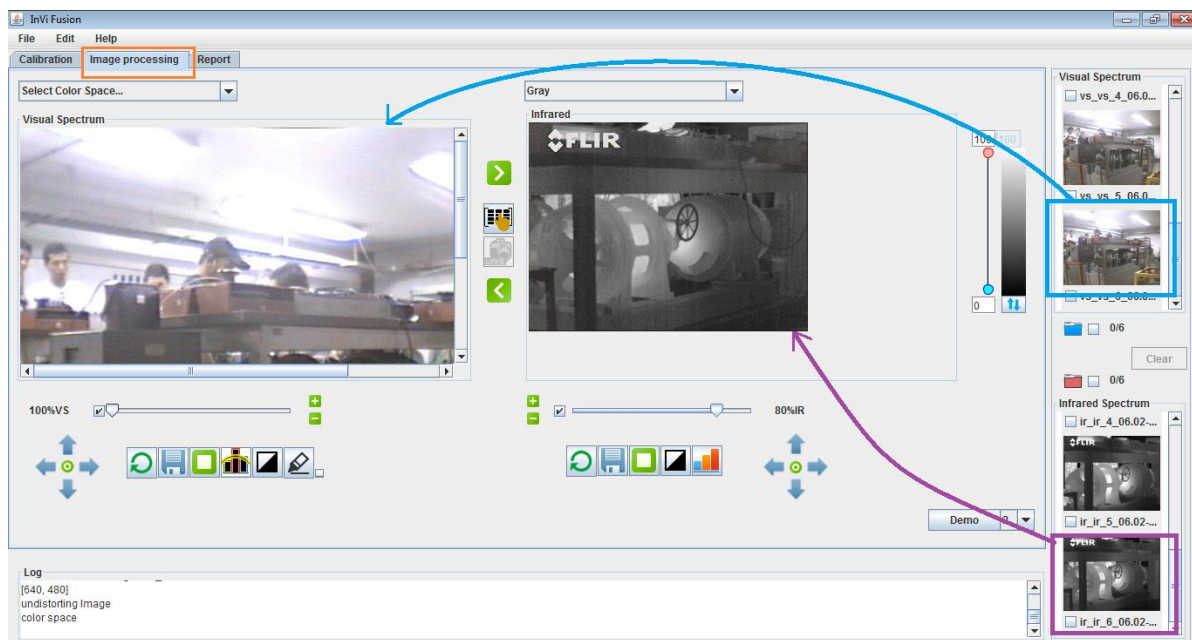


6. Listo, ahora se puede pasar a las siguientes pestañas de trabajo para realizar el procesamiento de las imágenes necesarias y finalmente generar el reporte

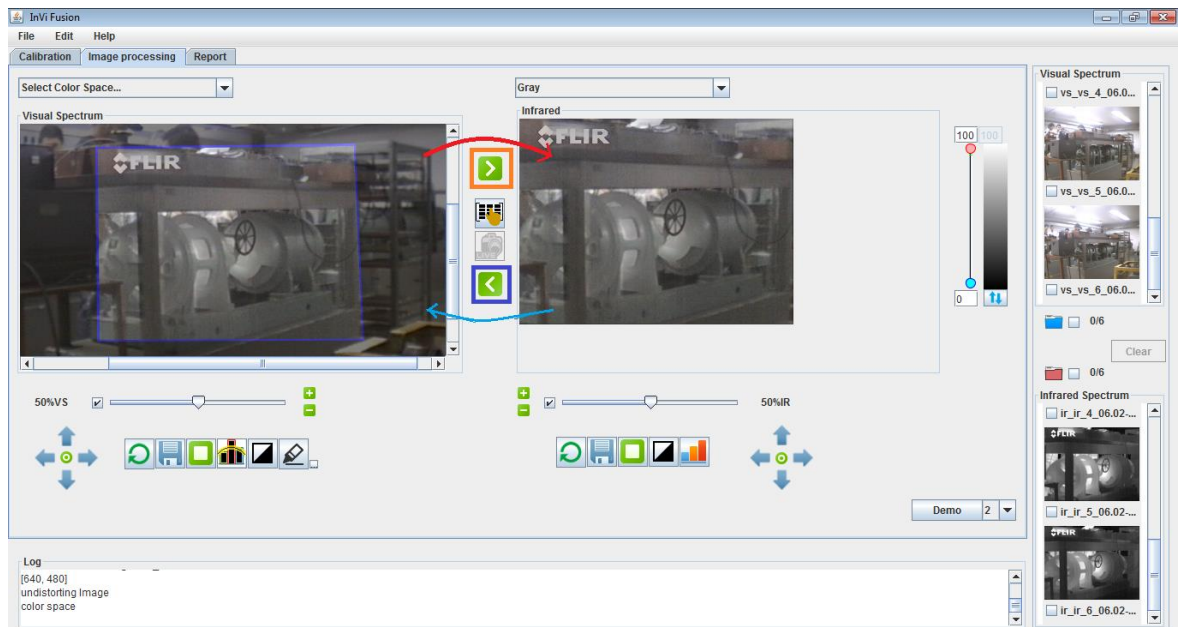
3.3 FUSIONANDO IMÁGENES

Una vez calculados los parámetros intrínsecos y extrínsecos se procede a ejecutar la fusión de imágenes en la pestaña de trabajo para procesamiento de imágenes. Se sigue el siguiente procedimiento:

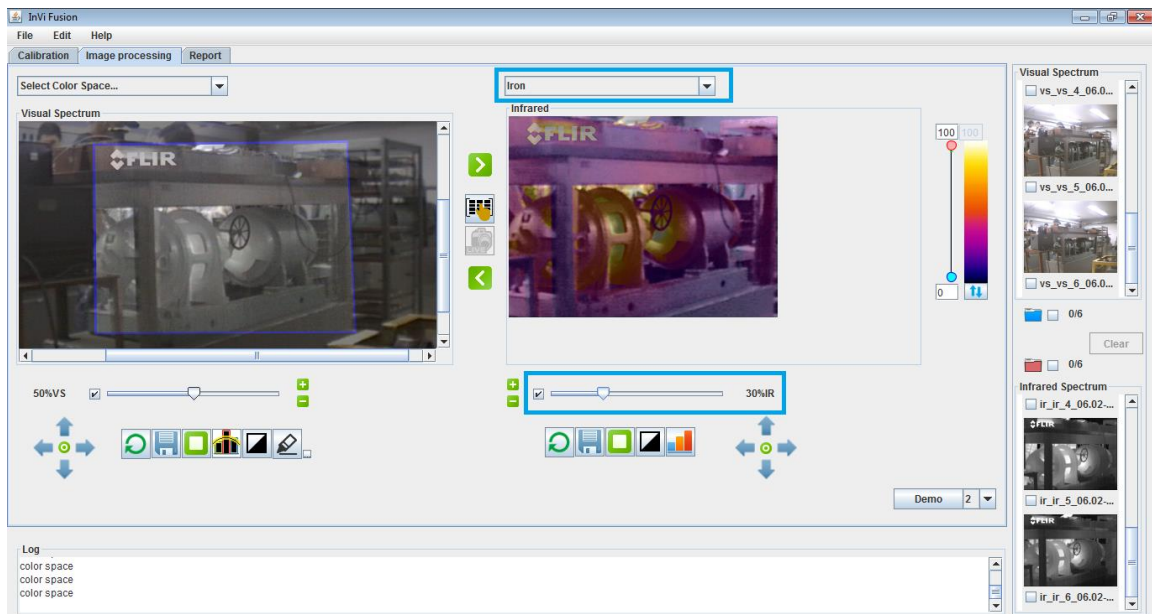
1. **Seleccionar y cargar las imágenes a analizar desde los espacios de trabajos:** Hacer doble clic sobre las imágenes deseadas, ellas se cargarán en el espacio para imagen correspondiente.



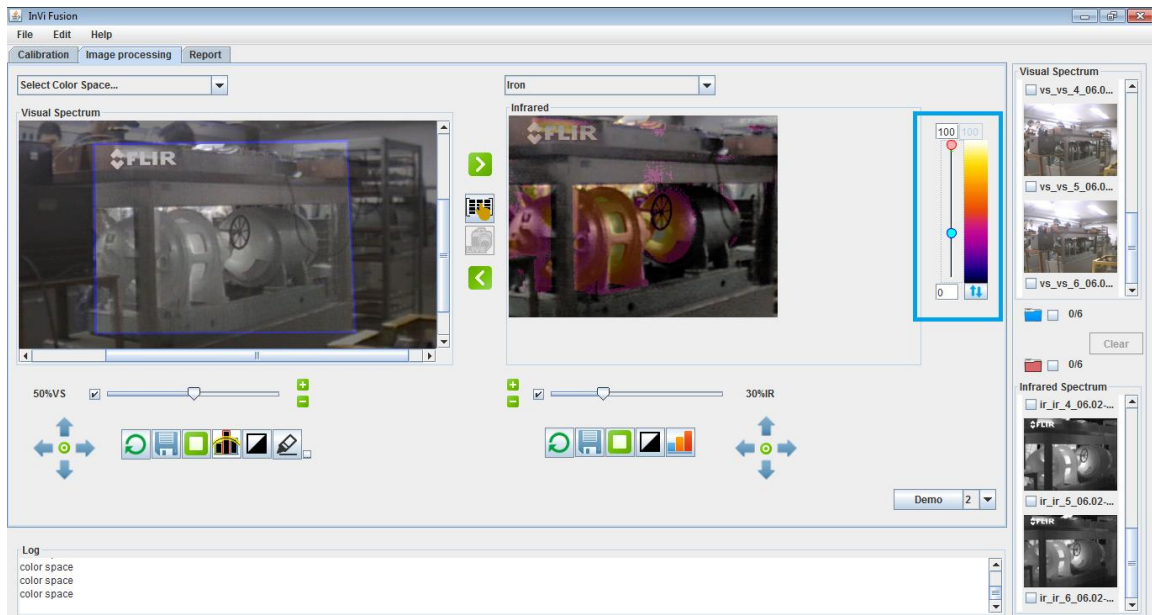
2. **Proyectar imágenes desde un espectro hacia el otro:** Usando los botones de proyección se podrá sobreponer la imagen de un espectro sobre el otro espectro.



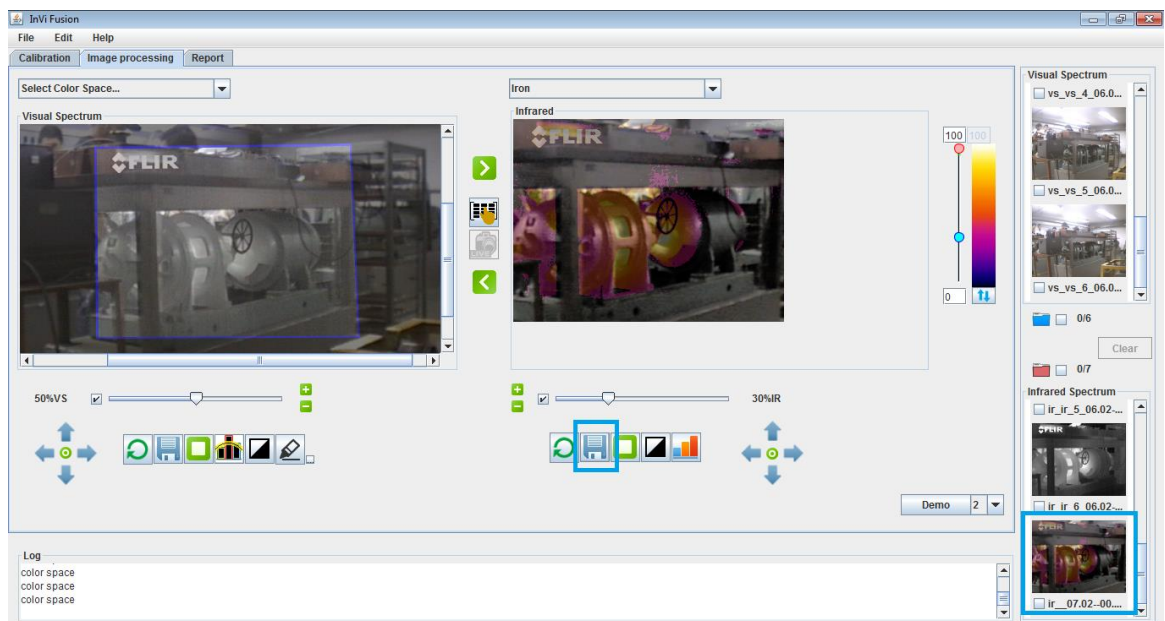
3. **Elegir paleta de color y modificar porcentaje de fusión:** Para mejorar la visualización de la escena termográfica, es posible cambiar la paleta de color desde un menú desplegable. El deslizador permite modificar el porcentaje de fusión entre los espectros.



4. **Umbralizar imagen de espectro infrarrojo:** Empleando el menú de umbralización es posible resaltar valores de interés dentro de la escena analizada



5. **Almacenar imagen resultante:** Las imágenes obtenidas luego del procesamiento de imágenes se pueden almacenar, quedando disponibles en el espacio de trabajo respectivo.



4 CONTACTO

En caso de preguntas o sugerencias escribir a los siguientes correos electrónicos

- Rafael Ospina Caicedo: rafael.ospina@correounivalle.edu.co
- Sergio Cardona Melo: sergio.cardona.melo@correounivalle.edu.co

Mayor información referirse a *Calibración Extrínseca entre Cámaras Térmica y de Espectro Visible para Inspección Termográfica* de Rafael Ospina y Sergio Cardona, Universidad del Valle, 2014.