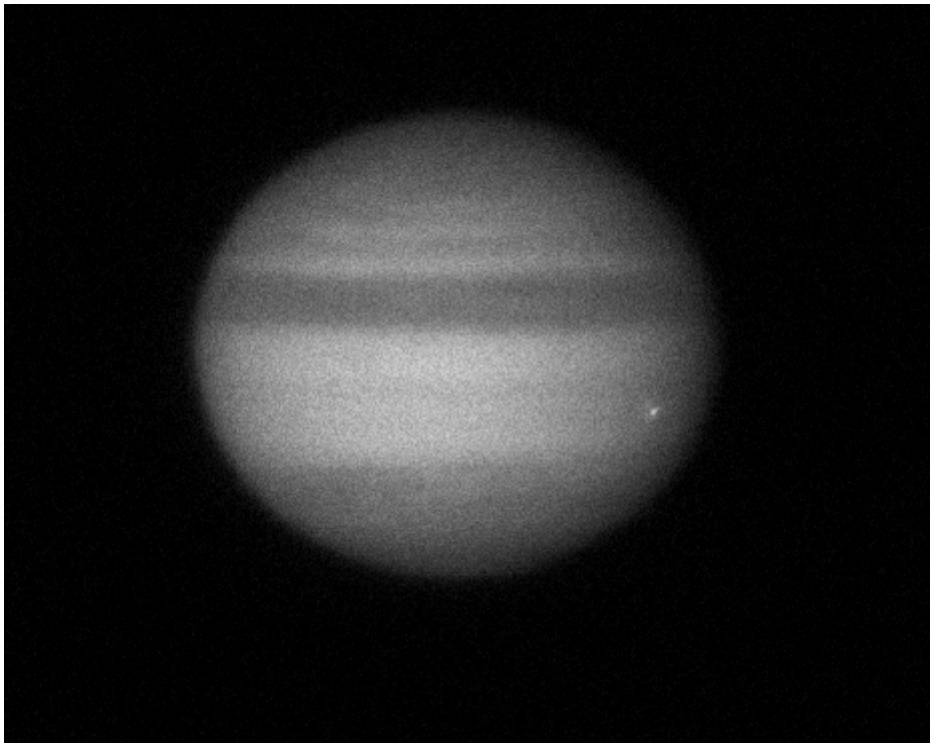


JID – JUPITER IMPACT DETECTION

PROGRAMA PARA LA DETECCIÓN DE IMPACTOS EN JÚPITER



Juan Carlos Moreno

Septiembre 2012

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	3
Formatos de vídeo utilizados	3
Limitaciones del programa en esta versión	4
Problemas conocidos	4
Ventana principal del programa.....	5
Barra de herramientas	5
Abrir fichero	6
Ejecutar la detección de impactos	7
Detener proceso.....	7
Visualizar resultados	7
Opciones generales	8
Opciones del algoritmo de detección	10
Opciones de simulación	11
Opciones de prueba y log.....	11
Visualizar imagen promedio.....	13
Visualizar máscara de proceso	13
Consola del programa	13
Datos de los frames.....	13
Modo silencioso	14
Información sobre el programa	14
Área de visualización	15
Área de información del planeta en el frame	15
Histograma	15
Consola de mensajes.....	15
Frame en proceso.....	15
Funcionamiento general del programa.....	16
Modo - Visualización de vídeo	16
Modo - Detección de impactos	17
Modulo de simulación.....	18
Modulo de generación de trazas.....	18
Optimización del programa.....	18
Algoritmo de detección de impactos	18
Máscara de proceso	19
Detección de candidatos en los frames	21
Generación de la lista DataFrames	23
Algoritmo de detección de impactos DTC.....	24
Generación de la lista de resultados	28

INTRODUCCIÓN

La finalidad del programa JID (Jupiter Impact Detection), es el análisis automático de secuencias de vídeo para la detección de impactos en Júpiter.

El programa se ha desarrollado en colaboración con el Grupo de Ciencias Planetarias de la Universidad del País Vasco.

En los últimos años se han detectado por parte de aficionados, varios impactos en Júpiter, que se recogieron en grabaciones de vídeo, principalmente destinadas al tratamiento de imágenes mediante el apilado de las mismas para obtener una imagen del planeta. Este hecho ha movido al Grupo de Ciencias Planetarias a la realización de un programa que pueda analizar de forma automática los vídeos y detectar la presencia de impactos.

Inicialmente se desarrolló el programa DTC, por parte de Luis Calderón. El programa DTC implementa un algoritmo de detección de impactos que ha servido de base para el desarrollo del presente programa.

El objetivo inicial del programa JID es poder poner a disposición de la comunidad de observadores de Júpiter una herramienta que permita la detección de posibles impactos sin la necesidad de visualizar los vídeos.

La funcionalidad del programa así como del algoritmo de detección se explica en este manual, con ejemplos de vídeos reales de impactos que amablemente han facilitado los observadores de los mismos, a través del Grupo de Ciencias Planetarias.

Todas las imágenes mostradas en esta documentación han sido generadas mediante el programa JID, a través de las opciones de LOG y mediante capturas de pantalla.

Formatos de vídeo utilizados

El programa permite tratar los ficheros de vídeo, en los formatos más comúnmente utilizados en astronomía. Actualmente el programa permite tratar los formatos:

FORMATO	UTILIZACIÓN
AVI	Formato utilizado por la mayoría de webcam.
MPEG	Formato utilizado en la publicación de vídeos.
WMV	Formato propietario de Microsoft
SER	Formato utilizado por las cámaras Basler

Nota sobre el formato WMV

Debido a las características propias del formato WMV, puede suceder que en diferentes ejecuciones de un mismo fichero WMV, se produzcan resultados diferentes. Esto es debido a que WMV genera los frames a partir un frame básico al que posteriormente añade los cambios o diferencias entre frames. Después de un número determinado de frames generados mediante los cambios, vuelve a leer un frame básico y continúa añadiendo los cambios entre frames para generar los nuevos. El decodificador genera los frames con más o menos precisión dependiendo de las prestaciones del ordenador.

En las pruebas con ficheros WMV realizadas hasta la fecha se ha detectado que los frames generados por el decodificador, han variado en alguna ocasión, produciendo falsos positivos o falsos negativos. Por lo que recomendamos NO UTILIZAR este formato.

Las pruebas con ficheros AVI, siempre han generado los frames correctamente y nunca se ha detectado una diferencia entre los frames generados en diferentes ejecuciones.

Para poder evaluar de forma fácil si hay una variación en los frames generados entre distintas ejecuciones del programa, la información de los frames (DataFrames), incluye un valor CRC del frame generado.

Limitaciones del programa en esta versión

Esta versión inicial del programa, con código de versión 1.0, contiene las siguientes limitaciones:

- Los ficheros de tipo SER, con más de 8 bits por pixel, los frames son reducidos a 8 bits por pixel.
- El número máximo de frames que se procesan en la fase 1 del programa (determinación del ROI) es de 255.
- El número máximo de frames que procesan en la fase 2 del programa (determinación de la imagen promedio) es de 255.
- En la ventana de proceso, el tamaño máximo de las imágenes visualizadas es de 640x480, aunque internamente el programa realiza los cálculos con el tamaño real de la imagen.
- El número máximo de candidatos que pueden visualizarse en la ventana de resultados es de 15, visualizándose los 15 primeros que se han calculado y descartando el resto. Esta situación se advierte en la consola de mensajes.
- La lista de frames a procesar por el algoritmo de detección de impactos es de 100 frames. Normalmente es suficiente usar una lista de 12 a 20 frames.

Problemas conocidos

Dado que se trata de una versión inicial del programa, hay algunos aspectos que están pendientes de mejora, a continuación se detallan junto con las acciones para solucionarlos.

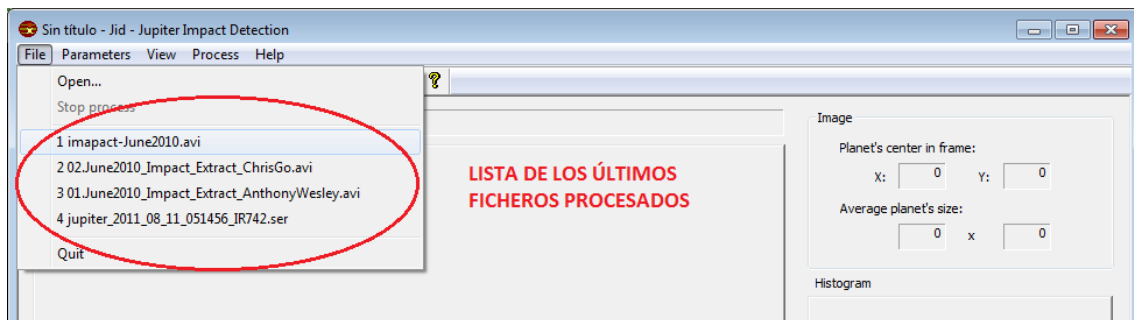
- La utilización de la lista de los últimos ficheros procesados (desde el menú File), puede no iniciar automáticamente el proceso. Para una mayor garantía de ejecutar automáticamente el proceso, utilizar la opción 'abrir fichero' de la barra de herramientas.
- Las secuencias de vídeo en formato WMV, pueden generar frames ligeramente diferentes en ejecuciones con los mismos parámetros de procesado, pudiendo obtener resultados diferentes (falsos positivos o falsos negativos). Este es un problema del formato WMV y de los codecs utilizados en Windows que pueden variar la generación de un frame determinado en función de la potencia de cálculo del procesador.

Ventana principal del programa

El programa tiene disponibles todas las opciones desde la ventana principal del programa, que es la utilizada para interactuar con el usuario. El aspecto general de la ventana es:

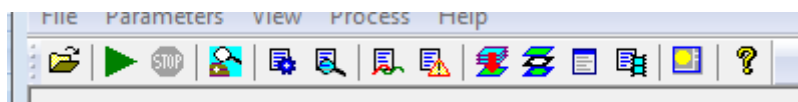


Todas las opciones del menú son accesibles a través de la barra de herramientas, con la excepción de la lista con los últimos ficheros procesados, tal y como se muestra a continuación:



Barra de herramientas

Aspecto de la barra de herramientas y opciones asociadas a cada botón:

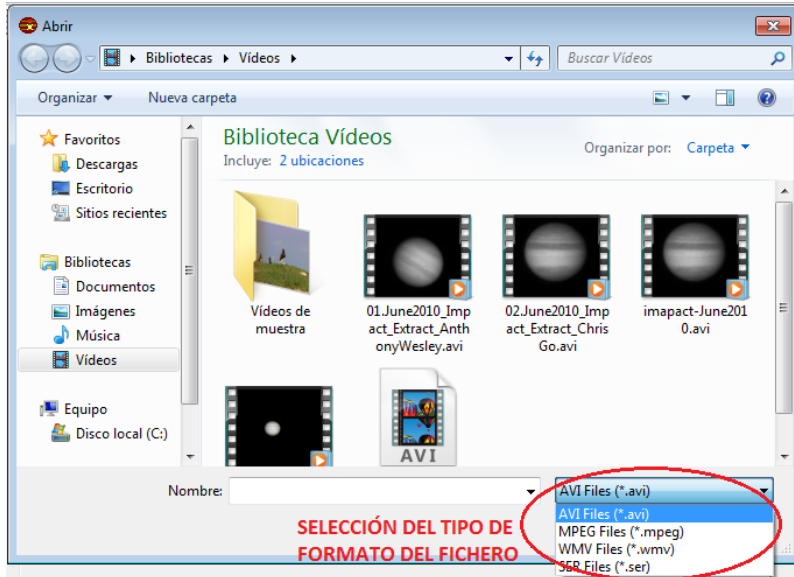


Las opciones de la barra de herramientas, así como en el menú se activan o desactivan según el estado de proceso del fichero y las opciones disponibles en cada momento.

Abrir fichero



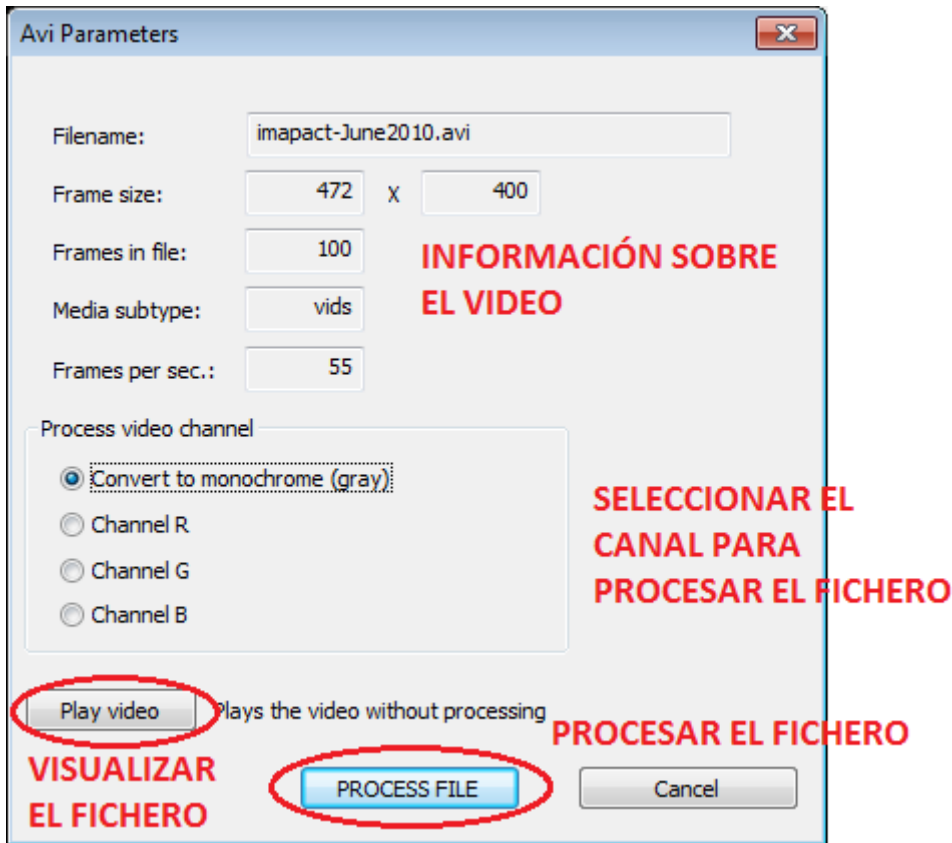
Esta opción permite seleccionar el vídeo a procesar. Para la selección se abre el diálogo de abrir fichero (estándar de Windows), que permite seleccionar el tipo de formato del fichero:



Una vez seleccionado el fichero a procesar, pueden producirse 2 situaciones dependiendo si en las opciones de configuración (ver más adelante) se ha seleccionado o no la opción de ‘procesar el fichero automáticamente al abrir’.

Si se ha seleccionado la opción ‘procesar el fichero automáticamente al abrir’, se ejecuta automáticamente el proceso de detección de impactos.

Si no se ha seleccionado, se visualiza la ventana con información sobre el fichero, y que permite seleccionar si se desea visualizar el fichero o procesarlo.



Ejecutar la detección de impactos



Esta opción se activa tras cada ejecución por si quiere volver a ejecutar el proceso de detección de impactos, tras variar los parámetros del algoritmo.

Esta opción permite no tener de seleccionar el fichero en ejecuciones sucesivas.

Detener proceso



Esta opción se activa durante la ejecución del proceso de detección de impactos, y permite detener el proceso en cualquier momento.

En la versión actual, el procesado de ficheros de tipo SER, puede no activar el botón para detener el proceso, y tener de esperar a la finalización de la ejecución.

Visualizar resultados




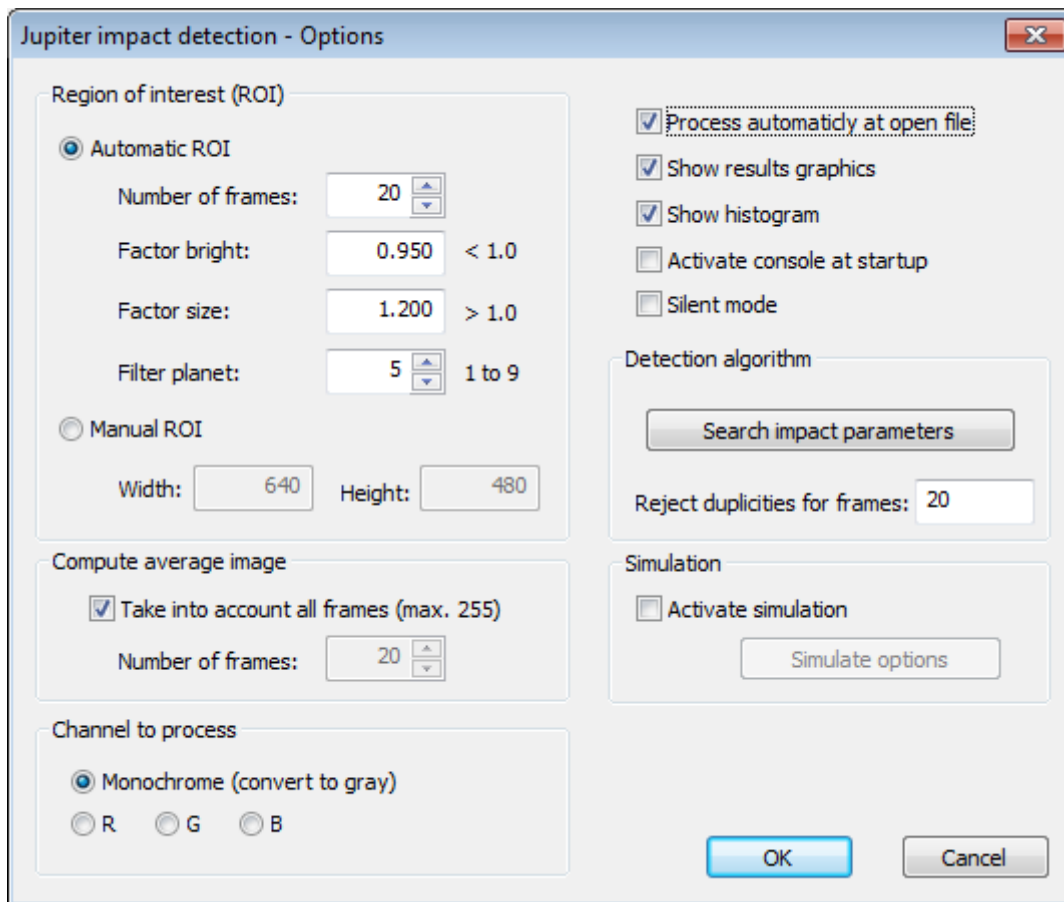
Si el proceso de detección de impactos, detecta algún candidato a impacto, se activa este botón, que permite visualizar el diálogo para analizar el impacto y determinar si se trata de un impacto real o de un falso positivo.

El diálogo de visualización de resultados, puede activarse automáticamente al finalizar el proceso de detección (opción del diálogo de parámetros generales).



Opciones generales

 Las opciones generales de ejecución del programa se acceden mediante este botón que visualiza el diálogo siguiente:



En este diálogo las opciones se han agrupado en bloques de información:

Region of Interest (ROI)

Este grupo permite controlar la forma en que se selecciona el tamaño de la imagen a procesar. Los parámetros son los siguientes:

Número de frames – frames a procesar para determinar el ROI.

Factor bright – permite seleccionar el factor entre el brillo del centro de la imagen y el fondo del cielo para determinar el limbo del planeta. Los valores adecuados oscilan entre 0,9 y 0,95.

Factor size – es un factor que se aplica a las dimensiones del planeta para determinar el tamaño del ROI. Los valores muy cercanos a 1,0 pueden cortar el limbo del planeta, por lo que un valor de 1,2 es suficiente para recortar la imagen.

Filter planet – es un filtro de paso bajo que se aplica para determinar la posición del limbo. Un valor 1 no aplica filtro, y un valor 9 suaviza en exceso. Este filtro no afecta a la imagen del planeta, ya que solo se utiliza para determinar el ROI.

Manual ROI – permite fijar un tamaño de forma manual.

Compute average image

Este bloque permite controlar los frames que se procesaran durante la fase 2 del proceso, en la generación de la imagen suma de los frames seleccionados.

El número máximo de frames que pueden procesarse en la versión actual del programa es de 255.

Channel to process

Este bloque permite seleccionar que canal de vídeo que se procesará. Si se selecciona 'Monochrome', se ejecutará una conversión de color a blanco y negro.

Debido a las características propias de los formatos de vídeo. Algunos ficheros de vídeo aunque se hayan generado con cámaras monocromas, el fichero de vídeo contiene la imagen en color (color gris).

Detection algorithm

Permite acceder directamente desde las opciones generales del programa a las opciones del algoritmo de detección de impactos.

El campo 'Reject duplicities for frames:', permite seleccionar el número de frames que se revisarán tras cada frame con un candidato a impacto, y se eliminaran las duplicidades posibles. Para determinar si es un impacto duplicado, este debe estar dentro del radio definido en el algoritmo de detección de impactos.

Simulation

Permite activar el módulo de simulación de impactos. Al seleccionar esta opción se activa el botón que permite acceder directamente al diálogo del simulador de impactos.

Opciones de control del programa

Process automaticly at open file – ejecutará el proceso de detección de impactos inmediatamente tras seleccionar un fichero.

Show results graphic – muestra la ventana de resultados automáticamente tras finalizar el proceso de detección de impactos, siempre que se haya detectado un posible candidato a impacto

Show histogram – permite visualizar el histograma de la imagen durante el proceso.

Activate console at startup – Abre la ventana de la consola al inicio de la ejecución del programa. Tiene efecto en la próxima ejecución del programa.

Silent mode – Ejecuta el proceso de detección de impactos sin visualizar los frames. Únicamente se muestra la información del frame en proceso.

Opciones del algoritmo de detección



Este botón abre el diálogo con los parámetros del algoritmo de detección de impactos.

Search impact parameters

List size of candidates to analyze: 12

Minimum number of bright candidates in list: 3

Increment in bright to select as candidate: 40

Radius of search for candidates: 10

Subtract average image as Dark

Use mask

Reduce planet size in pixels: 20

Aceptar Cancelar

Listsize of candidates to analyze – Fija el tamaño de la lista de frames que se procesaran para determinar el número de posibles impactos que se detectan. El máximo valor permitido es 100.

Minimum number of bright candidates in list – Es el mínimo número de candidatos que se detectan en la lista dentro del radio definido y con un incremento de brillo superior al fijado.

Incremente in bright to select as candiades – Es el incremento mínimo en brillo que debe tener un punto sobre el promedio del planeta para definirlo como candidato a impacto.

Radius of search for candidates – Es el radio en el que deben coincidir un número mínimo de candidatos para marcar el frame como candidato a impacto.

Subtract average image as Dark – Resta la imagen promedio determinada en el fase 2 de la ejecución de forma que el algoritmo de detección de impactos se aplica sobre la imagen diferencia entre el frame en proceso y la imagen media.

Use mask – Permite seleccionar una máscara del planeta para reducir o eliminar los efectos producidos en los limbos del planeta.

Reduce planet size in pixels – Es el número de pixels que se reducirá el tamaño de la máscara de forma que se elimine más o menos el limbo del planeta.

Opciones de simulación



Este botón accede a las opciones del módulo de simulación de impactos.

Jid Impact simulation

Point of impact

Coordinates relative to the planet's center

X: 10 Y: 10

Size of impact (in pixels): 2

Randomize position (pixels): 3

Intensity of impact

Total bright's increment: 50

Increment (each frame): 10

Randomize bright: 15

Duration of event

Initial frame: 50

Duration (in frames): 50

Simulation NOT ACTIVATED!!!

Select from Options dialog

Aceptar Cancelar

Este diálogo permite establecer los parámetros que se utilizarán para generar impactos 'virtuales' sobre la imagen del planeta.

Puede definirse los siguientes parámetros:

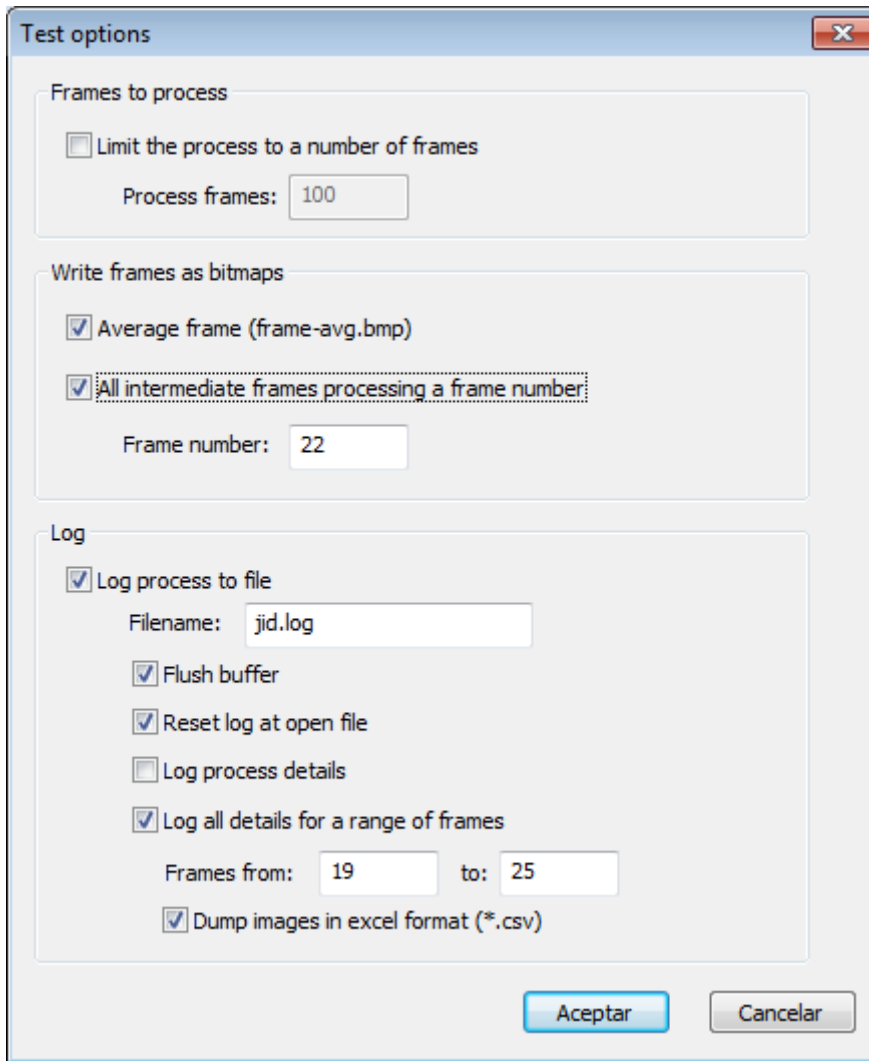
- Posición relativa al centro del planeta
- Tamaño del impacto en pixels
- Variación de la posición del impacto en cada frame (variación aleatoria).
- Incremento en brillo total del impacto sobre la imagen del planeta.
- Incremento que se producirá en cada frame hasta alcanzar el máximo. También se aplica a la disminución del brillo al finalizar el impacto.
- Variación en brillo en cada frame (variación aleatoria).
- Frame inicial en que se genera la imagen del impacto.
- Duración del impacto en frames.

Opciones de prueba y log



Esta opción abre el diálogo con los parámetros de prueba y log del proceso.

IMPORTANTE: La activación de algunas de estas opciones puede producir que el programa se ejecute muy lentamente, debido a la gran cantidad de información que se genera.



Las opciones de este diálogo se activan o desactivan según la selección realizada.

Los parámetros están agrupados en 3 bloques:

Frames to proces

Permite definir el número de frames a procesar. Esto permite procesar un número pequeño de frames, aunque el vídeo contenga muchos frames.

Write frames as bitmaps

Permite definir si se desea genera ficheros en formato BMP de:

- Imagen promedio de los frames seleccionados en la fase 2.
- Todas las imágenes generadas internamente por el programa para un frame determinado. Las imágenes generadas, son:
 - El frame leído del fichero de video.
 - El frame convertido a monocromo.
 - El frame diferencia entre la imagen promedio y el frame (ajustado al ROI).
 - La máscara utilizada en el proceso.

Grupo LOG

Permite seleccionar las opciones para generar un LOG del proceso, con las opciones:

Generar LOG y definir el nombre del fichero LOG.

Flush buffer – Cierra el fichero tras cada escritura, esta opción es útil para determinar problemas que pueden provocar un cierre inesperado del programa.

Reset log at open file – Inicializa el contenido del fichero LOG cada vez que se inicia el proceso de un fichero.

Log process details – Registra detalles del proceso y de las fases de ejecución.

Log all details for a range of frames – Define un rango de frames para los cuales se registrará el máximo de información sobre los mismos.

Dump images in excel format (*.csv) – permite generar ficheros compatibles con Excel, donde se representa el valor de cada pixel en cada celda de la hoja de cálculo. Esta opción permite estudiar los frames con los valores numéricos de cada pixel.

Visualizar imagen promedio



Muestra en una ventana la imagen promedio resultante de la fase 2 del proceso.

Visualizar máscara de proceso



Muestra en una ventana la máscara que se utiliza en el algoritmo de detección de impactos. La máscara (en color rojo) se visualiza sobre la imagen promedio.

Consola del programa



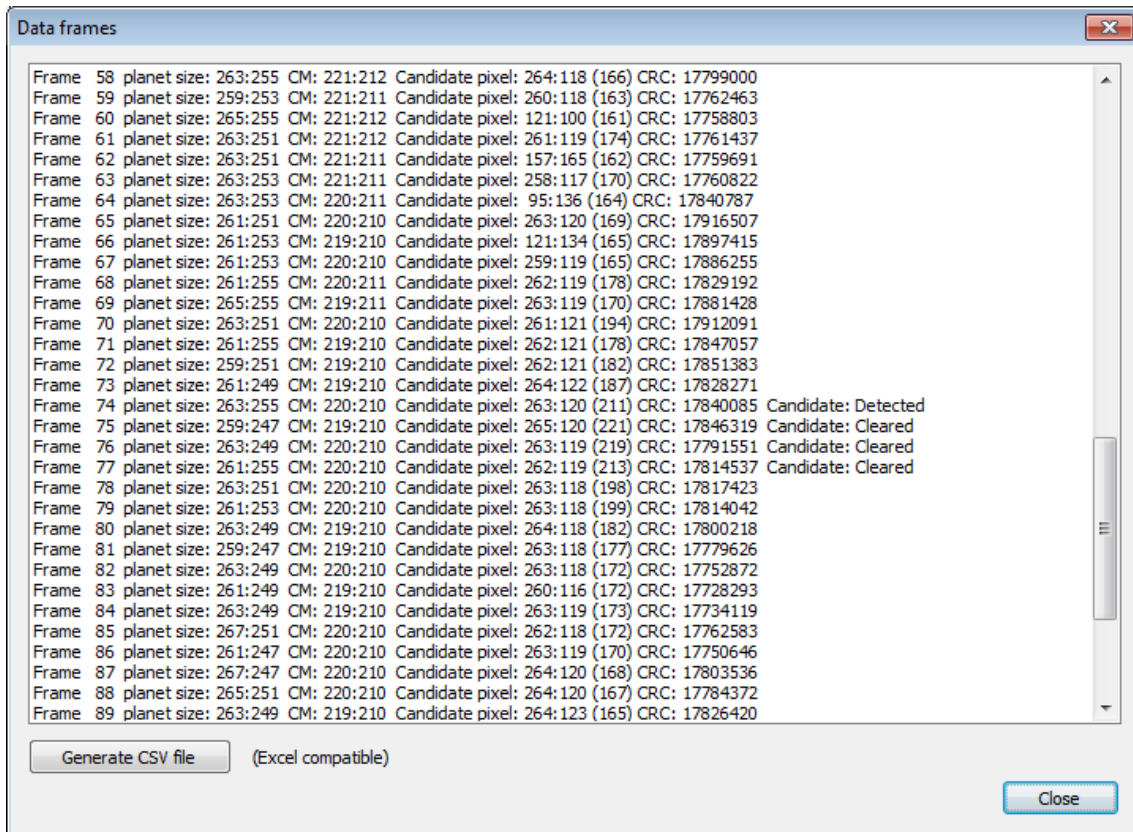
Muestra u oculta la consola del programa, donde se detallan las fases del proceso y los frames procesados.

La consola es únicamente de visualización de mensajes, no permite la escritura y todos los mensajes visualizados, son dirigidos al fichero de log en caso de tener activada la opción de log en fichero.

Datos de los frames



Este botón abre la ventana donde se muestran los datos de los frames procesados.



La información mostrada en pantalla es:

- Número de frame
- Tamaño del planeta
- Posición del centro del planeta dentro del frame
- Pixel candidato, con la posición dentro del ROI y valor del pixel.
- CRC del frame.
- Indicador si el frame está marcado como candidato a impacto o si se ha eliminado este estado por proximidad a otro frame marcado como candidato.

Los datos de los frames puede descargarse en un fichero *.csv, Excel compatible, para su análisis mediante una hoja de cálculo.

Modo silencioso



Este botón permite establecer el programa en modo silencioso, de forma que no se visualiza ninguna imagen.

El icono varia según el modo silencioso esté o no activado.

Información sobre el programa



Muestra información sobre el programa y versión del mismo.

Área de visualización

En esta área se muestran las imágenes de los frames, una vez aplicado el ROI, y se superpone un círculo verde centrado en el punto más brillante que se ha detectado, y que es el punto que se almacena para su análisis por el algoritmo de detección de impactos.

Esta área solo se muestra si el modo silencioso no está activado.

Solo se muestran las imágenes durante el proceso de la fase 3. Para el resto de las fases esta área permanece vacía.

Área de información del planeta en el frame

En esta área se muestran los valores calculados para el centro del planeta en el frame original, y el valor calculado del tamaño del planeta.

Histograma

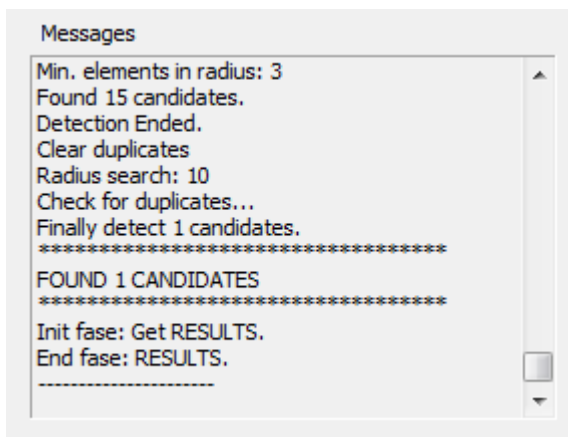
Opcionalmente se puede mostrar el histograma de la imagen, siempre que no esté activado el modo silencioso.

Consola de mensajes

Se muestran los resultados de cada una de las fases. La información mostrada indica si se han detectado candidatos a impacto al final de proceso.

Para obtener un mayor detalle de los procesos, es preciso abrir la ventana de consola de mensajes.

Ejemplo de mensajes tras encontrar un candidato a impacto:



```
Messages
Min. elements in radius: 3
Found 15 candidates.
Detection Ended.
Clear duplicates
Radius search: 10
Check for duplicates...
Finally detect 1 candidates.
*****
FOUND 1 CANDIDATES
*****
Init fase: Get RESULTS.
End fase: RESULTS.
-----
```

Frame en proceso

Se indica en todo momento el número del frame en proceso y el total de frames del vídeo. De esta forma puede determinarse el grado de avance del proceso.



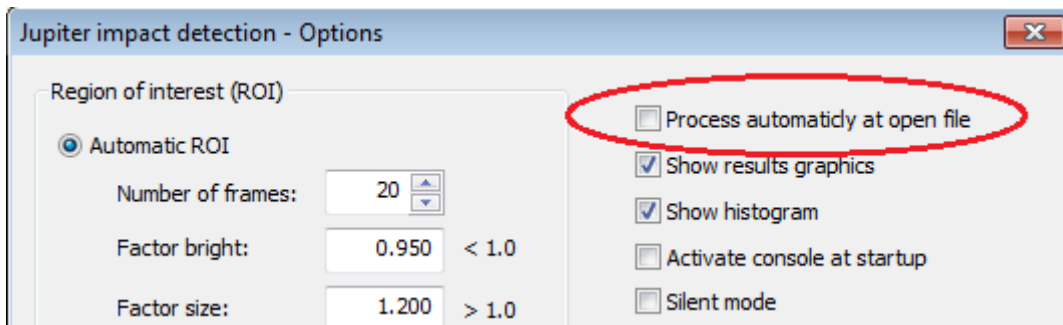
Funcionamiento general del programa

El programa JID permite 2 funciones básicas:

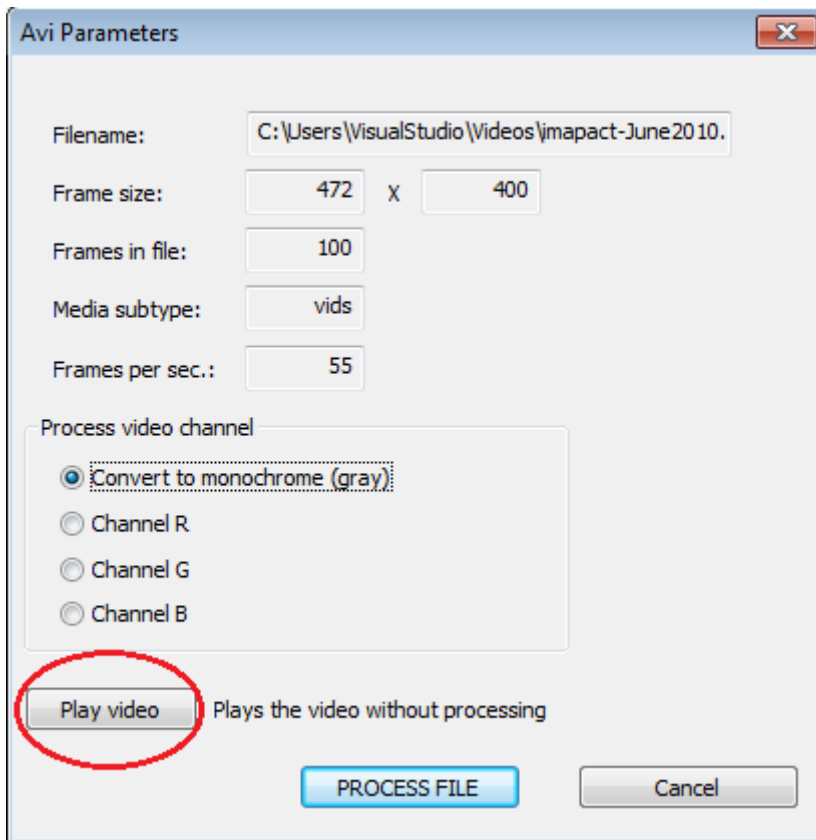
Modo - Visualización de vídeo

En esta modalidad, se activa un visualizador que permite visualizar el vídeo, y mediante la acción de un control de desplazamiento, pueden visualizarse los frames tanto hacia delante como hacia atrás.

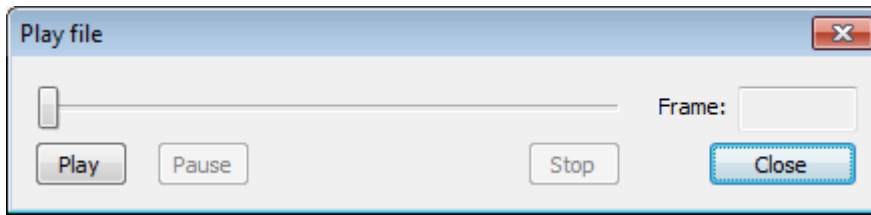
Para acceder al modo de visualización debe no estar seleccionada la opción de parámetros generales 'Process automatically at open file', tal y como se muestra a continuación.



Al abrir un fichero aparecerá el diálogo con información del fichero y la posibilidad de seleccionar 'Play Video'.



En este momento se visualizará el control de reproducción de vídeos:



En el que se puede reproducir el vídeo, con las opciones:

Play – Visualiza el vídeo.

Pause – Detiene la reproducción del vídeo. El botón cambia a 'Resume'.

Resume – Continúa con la reproducción del vídeo.

Stop – Detiene la reproducción del vídeo y vuelve al primer frame.

En modo 'Pausa', puede deslizarse la barra de posición para acceder a distintas partes del video tanto hacia delante como hacia atrás.

El programa indica el número de frame que se está visualizando en cada momento.

Debido a las características propias del formato WMV, y teniendo en cuenta que la generación de los frames se realiza por los cambios acumulados desde un frame de referencia, la visualización puede resultar algo más lenta que en otros formatos.

Modo - Detección de impactos

En esta modalidad el programa, procesa los vídeos y aplica un algoritmo de detección de impactos (basado en el algoritmo desarrollado en el programa DTC). Finalmente y en caso de detectar posibles candidatos a impacto, se visualiza una ventana donde puede visualizarse el posible impacto y el frame donde se ha detectado.

El módulo de detección de impactos se ejecuta en 4 fases:

Fase 1 – Determinación del ROI (Region Of Interest). En esta fase el programa lee un número determinado de frames y determina el tamaño del planeta. A partir del tamaño del planeta se determina la región del frame que se analizará (ROI).

Fase 2 – Determinación de la imagen promedio. Esta imagen se genera a partir de un número determinado de frames y se utiliza como referencia para aplicar en el algoritmo de detección de impactos.

Fase 3 – Detección de impactos. En esta fase se procesan todos los frames para determinar los puntos más brillantes y finalmente se ejecuta el algoritmo de detección de impactos. Durante la captura de los frames se visualiza en pantalla el punto más brillante detectado por el algoritmo.

Fase 4 – Preparación de resultados. A partir del algoritmo de detección de impactos (fase-3) si se ha detectado algún candidato a impacto, se leen nuevamente los frames y se cargan en memoria las imágenes de los posibles impactos. También se calcula una fotometría de la región donde se ha detectado el impacto, ya que esto permite determinar fácilmente si se trata de un impacto o un falso positivo.

Modulo de simulación

Se incluye un módulo de simulación de impactos que permite generar de forma virtual impactos sobre cualquier parte del planeta. Este módulo es especialmente útil para realizar pruebas con el programa y para el ajuste de los diferentes parámetros del mismo.

Inicialmente se desarrollo como una herramienta de ayuda al desarrollo y a la realización de pruebas con el programa, aunque dada su utilidad, finalmente se ha incluido en la versión final del programa.

Modulo de generación de trazas (LOG)

Este módulo ha sido especialmente útil durante el desarrollo, ya que permite generar información del proceso en diversos niveles de detalle, así como producir imágenes de los frames generados internamente por el programa durante su ejecución.

La utilización de este módulo, es aconsejable durante el ajuste de los parámetros del programa o para analizar el proceso de detección de los impactos, ya que puede generar un gran volumen de información en el fichero LOG y muchas imágenes de los frames procesados, lo que puede afectar al rendimiento del programa.

Optimización del programa

Para realizar una ejecución rápida del algoritmo de detección de impactos, se han incorporado diversas opciones que permiten activar o desactivar la visualización de los diferentes componentes durante la ejecución, lo que permite optimizar el rendimiento del proceso al poder controlar la visualización de las imágenes.

Una optimización básica del proceso consiste en:

- Trabajar en modo silencios (silent mode), de forma que no se visualizan los frames en pantalla.
- No visualizar el histograma.
- Mantener la consola de mensajes cerrada.
- Desactivar el registro del LOG y la generación de imágenes intermedias de los frames.
- No utilizar el módulo de simulación, ya que a parte de ralentizar la ejecución, generará un impacto inexistente.

Algoritmo de detección de impactos

El funcionamiento de este algoritmo está basado en el presentado por Luis Calderón en su proyecto 'Análisis y detección de impactos en vídeo de Júpiter'.

El algoritmo implementado en la versión actual del programa, es una variación sobre al algoritmo detallado por Luis calderón en su trabajo. Se ha incluido en el mismo el uso de máscaras para eliminar los efectos producidos en el limbo del planeta. La mejora de resultados en la utilización de máscaras es notable, principalmente en los vídeos de baja calidad de imagen.

La opción de utilizar máscara durante la detección de impactos, es opcional, pero dados los resultados obtenidos se recomienda su utilización.

Máscara de proceso

La incorporación de máscaras en el algoritmo DTC se ha mostrado un éxito al reducir los efectos que se producen en el limbo del planeta.

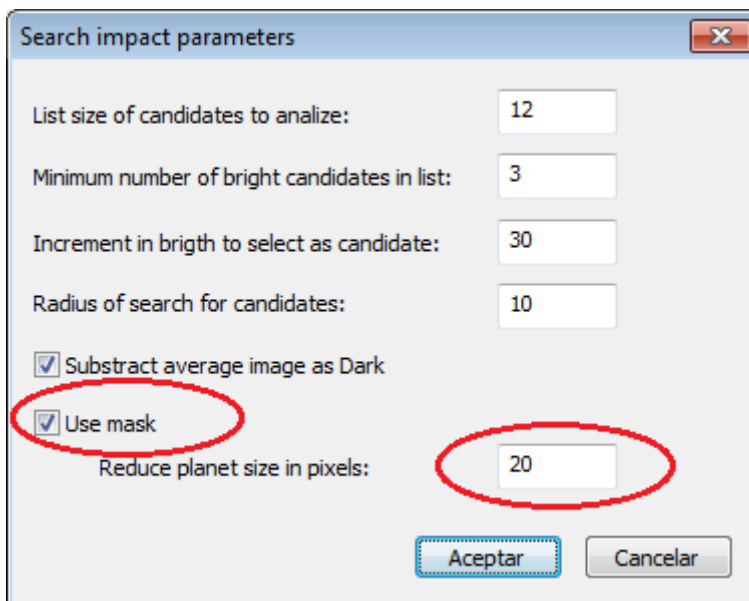
Estos efectos son generados por pequeñas deformaciones en la imagen del planeta debido a la turbulencia atmosférica, y que al abstraer el frame de referencia, quedan algunas partes del limbo del planeta fuera de la imagen de referencia, con lo que se generan falsos positivos en el limbo. Estos falsos positivos en muchas ocasiones enmascaran los impactos verdaderos, principalmente en vídeos de baja calidad y con mucha turbulencia.

La generación de la máscara se realiza a partir del frame de referencia (frame promedio) generado en la fase 2 del proceso. Este frame puede generarse con hasta 255 frames en la versión actual del programa.

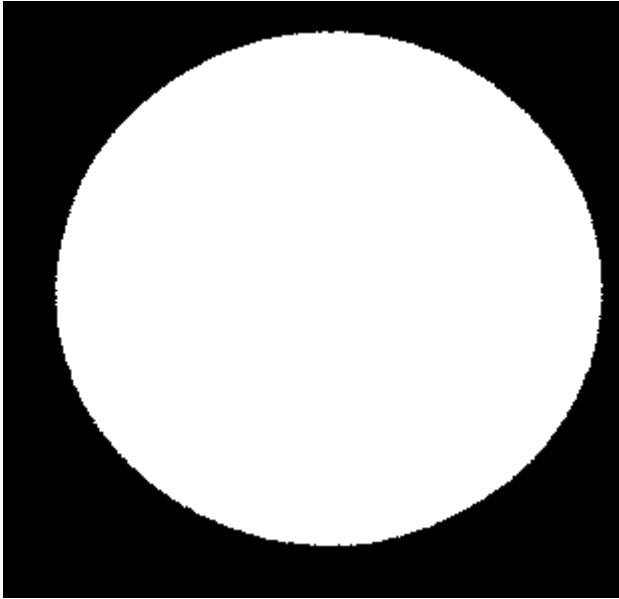
Para determinar el limbo en el frame de referencia, se utiliza el mismo algoritmo de detección del tamaño del planeta (en la fase 1 de determinación del ROI).

Una vez determinado el tamaño del planeta, se genera la máscara, con un planeta totalmente blanco sobre un fondo negro.

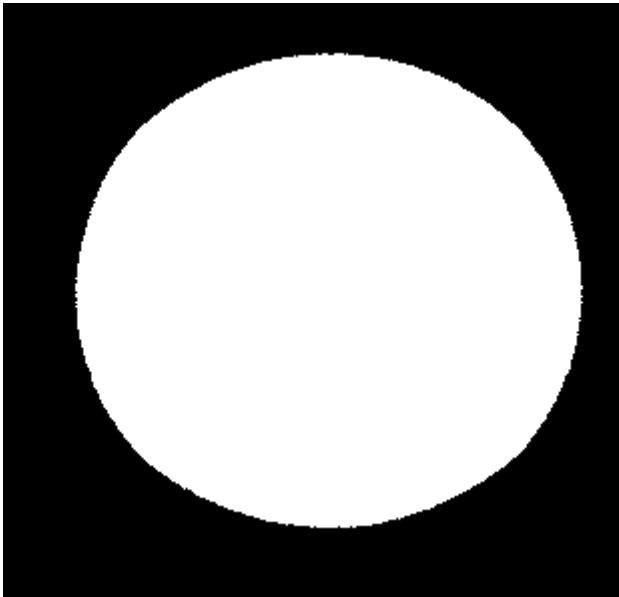
A partir de este momento puede reducirse el tamaño de la máscara, para aislar de forma más efectiva los efectos en el limbo. En el diálogo del algoritmo de detección, puede indicarse el número de pixels en que se reducirá el diámetro del planeta:



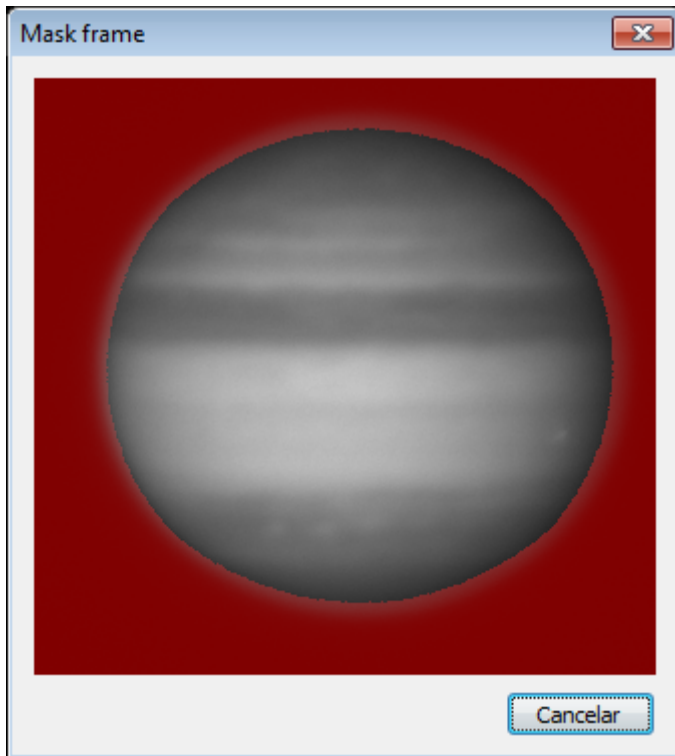
Ejemplo de máscara generada a partir del tamaño del planeta:



La misma máscara tras reducirla en 20 pixels:



Visualización de la máscara sobre la imagen del planeta, tal y como puede obtenerse con el botón de la barra de herramientas



De esta forma puede apreciarse la reducción de la máscara comparada con la imagen de referencia del planeta.

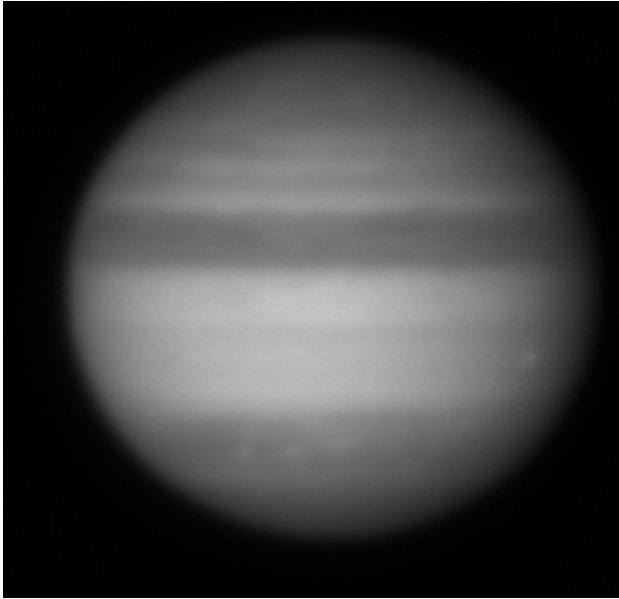
Detección de candidatos en los frames

Durante la fase 3 del proceso, y una vez se dispone del frame de referencia y la máscara correspondiente (generadas durante la fase 2) y con los frames recortados y ajustados al ROI (determinado en la fase 1), se procede a la detección de los pixels candidatos a ser un impacto en cada frame.

El proceso se inicia por la extracción de un frame y ajuste al ROI:

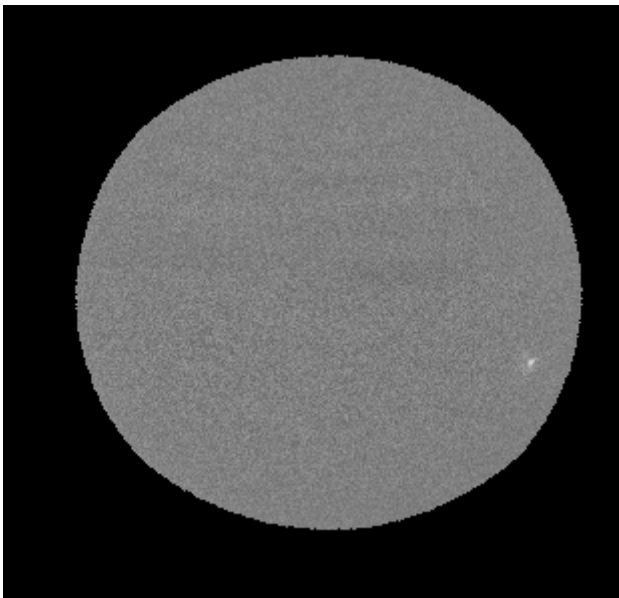


A este frame se subtrae el frame de referencia:



En este ejemplo y debido a que el vídeo contiene muy pocos frames, y entre ellos los del impacto, el propio impacto se aprecia en el frame de referencia. Esta situación no se produce en vídeos con un mayor número de frames.

Una vez calculada la diferencia entre el frame en proceso, con el frame de referencia y aplicando la máscara, el resultado es:

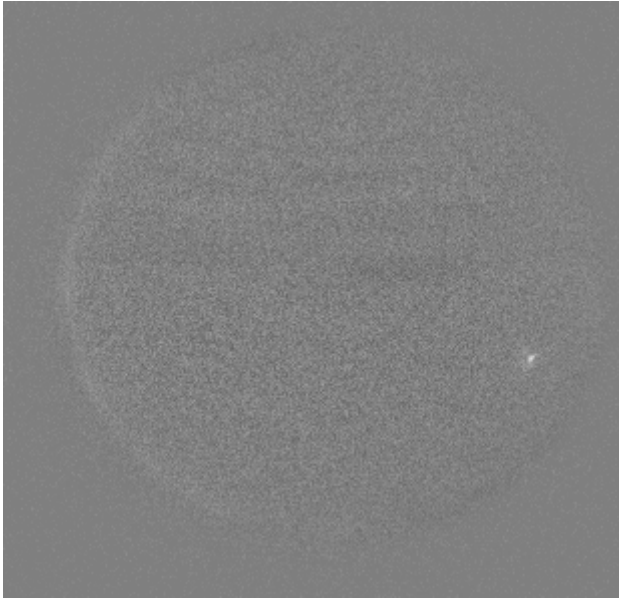


En esta imagen del proceso, puede apreciarse con claridad el impacto. También pueden verse muy ligeramente los efectos de algunas bandas del planeta, ya que un frame solitario no tiene la misma tonalidad que el frame de referencia que se ha generado por la suma de muchos frames.

Con la imagen generada, se busca el pixel más brillante de la misma. En esta imagen puede apreciarse el efecto de trabajar con máscara, ya que el limbo del planeta está totalmente recortado.


A modo de ejemplo, a continuación se muestra el mismo proceso (con los mismos parámetros) excepto que no se utiliza una máscara para eliminar los efectos del limbo, con lo que se

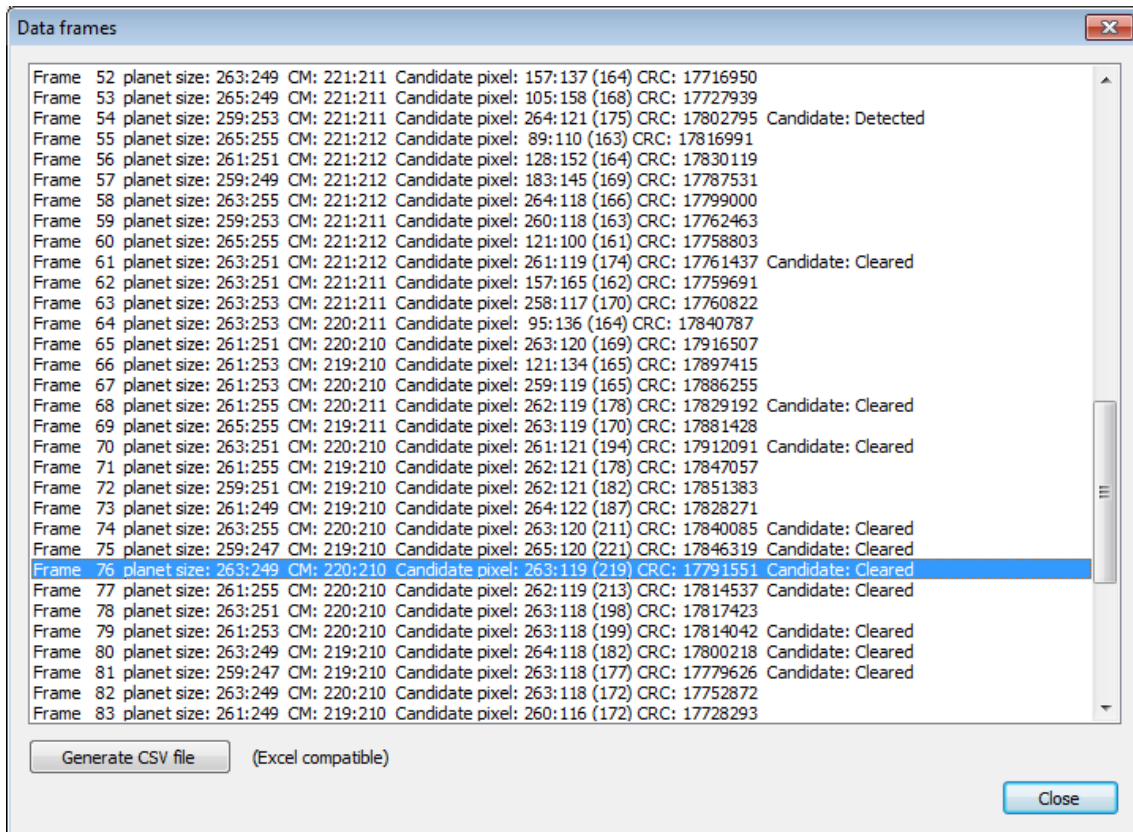
aprecia un limbo brillante, que en el caso de impactos débiles puede enmascarar al propio impacto.



Generación de la lista DataFrames

Esta lista actúa como un registro de datos de los procesos, y durante la fase 3 del proceso, se anotan en la misma las coordenadas (referidas al ROI) y el valor del pixel más brillante del frame.

La lista puede consultarse mediante la barra de herramientas (). A continuación se muestra la parte de la lista que contiene el impacto de las anteriores imágenes (frame 76).



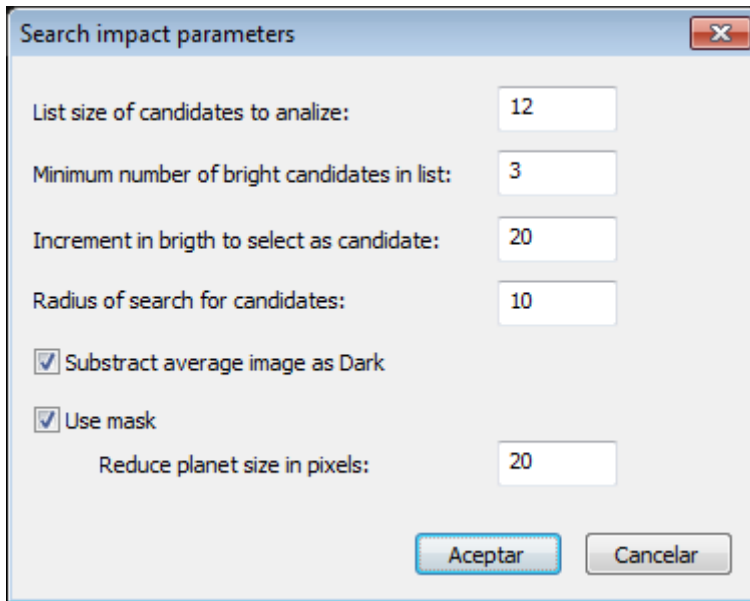
Una vez generada la lista con todos los frames del vídeo, se procesa con el algoritmo DTC, y con los parámetros:

- Tamaño de la lista.
- Número mínimo de candidatos en la lista.
- Radio en el que se encuentran los candidatos.
- Valor mínimo de incremento de brillo para considerar un candidato.

Algoritmo de detección de impactos DTC

Podemos analizar el funcionamiento del algoritmo de detección de impactos a partir del fichero LOG generado durante el proceso.

Este es un fragmento del fichero LOG correspondiente al frame 22 de un vídeo de baja calidad, por lo que los parámetros en este caso son los siguientes:



Search impact parameters

List size of candidates to analyze: 12

Minimum number of bright candidates in list: 3

Increment in bright to select as candidate: 20

Radius of search for candidates: 10

Subtract average image as Dark

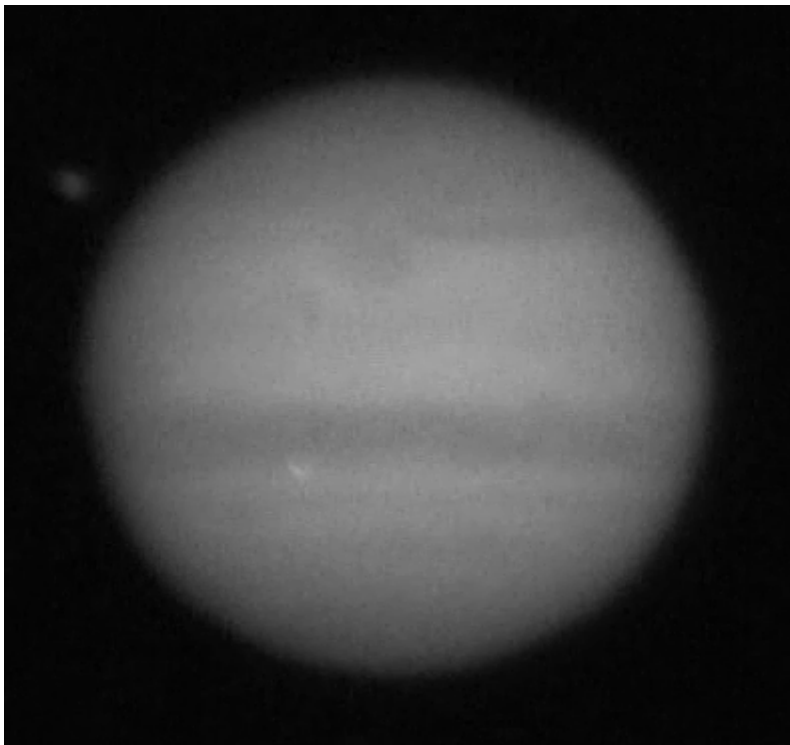
Use mask

Reduce planet size in pixels: 20

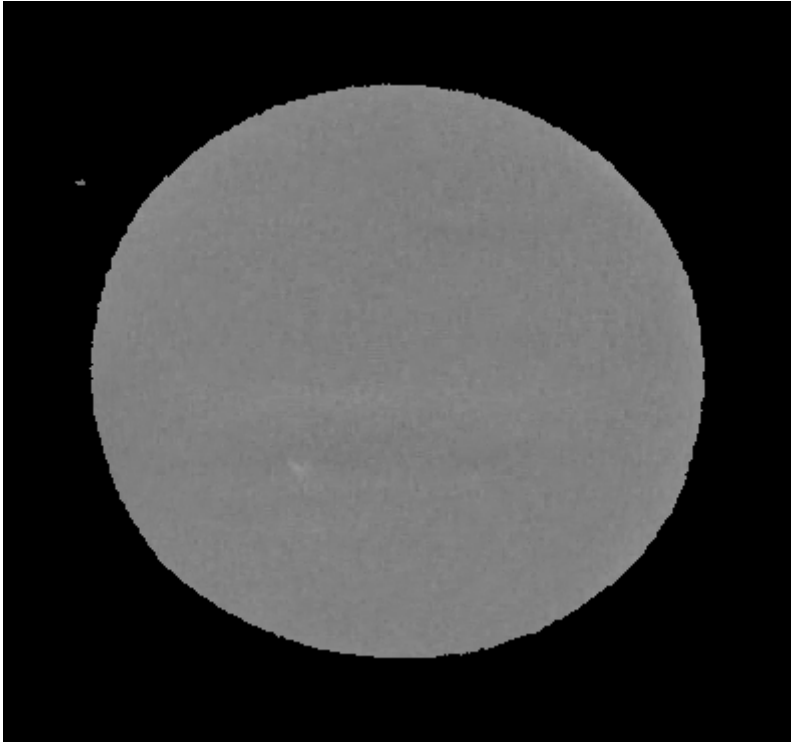
Aceptar Cancelar

Como puede verse se ha ajustado el mínimo incremento en brillo para poder detectar el impacto.

El frame donde se detecta el impacto:



Y el mismo frame una vez restado el frame de referencia:



Como puede observarse, el impacto es menos visible, y los efectos del limbo del planeta aún son apreciables, a pesar de la utilización de la máscara.

Para este impacto, el algoritmo de detección de impactos, ha generado el siguiente LOG, en el frame 19, donde ha detectado un pixel brillante y ha identificado el frame 22, como el que contiene el brillo máximo.

'DtcData' es el número de frame, y 'val', es el valor del pixel con las coordenadas.

```
Process frame: 19
```

```
CJidDtc::CreateList - DUMP List DtcData
```

```
DtcData: 19 val: 19 (144,138)
```

```
DtcData: 20 val: 19 (348,188)
```

```
DtcData: 21 val: 19 (346,161)
```

```
DtcData: 22 val: 21 (146,136)
```

```
DtcData: 23 val: 13 (143,138)
```

```
DtcData: 24 val: 13 (200,176)
```

```
DtcData: 25 val: 15 (180,131)
```

```
DtcData: 26 val: 14 (222,174)
```

```
DtcData: 27 val: 16 ( 98,285)
```

```
DtcData: 28 val: 15 ( 40,279)
```

```
DtcData: 29 val: 16 (156,169)
```

```

DtcData: 30 val: 14 (328,118)
CJidDtc::SortList - DUMP ORDERED List DtcData
DtcData: 22 val: 21 (146,136)
DtcData: 21 val: 19 (346,161)
DtcData: 20 val: 19 (348,188)
DtcData: 19 val: 19 (144,138)
DtcData: 27 val: 16 ( 98,285)
DtcData: 29 val: 16 (156,169)
DtcData: 25 val: 15 (180,131)
DtcData: 28 val: 15 ( 40,279)
DtcData: 30 val: 14 (328,118)
DtcData: 26 val: 14 (222,174)
DtcData: 23 val: 13 (143,138)
DtcData: 24 val: 13 (200,176)
CJidDtc::SearchImpact
ptrData->m_iPixMax: 21 IncBright: 20
Compare with frame: 22
CJidDtc::SearchImpact - IncBright> limit
IsNearPoint with frame: 19
IsNearPoint with frame: 23
Found 3 elements near
Found CANDIDATE in frame: 22

```

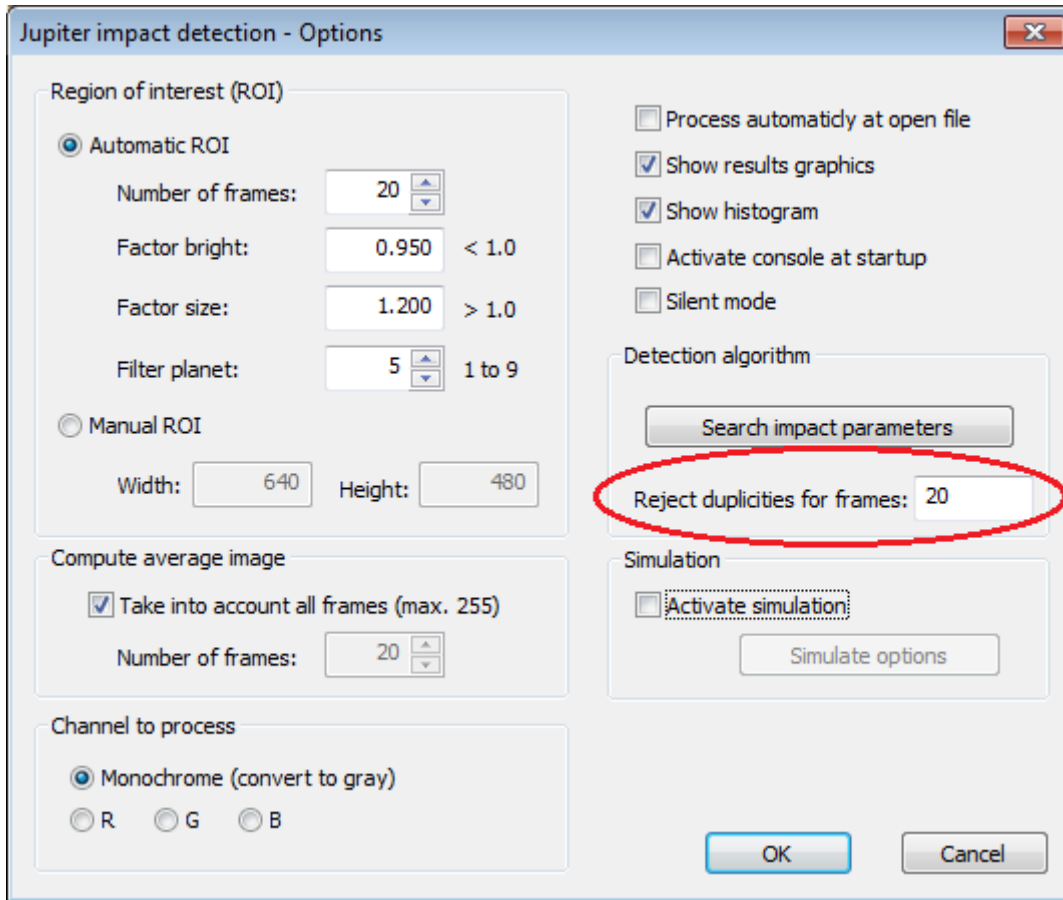
Primero se muestra la lista creada a partir de la listaDataFrame (generada en la fase 3), y que contiene los datos de 12 frames a partir del 19, sin ordenar.

A continuación se ordena la lista por el valor del pixel, y se compara la posición correspondiente al frame que tiene el pixel más brillante (frame 22) con la posición del resto de frames, según el radio prefijado en los parámetros.

Dado que hay 2 frames adicionales (marcados en rojo) con candidatos, el frame se marca como candidato. En total hay 3 frames con pixels brillantes dentro del radio indicado.

Una vez tenemos todos los frames donde se han detectado candidatos, se procede a eliminar impactos, para lo que se recorre la lista 'DataFrames' en orden inverso, y si se detectan candidatos dentro del radio indicado para la búsqueda, se eliminan. De forma que únicamente queda marcado como candidato el frame donde se detecta por primera vez el impacto.

Como máximo un candidato debe estar a un número menor de frames del anterior para ser eliminado si se detecta que es un duplicado. Este valor es el que se entra en la pantalla de parámetros generales:



Generación de la lista de resultados

A partir de los frames marcados en la lista 'DataFrames' como candidatos a impacto, se genera internamente en el programa una nueva lista para mostrar los resultados.

Esta lista se inicia con los candidatos detectados, con sus coordenadas cartesianas (referidas al centro del planeta).

En esta versión del programa, la lista de candidatos a impacto en la lista de resultados, está limitado a 15.

A partir de esta lista, se ejecuta la fase 4 del proceso, en la cual, se leen los frames y se guardan en memoria las imágenes correspondientes a las áreas de los impactos. Estas imágenes se guardan en memoria, ya que en la ventana de presentación de resultados se puede mostrar la secuencia completa del área del impacto a lo largo de todo el vídeo.

Dado que también se muestra el perfil fotométrico del área del impacto, esta fotometría se calcula, por la diferencia en el valor medio de los píxeles del área visualizada. Se comparan el valor medio de los píxeles dentro del círculo menor (diámetro de 16 píxeles) con el valor medio de los píxeles del círculo exterior (diámetro de 32 píxeles). Estos círculos se pueden visualizar en las imágenes.

Todos estos datos son los que se muestran en la pantalla de resultados:

The screenshot shows the 'Jid Results' window with the following elements and annotations:

- Top Panel:** 'Candidates found: 1', 'Select: 01-DTC', 'Previous', and 'Next' buttons.
- Left Panel:** 'Detected in frame: 50', 'Position respect planet's center X: 106 Y: -30', and 'Algorithm detection: DTC'.
- Center Panel:** 'Photometric profile of impact:' with a line graph showing a peak. A red vertical line is drawn at the peak. A red arrow points to this line with the text: 'La línea roja indica el frame central visualizado en las imágenes'.
- Right Panel:** 'Show frame candidate' and 'Show photometric circles' checkboxes.
- Bottom Panel:** 'Frame: 72' and 'Photometric value: 35'. Below this is a sequence of 12 small image thumbnails. A blue arrow points to the 7th thumbnail. A red arrow points to the entire sequence with the text: 'Imágenes del área del impacto a lo largo de todos los frames del video'. Below the thumbnails is a slider bar with a blue cursor.
- Bottom Center:** A red text annotation: 'Mediante el cursor, se pueden visualizar los frames a lo largo de video'.
- Bottom Right:** An 'Aceptar' button.