

Capítulo 5: Pruebas

5.1. Introducción

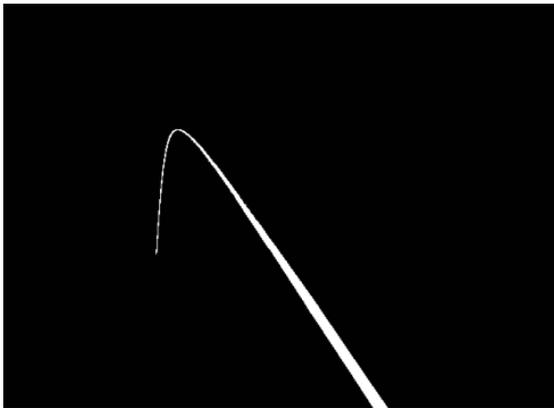
En este capítulo se muestran los resultados obtenidos al introducir como entrada unas imágenes de prueba generales, con el fin de comprobar el funcionamiento del programa creado.

En los siguientes apartados se mostrarán las imágenes intermedias creadas, correspondientes a las partes descritas en el capítulo anterior.

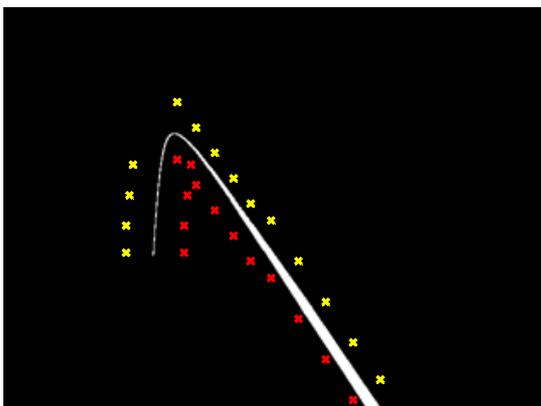
5.2. Segmentación de la imagen

Como se comentó en el capítulo anterior, el objetivo de este apartado consiste en cálculo de un área que englobe el objeto de interés de la imagen a procesar.

Las imágenes de entrada seccionadas para comprobar el funcionamiento de este apartado son las siguientes:



Ejecutando el algoritmo creado para las imágenes de entrada mostradas anteriormente, se obtienen los siguientes resultados:



Como se puede observar en las imágenes anteriores, el algoritmo creado cumple con su función, englobar el objeto de interés. El resultado, es un conjunto de puntos que representa

el contorno inicial, a partir del cual continuará el apartado 4 de este capítulo, “Segmentación de la imagen mediante Contornos Activos”

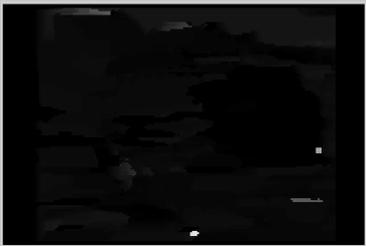
5.3. Visión estéreo: Cálculo del mapa de disparidad

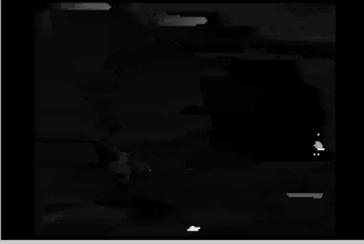
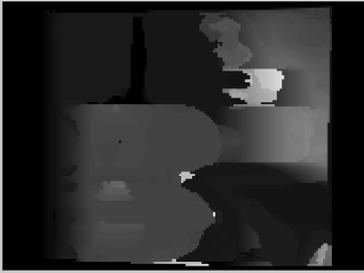
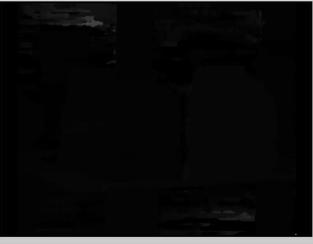
Las imágenes estéreo están formadas por un par de imágenes, la correspondiente a la cámara situada más a la izquierda, imagen izquierda, y la correspondiente a la cámara situada más a la derecha, imagen derecha. La correspondencia entre cada píxel de la imagen izquierda con la imagen derecha se calcula mediante su mapa de disparidad. El resultado del mapa de disparidad, no es más que el desplazamiento que tiene el píxel de la imagen derecha con respecto a correspondiente de la imagen izquierda. Un mapa de disparidad, por tanto, es una matriz, del mismo tamaño que la imagen de referencia, en la que se indica el valor del desplazamiento hacia la izquierda de ese mismo píxel.

Como se comentó en el apartado anterior, se han implementado 8 métodos para calcular el mapa de disparidad. El programa indicará qué método se quiere implementar, en caso de no querer seleccionar el método, el método por defecto que utilizará el programa será el SSD.

```
Quiere elegir el método de cálculo de disparidad: 1--> Sí, 2--> No
1
Elige método:
1--> SAD
2--> ZSAD
3--> LSAD
4--> SSD
5--> ZSD
6--> LSSD
7--> NCC
8--> ZNCC
```

A continuación se muestran los resultados de aplicar los distintos métodos al mismo par de imágenes estéreo:

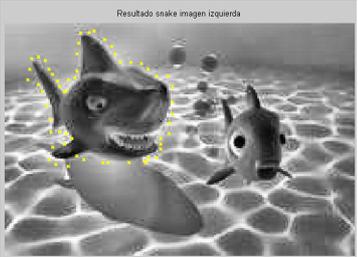
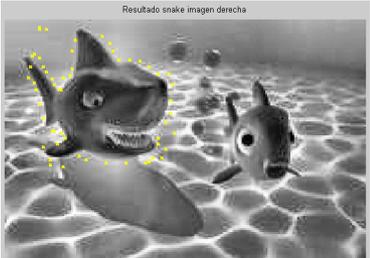
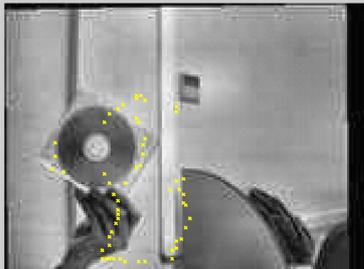
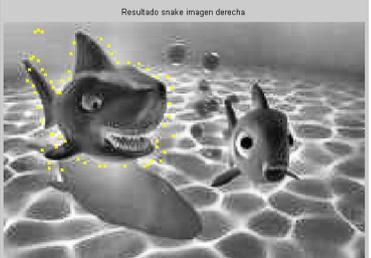
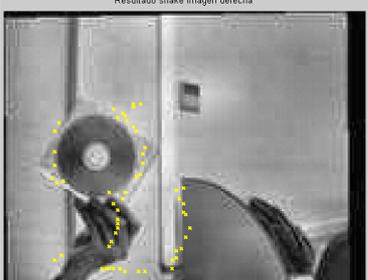
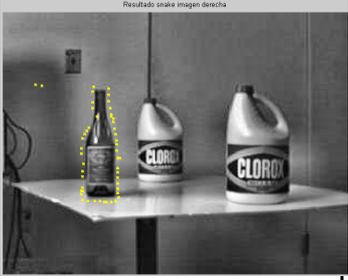
<p>Imágenes</p>	<p>Imagen izquierda</p>  <p>Imagen derecha</p> 	<p>Imagen izquierda</p>  <p>Imagen derecha</p> 	 
<p>SAD</p>			
<p>ZSAD</p>			
<p>LSAD</p>			

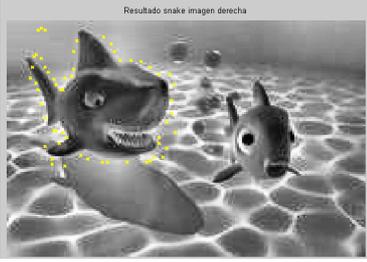
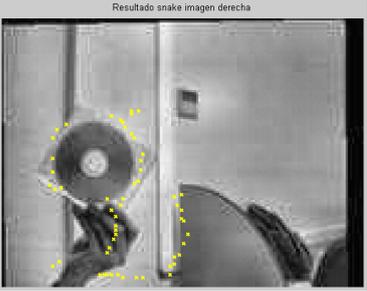
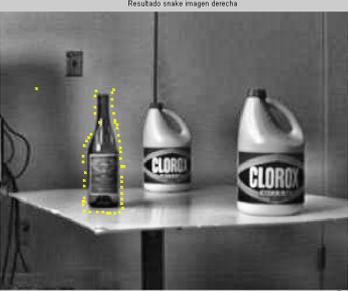
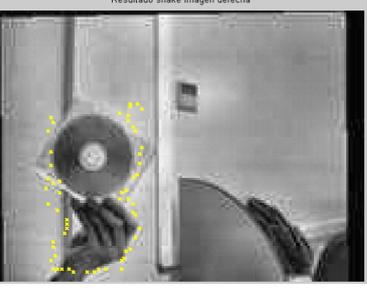
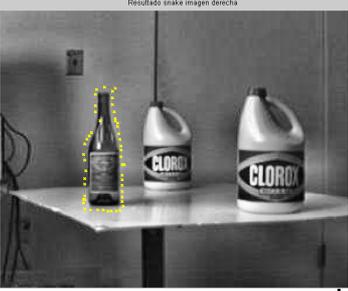
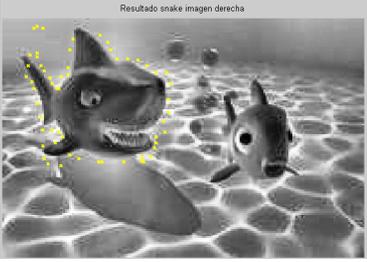
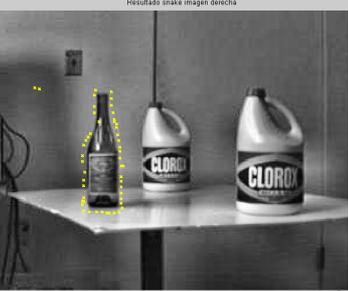
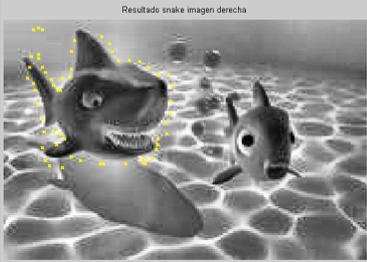
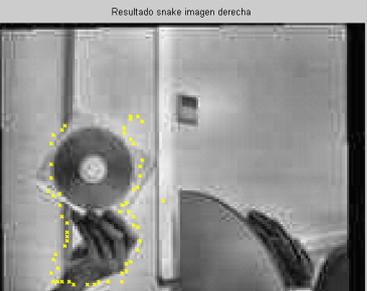
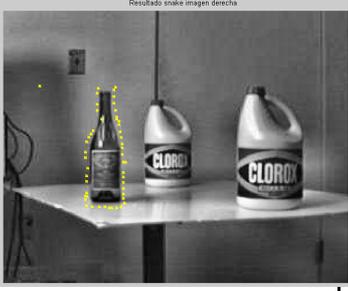
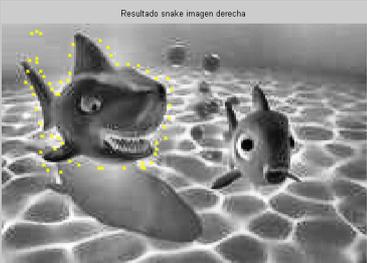
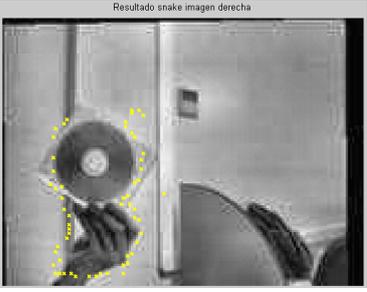
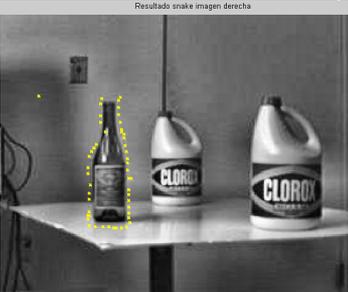
SSD			
ZSSD			
LSSD			
NCC			
ZNCC			

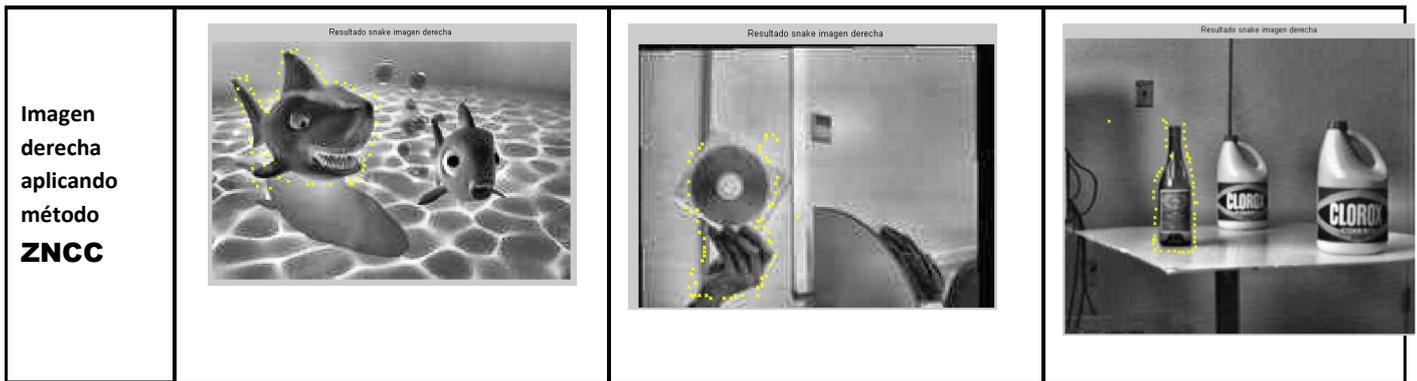
Mediante la representación del mapa de disparidad, se puede obtener una idea de la distancia o profundidad de los objetos respecto a la cámara:

- Los puntos más oscuros de la imagen, corresponden a un menor desplazamiento entre los píxeles de la imagen izquierda y de la derecha, por lo que serán los puntos más alejados de la cámara
- Los puntos más claros de la imagen, corresponden a un mayor desplazamiento entre los píxeles de la imagen izquierda y de la derecha, por lo que corresponden a los puntos más alejados de la cámara.

Para comprobar los resultados de los mapas de disparidad calculados, se realiza la siguiente prueba, seleccionando en la imagen izquierda unos puntos aleatorios alrededor de un objeto de interés, se representarán esos mismos puntos en la imagen derecha, aplicando el desplazamiento que indica el mapa de disparidad sobre ese píxel. Los resultados son los siguientes:

<p>Imágenes izquierdas con los puntos seleccionados</p>	<p>Resultado snake imagen izquierda</p> 	<p>Resultado snake imagen izquierda</p> 	<p>Resultado snake imagen izquierda</p> 
<p>Imagen derecha aplicando método SAD</p>	<p>Resultado snake imagen derecha</p> 	<p>Resultado snake imagen derecha</p> 	<p>Resultado snake imagen derecha</p> 
<p>Imagen derecha aplicando método ZSAD</p>	<p>Resultado snake imagen derecha</p> 	<p>Resultado snake imagen derecha</p> 	<p>Resultado snake imagen derecha</p> 

<p>Imagen derecha aplicando método LSAD</p>	<p>Resultado snake imagen derecha</p> 	<p>Resultado snake imagen derecha</p> 	<p>Resultado snake imagen derecha</p> 
<p>Imagen derecha aplicando método SSD</p>	<p>Resultado snake imagen derecha</p> 	<p>Resultado snake imagen derecha</p> 	<p>Resultado snake imagen derecha</p> 
<p>Imagen derecha aplicando método ZSSD</p>	<p>Resultado snake imagen derecha</p> 	<p>Resultado snake imagen derecha</p> 	<p>Resultado snake imagen derecha</p> 
<p>Imagen derecha aplicando método LSSD</p>	<p>Resultado snake imagen derecha</p> 	<p>Resultado snake imagen derecha</p> 	<p>Resultado snake imagen derecha</p> 
<p>Imagen derecha aplicando método NCC</p>	<p>Resultado snake imagen derecha</p> 	<p>Resultado snake imagen derecha</p> 	<p>Resultado snake imagen derecha</p> 



Como se puede apreciar en las pruebas realizadas, a medida que el método de cálculo de disparidad es más complejo, éste también da mejores resultados. El método ZNCC da mejores resultados, que el método SAD.

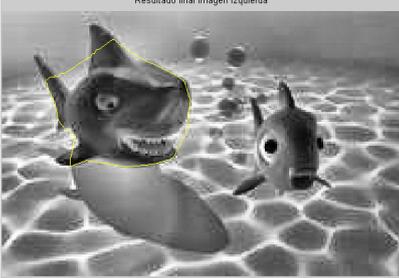
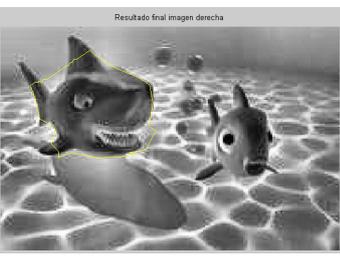
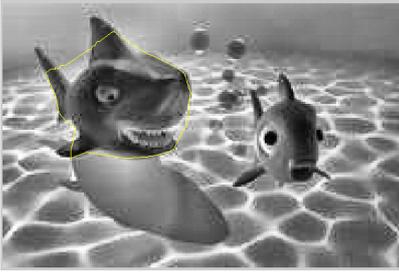
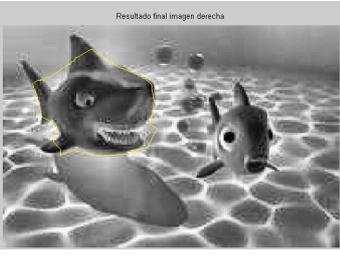
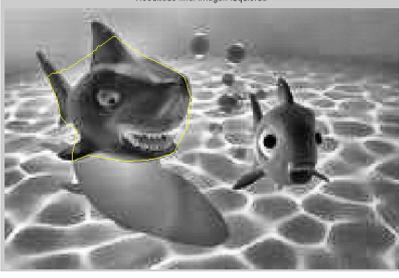
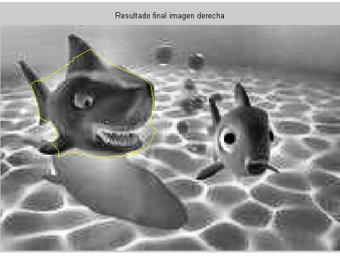
5.4. Segmentación de la imagen mediante contornos activos

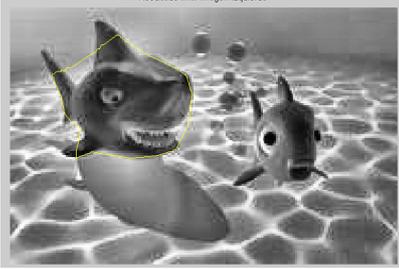
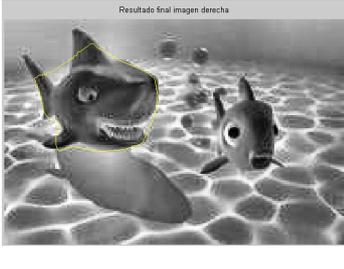
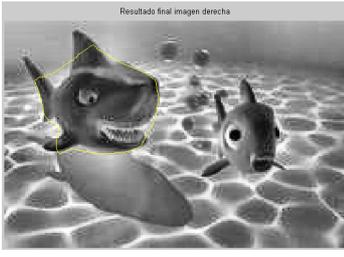
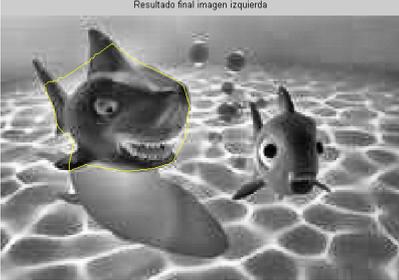
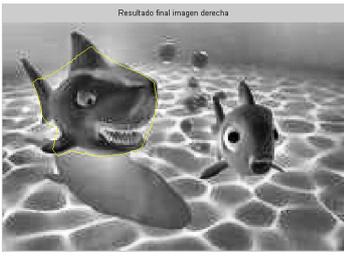
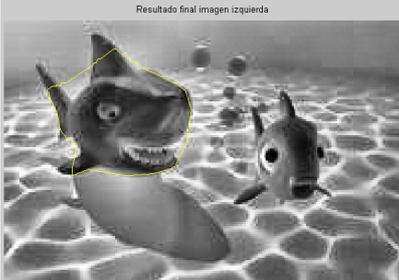
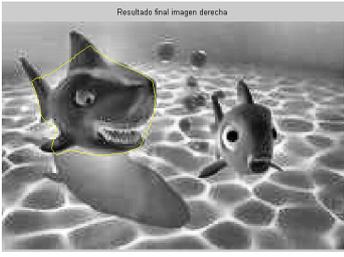
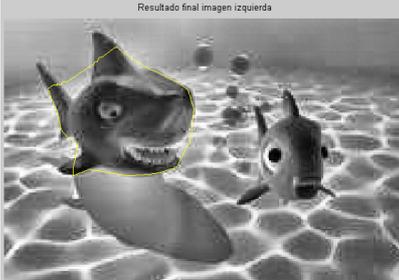
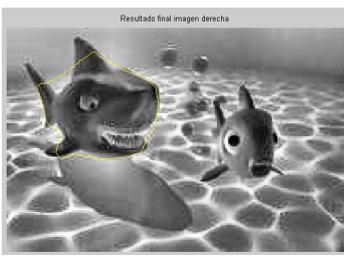
Este apartado realiza la segmentación de la imagen a partir de contornos activos mediante el método de Snakes.

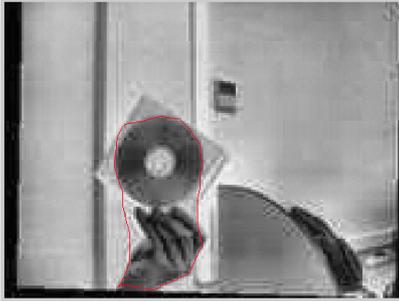
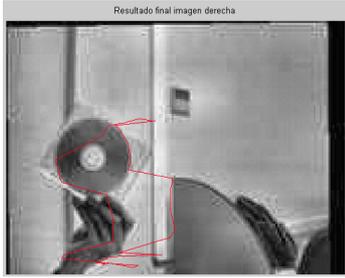
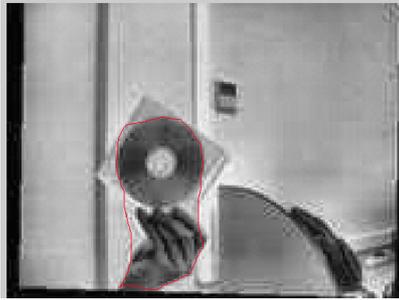
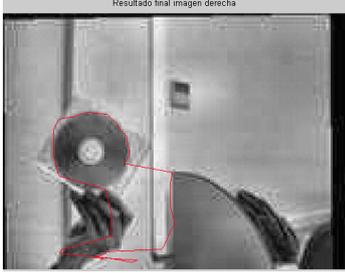
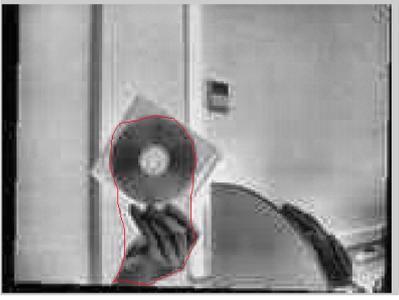
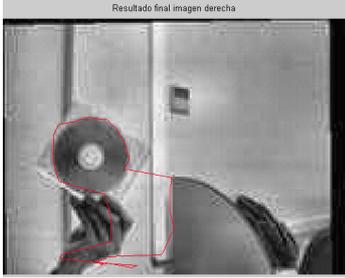
Los datos necesarios para realizar este apartado son los siguientes:

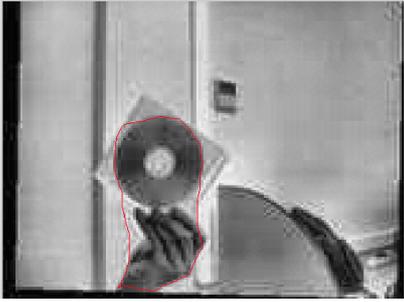
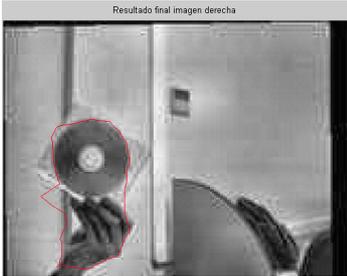
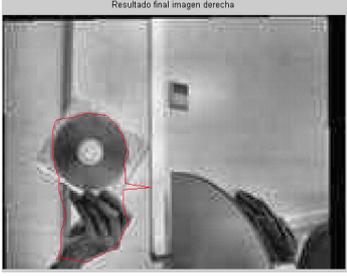
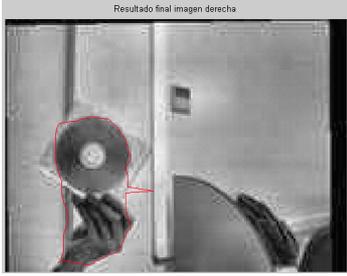
- Par de imágenes estéreo
- Mapa de disparidad, calculado en el apartado anterior
- Par de áreas (o contornos iniciales) seleccionados,
 - El de la imagen izquierda, calculados en el segundo apartado.
 - El de la imagen derecha, calculado a partir del contorno de la imagen izquierda y del mapa de disparidad.

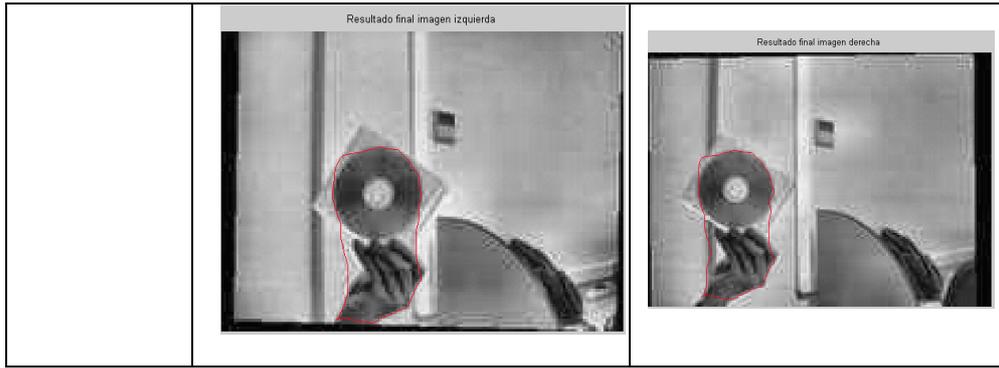
A partir de los contornos iniciales, se deformará la Snake, calculando los nuevos puntos que minimicen la energía, englobando el objeto de interés. Las siguientes imágenes muestran los resultados de este apartado, frente a distintos métodos de cálculo del mapa de disparidad, para un mismo par de imágenes estéreo y mismo para de áreas o contornos iniciales (los mostrados en los resultados del apartado anterior).

METODO	PARAMETROS	
	<pre>Alpha=0.1; Beta=1; Gamma=3; Inter=100; TamVenh=33; TamVenv=5; Dmax=round(Cols/2);</pre>	
SAD	SNAKE FIN IZDA	SNAKE FIN DCHA
	 <p>Resultado final imagen izquierda</p>	 <p>Resultado final imagen derecha</p>
ZSAD	SNAKE FIN IZDA	SNAKE FIN DCHA
	 <p>Resultado final imagen izquierda</p>	 <p>Resultado final imagen derecha</p>
LSAD	SNAKE FIN IZDA	SNAKE FIN DCHA
	 <p>Resultado final imagen izquierda</p>	 <p>Resultado final imagen derecha</p>
SSD	SNAKE FIN IZDA	SNAKE FIN DCHA

		
ZSSD	<p>SNAKE FIN IZDA</p> 	<p>SNAKE FIN DCHA</p> 
	<p>SNAKE FIN IZDA</p> 	<p>SNAKE FIN DCHA</p> 
LSSD	<p>SNAKE FIN IZDA</p> 	<p>SNAKE FIN DCHA</p> 
	<p>SNAKE FIN IZDA</p> 	<p>SNAKE FIN DCHA</p> 
NCC	<p>SNAKE FIN IZDA</p> 	<p>SNAKE FIN DCHA</p> 
	<p>SNAKE FIN IZDA</p> 	<p>SNAKE FIN DCHA</p> 
ZNCC	<p>SNAKE FIN IZDA</p>	<p>SNAKE FIN DCHA</p>
	<p>SNAKE FIN IZDA</p>	<p>SNAKE FIN DCHA</p>

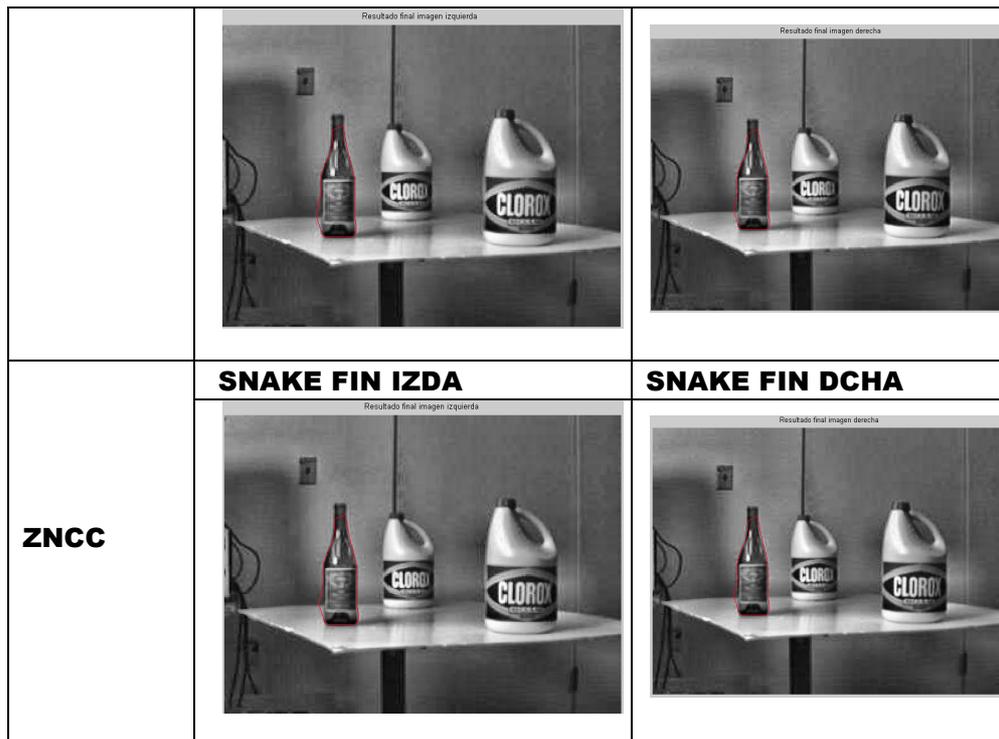
METODO	PARAMETROS	
	<pre>Alpha=0.1; Beta=1; Gamma=3; Inter=100; TamVenh=33; TamVenv=5; Dmax=round(Cols/2);</pre>	
SAD	SNAKE FIN IZDA	SNAKE FIN DCHA
	<p>Resultado final imagen izquierda</p> 	<p>Resultado final imagen derecha</p> 
ZSAD	SNAKE FIN IZDA	SNAKE FIN DCHA
	<p>Resultado final imagen izquierda</p> 	<p>Resultado final imagen derecha</p> 
LSAD	SNAKE FIN IZDA	SNAKE FIN DCHA
	<p>Resultado final imagen izquierda</p> 	<p>Resultado final imagen derecha</p> 
SSD	SNAKE FIN IZDA	SNAKE FIN DCHA

	<p>Resultado final imagen izquierda</p> 	<p>Resultado final imagen derecha</p> 
	SNAKE FIN IZDA	SNAKE FIN DCHA
ZSSD	<p>Resultado final imagen izquierda</p> 	<p>Resultado final imagen derecha</p> 
	SNAKE FIN IZDA	SNAKE FIN DCHA
LSSD	<p>Resultado final imagen izquierda</p> 	<p>Resultado final imagen derecha</p> 
	SNAKE FIN IZDA	SNAKE FIN DCHA
NCC	<p>Resultado final imagen izquierda</p> 	<p>Resultado final imagen derecha</p> 
ZNCC	SNAKE FIN IZDA	SNAKE FIN DCHA



METODO	PARAMETROS	
	<pre>Alpha=0.1; Beta=1; Gamma=3; Inter=100; TamVenh=33; TamVenv=5; Dmax=round(Cols/2);</pre>	
SAD	SNAKE FIN IZDA	SNAKE FIN DCHA
	<small>Resultado final imagen izquierda</small> 	<small>Resultado final imagen derecha</small> 
ZSAD	SNAKE FIN IZDA	SNAKE FIN DCHA
	<small>Resultado final imagen izquierda</small> 	<small>Resultado final imagen derecha</small> 
LSAD	SNAKE FIN IZDA	SNAKE FIN DCHA

	<p>Resultado final imagen izquierda</p> 	<p>Resultado final imagen derecha</p> 
SSD	<p>SNAKE FIN IZDA</p> <p>Resultado final imagen izquierda</p> 	<p>SNAKE FIN DCHA</p> <p>Resultado final imagen derecha</p> 
ZSSD	<p>SNAKE FIN IZDA</p> <p>Resultado final imagen izquierda</p> 	<p>SNAKE FIN DCHA</p> <p>Resultado final imagen derecha</p> 
LSSD	<p>SNAKE FIN IZDA</p> <p>Resultado final imagen izquierda</p> 	<p>SNAKE FIN DCHA</p> <p>Resultado final imagen derecha</p> 
NCC	SNAKE FIN IZDA	SNAKE FIN DCHA



Como se puede apreciar en las distintas imágenes, el contorno final se adapta al objeto de interés, así mismo, el resultado es mejor en aquellos en los que el método de cálculo del mapa de disparidad da mejores resultados, por lo que se puede concluir, que el cálculo del mapa de disparidad es una de las partes más importantes de todo el programa.

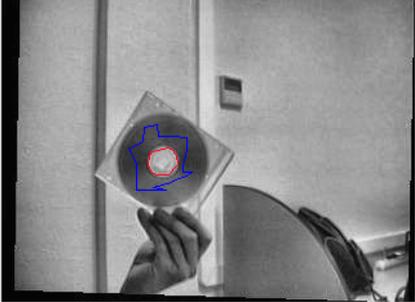
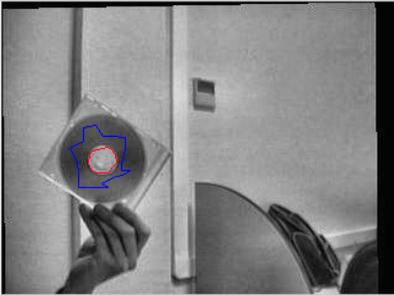
El Anexo I, muestra la secuencia completa de resultados obtenidos en los apartados de este capítulo.

5.5. Cálculo de profundidad

El último apartado del programa, calcula la profundidad del área final segmentada. Los datos que se necesitan para este apartado son los siguientes:

- Puntos finales de la segmentación
- Mapa de disparidad
- Datos de la cámara:
 - Distancia focal
 - Tamaño del píxel
 - Distancia entre las dos cámaras (línea base)

Las siguientes tablas muestran un ejemplo de la aplicación de este apartado

PARAMETROS	MAPA DISPARIDAD: LSSD	
<pre>Alpha=0.1; Beta=1; Gamma=3; Inter=100; TamVenh=33; TamVenv=5; Dmax=round(Cols/2);</pre>		
IMAGEN INICIAL	IZQUIERDA	DERECHA
		
SNAKE INICIAL/FINAL	IZQUIERDA	DERECHA
		
PROFUNDIDAD	VALORES CÁMARA	PROFUNDIDAD
	<p>Distancia focal=0.003 (metros)</p> <p>Tamaño píxel=0.000017 (metros/píxel)</p> <p>Base=0.028 (metros)</p>	<pre>ProfZ = Columns 1 through 6 0.1149 0.1149 0.1149 0.1149 0.1235 0.1300 Columns 7 through 12 0.1267 0.1267 0.1267 0.1149 0.1149 0.1149 Columns 13 through 18 0.1149 0.1149 0.1149 0.1149 0.1149 0.1149 Columns 19 through 21 0.1149 0.1149 0.1149</pre>

PARAMETROS	MAPA DISPARIDAD: LSSD	
<pre>Alpha=0.1; Beta=1; Gamma=3; Inter=100; TamVenh=33; TamVenv=5; Dmax=round(Cols/2);</pre>		
IMAGEN INICIAL	IZQUIERDA	DERECHA
		
SNAKE INICIAL/FINAL	IZQUIERDA	DERECHA
		
PROFUNDIDAD	VALORES CÁMARA	PROFUNDIDAD

<p>Distancia focal=0.003 (metros)</p> <p>Tamaño píxel=0.000017 (metros/píxel)</p> <p>Base=0.028 (metros)</p>	<pre> ProfZ = Columns 1 through 6 1.6471 1.6471 1.6471 1.6471 1.6471 1.6471 Columns 7 through 12 1.6471 1.6471 1.6471 2.4706 2.4706 2.4706 Columns 13 through 18 1.2353 2.4706 1.6471 1.6471 1.6471 1.6471 Columns 19 through 24 1.6471 1.6471 1.6471 1.6471 1.6471 1.6471 Columns 25 through 30 1.6471 1.6471 1.2353 1.6471 1.6471 1.6471 Columns 31 through 36 1.6471 1.6471 1.6471 1.6471 1.6471 1.6471 Columns 37 through 42 1.6471 1.6471 1.6471 1.6471 1.6471 1.6471 Columns 43 through 45 1.6471 1.6471 1.6471 </pre>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------