



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA



**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**  
**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR**

*Grado en Ingeniería Informática*

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**SISTEMA INFORMÁTICO PARA EL  
SEGUIMIENTO DE PUNTERO LÁSER Y  
SU REPRESENTACIÓN VIRTUAL  
MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL**

**MANUAL DE USUARIO**

**Autor:** *Rafael Ulises Baena Herruzo*

**Directores:** *Juan María Palomo Romero*  
*Lorenzo Salas Morera*

**Córdoba, septiembre de 2017**







# Índice general

Índice de figuras.....	III
<b>Capítulo 1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 2. Instalación y desinstalación.....</b>	<b>3</b>
2.1 Requisitos de Hardware.....	3
2.1.1 Requisitos mínimos.....	3
2.2 Requisitos Software.....	4
2.3 Instalación.....	4
2.3.1 Instalación de OpenCV.....	4
2.3.1.1 Actualizar el Sistema Operativo.....	4
2.3.1.2 Instalar dependencias.....	5
2.3.1.3 Instalar librerías OpenCV.....	6
2.3.2 Instalación de Qt.....	7
2.3.3 Instalación de libav.....	11
2.4 Ejecución.....	12
2.5 Desinstalación.....	13
<b>Capítulo 3. Funcionamiento.....</b>	<b>15</b>
3.1 Gestionar captura.....	15
3.1.1 Seleccionar medios de captura de vídeo.....	15
3.1.2 Previsualizar medios de captura de vídeo.....	17
3.1.3 Seleccionar dispositivo de captura de audio.....	18
3.1.4 Iniciar captura.....	18
3.1.5 Seleccionar superficie de proyección.....	20
3.2 Gestionar montaje.....	22
3.2.1 Seleccionar ruta de destino.....	22

## II Índice

3.2.2	Iniciar montaje.....	23
3.3	Gestionar ajustes.....	25
3.3.1	Seleccionar relación de aspecto.....	25
3.3.2	Usar pantalla extendida.....	26
3.3.3	Montaje offline – guardar captura.....	27
3.3.4	Montaje offline – cargar captura.....	28
3.4	Información.....	29

## Índice de figuras

Figura 2.1: Actualizar el Sistema Operativo.....	5
Figura 2.2: Instalación Qt - 1.....	7
Figura 2.3: Instalación Qt - 2.....	8
Figura 2.4: Instalación Qt - 3.....	9
Figura 2.5: Instalación Qt - 4.....	10
Figura 2.6: Instalación Qt - 5.....	11
Figura 2.7: Ejecución del programa.....	12
Figura 3.1: Gestionar captura.....	16
Figura 3.2: Seleccionar medios de captura de vídeo.....	16
Figura 3.3: Seleccionar archivo de captura.....	17
Figura 3.4: Previsualizar medio de captura.....	18
Figura 3.5: Seleccionar dispositivo de captura de audio.....	19
Figura 3.6: Iniciar captura.....	19
Figura 3.7: Seleccionar superficie de proyección.....	20
Figura 3.8: Captura de la presentación.....	21
Figura 3.9: Captura finalizada.....	21
Figura 3.10: Gestionar montaje.....	22
Figura 3.11: Seleccionar ruta de destino.....	23
Figura 3.12: Iniciar montaje.....	24
Figura 3.13: Montaje finalizado.....	24
Figura 3.14: Gestionar ajustes.....	25
Figura 3.15: Seleccionar relación de aspecto de la presentación.....	26
Figura 3.16: Usar pantalla extendida.....	27
Figura 3.17: Montaje offline - guardar captura.....	28
Figura 3.18: Montaje offline - cargar captura.....	29
Figura 3.19: Información.....	30





# Capítulo 1. Introducción

El presente documento tiene como finalidad ofrecer una guía al usuario para poder hacer uso de la aplicación “Sistema Informático para el Seguimiento de Puntero Láser y su Representación Virtual mediante Visión Artificial”.

Para ello el *Manual de Usuario* se va a dividir en tres partes:

- **Instalación:** parte en la que se detallará todo el proceso de instalación del software y se indicarán los requisitos para su ejecución.
- **Desinstalación:** parte en la que se detallará el proceso de desinstalación del software.
- **Funcionamiento:** parte en la que se explicará el funcionamiento del sistema informático, y las distintas configuraciones de este.



# Capítulo 2. Instalación y desinstalación

En este capítulo se van a describir los procesos de instalación y desinstalación de la aplicación. Previamente se van a indicar los requisitos necesarios para la instalación del sistema.

Estos requisitos se dividen en:

- Requisitos de *Hardware*.
- Requisitos de *Software*.

## 2.1 Requisitos de Hardware

El programa puede ser ejecutado desde un ordenador personal, con prestaciones básicas, como desde un ordenador profesional, con gran capacidad de cómputo y de memoria. Aun así, se van a definir unos requisitos mínimos para garantizar una correcta ejecución del programa.

### 2.1.1 Requisitos mínimos

Como se trata de una aplicación que va a hacer uso de la visión artificial (a través de *OpenCV*) para la detección del puntero láser y va a utilizar técnicas de codificación de vídeo y audio, será necesaria la definición de unos requisitos mínimos para su ejecución:

- Procesador de 4 núcleos a 1,8 Ghz.
- 4,0 GB de memoria *RAM*.

- 20 GB de espacio libre en disco duro.

## 2.2 Requisitos Software

El proyecto precisa de los siguientes requisitos de *Software* para su funcionamiento:

- Sistema Operativo *Linux Mint 18.1 Serena*.
- Biblioteca libre de visión artificial *OpenCV* en su versión 3.2.
- Módulos extra de *OpenCV* (rama *contrib*).
- Aplicación *libav*.
- *Qt* versión 5.5.1.
- Para compilar el software, *Qt Creator* 4.3.1.

## 2.3 Instalación

Para ejecutar correctamente la aplicación, es necesaria la instalación de una serie de programas y librerías, los cuales se van a explicar a continuación.

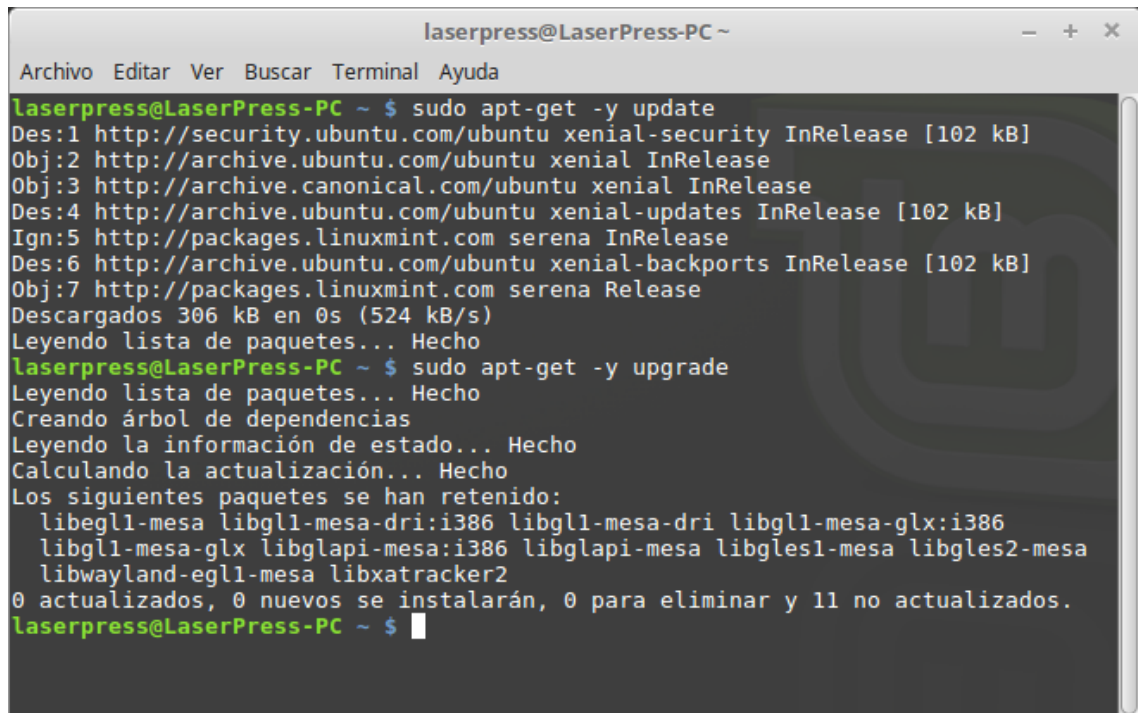
### 2.3.1 Instalación de OpenCV

Se va a detallar la instalación de *OpenCV*, haciendo uso de la terminal que proporciona el Sistema Operativo. Para ello se seguirán una serie de pasos:

#### 2.3.1.1 Actualizar el Sistema Operativo

Para ello, se ejecutan los siguientes comandos:

```
sudo apt-get -y update  
sudo apt-get -y upgrade
```

A screenshot of a terminal window titled 'laserpress@LaserPress-PC ~'. The window has a menu bar with 'Archivo', 'Editar', 'Ver', 'Buscar', 'Terminal', and 'Ayuda'. The terminal shows the execution of two commands: 'sudo apt-get -y update' and 'sudo apt-get -y upgrade'. The output of the first command shows the download of updates from various sources, including security updates and backports, totaling 306 kB. The output of the second command shows the calculation of dependencies and the list of packages to be updated, including libegl1-mesa, libgl1-mesa-dri, libgl1-mesa-glx, libglapi-mesa, libgles1-mesa, libgles2-mesa, libwayland-egl1-mesa, and libxatracker2. The terminal indicates that 0 packages will be updated, 0 new packages will be installed, 0 packages will be removed, and 11 packages will not be updated.

```
laserpress@LaserPress-PC ~ $ sudo apt-get -y update
Des:1 http://security.ubuntu.com/ubuntu xenial-security InRelease [102 kB]
Obj:2 http://archive.ubuntu.com/ubuntu xenial InRelease
Obj:3 http://archive.canonical.com/ubuntu xenial InRelease
Des:4 http://archive.ubuntu.com/ubuntu xenial-updates InRelease [102 kB]
Ign:5 http://packages.linuxmint.com serena InRelease
Des:6 http://archive.ubuntu.com/ubuntu xenial-backports InRelease [102 kB]
Obj:7 http://packages.linuxmint.com serena Release
Descargados 306 kB en 0s (524 kB/s)
Leyendo lista de paquetes... Hecho
laserpress@LaserPress-PC ~ $ sudo apt-get -y upgrade
Leyendo lista de paquetes... Hecho
Creando árbol de dependencias
Leyendo la información de estado... Hecho
Calculando la actualización... Hecho
Los siguientes paquetes se han retenido:
  libegl1-mesa libgl1-mesa-dri:i386 libgl1-mesa-dri libgl1-mesa-glx:i386
  libgl1-mesa-glx libglapi-mesa:i386 libglapi-mesa libgles1-mesa libgles2-mesa
  libwayland-egl1-mesa libxatracker2
0 actualizados, 0 nuevos se instalarán, 0 para eliminar y 11 no actualizados.
laserpress@LaserPress-PC ~ $
```

Figura 2.1: Actualizar el Sistema Operativo

### 2.3.1.2 Instalar dependencias

Para ello, se ejecutan los siguientes comandos:

```
# Herramientas de compilación:
sudo apt-get install -y build-essential cmake

# GUI
sudo apt-get install -y qt5-default libvtk6-dev

# Media I/O:
sudo apt-get install -y zlib1g-dev libjpeg-dev libwebp-dev libpng-dev
libtiff5-dev libjasper-dev libopenexr-dev libgdal-dev

# Video I/O:
sudo apt-get install -y libdc1394-22-dev libavcodec-dev libavformat-
dev libswscale-dev libtheora-dev libvorbis-dev libxvidcore-dev
libx264-dev yasm libopencore-amrnv-dev libopencore-amrwb-dev libv4l-
dev libxine2-dev
```

```
# Librerías de paralelismo y de álgebra lineal:  
sudo apt-get install -y libtbb-dev libeigen3-dev
```

### 2.3.1.3 Instalar librerías OpenCV

A continuación, se muestran los comandos a ejecutar para obtener la versión de *OpenCV* 3.2.0 y módulos extra, además de su compilación e instalación.

```
sudo apt-get install -y unzip wget  
  
wget https://github.com/opencv/opencv/archive/3.2.0.zip  
unzip 3.2.0.zip  
rm 3.2.0.zip  
mv opencv-3.2.0 OpenCV  
  
wget https://github.com/opencv/opencv_contrib/archive/3.2.0.zip  
unzip 3.2.0.zip  
rm 3.2.0.zip  
mv opencv_contrib-3.2.0 OpenCV/opencv_contrib  
  
cd OpenCV  
  
mkdir build  
cd build  
cmake -DWITH_QT=ON -DWITH_OPENGL=ON -DFORCE_VTK=ON -DWITH_TBB=ON  
-DWITH_GDAL=ON -DWITH_XINE=ON -DBUILD_EXAMPLES=ON  
-DOPENCV_EXTRA_MODULES_PATH=../opencv_contrib/modules ..  
make -j8  
sudo make install  
sudo ldconfig
```

### 2.3.2 Instalación de Qt

Para poder ejecutar la aplicación, hará falta la instalación de Qt 5.9 y también será necesaria instalación de *Qt Creator* para poder compilar el código fuente localizado en el *Manual de Código* del presente proyecto.

Será necesario descargar el instalador *online* de la siguiente dirección: [http://download.qt.io/official\\_releases/online\\_installers/qt-unified-linux-x64-online.run](http://download.qt.io/official_releases/online_installers/qt-unified-linux-x64-online.run)

A continuación a través de una serie de pasos se procede a explicar el proceso de instalación.

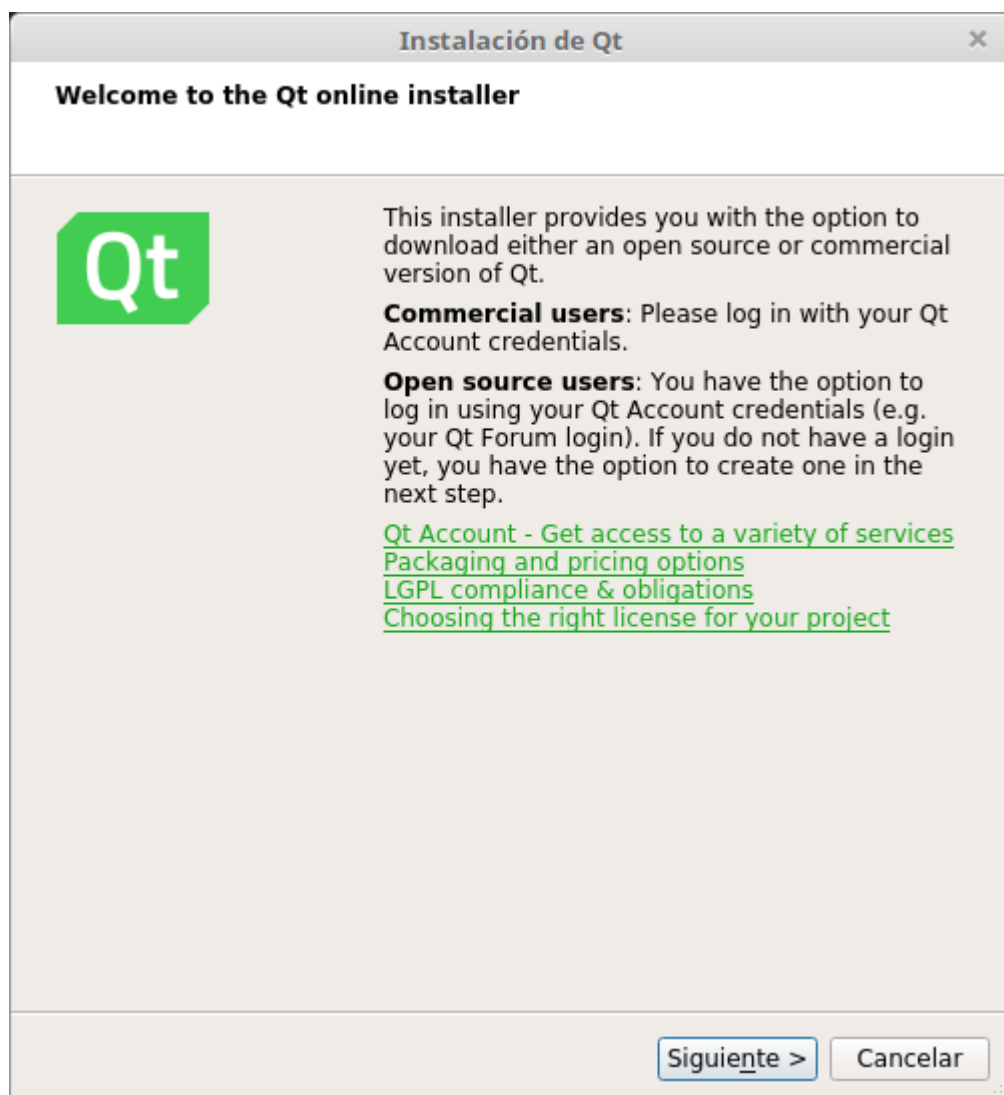
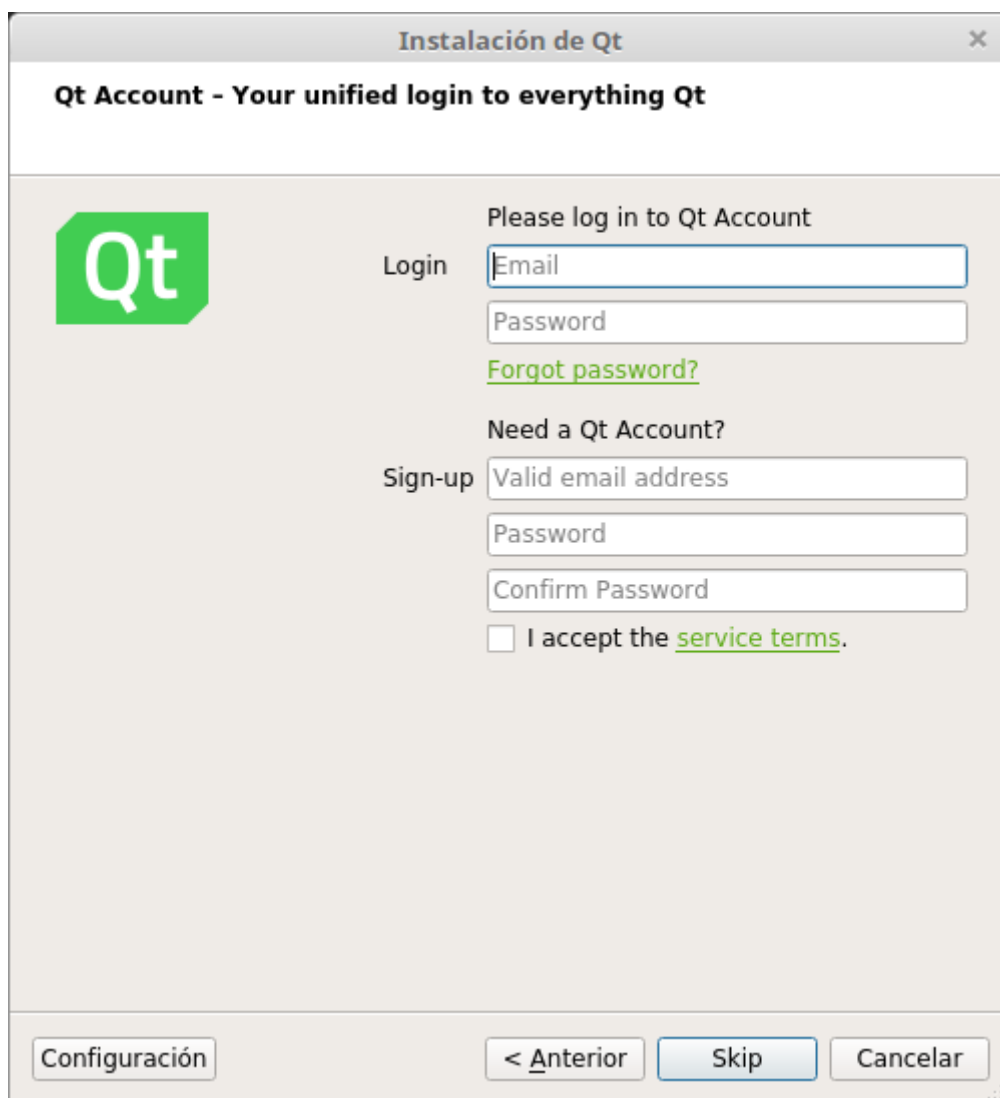


Figura 2.2: Instalación Qt - 1

Una vez ejecutado el instalador, aparecerá una ventana como la que se muestra en la *Figura 2.2*, en ella se tiene que pulsar sobre el botón “Siguiente”.



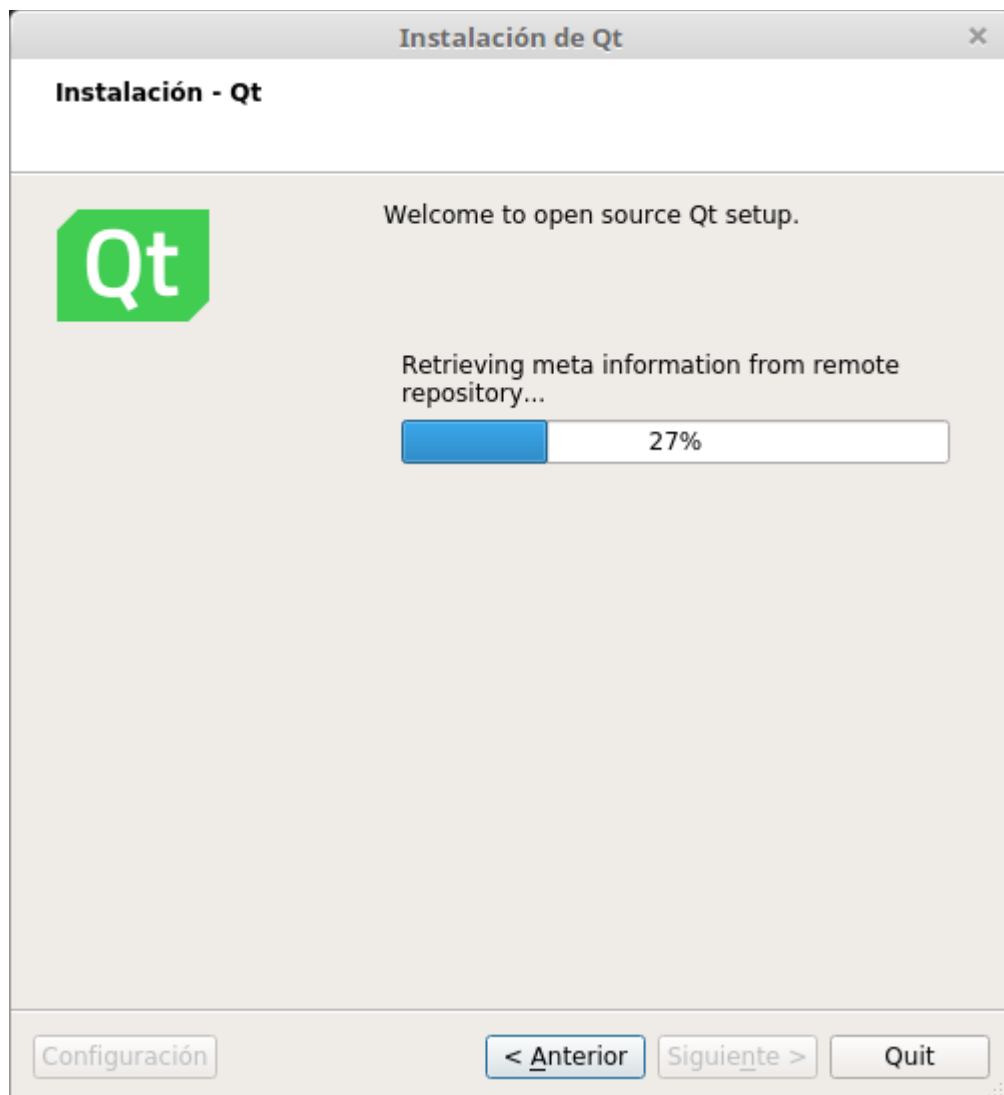
The image shows a window titled "Instalación de Qt" with a subtitle "Qt Account - Your unified login to everything Qt". On the left is the Qt logo. The main area is divided into two sections: "Please log in to Qt Account" and "Need a Qt Account?". The login section has fields for "Email" and "Password", and a link for "Forgot password?". The sign-up section has fields for "Valid email address", "Password", and "Confirm Password", and a checkbox for "I accept the service terms.". At the bottom are four buttons: "Configuración", "< Anterior", "Skip", and "Cancelar".

*Figura 2.3: Instalación Qt - 2*

Aparecerá una nueva ventana en la que se pueden introducir los datos para realizar una cuenta o iniciar sesión en una cuenta de *Qt*, o se puede saltar pulsando sobre el botón “Skip”.

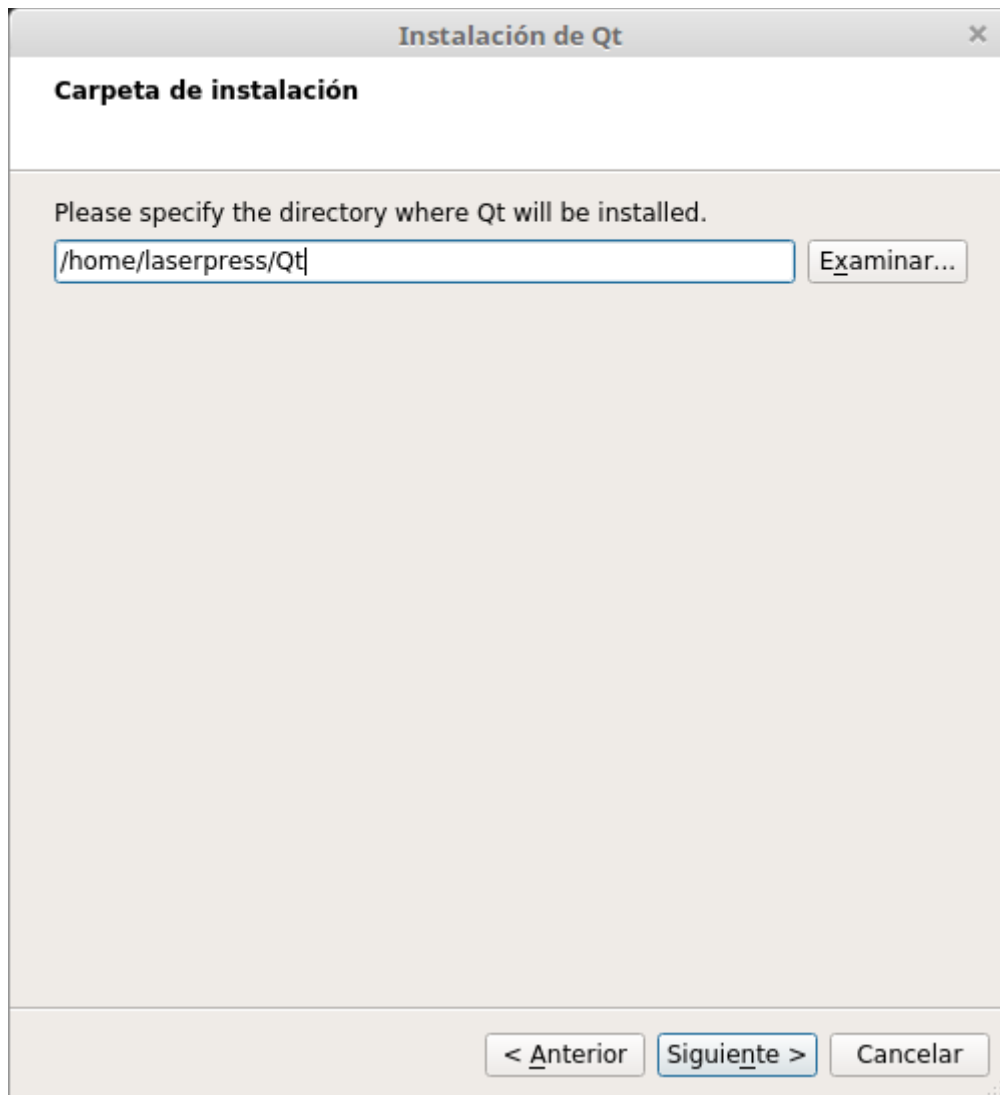
Tal como se puede observar en la *Figura 2.4* pulsando en el botón “Siguiente” comenzará a recolectar información sobre la instalación de *Qt*.





*Figura 2.4: Instalación Qt - 3*

Se abrirá una nueva ventana, tal como se observa en la *Figura 2.5*, en la cual se puede seleccionar el directorio donde almacenar la instalación.



*Figura 2.5: Instalación Qt - 4*

En la siguiente ventana, se dejan por defecto los componentes a instalar, en este caso, *Qt* 5.9.1 y *Qt Creator* 4.3.1, tal como se observa en la *Figura 2.6*.

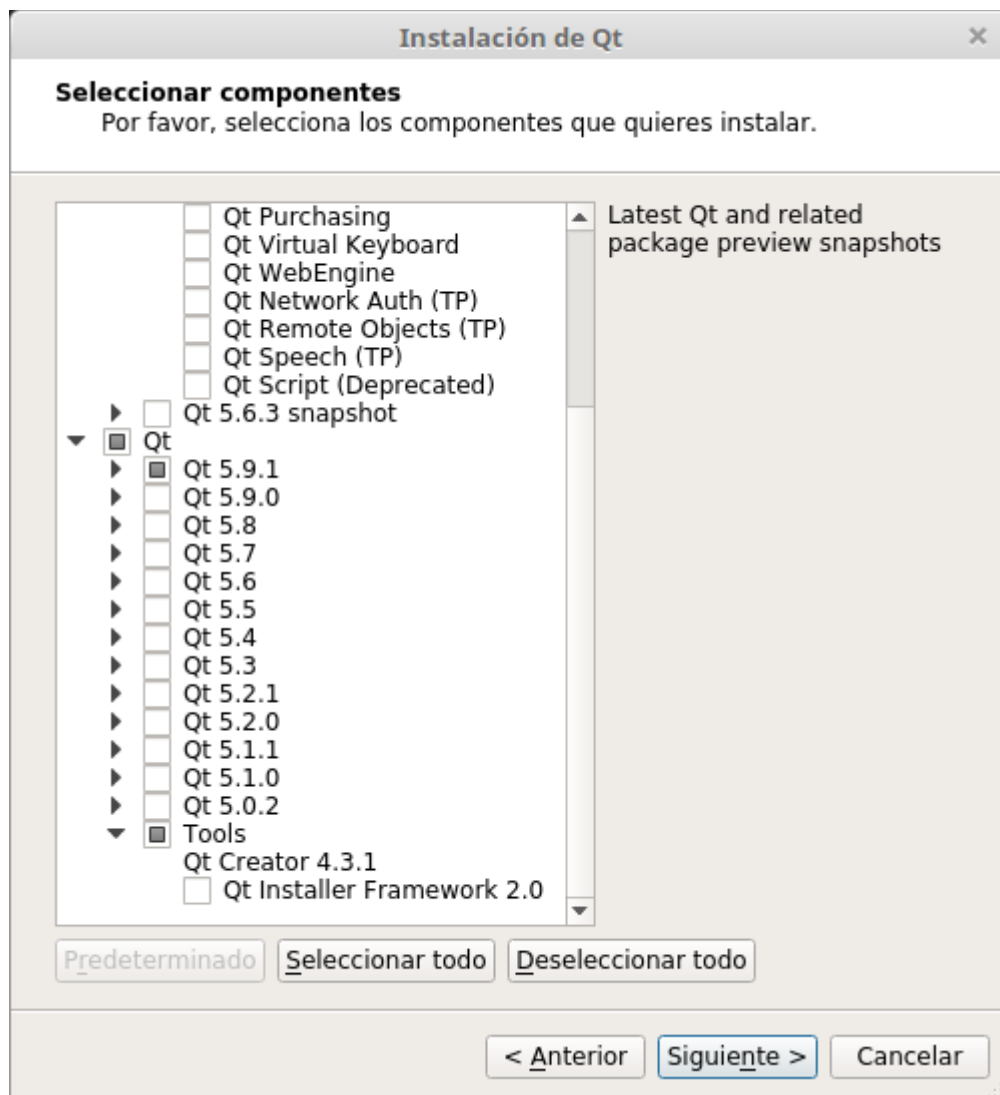


Figura 2.6: Instalación Qt - 5

Finalmente, se aceptan los términos de uso y pulsando sobre el botón “Instalar” comenzará el proceso de descarga e instalación.

### 2.3.3 Instalación de libav

Para instalar la aplicación *libav*, necesaria por el programa, se ejecuta el siguiente comando en el terminal del Sistema Operativo:

```
sudo apt-get install libav-tools
```

## 2.4 Ejecución

Para ejecutar el programa, antes se debe compilar tal cual se explica en el *Manual de Código* del presente proyecto.

Una vez compilado, y asegurándose de que todas las dependencias del programa están instaladas, se ejecuta el software desde el propio programa *Qt Creator* o desde el ejecutable generado.

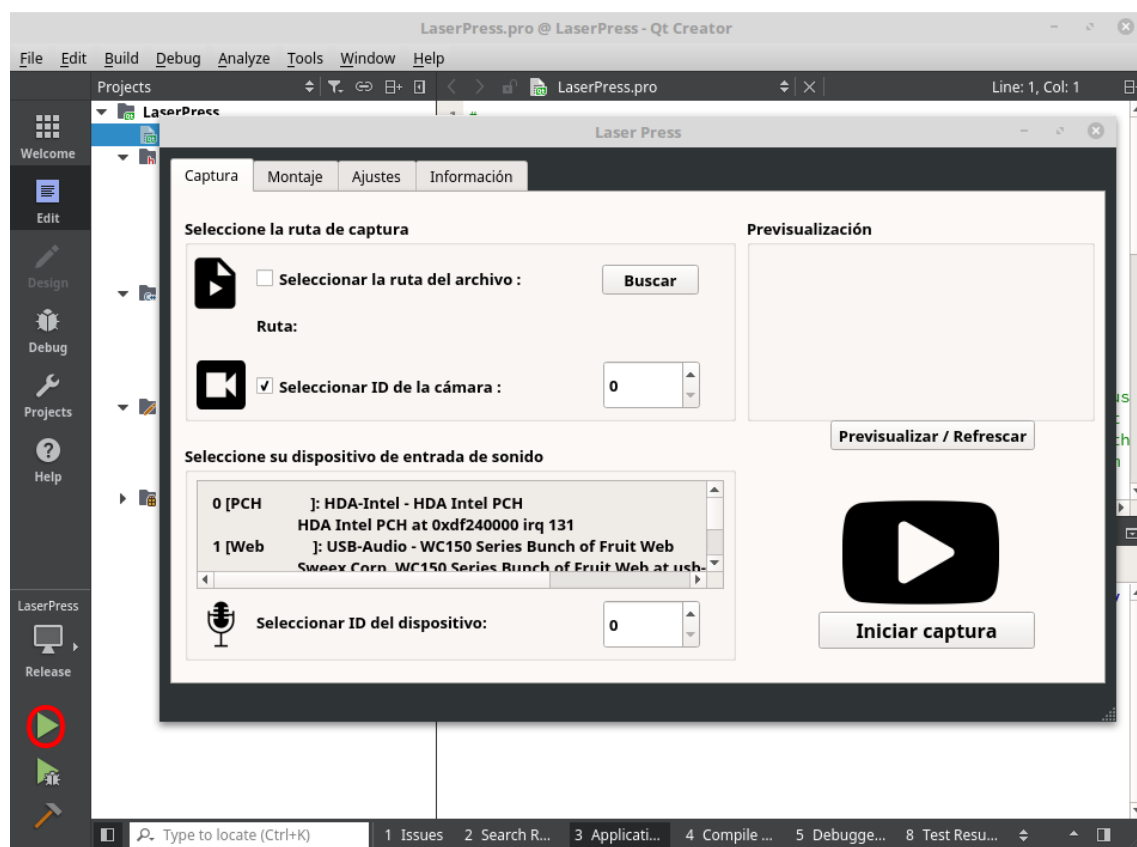


Figura 2.7: Ejecución del programa

## 2.5 Desinstalación

El proceso de desinstalación es relativamente sencillo, si no se eliminan las librerías de *OpenCV*, *Qt* y *libav* las cuales tienen sus propios métodos de desinstalación.

Simplemente eliminando del ordenador el archivo ejecutable correspondiente al programa, ya se habrá desinstalado. Todos los archivos temporales creados por el programa, se eliminarán en el siguiente reinicio del ordenador.



## Capítulo 3. Funcionamiento

En este capítulo se presenta la interfaz gráfica de la aplicación. Esta es la parte visible de la misma, y la que utiliza el usuario para comunicarse con el sistema software.

En los siguientes apartados, se pretende dar una visión de los elementos que componen la interfaz, para facilitar la comprensión del funcionamiento de la aplicación. Para ello, se va a especificar el funcionamiento del programa según los casos de uso descritos en el *Manual Técnico* del presente proyecto.

### 3.1 Gestionar captura

En este apartado se van a explicar los pasos a seguir para realizar las operaciones correspondientes con la gestión de la captura del puntero láser, el audio y el vídeo de la presentación.

Una vez iniciado el programa, la pestaña iniciada por defecto es “Captura”, tal como se muestra en la *Figura 3.1*.

#### 3.1.1 Seleccionar medios de captura de vídeo

El primer paso a realizar, es la selección de la ruta desde la cual se va a capturar el puntero láser. En la *Figura 3.2* se puede observar como se tienen dos opciones de selección. La primera opción, es para realizar la captura desde un archivo de vídeo, esta opción sirve si se ha grabado la presentación en diferido, mediante un programa de captura de vídeo. No es la recomendable, ya que al realizar la captura, no se podrá extraer el audio de la grabación, por lo que se tendría que realizar un montaje posterior con cualquier herramienta de edición.

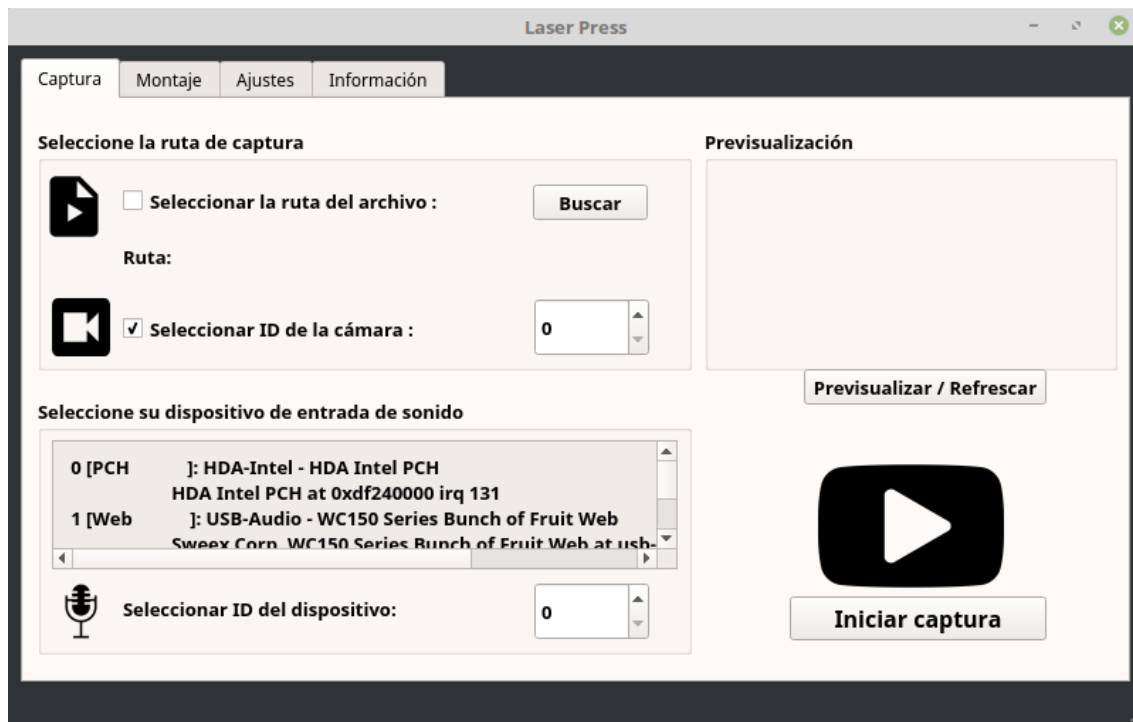


Figura 3.1: Gestionar captura

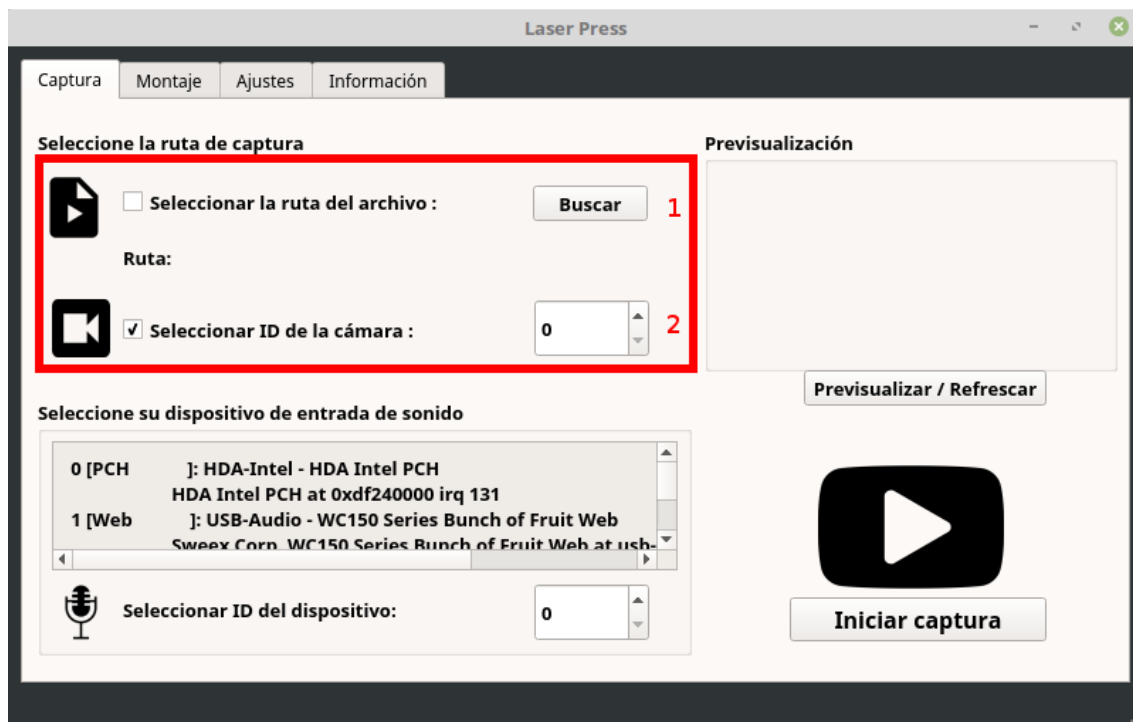
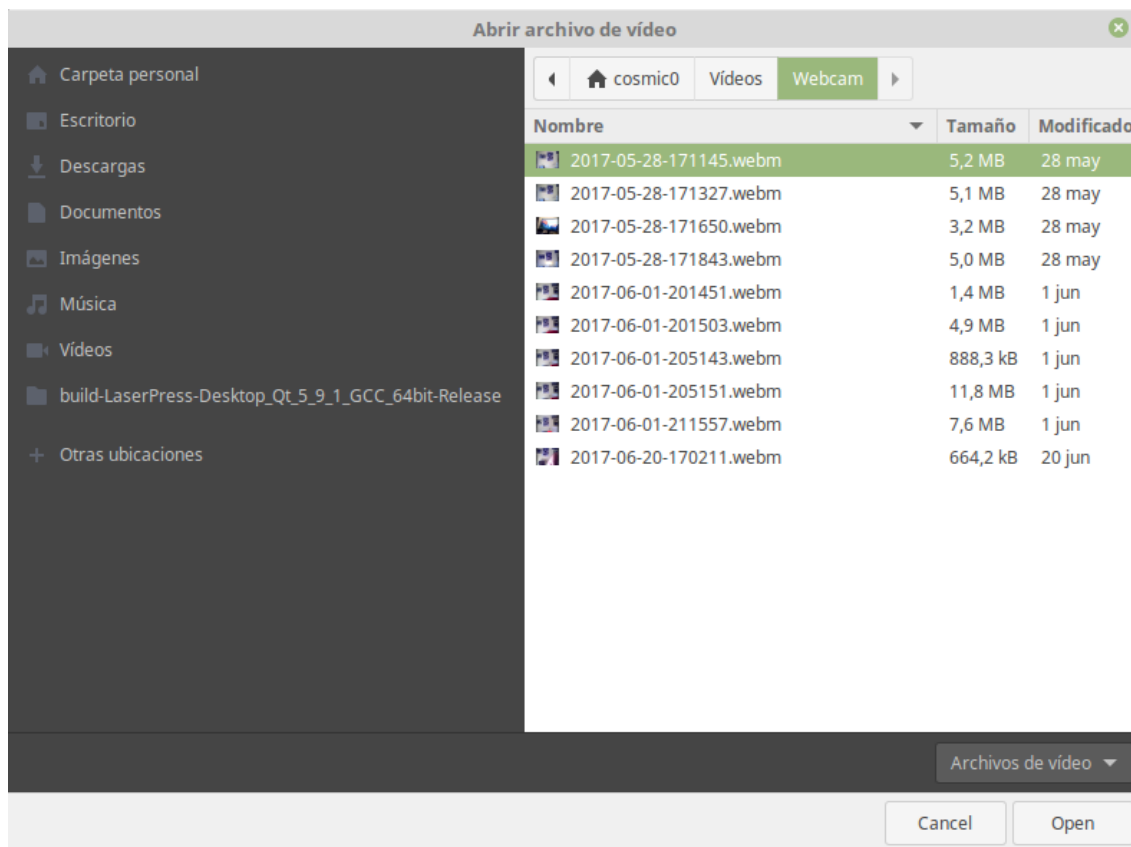


Figura 3.2: Seleccionar medios de captura de vídeo



Al pulsar sobre el botón “Buscar” se puede seleccionar el archivo de captura, tal como se puede observar en la *Figura 3.3*.



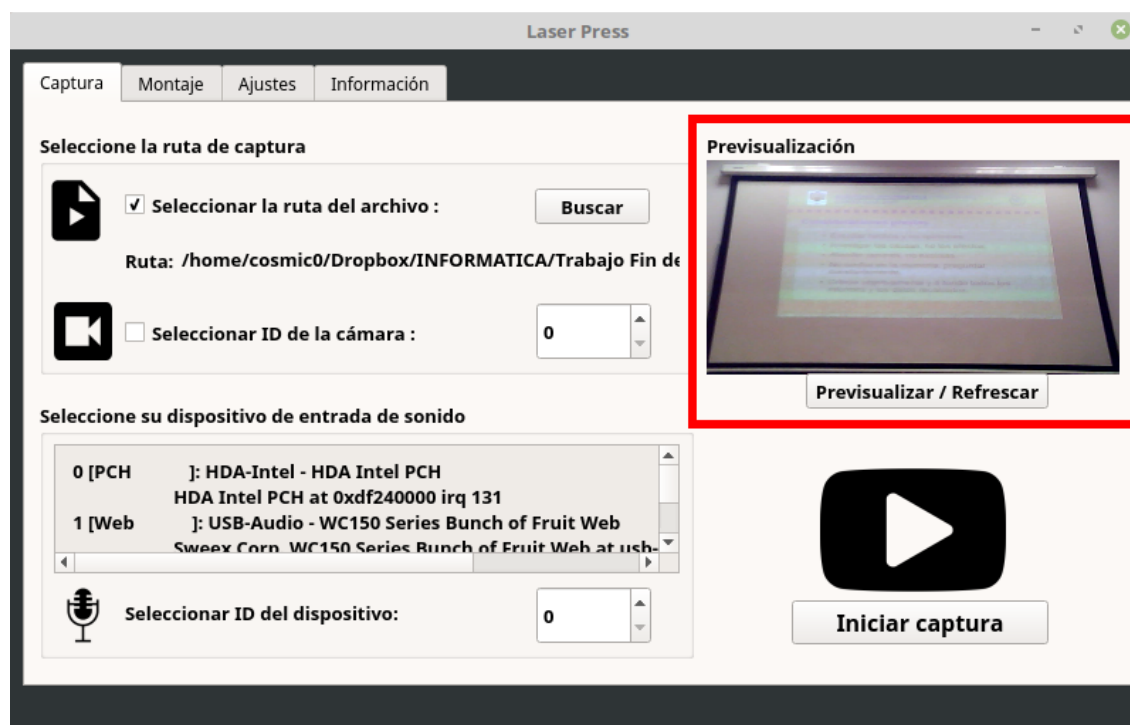
*Figura 3.3: Seleccionar archivo de captura*

La segunda opción, permite la selección de un dispositivo de captura conectado al ordenador, a través de su identificador. Por lo general, si solo hay una única cámara conectada al ordenador, por defecto el identificador es el número 0, y conforme se insertan nuevos dispositivos van tomando valores de identificación sucesivos 1, 2, 3, etc.

### 3.1.2 Previsualizar medios de captura de vídeo

Una vez seleccionados los medios de captura, para comprobar que se ha seleccionado el dispositivo correcto y verificar que la cámara está apuntando correctamente a la superficie de proyección (donde se proyectan las diapositivas),

se puede previsualizar el contenido de la cámara o el archivo de vídeo. Para ello, tras pulsar sobre el botón “Previsualizar / Refrescar” se mostrará una captura del contenido del medio de captura seleccionado, tal como se muestra en la *Figura 3.4*.



*Figura 3.4: Previsualizar medio de captura*

### 3.1.3 Seleccionar dispositivo de captura de audio

El siguiente paso es seleccionar el dispositivo de captura de audio. Para realizar dicha tarea de forma más sencilla, se muestra una lista de los dispositivos de entrada de sonido disponibles con su correspondiente ID, tal como se muestra en la *Figura 3.5*. Una vez se reconoce el dispositivo en la lista, se introduce su identificador en el campo de selección.

### 3.1.4 Iniciar captura

Una vez se han seleccionado tanto el dispositivo de captura de vídeo, como el de audio, se procede a iniciar la captura de la presentación pulsando sobre el botón “Iniciar captura” tal y como se puede observar en la *Figura 3.6*.

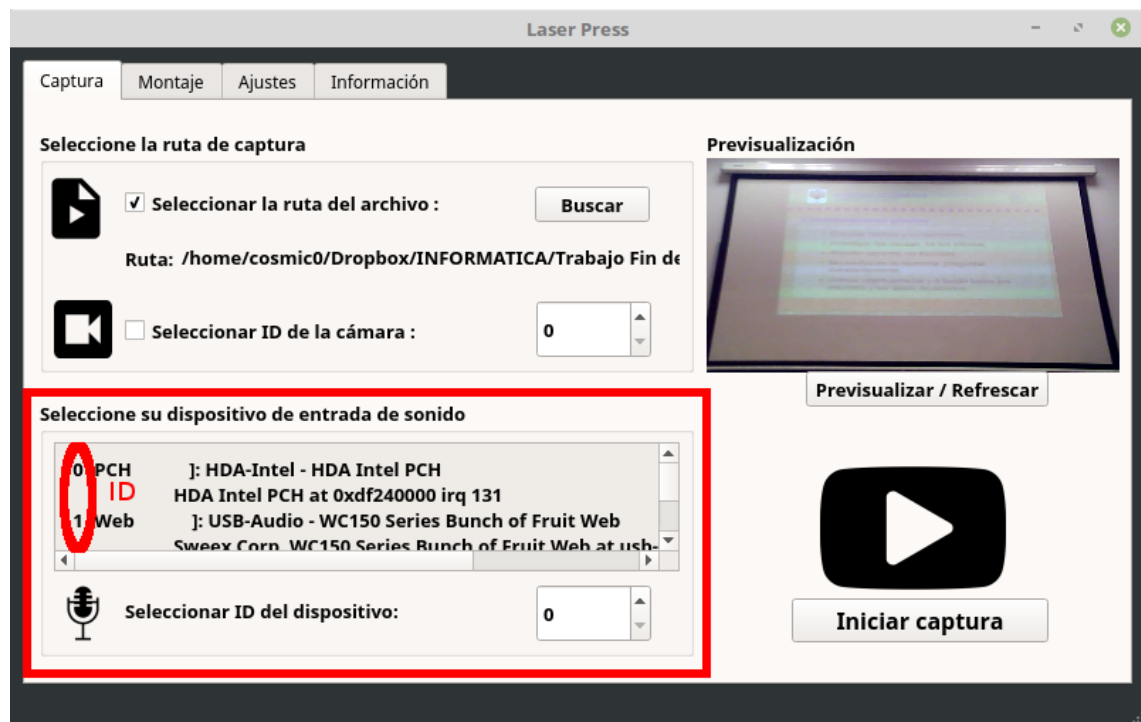


Figura 3.5: Seleccionar dispositivo de captura de audio

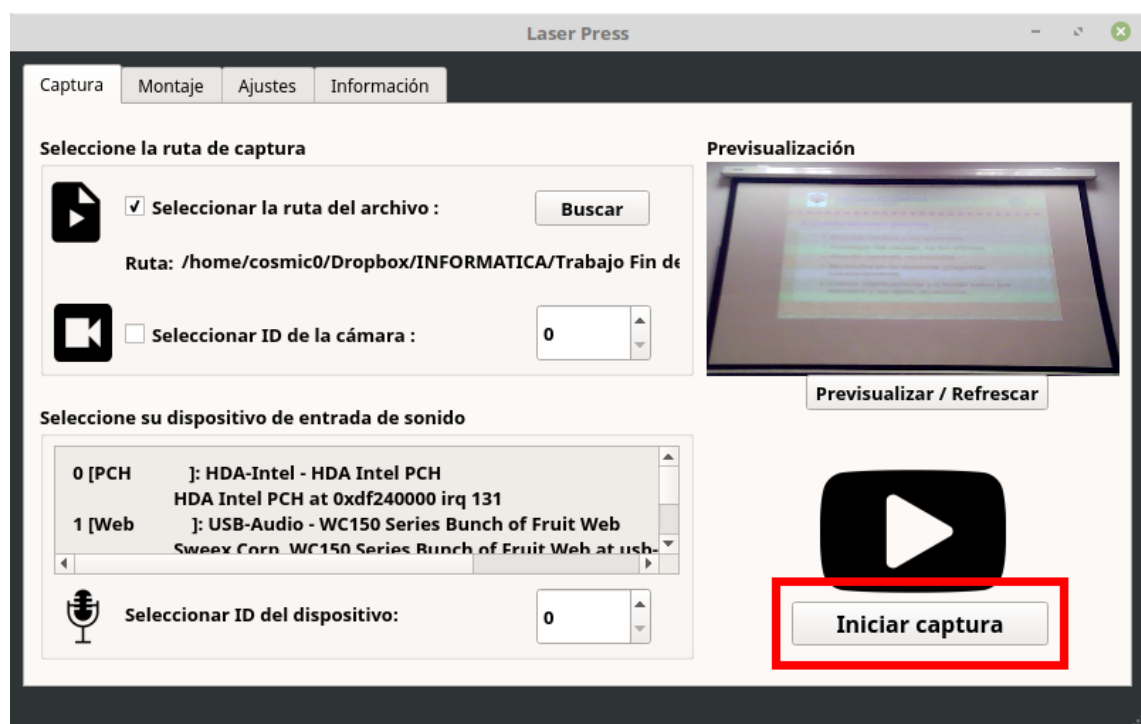
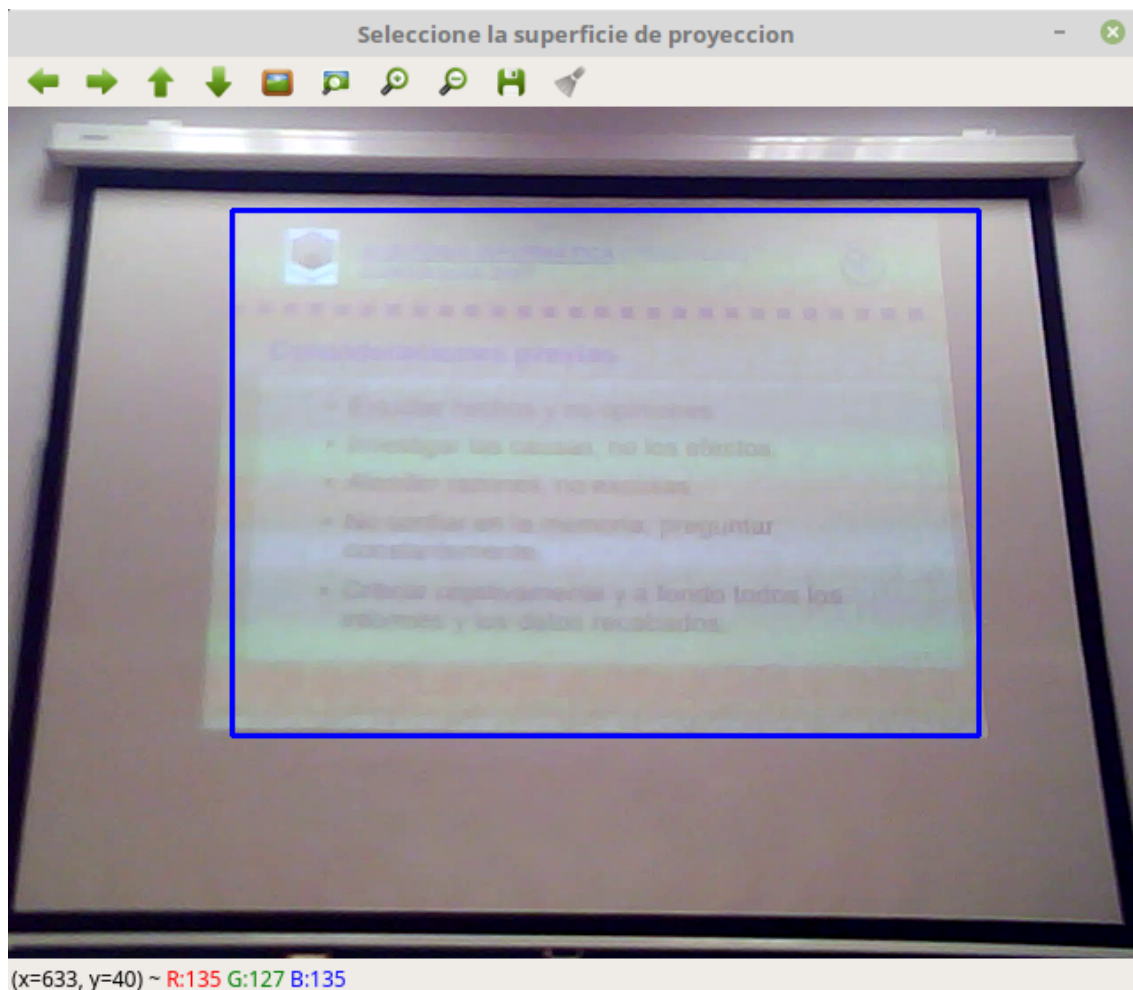


Figura 3.6: Iniciar captura

### 3.1.5 Seleccionar superficie de proyección

Una vez se ha iniciado la captura, el programa pedirá al usuario que seleccione la superficie de proyección, para ello se selecciona pulsando sobre el botón izquierdo del ratón en una esquina y arrastrando hacia la esquina opuesta, tal como se observa en la *Figura 3.7*. Procurando que represente de la forma mas fidedigna posible a la superficie de proyección. Para finalizar la selección, se pulsa la tecla *Intro* del teclado.



*Figura 3.7: Seleccionar superficie de proyección*

Finalmente comenzará la captura de la presentación, y mostrará en una ventana nueva, la captura del puntero láser, rodeando a este por un círculo rojo, tal como se puede observar en la *Figura 3.8*.



Figura 3.8: Captura de la presentación

Para parar la captura de la presentación se pulsa la tecla *Esc* del teclado y si todo ha salido correctamente se mostrará un mensaje como el que se ve en la Figura 3.9.

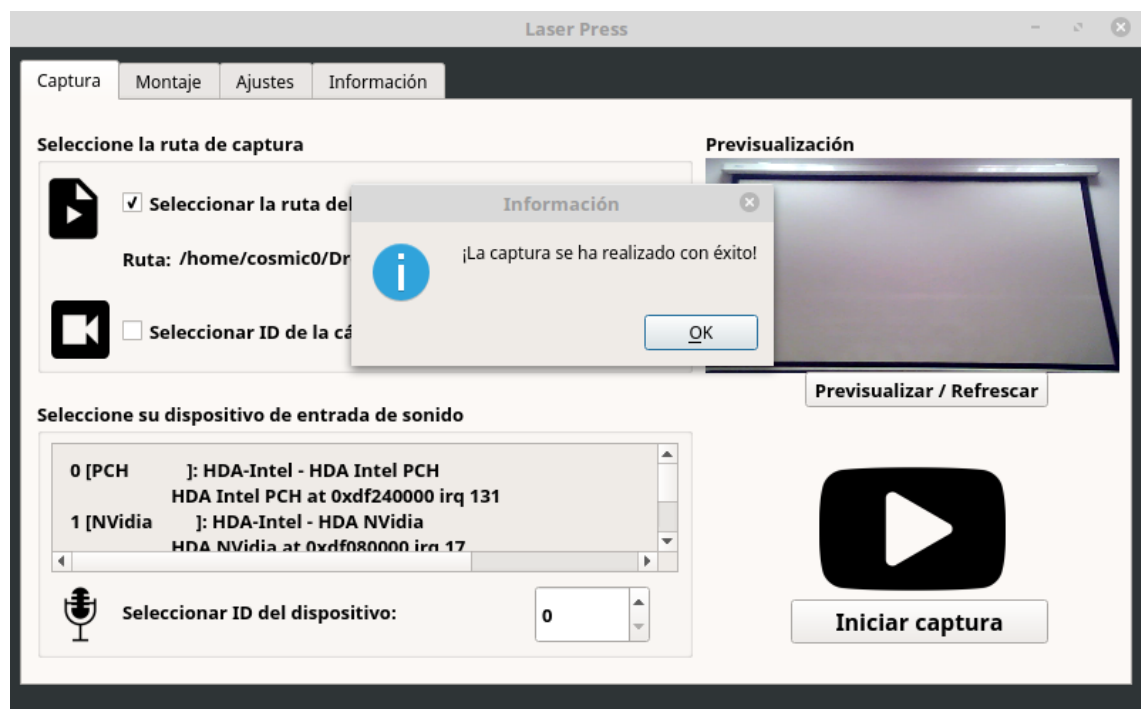
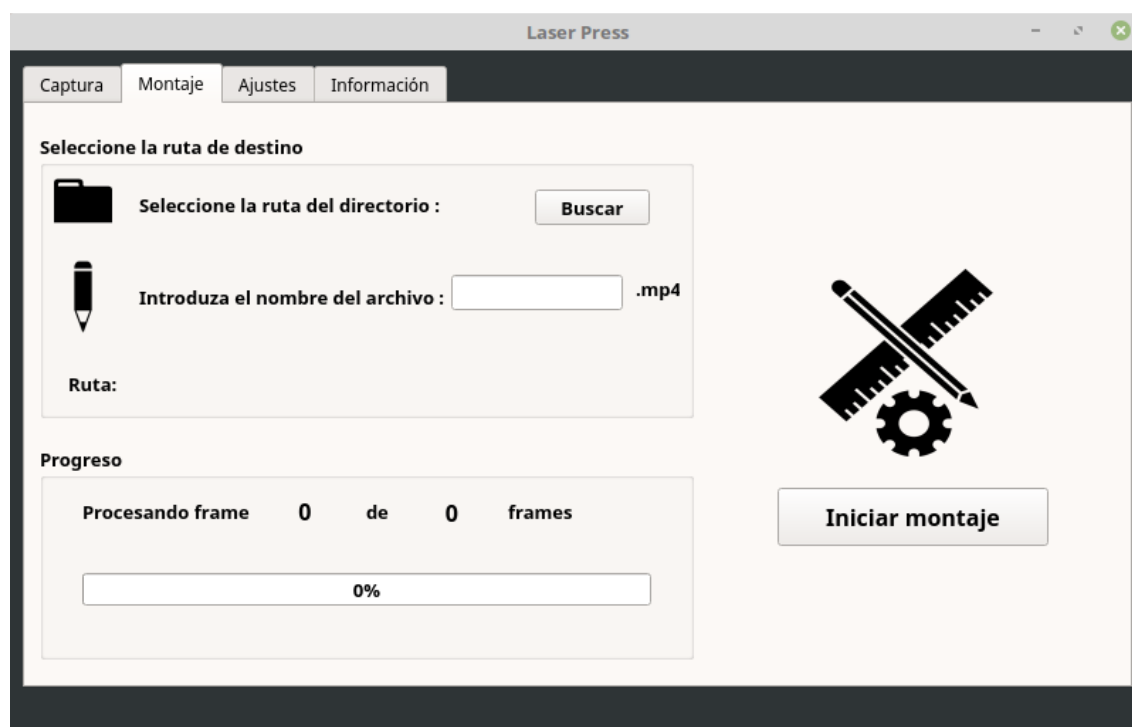


Figura 3.9: Captura finalizada

## 3.2 Gestionar montaje

En este apartado se van a explicar los pasos a seguir para realizar las operaciones correspondientes con la gestión del montaje de la captura de la presentación realizada previamente.

Para acceder a el apartado del montaje de la captura previamente realizada, se pulsa sobre la pestaña “Montaje”, tal como se muestra en la *Figura 3.10*.



*Figura 3.10: Gestionar montaje*

### 3.2.1 Seleccionar ruta de destino

El primer paso a realizar, es la selección de la ruta del directorio donde se va a guardar el resultado final del montaje, tal y como se muestra en la *Figura 3.11*. Pulsando sobre el botón “Buscar” se podrá seleccionar dicho directorio.

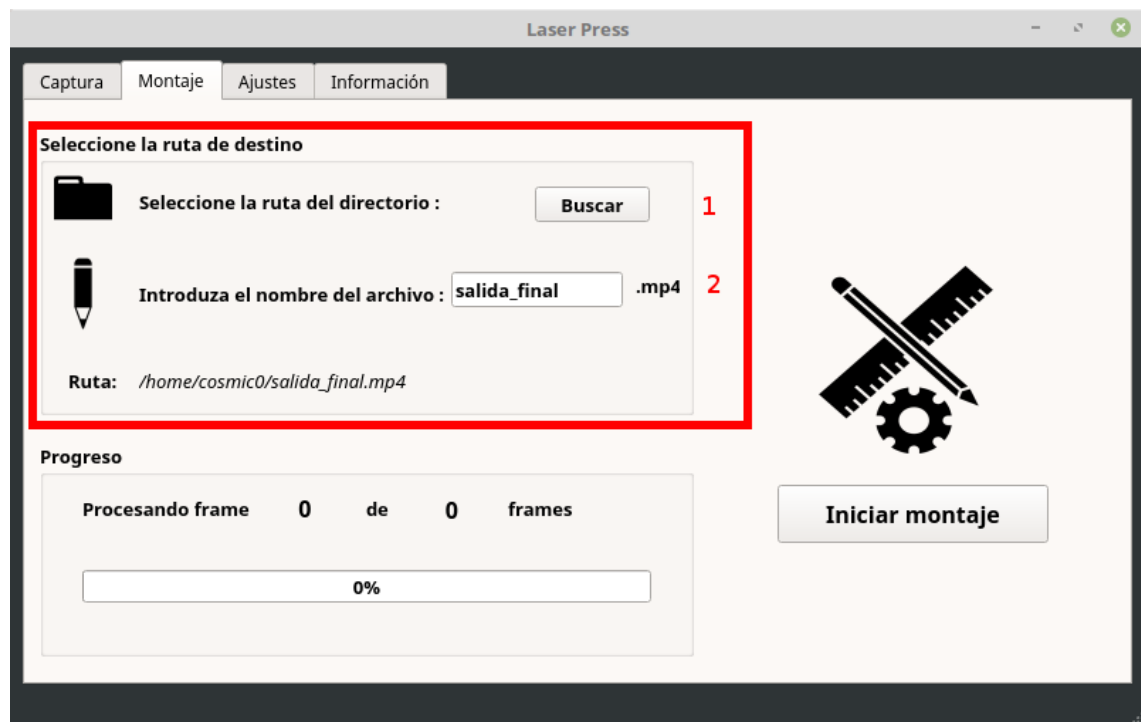


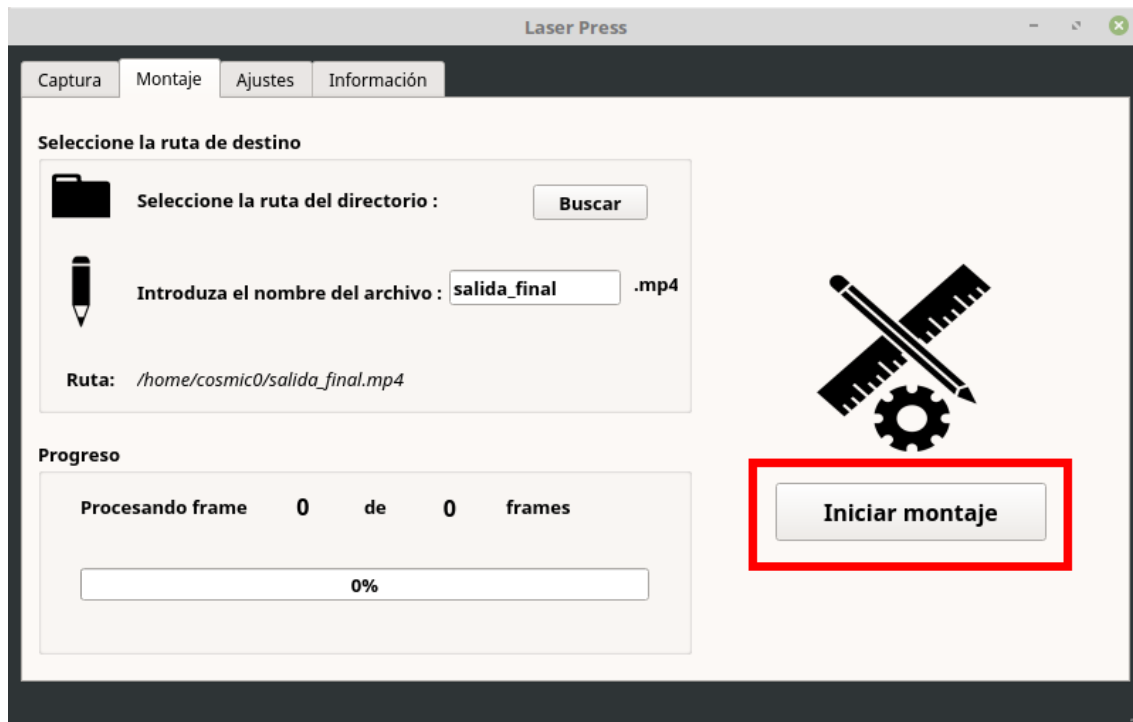
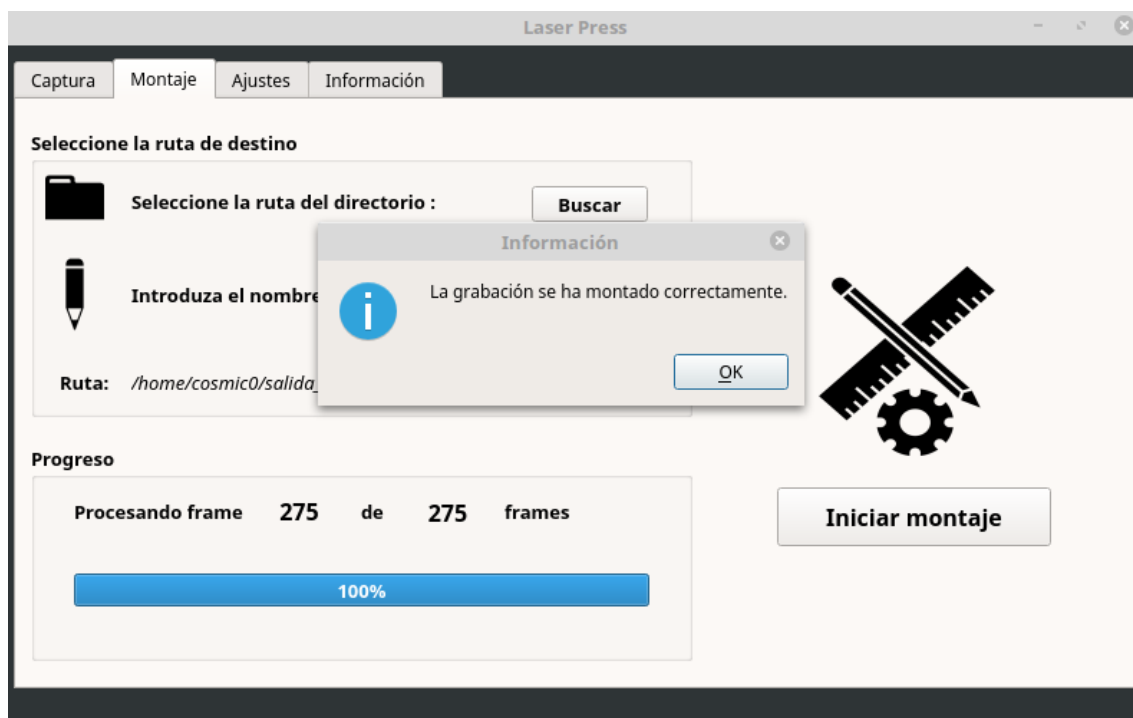
Figura 3.11: Seleccionar ruta de destino

El segundo paso es introducir el nombre que tendrá el archivo del montaje. Para ello se escribe sobre el campo de entrada de texto, omitiendo la extensión del archivo, la cual será introducida de manera automática por el programa. En la parte inferior aparecerá la ruta completa una vez realizados los dos pasos anteriores.

### 3.2.2 Iniciar montaje

Una vez se ha seleccionado la ruta de destino, se procede a iniciar el montaje de la presentación pulsando sobre el botón “Iniciar montaje” tal y como se puede observar en la *Figura 3.12*.

Tras iniciarse el montaje, se mostrará el progreso de este en la sección “Progreso” tal como se ve en la *Figura 3.13*. La duración del proceso de montaje, será proporcionalmente dependiente de la duración de la captura de la presentación realizada y la potencia de procesamiento del ordenador.

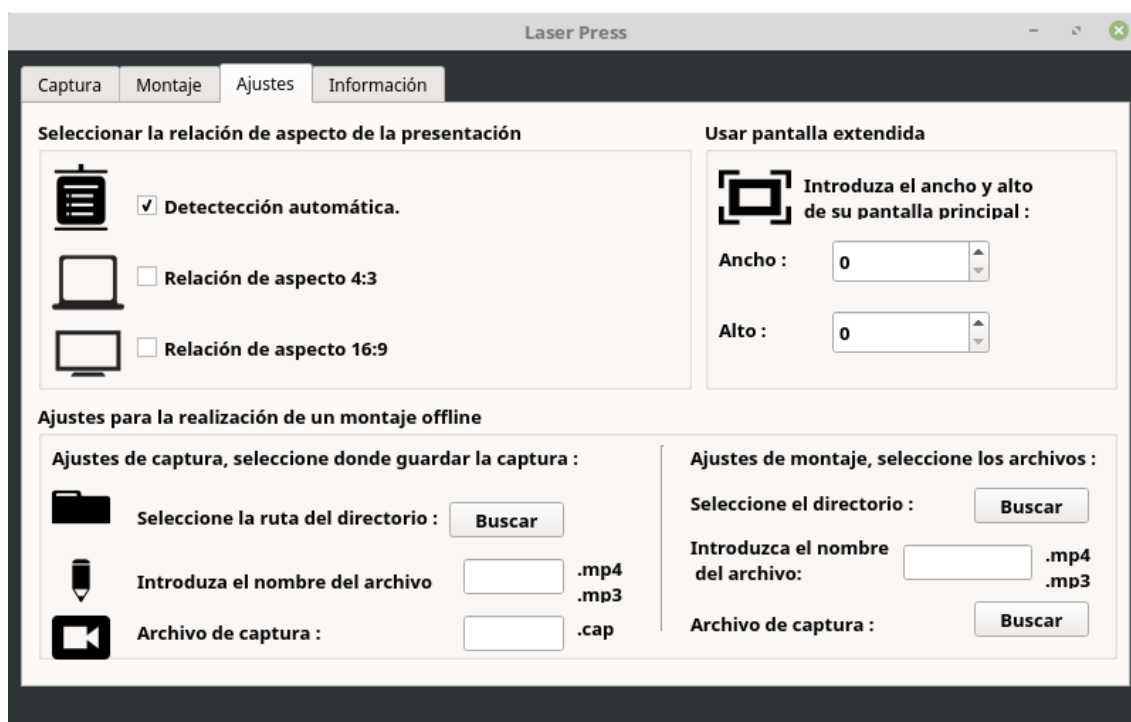
*Figura 3.12: Iniciar montaje**Figura 3.13: Montaje finalizado*



## 3.3 Gestionar ajustes

En este apartado se van a explicar las operaciones relacionadas con la gestión de los distintos ajustes del programa. Estos ajustes están relacionados tanto con la captura de la presentación como con el montaje de esta.

Para acceder a el apartado de ajustes, se pulsa sobre la pestaña “Ajustes”, tal como se muestra en la *Figura 3.14*.



*Figura 3.14: Gestionar ajustes*

### 3.3.1 Seleccionar relación de aspecto

En este apartado se puede ajustar la relación de aspecto que tienen las diapositivas que se están proyectando, o seleccionar su detección automática.

Para ello, simplemente hay que pulsar sobre el campo de selección que se desee, tal y como se muestra en la *Figura 3.15*. Por defecto, la relación de aspecto de las diapositivas se calcula de forma automática.

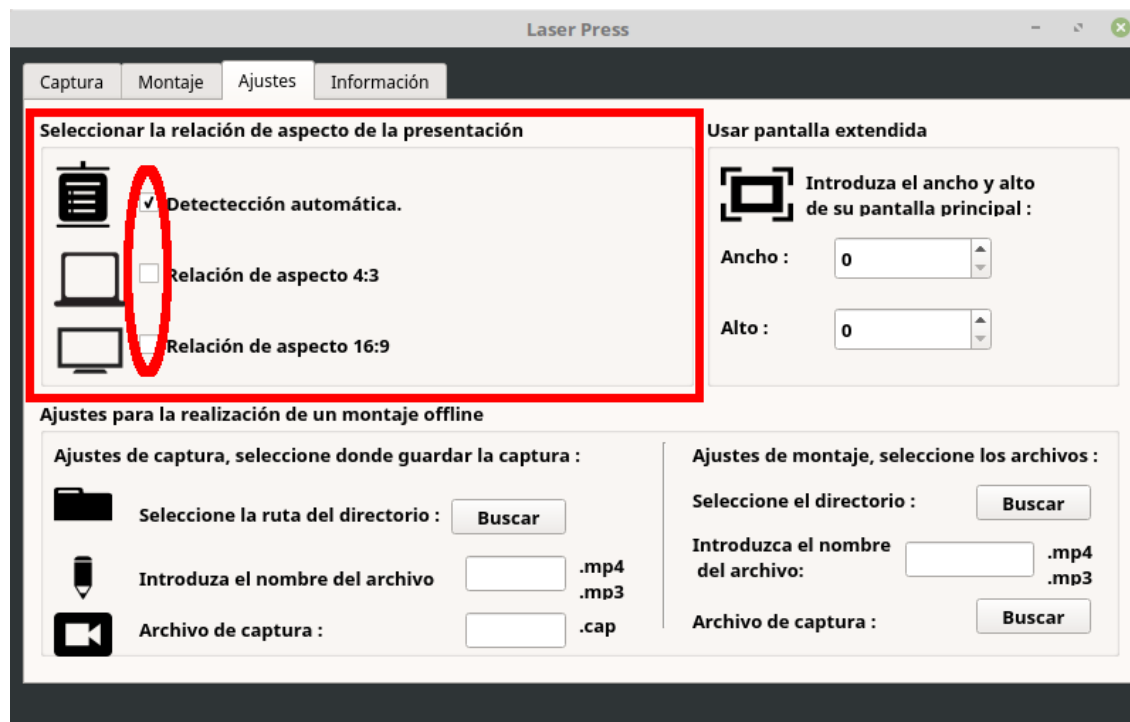


Figura 3.15: Seleccionar relación de aspecto de la presentación

### 3.3.2 Usar pantalla extendida

En este apartado se puede seleccionar la opción de usar la pantalla del ordenador de forma extendida, para así poder tener libre la pantalla principal.

Para ello, se tiene que indicar el ancho y el alto de la pantalla principal del ordenador, en los campos de introducción del ancho y alto de la pantalla, tal y como se muestra en la *Figura 3.16*. Este ajuste se debe hacer antes de realizar la captura, y el ordenador debe estar conectado en modo pantalla extendida.

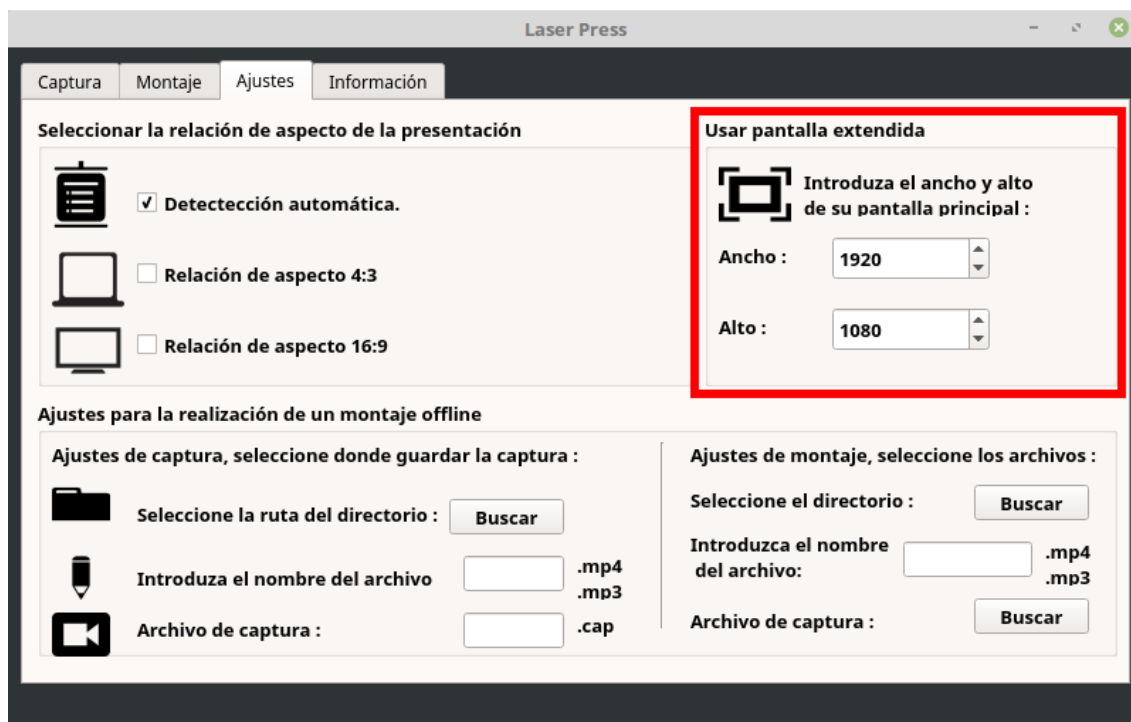


Figura 3.16: Usar pantalla extendida

### 3.3.3 Montaje offline – guardar captura

En este apartado se puede seleccionar la opción de realizar un montaje offline, guardar captura. Para ello se guardarán los archivos capturados en la ruta indicada por el usuario y así poder realizar el montaje más tarde, simplemente cargando estos archivos. Este ajuste se debe hacer antes de realizar la captura de la presentación.

Para ello se tienen que seguir una serie de pasos (*Figura 3.17*):

- 1) Seleccionar la ruta del directorio: pulsando sobre el botón “Buscar” se abrirá una ventana en la cual se podrá seleccionar la ruta del directorio donde guardar la captura.

- 2) Introducir el nombre del archivo: en el campo de introducción de texto se deberá introducir un nombre para el archivo “.mp4” y “.mp3” que guardarán tanto el audio como el vídeo de la presentación.
- 3) Introducir el nombre del archivo de captura: en el campo de introducción de texto se deberá introducir el nombre (sin extensión) del archivo donde se guardará la captura del puntero láser.

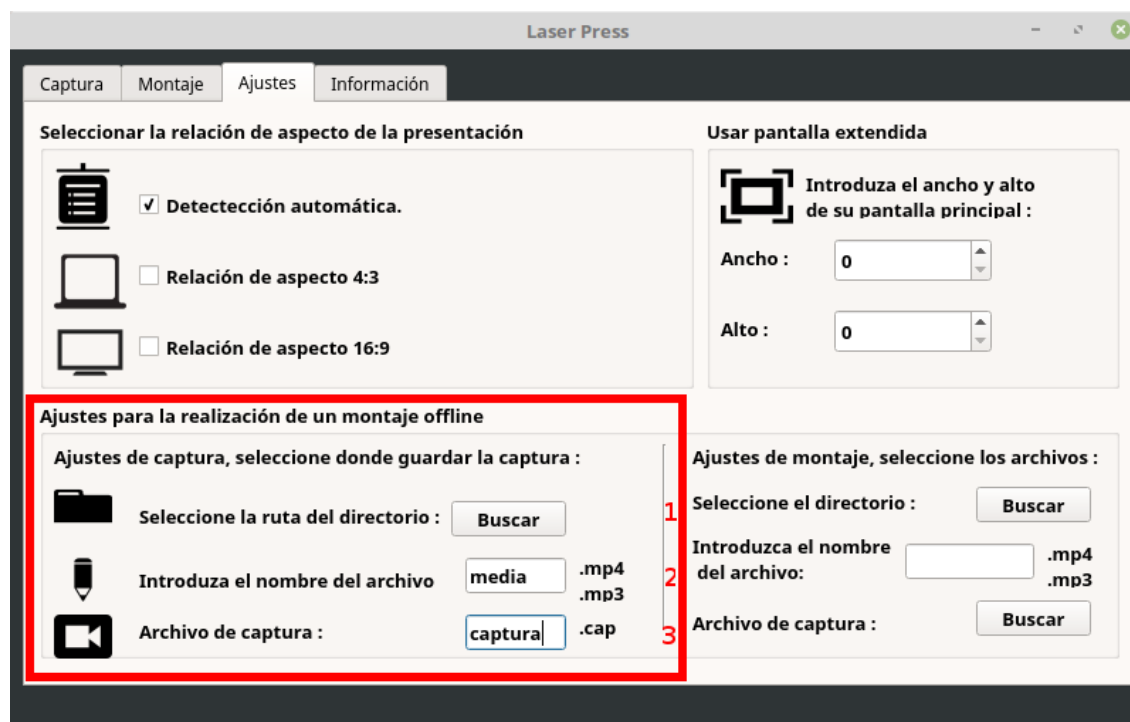


Figura 3.17: Montaje offline - guardar captura

### 3.3.4 Montaje offline – cargar captura

En este apartado se puede seleccionar la opción de realizar un montaje offline, cargar captura. Para ello se cargarán los archivos capturados desde la ruta indicada por el usuario y así poder realizar el montaje, simplemente cargando estos archivos. Este ajuste se debe hacer antes de realizar el montaje de la presentación.

Para ello se tienen que seguir una serie de pasos (*Figura 3.18*):

- 1) Seleccionar la ruta del directorio: pulsando sobre el botón “Buscar” se abrirá una ventana en la cual se podrá seleccionar la ruta del directorio donde se encuentran los archivos de la captura.
- 2) Introducir el nombre del archivo: en el campo de introducción de texto se debe introducir el nombre de los archivos “.mp4” y “.mp3” que guardan tanto el audio como el vídeo de la presentación.
- 3) Seleccionar el archivo de captura: pulsando sobre el botón “Buscar” se abrirá una ventana en la cual se podrá seleccionar el archivo que contiene la captura del puntero láser.

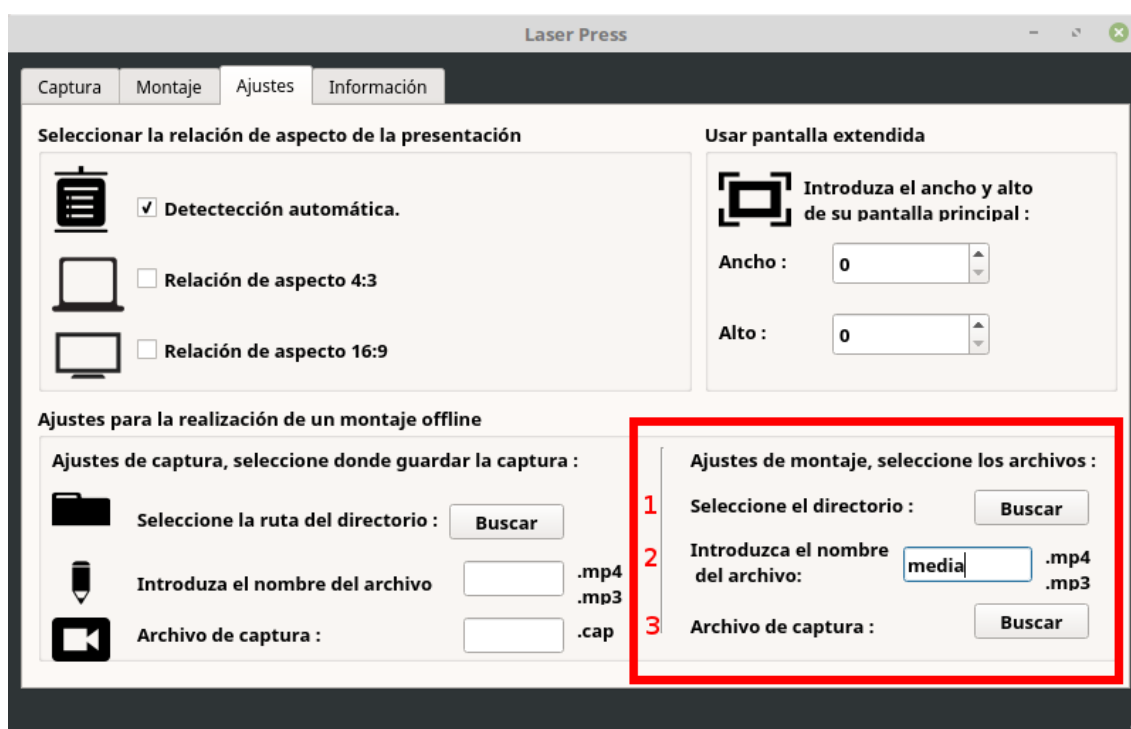


Figura 3.18: Montaje offline - cargar captura

### 3.4 Información

En esta pestaña se encuentra diversa información sobre el programa, su autor, fecha de última compilación y detalles de contacto, tal como se puede observar en la *Figura 3.19*.

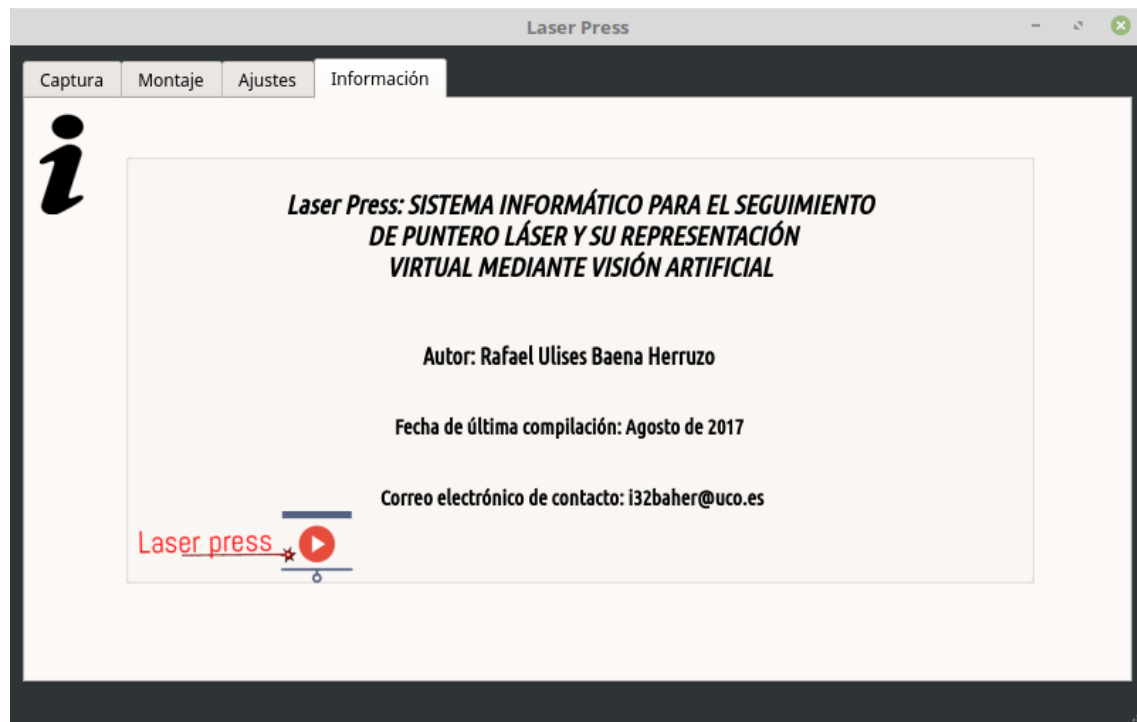


Figura 3.19: Información